21º Verano de la Ciencia de la Región Centro

INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Vol. 5, No. 7

ISBN 978-607-9453-38-1

Comité Organizador

Coordinación general

Dr. Manuel Reta Hernández
Dra. Laura Hernández Martínez
Dr. Luis Alejandro Aguilera Galaviz
Universidad Autónoma de Zacatecas

Institución participante	Coordinadores
Centro de Investigación en Matemáticas, Unidad Guanajuato	Dr. Arturo Hernández Aguirre
Centro de Investigaciones en Óptica A.C.	Lic. Luz Adriana Gutiérrez Guerra Lic. Sarahí Hernández Lugo
Centro de Investigación en Química Aplicada	Dr. Antonio Cárdenas Flores Dra. Leticia Larios López
Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN, Unidad Irapuato	Dr. Reynaldo Ariel Álvarez Morales Ing. Jesús Vega Medina
Centro Regional de Educación Normal Profra. Amina Madera Lauterio, Cedral S.L.P.	Dr. Juan Manuel Rodríguez Tello
Escuela Nacional de Estudios Superiores UNAM, Unidad León	Dra. Harumi Shimada Beltrán
Escuela Normal de Estudios Superiores del Magisterio Potosino	Mtro. Luís Daniel García García
Instituto de Neurobiología, UNAM Campus Juriquilla	Dra. Nuri Aranda López
Instituto Estatal de Investigación y Posgrado en Educación	Dr. Rafael Benjamín Culebro Tello
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica	Mtra. Ivonne Lizette Cuevas Vélez
Instituto Tecnológico de Aguascalientes	Lic. Yusahara Vázquez Ochoa
Instituto Tecnológico de Celaya	M.G.A. Esperanza Peña Morales
Instituto Tecnológico de Querétaro	Dr. José Arturo Toscano Giles
Instituto Tecnológico de San Luis Potosí	Dr. Pedro de Jesús García Zugasti, Dr. Ariel Benjamín de la Rosa Zapata
Instituto Tecnológico Superior de Abasolo	Dr. César Álvarez Mejía Dr. Eusebio Orozco Medel,
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato	M.C. Akira Torreblanca Ponce M.C. José Manuel Aguilera López
Instituto Tecnológico Superior de Monclova	Mtra. Verónica Martínez Vela Ing. Guillermo Riojas Rodríguez
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón	Mtro. Luis Fernando Villanueva Jiménez
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro	Lic. Valente Serrano Gervacio, Mtro. Jerónimo Landeros Flores, Ing. Victor Manuel Villa Coronado, Dr. Armando Espinoza Banda
Universidad Autónoma de Aguascalientes	Dr. Marcelo de Jesús Pérez Ramos, Lic. Laura Olivia Ortega Calderón Mtra. Yazmin Ramírez Rodríguez
Universidad Autónoma de Coahuila	Lic. Alejandro Herrera Hernández M. A. María Concepción Esparza Castro Lic. Dora Elia Cárdenas Elizondo
Universidad Autónoma de Querétaro	Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña M. en GIC. Karina Villarauz Camargo
Universidad Autónoma de San Luis Potosí	ME Ma. Guadalupe Alejo González Ing. Laura Elena Ochoa Leija
Universidad Autónoma de Zacatecas	Dr. Manuel Reta Hernández Dra. Laura Hernández Martínez Dr. Alejandro Aguilera Galaviz
Universidad de Guanajuato	MDG. Emma Reséndiz Ramírez M. en C. Jenaro Daniel Jaime González
Universidad del Centro de México	Mtra. Alicia Villagómez Carvajal Mtra. Yuritzi Sofía López Hernández
Universidad Pedagógica Nacional - Unidad 241	Dr. Andrés Vázquez Faustino
Universidad Politécnica de Querétaro	Dra. Alondra Anahí Ortiz Verdín
Universidad Politécnica de San Luis Potosí	Dr. Martín Hernández Sustaita
Universidad Politécnica del Bicentenario, Silao	Mtra. Dafne Flores Rodríguez Dr. Javier Cruz Salgado

CONTENIDO

1	Adsorción de fármacos presentes en el agua con adsorbentes de carbón *Yeraldini Alejandra Borja Padilla, Nancy Verónica Pérez Aguilar (Asesora)*	1
2	AHP y lógica difusa en la selección de materia prima (A) *Lizbeth Estela Muñoz Meza, Nayeli Montalvo Romero (Asesora)*	7
3	AHP y lógica difusa en la selección de materia prima (B) *Lizeth Paola Ruiz López, Nayeli Montalvo Romero (Asesora)*	12
4	Ajustes de datos experimentales de cinéticas microbianas bajo condiciones específicas de crecimiento *Sergio Cruz Esquivel Valencia, Jazmín Cortez González (Asesora)*	18
5	Algoritmos de procesamiento de imágenes e Inteligencia Artificial aplicados al sector salud *Laura Ailin Crespo Flores, Francisco Javier Cuevas de la Rosa (Asesor)*	23
6	Algoritmos de visión e inteligencia computacional aplicados al sector industrial *Briseida Guadalupe Esquivel Barajas, Francisco Javier Cuevas de la Rosa (Asesor)*	30
7	Almacén Inteligente *Josué Omar Zaragoza González, Juan Manuel Guzmán Ambriz (Asesor)*	36
8	Análisis comparativo sobre proyectos con realidad aumentada en el estado de Zacatecas *Edgardo León Romero Sandoval, Carlos Roberto Ordaz García (Asesora)*	42
9	Análisis de circuitos con diodos semiconductores mediante una herramienta de software *Brian Alejandro Flores Silva, Javier Silvestre Zavala (Asesor)*	48
10	Análisis de componentes principales en BigData *Ana Laura Yépez López, Aarón Montiel Rosales (Asesor)*	54
11	Análisis de esfuerzos de poste troncocónico para distribución eléctrica sometido a cargas eólicas *Hector Elizarraraz Mendiola, Juan Pablo Razón González (Asesor)*	60
12	Análisis de generación de entropía en colector solar de baja temperatura de placa plana mediante la Dinámica de Fluidos Computacional (CFD) *Andrea Cruz Sánchez Vaca, José de Jesús Ramírez Minguela (Asesor)*	67
13	Análisis de los sistemas constructivos de viviendas tradicionales y contemporáneas en Guanajuato, Gto. *Guadalupe Rocha Solache, Gloria Cardona Benavides (Asesora)*	73
14	Análisis de mediciones de la tarjeta LORA/GPS HAT *José Daniel Hernández Gómez, Miguel Ángel Navarrete Sánchez (Asesor)*	79
15	Análisis de propiedades estructurales del carrizo para la elaboracion de bloques en la construcción de casa habitación *Zuleidy Anahi Adrian Robledo, Luis Gerardo Jordán Marmolejo (Asesor)*	85
16	Análisis de requerimientos para la identificación de las variables en las peleas de gallos *Rafael Romero López, Gabriela de Jesús Córdova Lara (Asesora)*	90
17	Análisis de riesgo en la cadena de suministro automotriz *Cristopher Elizarraraz Castañeda, Daniel Armando Aguirre Ibarra (Asesor)*	96
18	Análisis de riesgo, identificación y control de puntos críticos en planta purificadora de agua ubicada en el TNM Campus Monclova *Karen Lizeth García Chavana y Ricardo Alejandro Fraire Patlán, Adriana Hernández Córdova (Asesora)*	101
19	Análisis de sensibilidad para diseño de esquemas de control de reactores biológicos *Iván García Lara, Francisco Jared Retamoza González, y Rodolfo Murrieta Dueñas (Asesor)*	106
20	Análisis de señales electromiográficas del musculo palmar largo con atrofia empleando tarjeta arduino *Jonathan Ricardo Rizo Saldaña, Azhael de Jesús Rangel López (Asesor)*	112
21	Análisis de sistemas de losas de entrepiso y azotea en viviendas tradicionales y contemporáneas en Guanajuato, Gto. *Anaid Sánchez García, Gloria Cardona Benavides (Asesora)*	120

22 Análisis de tendencias en temperatura y precipitación del acuífero administrativo de Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí 126
Jonathan Israel Ramírez Torres, Hermann Rocha Escalante (Asesor)

23 Análisis de un receptor GPS aplicado al cuadricóptero Crazyflie 2.0 132
José de Jesús Morfín Ledezma, Marcos Ruvalcaba García, y Roberto Olivera Reyna (Asesor)

24 Análisis del comportamiento de la velocidad de corrosión mediante gravimetría aplicado en un acero API X70 136
Román Guadalupe Corona Gaytán y Leonela Miranda Sánchez Quintanilla, Alejandro Rodríguez Campos (Asesor)

25 Análisis e implementación de un inversor puente H basado en diferentes modulaciones SPWM 142
Israel Valdez Jaramillo, César Augusto Limones Pozos (Asesor)

26 Análisis y diseño de robot ejecutor de instrucciones básicas de movimiento 148
Jesús Esparza Flores, Sandra Mercado Pérez (Asesora)

27 Análisis y diseño de una solución tecnológica web para recolectar información de alumnos egresados 153
Francisco Daniel Mireles Ledesma, Israel Durán Belman (Asesor)

28 Análisis y diseños de una solución móvil (App) para la administración de filas y manejo de tiempos de espera a través de tickets electrónicos 160
Víctor Antonio Ramírez Cobian, Israel Durán Belman (Asesor)

29 Anodizado sin inyección de aire al aluminio comercial con electrolito de ácido sulfúrico en un tiempo de 60 minutos 168
Sergio Ulises Bernal Díaz, Francisco Javier Castañeda Carrizales, y Adrián Moisés García Lara (Asesor)

30 Aplicación de cámaras de visión inteligente en pruebas de calidad 173
Faustino Adrián Álvarez Rodríguez, Gerardo Emmanuel Alfaro Vega, y Luis Fernando Niño Luna (Asesor)

31 Aplicación de un dinamómetro a las ciencias básicas 179
Tovar García Gustavo Ángel, Fabiola Hernández Hernández(Asesor)

32 Aplicación del control estadístico en un proceso productivo (A) 184
Leonel Alejandro Cabrera Vázquez, María del Carmen Saavedra Martínez

33 Aplicación del control estadístico en un proceso productivo (B) 190
Rodrigo Rodríguez Morado, María del Carmen Saavedra Martínez (Asesora)

34 Aprovechamiento de jales mineros 196
Susana García Estrada, Damaris Margarita Puente Siller (Asesora)

35 Beneficios de redistribución de planta en la empresa Cervecero del Bajío S.P.R. de RL 202
Brenda Gabriela Miranda Celio, Fátima Daniela Pérez Rivera (Asesora)

36 Biomecánica ocular del glaucoma 208
Yael Osmar Bravo Sustaita, Agustín Vidal Lesso (Asesor)

37 Bismillah 216
Rubén Andrés Mendoza Burgos, Sandra Luz Canchola Magdaleno (Asesora)

38 Caracterización de antenas inteligentes para cosecha de energía en las bandas de radiofrecuencia 222
Ulises Lomelí Urenda, Enrique Stevens Navarro (Asesor)

39 Caracterización de la cadena de suministro de medicamentos y vacunas 229
José de Jesús Ledesma Guerrero, Daniel Armando Aguirre Ibarra (Asesor)

40 Caracterización de un mineral de la región centro de Coahuila como precursor de compuestos de interés general 233
Lizbeth Valdez Cardiel, Manuel García Yregoi (Asesor)

41 Caracterización microestructural de una ferrita 239
Pablo Herbey Salazar Hernández, Yadira Marlen Rangel Hernández (Asesora)

42 Cementación con carbón activado de cáscara de coco SP 244
José Francisco Ramón Dávila, Leonor Muñoz Ramírez (Asesora)

43 Cementación de acero SAE 1018 empleando carbón bituminoso de hulla 249

Yadira Joselyn Zavala Fuentes, Leonor Muñoz Ramírez (Asesora)

44 Clasificación de refacciones en el área de carrocerías en la industria automotriz (A) 255
Daneikci Guadalupe Ramírez Gama, Jeaneth Elizabeth Hurtado Martínez (Asesora)

45 Clasificación de refacciones en el área de carrocerías en la industria automotriz (B) 260
Olga Rocío Martínez Loredo, Jeaneth Elizabeth Hurtado Martínez (Asesora)

46 Clasificador de imágenes médicas contemplando aspectos de heridas diversas (I) 266
Armando Rodarte Rodríguez, Aldonso Becerra Sánchez (Asesor)

47 Clasificador de imágenes médicas contemplando aspectos de heridas diversas (II) 273
Alejandro Pinedo Barrios, Aldonso Becerra Sánchez(Asesor)

48 Computationally-efficient algorithm for applying motion-controlled kinematics in stepper motors 279
Rigoberto Rafyani Torres Camacho, Frías Fonseca Héctor Román, y Jesús Rooney Rivera Guillén (Asesor)

49 Consumo de energía eléctrica por el uso de los equipos de cómputo y fotocopiadoras en áreas de laboratorio del edificio 1 y áreas de oficinas del edificios 1 y 2 285
Julio César Hernández García, Norma Araceli Aguilar Covarrubias (Asesora)

50 Contador universal 292
Luis Gerardo Rueda Marez, Luis Alejandro Flores Oropeza (Asesor)

51 Control de luces de auto usando un teléfono celular 297
Alan Maco y Ortiz Aguilar, Gloria Flor Mata Donjuan (Asesora)

52 Crecimiento de nanopartículas de ZnO por vía química para sustratos de Acero API X70 302
Vanessa Abigail Jiménez González, Gloria Guadalupe Treviño Vera (Asesora)

53 Crecimiento de nanopartículas de ZnO sobre sustratos de acero API X70 obtenidos por vía química 308
Juan Emilio Rey Castañeda, Gloria Guadalupe Treviño Vera (Asesor)

54 Desarrollo de hardware de análisis de signos vitales prenatales 314
Manuel Gutiérrez Lemus, Diego Eduardo Morales López (Asesor)

55 Desarrollo de Hidrogeles de Nopal 320
Clara Luz Diosdado Escalera, Cirila Cervera Delgado (Asesora)

56 Desarrollo de material didáctico como mejora en la enseñanza-aprendizaje de la Física para estudiantes de ingeniería en la UPSLP 327
José Luis Zorrilla Alfaro, Martín Hernández Sustaita (Asesor)

57 Desarrollo de materiales poliméricos e híbridos para su uso en membranas para enriquecimiento de metano 333
Sergio Arturo Coronado Contreras, Griselda Castruita de León (Asesora)

58 Desarrollo de nuevos dispositivos fotovoltaicos y materiales semi-superconductores 339
Analuisa Guadalupe Pérez Calvillo, Francisco Javier de Moure Flores (Asesor)

59 Desarrollo de sistema de manufactura flexible mediante impresión 3D 345
Carlos Enrique Guzmán Alvarado, Javier Cruz Salgado (Asesor)

60 Desarrollo de software de escritorio para gestión de ventas directas a domicilio para la empresa Casa Mendoza 350
Benito Loera Mejía, Carlos Roberto Ordaz García (Asesor)

61 Desarrollo de un algoritmo en Matlab para el procesamiento de datos eléctricos de celdas solares obtenidos en un simulador solar 356
Heber Ulises Moreno Arreola, Francisco Javier de Moure Flores (Asesor)

62 Desarrollo de un prototipo para reutilización de aguas grises utilizando Arduino 361
Diego Alejandro Gómez Arrona, Dolores Ayala Muñoz (Asesora)

63 Desarrollo de un prototipo para reutilización de aguas grises utilizando Arduino UNO 367
Juan Víctor Manuel Martínez Zermeño, Dolores Ayala Muñoz (Asesora)

64 Desarrollo de una aplicación de análisis de signos vitales prenatales 375
Susana Gutierrez Lemus, Diego Eduardo Morales López (Asesor)

65 Desarrollo del sistema de información para el seguimiento de la intervención terapéutica en pacientes con TEA 382
Alain de Jesús Chávez Lozano, David Antonio Torres Frausto (Asesor)

66 Desarrollo y evaluación de la funcionalidad de compósitos biocompatibles 385
Itzy Guadalupe Zamarripa Gutiérrez, Rebeca Betancourt Galindo (Asesor)

67 Desempeño académico en los primeros semestres de ingeniería con relación al diagnóstico de competencias previas 392
Natalia Perez Zamudio, Ma. Guadalupe Medina Torres (Asesora)

68 Detección de tumores en mamografías mediante máquina de soporte vectorial 397
Pedro Donaldo Sanchez Galvan, Juan Gabriel Aviña Cervantes (Asesor)

69 Determinación de parámetros óptimos con Taguchi 402
Diego Guadalupe Rios Torres, Nayeli Montalvo Romero (Asesora)

70 Determinación de perfiles de dureza en uniones soldadas de acero inoxidable ferrítico 439 adicionadas con nanopartículas de titanio, niobio y aluminio 407
María del Pilar de Urquijo Ventura, José Arturo Toscano Giles (Asesor)

71 Determinación del perfil de esfuerzos residuales compresivos resultantes de un proceso de granallado interno a barras tubulares mediante el uso de software de análisis de elemento finito 413
Lucía Alicia Servín Constante, Ma. Guadalupe Ortiz López (Asesora)

72 Diseño de dispositivo experimental para evaluar fluidos magnetoreológicos 419
Juan Demetrio Zúñiga Herrera, Jesús Emilio Camporredondo Saucedo (Asesor)

73 Diseño de prototipos experimentales bajo programación con arduino 423
Janis Paulina Lara Patiño, Francisco Antonio Horta Rangel (Asesor)

74 Diseño de punzones y matrices para un proceso de embutido 436
Leonardo Vega Alvarado, Julio Rojo Hernández (Asesor)

75 Diseño de simulador para el aprendizaje de Lean Manufacturing 442
Marisa Sarai Tapia Aranda, Bithya Leonor Robledo Orduña, y Mónica Marcela Zaldívar Muñoz (Asesora)

76 Diseño de un dispositivo usando un microcontrolador Arduino para obtener una carta antropométrica 448
Marco Antonio Rodriguez López, Diego Eduardo Morales López (Asesor)

77 Diseño de un inversor polifásico usando microcontrolador Arduino 454
José Horacio Carmona Méndez, Margarito Martínez Cruz (Asesor)

78 Diseño de un prototipo para evaluación de calzado 460
José Guadalupe Ramírez Santiago, Fernando Mendoza Vázquez (Asesor)

79 Diseño de un receptor Inalámbrico mediante el uso de FPGA's 467
Ernesto Daniel Toledo Manuel, José Jimmy Jaime Rodríguez (Asesor)

80 Diseño de una silla que determine mediciones antropométricas mediante el uso de un microcontrolador, para empresas cuero-calzado. Fase 1 (A) 472
Mario Guadalupe Moreno Salcido, Guillermo García Rodríguez (Asesor)

81 Diseño de una silla que determine mediciones antropométricas mediante el uso de un microcontrolador, para empresas cuero-calzado. Fase I (B) 478
María Teresa Segura Cándido, Guillermo García Rodríguez (Asesor)

82 Diseño de una silla que determine mediciones antropométricas para empresas cuero-calzado. Fase I (C) 484
María Nirvana López Sámano, Guillermo García Rodríguez (Asesor)

83 Diseño e implementaciòn de dispositivo de detección temprana de choque 490
Yulissa Sagitario Jiménez Domínguez, José Jimmy Jaime Rodriguez

84 Diseño e implementación de sistema de visión por computadora para identificación de objetos 496
Carlos Antonio Muñoz Malpica, Javier Gustavo Cabal Velarde (Asesor)

85 Diseño experimental de un sistema de enfriamiento Jominy para calcular la extracción de calor utilizando el problema inverso de conducción 502
Santiago Murillo, Sixtos Antonio Arreola Villa (Asesor)

86 Diseño y construcción de fuente electrónica pulsada de corriente directa de alto voltaje para generación de plasma 509
Ulises Iván García Hernández, Gustavo Soria Arguello (Asesor)

87	Diseño y construcción de un colector solar de bajo costo para el aprovechamiento de energía renovable *Pedro Eduardo Martínez Santamaría, Luis Antonio Cipriano Martínez, Antonio Villanueva Ramírez, y Alejandro Pérez Alvarado (Asesor)*	515
88	Diseño y desarrollo de una red neuronal multicapa en una hoja de cálculo en Excel *Anayeli Montañez López, Roberto Baeza Serrato (Asesor)*	521
89	Diseño y fabricación de estructuras celulares mediante manufactura aditiva para reducción de tiempos de fabricación y peso en piezas automotrices *José Guadalupe Guzmán Sánchez, José Marcos Zea Pérez (Asesor)*	528
90	Diseño y generación de un electro-estimulador para tratar dolores musculares generados por hacer ejercicio o esfuerzo físico *Rebeca Fernanda Mendoza Villagomez, Eduardo García Sánchez (Asesor)*	536
91	Diseño, implementación y caracterización de un sistema de bobinas Helmholtz *Reyna Michelle Rodríguez Rizo, Javier Gustavo Cabal Velarde (Asesor)*	543
92	Efecto de crioprotectores de alto peso molecular sobre las transiciones de fase/estado y estabilidad de escamoles congelados *Migel Ángel Ruiz Cabrera, Juan de Dios Aguilera Orozco (Asesor)*	549
93	Efecto de la depositación química de partículas de ZnO en el comportamiento químico de recubrimientos Ni-P (A) *Karen Alejandra Vázquez Velázquez, Josefina García Guerra (Asesora)*	556
94	Efecto de la depositación química de partículas de ZnO en el comportamiento y triboquímico de recubrimientos Ni-P (B) *Emmanuel Eli Ovalle González, Josefina García Guerra (Asesora)*	561
95	Efecto de la temperatura de madurado en el diámetro de poro de la SMD-1 *Hugo Brian Román Chávez, Rufino Nava Mendoza (Asesor)*	568
96	Efecto de tratamientos térmicos de temple, recocido y revenido sobre las propiedades mecánicas de un acero (A) *Alexis Francisco Escobedo Macias, María de Jesús Soria Aguilar (Asesora)*	578
97	Efecto de tratamientos térmicos de temple, recocido y revenido sobre las propiedades mecánicas de un acero (B) *Frida Guadalupe Salazar Ferrel, María de Jesús Soria Aguilar (Asesora)*	584
98	Efecto del DEHP sobre las sirtuinas en la línea celular HepG2 *Erika del Rocío Torres Polina, Antonio De León Rodríguez (Asesor)*	590
99	Efecto del tratamiento de secado en la preparación de monolitos de SiO2, SiO2 dopado con Ag y caracterización óptica *María Alethia Cabrera Feregrino, Óscar Gómez Guzmán (Asesor)*	595
100	Efecto del tratamiento térmico en la resistencia a la corrosión de bronces *Anwar José Figueroa Berlanga, Josefina García Guerra (Asesora)*	601
101	El maguey como materia prima para la obtención de viscosa *María Fernanda Barceló Acosta, Gabriel Herrera Pérez (Asesor)*	606
102	Electrodeposición de aleaciones ternarias de zinc cobalto níquel para protección contra la corrosión en la industria automotriz *Luis Arturo Franco García, Alondra Anahí Ortiz Verdin (Asesora)*	612
103	Electrofermentación para la producción de bioetanol *Daniela Joselin Hernández García, Aldo Amaro Reyes (Asesor)*	617
104	Enseñanza de la ingeniería de software a través de software lúdico *Fabián Zamora Rojas, Sodel Vázquez Reyes (Asesor)*	623
105	Estandarización de la línea de producción de queso asadero de la empresa “Lácteos Fátima” (A) *Ríos Guerra María Guadalupe, Beatriz Contreras Robles (Asesora)*	628
106	Estandarización de la línea de producción de queso asadero de la empresa “Lácteos Fátima” (B) *Blanca Jessenia Alvarado Alvarado, Beatriz Contreras Robles (Asesora)*	634
107	Estrategia de mejora de la carrera de ingeniería industrial del ITSM con base en los requerimientos del sector de hidrocarburos no convencionales en Coahuila *Julio César Martínez Valdés, Edith Margoth Meléndez López (Asesora)*	640

108	Estudio de factibilidad y pertinencia de vehículo monoplaza para discapacitados *Luis Fernando Soto Otero, Enriqueta Ortíz Moctezuma (Asesora)*	644
109	Estudio de tratamiento de aguas por electrocoagulación de un efluente real del proceso de curtido de una empresa de la ciudad de León (A) *Lisset Estepanía Ruíz Hernández, Tzayam Pérez Segura (Asesor)*	652
110	Estudio de tratamiento de aguas por electrocoagulación de un efluente real del proceso de curtido de una empresa de la ciudad de León (B) *Daniel Gamiño Hernández, Tzayam Pérez Segura (Asesor)*	658
111	Estudio de un sistema de balance de una esfera sobre una superficie plana *Ana Laura Razo García, José Miguel Sosa Zúñiga (Asesor)*	668
112	Estudio del efecto de madurado en el diámetro del poro de la SBA *Daniel Rodríguez López, Rufino Nava Mendoza (Asesor)*	674
113	Estudio sistemático en la polimerización de concreto polimérico *Gerardo Enrique Béjar Barrientos, Javier Gustavo Cabal Velarde (Asesor)*	679
114	Estudio y determinación de la vida útil de los LED de potencia en función de sus formas de onda de alimentación *Cristian Jesús Robles Aguilar, Mario Alberto Juárez Balderas (Asesor)*	685
115	Evaluación de antenas inteligentes para cosecha de energía en las bandas de radiofrecuencia *Arturo Pérez Ruiz, Enrique Stevens Navarro (Asesor)*	691
116	Evaluación de la actividad cerebral por medio de sistemas embebidos *Luis Antonio Franco Vergara, Marco Antonio Aceves Fernández (Asesor)*	697
117	Evaluación del desempeño del transporte aéreo en la cadena de suministro para el abastecimiento de empresas Industriales en el estado de Guanajuato *Ana Karen Alonso López, Miguel Ángel Alvarado Díaz (Asesor)*	703
118	Evaluación macroestructural y de resistencia ala corrosión de soldaduras hibridas G-MAWG-TAW *Manuel Alejandro Filio Garcia, Marco Arturo Garcia Rentería (Asesor)*	709
119	Extracción de tintes a partir de hueso de mango *Gerardo Geovani Santoyo Banda, José Sabás Segura (Asesor)*	715
120	Extracción de tintes del mango para la fabricación de celdas solares orgánicas *Luis Angel Negrete Villegas, José Sabás Segura (Asesor)*	721
121	Extracción y uso de compuestos fitoquímicos de la Jamaica (Hibiscus sabdariffa) como agentes para la funcionalización de nanopartículas magnéticas (A) *Iván Alejandro Domínguez Flores, Rodolfo Ramos González (Asesor)*	728
122	Extracción y uso de compuestos fitoquímicos de la Jamaica (Hibiscus sabdariffa) como agentes para la funcionalización de nanopatículas magnéticas (B) *Iván Alejandro Domínguez Flores, Rodolfo Ramos González (Asesor)*	734
123	Fabricación de bloques con carrizo *Darinka Sujeid y Rodriguez Blanco, Luis Gerardo Jordán Marmolejo (Asesor)*	740
124	Filtro biológico para la purificación de Biogás *Cristóbal Núñez Sierra y Salvador Castillo Moreno, Juan Humberto Martínez Martínez (Asesor)*	744
125	Generación de contenido de ciencias básicas usando Tecnologías de la Información y formatos libres *Ángel David López Hernández y Alfonso Astrain Ortega, Javier Martínez Ruiz (Asesor)*	750
126	Herramienta de análisis para diagnóstico arganizacional VOPLES *Raya Chacón Ulises Fabián, José de Jesús Ortega Medina y Jesús Guadalupe López Olmedo, y Miguel Anguiano Sánchez (Asesor)*	756
127	Identificación de cuellos de botella por piezas en procesos productivos con una nueva metodología implementada *Uriel Daniel Vargas Rivas, Juan Manuel Guzmán Ambriz (Asesor)*	762

128 Identificación y análisis numérico de parámetros biomecánicos estáticos en imágenes de pisadas procesadas con lógica difusa 767
Luz Alejandra Flores Cu, Miroslava Cano Lara (Asesora)

129 Implementación de mantenimiento preventivo y correctivo en la empresa “Taller de soldadura en General Espinoza” 773
David Nazaret Cuellar Covarrubias, Beatriz Contreras Robles (Asesora)

130 Implementación de nuevas tecnologías y software CAD para mejorar y reducir costos en adaptación ortopédica 779
Cynthia Loera Muñoz, Jorge Issac Galván Tejada (Asesor)

131 Implementación de sensores de fibra óptica por medio de fuentes de luz de amplio espectro 784
Jessica Nohemí Figueroa Ramírez, Julián Moisés Estudillo Ayala (Asesor)

132 Implementación de un repositorio para contenidos de ciencias básicas usando Tecnologías de la Información y formatos libres 790
Carlos Trinidad Román, Francisco Javier Martínez Ruiz (Asesor)

133 Industria 4.0, datos en la nube 796
Guillermo Guevara Gutiérrez, Carlos Fuentes Silva (Asesor)

134 Inteligencia artificial para predicciones 802
Wbaldo Valdez Rivera, Alejandro Puga Candela (Asesor)

135 Levitador magnético con seguimiento de trayectoria 809
Raúl Oswaldo Rangel Uroza, Ma. Guadalupe Ortiz Lopez (Asesora)

136 Lixiviación alternativa para sulfuros 815
Elisa Cantú Moreno, Francisco Raúl Carrillo Pedroza (Asesor)

137 Machine Learning & aprendizaje supervisado empleando Mathematica 820
José Abraham Hernández Sánchez, Alejandro Puga Candelas (Asesor)

138 Machine learning. predicción en el ámbito escolar 825
Cassandra Guadalupe del Río de Ávila, Alejandro Puga Candelas (Asesor)

139 Mejora de la calidad de energía mediante un DVR como dispositivo de energía personalizado (A) 831
Benjamín Segovia Rodríguez, Fernando Jurado Pérez (Asesor)

140 Mejora de la calidad de energía mediante un DVR como dispositivo de energía personalizado (B) 839
Juan Ángel Luna Rosas, Fernando Jurado Pérez (Asesor)

141 Métodos de Machine Learning y su capacidad en la predicción de diabetes 851
Valeria Itzel Arteaga Muñiz, Alejandro Puga Candelas (Asesor)

142 Modelado 3D del Drone Crazyflie 2.0 con Simulink de Matlab 856
Karen Pereyda Viramontes, Miguel Ángel Navarrete Sánchez (Asesor)

143 Modificación química de glucosamina con grupos acilos para grupo potencial como biocatalizador en la producción de biodiesel 861
Juan Diego Herrera Rodriguez, Felipe Guadalupe Carrillo Lande (Asesor)

144 Molienda de carbón activado elaborado a partir de cáscara de nuez, tallo de bamboo y hueso de durazno, para la adsorción de cianuro de sodio 869
Elena Gonzalez Peña, Claudia Verónica Reyes Guzmán (Asesora)

145 Motor Stirling como micro generador en los boiler domésticos 875
Víctor Manuel García Carrillo, Francisco Elizalde Blancas (Asesor)

146 MRP como herramienta para el aumento de la productividad en micro negocios (A) 880
Luz Miriam Larios Acosta, Fátima Inés Ortiz Rodríguez (Asesora)

147 MRP como herramienta para el aumento de la productividad en micro negocios (B) 886
Brenda Guadalupe Gutiérrez Figueroa, Fátima Inés Ortiz Rodríguez (Asesora)

148 Obtención de látex híbridos de hule de guayule para diferentes aplicaciones 891
Nallely Escobedo Estrada, María Esther Treviño Martínez (Asesora)

149 Obtención de nanofibras base polímero con agentes bioactivos para su potencial aplicación a la industria médica o cosmética 897
Fidela X. Báez Fernández, Mayeli Estrada Villegas (Asesora)

150	Obtención hidrotermal de materiales microporosos de la familia de los Zeotipos de Poro Medio *Deyanira Anai Lara Zamora, Gabriel Herrera Pérez (Asesor)*	904
151	Operaciones de tráfico relacionadas con el comercio exterior en una empresa manufacturera *Mariana Elizabeth Bárcenas Guerrero y Dulce María Vázquez León, Rocío Edith Rodríguez Gutiérrez (Asesora)*	910
152	Optimización de costos en un proceso industrial mediante un diseño robusto y la función de pérdida (A) *María Guadalupe Vera López, Armando Mares Castro (Asesor)*	915
153	Optimización de costos en un proceso industrial mediante un diseño robusto y la función de pérdida (B) *Manuel de Jesús Valadez Ramírez, Armando Mares Castro (Asesor)*	922
154	Optimización de costos en un proceso industrial mediante un diseño robusto y la función de pérdida (C) *Octavio Hernández Segura, Armando Mares Castro (Asesor)*	928
155	Optimización de posición de gates para inyección de plásticos *Elisabeht García Rubio, MikioTanabe (Asesor)*	933
156	Pirólisis de neumáticos usados. estudio de modelación y estimación de parámetros usando Aspen Plus *Montserrat Garza Romero, Julio Armando de Lira Flores (Asesor)*	939
157	Preparación de xerogeles de SiO2 mediante el proceso sol-gel conteniendo Ag y Cu *Nora Guadalupe Franco Pérez, Oscar Gómez Guzmán (Asesor)*	944
158	Preparación y caracterización de gamma alúmina para la adsorción de arsénico en agua potable de Irapuato, Gto. (A) *Sandra Elizabeth López Medina, José Raúl Díaz Martínez (Asesor)*	950
159	Preparación y caracterización de gamma alúmina para la adsorción de arsénico en el agua potable de Irapuato, Gto. (B) *Daniela Guadalupe Anguiano Maya, José Raúl Díaz Martínez (Asesor)*	956
160	Procesamiento de señales biomédicas en sistemas embebidos (A) *Cristopher Salvador Rodriguez Marchant, y Marco Antonio Aceves Fernández (Asesor)*	963
161	Procesamiento de señales biomédicas en sistemas embebidos (B) *Juan Daniel Gallegos Rodríguez, Marco Antonio Aceves Fernández (Asesor)*	969
162	Procesamiento y caracterización de señales de electromiografía y electrooculografía para identificar los parámetros de control para generar movimientos en una prótesis mioeléctrica de miembro superior *Antonio Rubio Rivas, Mario Alberto Sierra Hernández (Asesor)*	976
163	Programación y desarrollo de prototipo inteligente inalámbrico *Luis Manuel García Barajas, César Manuel Hernández Mendoza (Asesor)*	989
164	Propuesta de una nueva turbina para mejorar la agitación en un fluido *Julio César Rodríguez Mosqueda, José Luis LuvianoOrtíz (Asesor)*	995
165	Propuesta para mantener equipos de cómputo a temperaturas adecuadas (I) *José Ángel Gutiérrez García, Abel Hernández Guerrero (Asesor)*	1002
166	Propuesta para mantener equipos de cómputo a temperaturas adecuadas (II) *Diego Arturo García López, Abel Hernández Guerrero (Asesor)*	1010
167	Prototipo de prensa multiusos para facilitar las operaciones en un taller mecánico *Héctor Javier Jiménez Salazar, Ruth Margarita Martínez García (Asesora)*	1015
168	Prototipo experimental optimizado para manipulación de fluidos magnetoreológicos *Pedro Antonio Vázquez Guerrero, Jesús Emilio Camporredondo Saucedo (Asesor)*	1020
169	Proyectos industriales innovadores desarrollados en el sector automotriz con participación de estudiantes universitarios de último año, caso UPQ en Querétaro *Sebastian Reyes Morales, Madeleine Medina Castillo (Asesora)*	1025
170	Realidad aumentada para la educación – módulo español-matemáticas *Mario Alberto Méndez Rivero, José Salomé Murguía Ibarra (Asesor)*	1035
171	Reconocimiento de imágenes en una aplicación móvil utilizando servicios de Google	1041

Alberto Cassiel Macias Mojica, Francisco Ramirez Felipe (Asesor)

172 Red neuronal artificial vs Big Data en la determinación de patrones de comportamiento (A) 1046
Jorge Humberto Muñoz Meza, Aarón Montiel Rosales (Asesor)

173 Red neuronal artificial vs Big Data en la determinación de patrones de comportamiento (B) 1051
Yessica Lissette Ramírez Valdivia, Aarón Montiel Rosales (Asesor)

174 Redistribución de planta en la empresa Cervecero del Bajío S.P.R. de RL 1057
José Antonio Contreras Hernández, Fátima Daniela Pérez Rivera (Asesora)

175 Reducción de defectos en perfiles mediante la identificación de las variables de proceso que afectan la calidad del producto (A) 1063
Emigdio Alain Hernández de la Cruz, Rumualdo Servín Castañeda (Asesor)

176 Reducción de defectos en perfiles mediante la identificación de las variables de proceso que afectan la calidad del producto (B) 1068
Raymundo Alejandro Medel Ramos, Rumualdo Servín Castañeda (Asesor)

177 Reducción de defectos en perfiles mediante la identificación de las variables de proceso que afectan la calidad del producto (C) 1074
Christian Ossiel Ibarra Carrasco, Rumualdo Servín Castañeda (Asesor)

178 Reducción del riesgo de accidentes en el proceso de producción de propileno a partir de metanol mediante distribución de equipos 1081
Samantha Denise Correa Nieto, Julio Armando de Lira Flores (Asesor)

179 Reingeniería de un proceso de venta aplicando TI 1087
José de Jesús Bernal Gutiérrez, Carlos Andres Garcia Arredondo, y Elizabeth Gabriela Vargas Espinoza (Asesora)

180 Revisión índices de seguridad inherente 1092
Yaneth Mendieta Ramírez, Julio Armando de Lira Flores (Asesor)

181 Safe drivers 1097
Israel Lujan González, Arturo Hernández Hernández (Asesor)

182 Servicio de almacenamiento a nivel de bloque para usar con instancias de OpenStack 1103
Atzin Noé Zavala López, Luis Francisco Rojas Raya,y Dennise Ivonne Gallardo Álvarez (Asesora)

183 Simulación de una red Neuronal(RNA) mediante una macro de VBA Excel 1109
Viridiana Gózales Rosales, Manuel García Yregoi (Asesor)

184 Simulación Hardware-in-the-Loop con arquitectura FPGA de la rotación en un eje de un cuerpo rígido 1115
Marisol del Rocío Solís Rayas, Juan José Guadalupe García Barajas, y José Ángel Colín Robles (Asesor)

185 Simulación, síntesis y caracterización de nanoestructuras para aplicaciones biomédicas 1121
Dayra Denisse Esparza Rodríguez, Samuel Eleazar Kolosovas Machuca (Asesor)

186 Simulador de redes de agua potable utilizando el Método del Elemento Finito (MEF) 1128
Sergio Jonathan Mandujano García, Blanca Esthela Solís Recéndez (Asesora)

187 Síntesis de compuestos ferríticos a partir de precursores minerales 1135
Abigail Amaya Farelas, Ma. Gloria Rosales Sosa (Asesora)

188 Síntesis de compuestos ferríticos de Calcio-Zinc por coprecipitación química 1139
Yessica Narcisa Ayala Cedillo, Ma. Gloria Rosales Sosa (Asesora)

189 Síntesis de ferrita de bario por un medio hidrotérmico 1145
Luis Eugenio Hernandez Montiel, Nubia Yudith de León Amaya (Asesora)

190 Síntesis de nanocomposito para aplicaciones ambientales 1149
Ana Gabriela Rizo Rizo, Eduardo Arturo Elizalde Peña (Asesor)

191 Síntesis de perovskita 2D 1155
Grecia Carolina Coronado García, Arian Espinosa Roa (Asesor)

192 Síntesis de SiO2@TiO2 acoplado con microondas 1160
Sharon Apiquian Avila, Karen Esquivel Escalante (Asesora)

193 Síntesis de un adsorbente para el tratamiento de aguas residuales de la industria metalúrgica 1165
Alexis Domínguez Reyna, Francisco Raúl Carrillo Pedroza (Asesor)

194 Síntesis química y caracterización de materiales semiconductores. Diseño de un sistema de síntesis automatizado 1170
Jaime Alberto Navarro Martínez, Mónica Balvanera Ortuño López (Asesora)

195 Síntesis y caracterización de nanoferritas magnéticas de óxido de zinc obtenidas por coprecipitación y molienda mecánica con y sin presencia de alcohol 1176
Tonatzin Peña Medellin, Ma. Gloria Rosales Sosa (Asesora)

196 Síntesis y caracterización de películas delgadas de CdS depositadas por la técnica de baño químico 1182
Nicole Alessandra Hernández González, Francisco Javier de Moure Flores (Asesor)

197 Síntesis y Caracterización de ZnO a partir de Sargazo para Aplicaciones Biomédicas 1187
Irving Adrian Gonzalez Lara, Rebeca Betancourt Galindo (Asesora)

198 Sistema automatizado para el manejo de información 1192
Elvira Arellano Bañuelos, Gabriela de Jesús Córdova Lara (Asesor)

199 Sistema de administración de concursos de programación de la UAIE 1197
Carlos Daniel Ruvalcaba Serrano, Roberto Solís Robles (Asesor)

200 Sistema de inventario, bitácora y cepario para el laboratorio de diversidad e interacción microbiana (Parte 1) 1202
Luis David Ramírez Coxcahua, María Guadalupe Amézquita Delgado (Asesora)

201 Sistema de inventario, bitácora y cepario para el laboratorio de diversidad e interacción microbiana (Parte 2) 1207
Erick Fernando Mendoza Partida, María Guadalupe Amézquita Delgado (Asesora)

202 Sistema de mejoramiento de imágenes médicas (ultrasonido) basado en procesamiento digital de imágenes 1212
Adrián Armando Ortiz Arias, Gerardo Trejo Caballero (Asesor)

203 Sistema de monitoreo de energía eléctrica para casas inteligentes conectado al Internet de las cosas (IoT) 1219
Oscar Navarrete Moreno, Edgar Alejandro Rivas Araiza (Asesor)

204 Sistema de protección de información basado en estegoalgoritmo e imágenes digitales 1225
Víctor Manuel Valentín Barajas Carrera, Gerardo Trejo Caballero (Asesor)

205 Sistema de registro de asistencias por medio de un reconocedor biométrico 1231
Emmanuel De Jesús Velásquez Martínez, Aldonso Becerra Sánchez (Asesor)

206 Sistema de reutilización y tratamiento de aguas grises automatizado 1237
Jair Emmanuel Ramirez Flores, Dolores Ayala Muñoz (Asesora)

207 Sistema de seguridad y monitoreo de un vehículo eléctrico mediante un sistema de RF aplicando tecnología 4.0 1243
Amado Carrera Austin, Alejandro Martínez Badillo (Asesor)

208 Sistema grafico de fallas en vehículos automotrices utilizando el OBDII 1247
Adrian León Bermúdez, Jonny Paul Zavala De Paz (Asesor)

209 Sistema para la administración y control de acceso a zonas residenciales 1253
Raziel Yair Vidaña Dávila, Gustavo Zepeda Valles (Asesor)

210 Software para control de inventarios del laboratorio de ingeniería tecnológica 1259
Víctor Emmanuel Nájera Chaírez y Juan Carlos Garza Jiménez, Héctor Aguilera Mancilla (Asesor)

211 Uso de campo magnetico de baja frecuencia para el crecimiento de plantas 1265
Alan Joaquín Arias Diosdado, Francisco Antonio Horta Rangel (Asesor)

212 Uso de técnicas de procesamiento de lenguaje natural para la detección de requerimientos de software 1271
Oscar Giovanni Esparza Martínez, Sodel Vázquez Reyes (Asesor)

Adsorción de fármacos presentes en el agua con adsorbentes de carbón

Yeraldini Alejandra Borja Padilla
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato- Silao Km. 12.5
yerale-borja@hotmail.com

Asesora: Nancy Verónica Pérez Aguilar
Universidad Autónoma de Coahuila
Blvd. Venustiano Carranza e Ing. José Cárdenas
nancyperez@uadec.edu.mx

***Resumen* —** La contaminación del agua por fármacos es un problema al que se le ha prestado atención, debido a la presencia de analgésicos, antibióticos, antiinflamatorios, diuréticos, etc., los cuales pueden ocasionar efectos en el ambiente y la salud. En este estudio se probaron carbón activado, sargazo y óxido de zinc para remover acetaminofén; el carbón activado removió en mayor concentración por lo que se investigó su cinética y equilibrio de adsorción. Los experimentos de adsorción y cinética se realizaron en lote a 30°C, evaluando el efecto del pH de la solución. La capacidad de adsorción fue de 330 mg/g, para un tiempo de saturación de 2h, por lo que el carbón activado es un material adecuado para remover fármacos.

***Palabras clave* —** *Acetaminofén, Carbón activado, Adsorción, Contaminación con fármacos.*

***Abstract* —** Water contamination by drug is a relevant problem because the presence of analgesics, antibiotics, anti-inflammatories, diuretics, etc., can produce health and environmental risks. In this study, activated charcoal, sargassum and zinc oxide were tested to remove acetaminophen. Activated carbon was removed in higher concentration, so its kinetics and adsorption equilibrium were investigated. The adsorption and kinetic experiments were carried out in batch at 30 °C, evaluating the pH effect. The adsorption capacity was 330 mg/g, and equilibrium was reached after 2 h, hence, activated carbon is a suitable material to remove drugs.

***Key words* —** Acetaminophen, Activated carbon, Adsorption, Contamination with drugs.

I. INTRODUCCIÓN

Los fármacos representan una nueva clase de contaminantes del medio ambiente, sea cual sea este, pueden encontrarse entre 30 y 60 productos, tales como los analgésicos, antibióticos, diuréticos, hormonas, sedativos, entre otros [1]. La mayor contaminación por fármacos proviene de las aguas residuales de las plantas donde se fabrican y de las aguas residuales hospitalarias, estas aguas poseen una composición variable, y dependen del fármaco, la cantidad de pacientes y las enfermedades tratadas. Entre los principales riesgos asociados a los fármacos en el agua se tienen el desarrollo de resistencia antibacteriana, afectando el crecimiento, la reproducción y la movilidad de diferentes organismos [2]. Es por lo que las aguas residuales que contienen fármacos deben ser tratadas en plantas de tratamiento que incluyan tecnologías terciarias teniendo en cuenta la transformación que pueden experimentar, ya que pueden llegar a ser mutagénicos.

II. MARCO TEÓRICO

Existen varios sistemas para la eliminación de fármacos en el agua, como los tratamientos biológicos que eliminan de 30 a 75% de los antiinflamatorios y antibióticos; la ozonización, la radiación UV, la radiación gamma y los procesos electroquímicos que son

muy efectivos para la degradación de fármacos y muy atractivos por la utilización de energía renovable de bajo costo [3, 4]. Sus rendimientos de eliminación son bajos, entre 8 a 50% siendo utilizados de forma directa, sin embargo, pueden incrementar hasta el 100% cuando se lleva a cabo en presencia de algunos compuestos como son el H_2O_2, TiO_2 o carbón activado.

La adsorción es una técnica bien establecida para eliminar contaminantes, siendo el carbón activado el adsorbente preferido para la remediación de agua con baja concentración de contaminantes [5]. Pueden utilizarse residuos como precursores de adsorbentes de carbono, para bajar costos. Un ejemplo es el estudio reportado por Cabrita y otros (2010), quienes utilizaron residuos de polvo de corcho CC, piedras de melocotón CP y PET PP como carbonos, para la adsorción de acetaminofeno de la fase acuosa. Los materiales se sometieron a una activación química con K_2CO_3 a 700°C durante 1 h. Se seleccionaron dos carbonos activados comerciales el carbón B y la madera NS para fines de comparación. Para las soluciones de acetaminofeno se realizaron estudios de adsorción de equilibrio a 30°C, donde los carbones comerciales, B y NS, alcanzaron una adsorción de 225 a 250 mg g^{-1} respectivamente, mientras que para los carbones de residuos se obtuvieron valores de 75 a 200 mg g^{-1} en el equilibrio, siendo de estos, el CC el de mayor afinidad de adsorción.

III. METODOLOGÍA

A. Preparación de materiales y soluciones

Se utilizaron tres adsorbentes diferentes, nanopartículas de zinc, sargazo y carbón activado comercial F-400 (CA). El sargazo se recolectó en Cancún en la primavera de 2019, antes de los experimentos de adsorción, se lavó con una solución de NaOH 0.1 N en repetidas ocasiones para eliminar los compuestos solubles. El material se enjuagó con HCl y agua destilada hasta que el pH del agua de lavado fuera semejante a la del agua destilada. Posteriormente se secó en un horno a 35 $\pm$ 5°C hasta peso constante. El CA F-400 se pulverizó para reducir su tamaño, mientras que el óxido de zinc se utilizó sin preparación previa. El acetaminofén fue suministrado por Aldrich (CAS 103-90-2), se preparó una solución madre de 240 ppm, donde a partir de esta se hicieron diluciones que fueron ocupadas para la cinética y las isotermas de equilibrio.

B. Selección del adsorbente

Los tres materiales adsorbentes se probaron para conocer su capacidad de adsorción y seleccionar el que removiera el acetaminofén en mayor cantidad. Para ello se puso en contacto una cantidad de adsorbente con una solución de acetaminofén, en relación $\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{V}} = 2\,\frac{\mathrm{mg}}{\mathrm{mL}}$, estos ensayos se dejaron en agitación durante 24 h a 150rpm y 30°C. Después de este tiempo se filtró cada solución con una membrana de $0.2\,\mu\mathrm{m}$ de poro y se midió la concentración en el equilibrio por espectrofotometría UV-vis con λ= 240nm. De manera adicional el óxido de zinc se irradió con una lámpara de luz UV con una longitud de onda de 254nm. La cantidad adsorbida se calculó con un balance de masa de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$q_e = \frac{V_{sol}(C_o - C_e)}{m_{ads}} \quad (1)$$

donde q_e es la capacidad de adsorción en el equilibrio, V_{sol} es el volumen de la solución, C_o es la concentración inicial, C_e la concentración en el equilibrio y m_{ads} es la masa del adsorbente.

C. Pruebas de cinética y del equilibrio de adsorción

La cinética se determinó en lote poniendo en contacto 10mL de acetaminofén de 80ppm con 20mg de CA F-400, en viales de vidrio, los cuales se dejaron en condiciones controladas de temperatura de 30°C y agitación de 150 rpm, durante diferentes tiempos, desde 0 hasta 24 h. Cada muestra se retiró en el tiempo especificado para filtrar la solución y medir la concentración de acetaminofén, por espectrofotometría UV-vis con una longitud de onda de 240 nm. La masa adsorbida en cada ensayo se calculó con un balance de masa, de acuerdo con la ecuación (1), y los datos se analizaron con los modelos cinéticos de pseudoprimer orden, (PSP), pseudosegundo orden (PSO).

Modelo PSP

$$\log(q_e - q_t) = \log(q_1) - \frac{k_1}{2.303} t \quad (2)$$

Modelo PSO

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k q_e^2} + \frac{1}{q_e} t \quad (3)$$

donde q_e es la cantidad adsorbida en el tiempo, q_t es el balance de masa en el equilibrio, t es el tiempo y k es la constante cinética según el orden.

El equilibrio de adsorción se realizó en dos condiciones, pH sin control y pH controlado en 5.3, a 30°C y 150 rpm de agitación. En viales de vidrio se puso una masa de 20mg de CA F-400 con 10mL de solución de acetaminofén de concentración inicial desde 5 hasta 1500 mg/L. Se dejaron en contacto durante 24 h con y sin control de pH. Al terminar este periodo, se filtró la solución y se midió la concentración de Acetaminofén remanente, para calcular la masa adsorbida en el Carbón activado. Los datos del equilibrio se analizaron con los modelos de Langmuir y de Freundlich, y un modelo combinado de los dos, de acuerdo con las siguientes ecuaciones, y usando un algoritmo de mínimos cuadrados:

Modelo de Langmuir

$$Lang = \frac{Q_m k C}{1 + kC} \quad (5)$$

Modelo de Freundlich

$$Fre = kC^{1/n} \quad (6)$$

donde: C es la concentración en el equilibrio, k es la constante según el modelo, y Q es la masa adsorbida.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestra la capacidad de adsorción de los materiales iniciales: sargazo, óxido de zinc y carbón activado F-400. El óxido de zinc en condiciones de adsorción en oscuridad no removió acetaminofén, pero cuando se irradió con luz UV de 254 nm, se registró una remoción de 21 mg/g, lo que sugiere que este material es fotoactivo, pero para este estudio solo se utilizaron condiciones de adsorción en oscuridad, quedando el uso de luz UV fuera del objetivo. En el caso del sargazo tampoco se observó remoción de acetaminofén, porque en las condiciones experimentales se liberaron compuestos solubles que interfirieron con el ensayo, lo que sugiere que este material necesita un tratamiento preliminar para extraer todos estos compuestos antes de utilizarse como adsorbente. Por su parte, el CA F-400 registró una remoción de 43 mg/g que fue el doble del óxido de zinc irradiado con luz UV por lo que este material se seleccionó para investigar su equilibrio de adsorción y la cinética.

Los resultados de cinética indican el tiempo en el que se alcanzó el equilibrio para las condiciones establecidas. Los datos de la cinética de adsorción de acetaminofén sobre CA F-400 se muestran en Figura 1, en la que se observó que el modelo de PSO es el que representó mejor los datos experimentales, el tiempo para alcanzar el equilibrio fue de 2h, para una concentración inicial de 80 mg/L. Los parámetros cinéticos calculados para este modelo se reportan en la Tabla 2 junto con los que se calcularon con el modelo de pseudo primer orden, con lo que fue posible comparar el factor de correlación R^2 con cada uno.

Tabla 1. Comparación de las concentraciones en los adsorbentes

Muestra	$C_e \left(\frac{mg}{L}\right)$	$q_e \left(\frac{mg}{g}\right)$	pH_{eq}
ZnO	80	Nd	7.8
ZnO- UV	45.6	21	7.72
Sargazo	80	Nd	6.9
CA	1.7	43	6.87

Tabla 2. Parámetros cinéticos de la adsorción de acetaminofén, PSP y PSO

Modelo cinético	q_e (mg· g^{-1})	K_1 (g·mg^{-1}·min^{-1})	R^2
PSP	1.330	$1x10^{-3}$	0.4067
PSO	43.6	0.0194	1

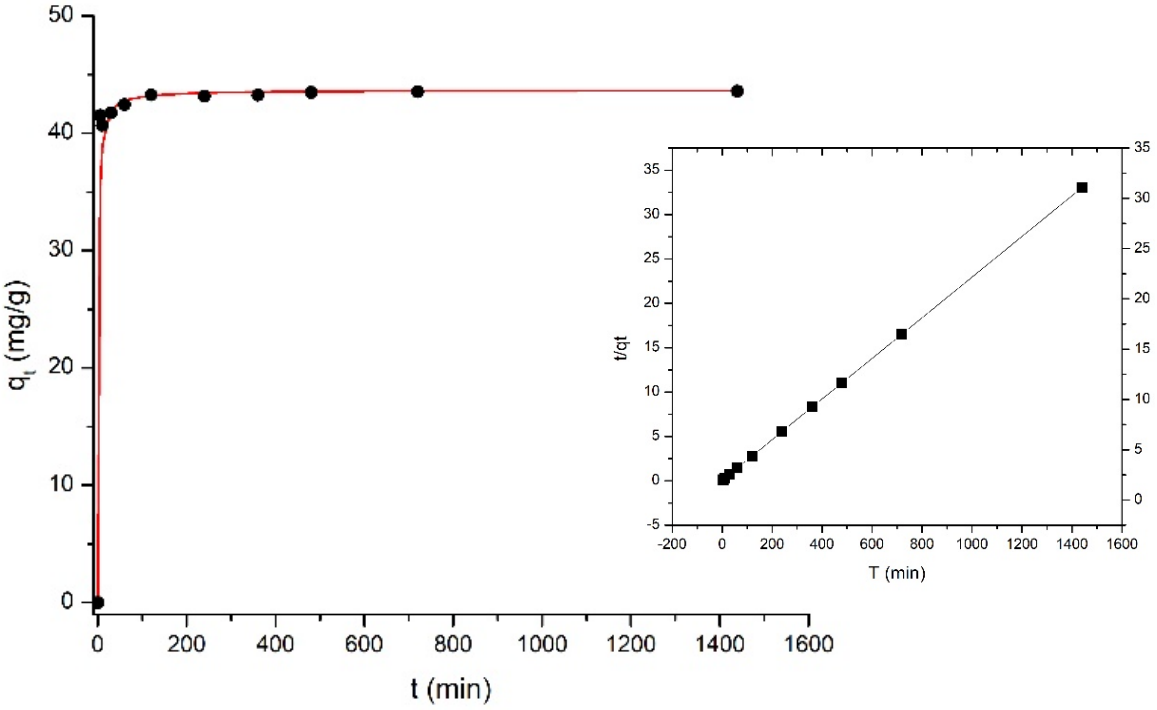


Figura 1. Cinética de adsorción de acetaminofén sobre CA F-400 a 30°C sin control de pH. Los círculos son los datos experimentales, la línea color rojo es el modelo de PSO. La gráfica inserta representa el modelo de PSO linealizado.

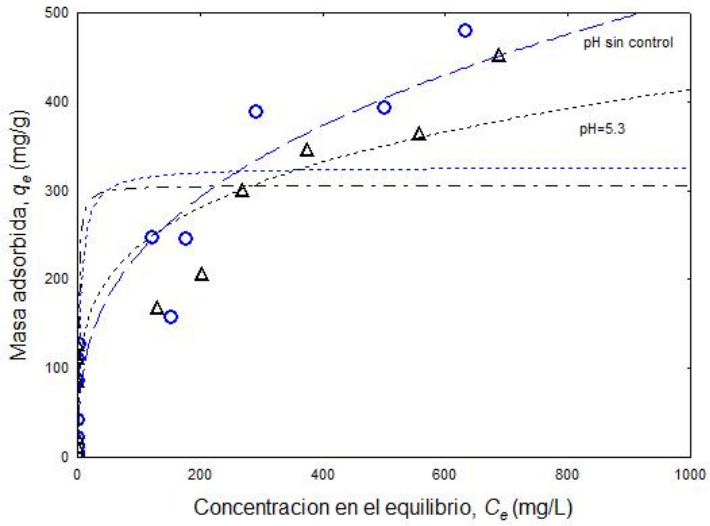


Figura 2. Isotermas de adsorción de acetaminofén sobre CA F-400 a 30°C con control de pH (triángulos negros) y sin control de pH (círculos azules). Las líneas punteadas y de guión con punto representan el modelo de Langmuir, y las líneas segmentada y punteada representan el modelo de Freundlich.

El equilibrio de adsorción de los ensayos con control y sin control de pH registró que la capacidad de adsorción del CA F-400 es superior a 300 mg/g. El análisis de los datos experimentales con los modelos de isoterma de Langmuir y Freundlich demostró que la adsorción sigue una tendencia exponencial por lo que el modelo de Freundlich fue el más adecuado para el procesamiento de los datos. En la figura 2 se muestran las isotermas de adsorción con y sin control de pH, así como los modelos de Langmuir y de Freundlich.

V. CONCLUSIÓN

El carbón activado es un material adecuado para remover acetaminofén en solución acuosa, su capacidad de adsorción es superior a 300 mg/g y es capaz de alcanzar el equilibrio en 2 h para concentraciones iniciales de 80 mg/L, por lo que se recomienda su utilización para remover este tipo de contaminantes en el agua.

VI. AGRADECIMIENTOS

Al Dr. José Luis Benítez Benítez, por su asistencia en el uso del software para modelar los datos. A la Universidad Autónoma de Coahuila por el financiamiento para esta investigación a través del proyecto “Procesos de adsorción involucrados en la remoción de contaminantes del agua de alto riesgo ambiental: evaluación del equilibrio y cinética de adsorción de materiales adsorbentes de alto costo” (C01-2019-63).

REFERENCIAS

[1] I. Quesada, U. J. Jáuregui, A.-M. Wilhelm y H. Delmas, «Contaminación de las aguas con productos farmacéuticos. Estrategia para enfrentar la problemática,» *CENIC,* 2009.

[2] B. Halling-Sorensen , S. Nors Nielsen, P. Lanzky , F. Ingerslev, H. Holten y S. Jorgensen, «Occurrence, fate and effects of pharmaceutical substances in the environment: A review,» *Chemosphere,* vol. 36, pp. 357-393, 1998.

[3] I. Cabrita, B. Ruiz, A. Mestre, I. Fonseca, A. Carvalho y C. Ania, «Removal of an analgesic using activated carbons prepared from urban and industrial residues,» *Chemical Engineerging Journal,* pp. 249-255, 2010.

[4] J. Rivera-Utrilla, M. Sánchez-Polo, M. Ferro-García, G. Prados-Joya y R. Ocampo-Pérez, «Pharmaceuticals as emerging contaminants and their removal from water. A revision,» *Chemosphere,* 2013.

[5] T. Doll y F. Frimmel, «Photocatalytic degradation of carbamazepine, clofibric acid and iomeprol with P25 and Hombikat UV100 in yhe presence of natural organic matter (NOM) and other organic water constituents,» *Water Res,* nº 39, pp. 403-411, 2005.

AHP y lógica difusa en la selección de materia prima (A)

Lizbeth Estela Muñoz Meza
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. Del Valle #2301, Guardarrayas Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413
LRS16110172@purisima.tecnm.mx

Asesora: Nayeli Montalvo Romero
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón.
Blvd. Del Valle #2301, Guardarrayas Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413
nayeli.mr@purisima.tecnm.mx

Resumen — En el presente proyecto se muestra la aplicación de la lógica difusa como una herramienta que logra reducir la subjetividad en el proceso de toma de decisiones; con enfoque en la selección de materia prima. Se genera un modelo de lógica difusa, con el fin de conocer y analizar la manera en la que funciona y determinar si es factible usarlo para decidir cuando se presente cierta complejidad. Se siguen cinco pasos para la creación y prueba del modelo, que una vez obtenido en un software puede ser manipulado por el usuario para conocer el tipo de proveedor de acuerdo a sus características de calidad y precio, lo que facilita el proceso de decisión.

Palabras clave — Subjetividad, decisiones críticas, lógica difusa.

Abstract — In the present project the application of fuzzy logic is shown as a tool that achieve to reduce the subjectivity in the taking of decisions process; with a focus in the selection of the raw material. A fuzzy logic model is generated, with the purpose of to know and analyze the way it works and to determine if it is feasible to use it to decide when a certain complexity is presented. Five steps are followed for the creation and testing of the model, which once it has been obtained in a software can be manipulated by the user to know the type of supplier according to its characteristics of quality and price, which facilitates the decision process.

Keywords — Subjectivity, critical decisions, fuzzy logic.

I. INTRODUCCIÓN

La industria en la actualidad presenta una realidad retadora para los profesionales del área, dados los avances tecnológicos y la creciente complejidad de los sistemas productivos de bienes y servicios. Por ello, es necesario el empleo de nuevas metodologías y conocimientos científicos que incrementen la certeza y reduzcan el riesgo de error en la toma decisiones críticas, en las que está inmersa la subjetividad y en las que además intervienen múltiples factores que en muchas ocasiones pasan desapercibidos.

Hoy en día, se pueden generar modelos basados en los conocimientos de expertos sobre el tema en particular, que representan la manera en la que los conocedores realizan la toma de decisiones con la información de interés que tienen disponible, considerando que muchas veces ésta es poco robusta e inclusive puede contener cierta incertidumbre o contradicción, si es vista desde diferentes puntos de vista, de ahí se desprende la importancia de considerar la subjetividad como un factor crítico que usado de manera correcta puede fungir como una herramienta para acertar en entornos de toma de decisión reales.

Una herramienta de nueva creación que permite manejar la subjetividad presente dados los diferentes criterios del pensamiento humano, es la lógica difusa. Dicha herramienta se

apoya en la probabilidad para modelar la manera en la que una persona toma una decisión, enfocada en la selección de materia prima, haciendo uso de hardware y software para aumentar la precisión y rapidez en el procesamiento de la información.

II. MARCO TEÓRICO (OPCIONAL)

La vaguedad está en relación al conocimiento del valor de una función (llamada grado de pertenencia) de una variable cuyo valor exacto se conoce [1].

El concepto de lógica difusa fue concebido a mediados de los años sesentas por Lofti A. Zadeh, ingeniero eléctrico iraní y profesor de la Universidad de California, en Berkeley, quien en 1965 publica el primer artículo de lógica difusa llamado “Fuzzy Sets”, publicado en la revista Information and Control donde se dan a conocer por primera vez los conceptos de esta técnica. Zadeh aplicó la lógica de Lukasiewicz a cada objeto en un conjunto y creó un álgebra completa para conjuntos difusos. Esta teoría propone funciones de pertenencia (o los valores falso y verdadero) sobre el rango [0.0, 1.0] [2].

En general, la lógica difusa imita como una persona toma decisiones basada en información de entrada vaga, ambigua, imprecisa, con ruido o incompleta. Una de las ventajas de la lógica difusa es la posibilidad de implementar sistemas basados en ella tanto en hardware como en software o en combinación de ambos [1]. El sistema toma el banco de conocimiento del experto y con él crea sus reglas para desarrollar una propuesta [2].

La primera etapa se basa en un proceso donde los valores pasan a un proceso de fusificación que consiste en pasar dichos valores a un rango de pertenencia entre cero (0) y uno (1). En la segunda etapa se proponen reglas lingüísticas (inferencia) El grado de pertenencia de cada una de las variables se evalúa en un conjunto de reglas de inferencia. La tercera etapa es un proceso para determinar los valores óptimos de salida, conocido como desfusificación, y que consiste en pasar el grado de pertenencia, proveniente de la consecuencia de la regla de inferencia, a un valor nítido o real [2].

Un sistema de inferencia se compone de un conjunto de reglas difusas que se soportan en la estructura “IFTHEN”, que relaciona variables lingüísticas difusas de entrada o premisas para convertirlas en variables difusas de salida o consecuentes. Estas reglas son la base para la evaluación y selección de los proveedores, ya que establecen relaciones entre las variables de entrada del proceso de compra y su efecto en la variable de salida, que se relaciona con la calificación final de proveedores [3].

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo la aplicación de la lógica difusa en la selección de materia prima en la empresa Rocha Hats se siguieron cinco pasos.

a) Elección de las variables críticas para seleccionar la materia prima, siendo éstas la calidad y el precio.

   Calidad: cumplir con los requerimientos y especificaciones del cliente.

   Precio: cantidad monetaria a pagar para la adquisición de un bien o servicio.

b) Definir las etiquetas lingüísticas (excelente, satisfactorio, bueno, regular, malo) con las que se describiría más adelante el grado de pertenencia de cada variable.

   Excelente: la materia prima supera las características buscadas o alcanza el grado ideal.

   Satisfactorio: la materia prima ofrece mejores características que las solicitadas por el cliente.

   Bueno: la materia prima cumple con las características requeridas por el cliente.

   Regular: la materia prima cuenta con la mayoría de las características necesarias para el cliente.

   Malo: la materia prima no cumple con las características solicitadas por el cliente.

c) Definir las reglas de inferencia, siendo las variables de entrada la calidad y el precio y la variable de salida el tipo de proveedor (ver figura 1).

d) Realizar un sistema difuso alimentado con todas las reglas de inferencia, usando una lógica de causa-consecuencia (if-then), como se muestra en la figura 2.

e) Evaluar el modelo de lógica difusa creado.

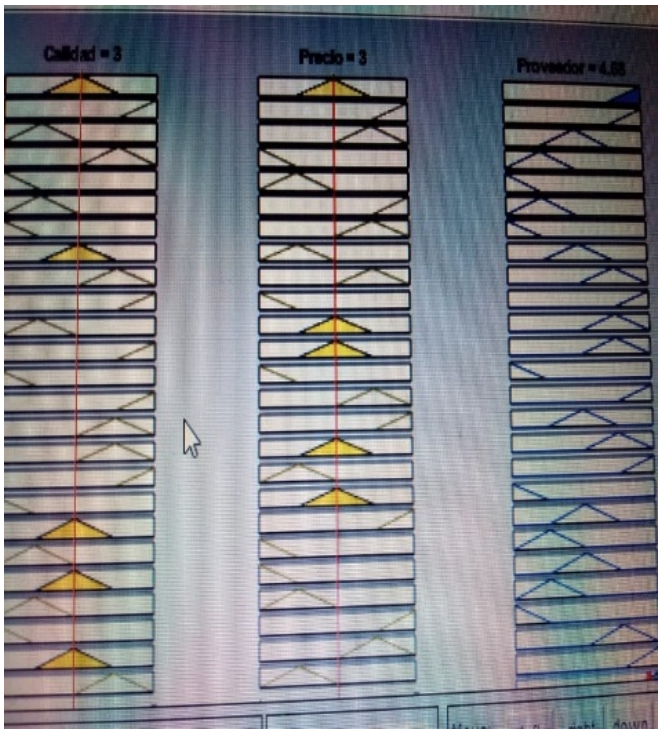


Figura. 1. Reglas de inferencia.

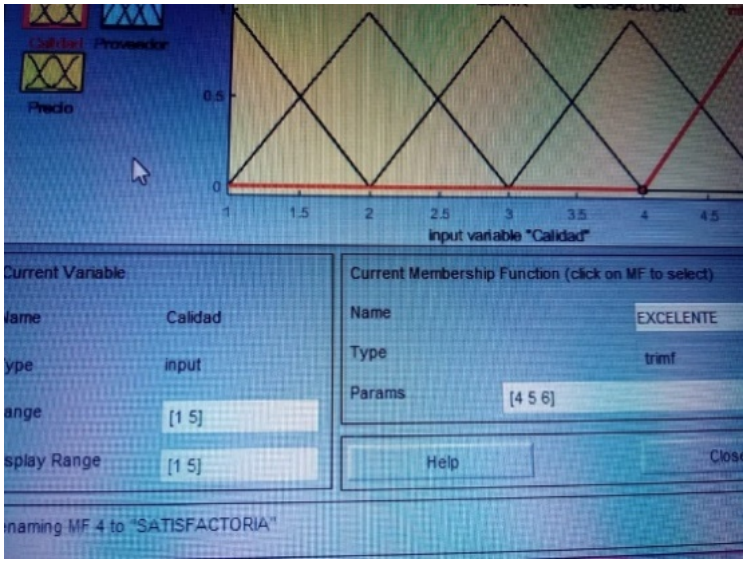


Figura. 2. Sistema difuso.

IV. RESULTADOS

Para comprobar que el modelo de lógica difusa era funcional y útil para la toma de decisiones bajo subjetividad, se probó el sistema introduciendo como variables de entrada una combinación de calidad-precio cuya respuesta ya era conocida por las encuestas aplicadas. El software realizo rápidamente el procesamiento de las variables de entrada y la variable de salida fue la esperada de acuerdo a la encuesta.

Dado el análisis anteriormente mencionado, se pudo aplicar el modelo en aquellas combinaciones de calidad y precio en las cuales no coincidieron las respuestas de las dos personas encuestadas, con lo que se generó una propuesta acerca del tipo de proveedor (ver figura 3).

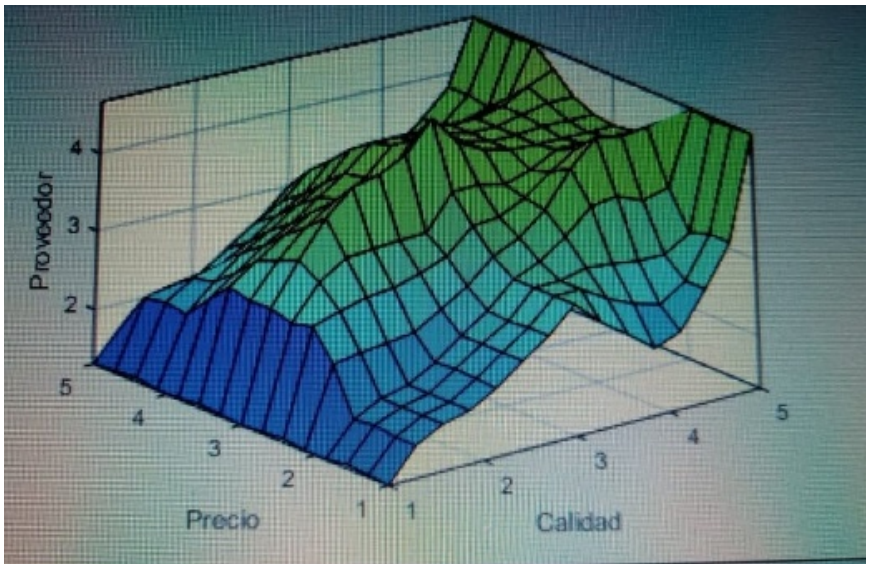


Figura. 3. Evaluación y aplicación del modelo de lógica difusa.

V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

El uso de la lógica difusa con la información proporcionada por los encargados de la selección de materia prima de la empresa Rocha Hats, permite evitar inclinarse hacia alguien que tiene más autoridad para tomar decisiones o a limitarse a que solo personas con mucha experiencia puedan decidir, ya que el modelo creado se alimenta con la información disponible e internamente trabaja con la probabilidad y la estadística para dar la variable de salida.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este proyecto se hizo uso de la lógica difusa como una herramienta para reducir la subjetividad en la toma de decisiones cuyo impacto es significativo para la empresa, en este caso las decisiones encaminadas a la selección de materia prima, en las que se pretende elegir al mejor proveedor.

Con una modelación de la subjetividad que está presente debido a los diferentes criterios, experiencias y puntos de vista de cada tomador de decisiones, se reduce el riesgo de error, ya que los sistemas se alimentan con diferentes perspectivas que han sido las ideales para cada persona experta en un momento dado, pero la información conjunta crea una nueva propuesta mayor robustez.

VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Hago explícito mi agradecimiento al Tecnológico Superior de Purísima del Rincón por todo el apoyo académico y económico que hicieron posible mi participación en este verano de la ciencia, así como a mis asesores del proyecto por todo el conocimiento que me impartieron y a mis compañeros por facilitar el trabajo en equipo.

REFERENCIAS

[1] P. Ponce Cruz, Inteligencia Artificial con aplicaciones a la ingeniería, México: Alfaomega, 2010.

[2] C. E. D´Negri y E. L. De Vito, Introducción al razonamiento aproximado: lógica difusa, Revista Americana de Medicina Respiratoria, 2006.

[3] R. A. Gómez, J. A. Cano y E. A. Campo, Selección de proveedores en la minería de oro con lógica difusa, Maracaibo, Venezuela: Universidad del Zulia.

AHP y lógica difusa en la selección de materia prima (B)

Lizeth Paola Ruiz López
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. Del Valle #2301
C.P. 36413, Purísima del Rincón, Gto.
LRS16110071@purisima.tecnm.mx

Asesora: Nayeli Montalvo Romero
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. Del Valle #2301
C.P. 36413, Purísima del Rincón, Gto.
nayeli.mr@purisima.tecnm.mx

Resumen — El presente reporte muestra la aplicación del AHP para la selección de proveedores en la empresa Rocha Hats. El objetivo es seleccionar entre dos proveedores al mejor, tomando en cuenta criterios tales como calidad, precio y tiempo de entrega. El AHP fue realizado mediante comparaciones pareadas entre los criterios mencionados y los proveedores con respecto a las necesidades de la empresa y basados en la escala de Saaty. Los resultados obtenidos muestran que se debe elegir al proveedor B, considerando que las matrices no muestras sesgo por lo que se afirma que el resultado es confiable. También se realizó un AHP con un escenario hipotético, tomando en cuenta tres proveedores, con la finalidad de evaluar el buen funcionamiento del AHP.

Palabras clave — AHP, escala de Saaty, selección de proveedores.

Abstract —This report shows the application of the AHP for the selection of suppliers in the company Rocha Hats. The objective is to select between two suppliers to the best, taking into account criteria such as quality, price and delivery time. The AHP was carried out by means of paired comparisons between the mentioned criteria and the suppliers with respect to the needs of the company and based on the Saaty scale. The results obtained show that provider B must be chosen, considering that the matrices do not show bias, so the result is stated to be reliable. An AHP was also carried out with a hypothetical scenario, taking into account three suppliers, in order to evaluate the proper functioning of the AHP.

Keywords — AHP, Saaty scale, selection of suppliers.

I. INTRODUCCIÓN

El proceso de toma de decisión en las empresas es una técnica difícil, sobre todo al momento de elegir al mejor proveedor y por ende la mejor materia prima, es por ello, por lo que actualmente las empresas se apoyan de métodos para tomar las mejores decisiones respecto al buen subsistir del sistema, y así poder ser más competitivos y productivos.

Una de las mayores preocupaciones de las empresas de cualquier ramo es contar con proveedores que cumplan con los requerimientos deseados, seleccionar al mejor proveedor es una tarea difícil sobre todo cuando se tienen varias opciones en las cuales la mejor resulta difícil de deducir. Los responsables de las empresas deben ser muy estratégicos para elegir al proveedor con la materia prima más conveniente para cada empresa, tomando en cuenta criterios que resulten ser indispensables para la organización, tales como calidad, precio, servicio entre otros.

Hoy en día existen herramientas y metodologías que ayudan a que la tarea de selección de proveedores sea más fácil, versátil, en un menor tiempo y sobre todo segura, tal es el

caso del Proceso de Análisis Jerárquico (*AHP* por sus siglas en inglés), dicha herramienta ayuda a la solución de problemas de decisión basada en la escala de Saaty realizando matrices de comparaciones pareadas entre criterios seleccionados por cada empresa [1].

Mediante este trabajo se tiene la oportunidad de aplicar un modelo AHP para seleccionar la mejor materia prima en una empresa productora de sombreros, misma que ha presentado problemas al momento de seleccionar al mejor proveedor. Se establece principalmente los criterios tomados en cuenta para la realización del método los cuales son; calidad, tiempo de entrega y precio, también se toma en cuenta los dos proveedores que suministras la principal materia prima para la producción del sombrero.

El método AHP para la construcción de este modelo de aplicación esta realizado en Excel, en base a la información proporcionada por la empresa. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, lo que comprueba que el AHP es una herramienta útil en la selección de proveedores.

II. MARCO TEÓRICO

La búsqueda de la eficiencia y la productividad de las empresas está contribuyendo a la adopción de metodologías de apoyo en la toma de decisiones en escenarios en donde intervienen múltiples variables o criterios de selección. Las condiciones actuales que imperan en el entorno se distinguen por la rapidez y la intensidad con las que se suscitan los cambios, lo cual implica que los agentes económicos están obligados a tomar decisiones constantemente (y a asumir sus consecuencias), las cuales a su vez dependen de múltiples criterios o atributos de tipo cuantitativo, cualitativo o de una mezcla de ambos [2,3].

El AHP fue desarrollado por Thomas L. Saaty, es un lógico y estructurado método de trabajo que optimiza la toma de decisiones complejas cuando existen múltiples criterios o atributos mediante la descomposición del problema en una estructura jerárquica. El método AHP establece valores a cada criterio a través de comparaciones pareadas, lo que facilita la objetividad y permite eliminar el uso de la intuición en la toma de decisiones [2].

La ventaja del AHP consiste en que adicionalmente permite incorporar aspectos cualitativos que suelen quedarse fuera del análisis debido a su complejidad para ser medidos, pero que pueden ser relevantes en algunos casos [4].

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Actualmente la empresa Rocha Hats no identifica cuál de sus proveedores es el mejor, por tal motivo desconoce con cual debe realizar relaciones más fuertes en cuestión de pedidos de materia prima. Para la construcción del modelo AHP es necesario identificar la problemática, en base a esta se debe seguir los pasos mencionados a continuación.

1. Definición del objetivo

Una vez identificado el problema en la empresa, es necesario definir el objetivo que ayude a resolverlo. El objetivo es establecido en base a las necesidades e intereses de la empresa.

2. Identificación de los criterios

Una vez identificado el problema y ya determinado el objetivo, es necesario establecer los criterios a evaluar en el AHP, tales criterios deben ser determinados mediante las características que deben cumplir los proveedores en Rocha Hats.

3. Identificación de las alternativas

El siguiente paso por realizar es identificar las alternativas involucradas para el desarrollo del AHP, es necesario determinaron los pros y contras de cada alternativa.

4. Árbol de jerarquías

Una vez recolectada toda la información, se representa gráficamente el problema en términos del objetivo, los criterios y las alternativas de decisión. Se realiza un árbol de jerarquías en donde se plasma en un primer nivel el objetivo, en un segundo nivel los criterios y en un tercer nivel las alternativas de decisión.

5. Matriz de comparaciones pareadas

Finalmente, se realiza la matriz de comparaciones pareadas de los criterios seleccionados, se debe especificar la importancia relativa de cada uno de los criterios en términos de su contribución al logro del objetivo seleccionado. También se realiza las matrices de comparaciones pareadas para cada criterio respecto a cada proveedor utilizando la escala de Saaty, para calificar las preferencias de los elementos. En las matrices de comparaciones pareadas se representan las calificaciones numéricas que se recomiendan para las preferencias verbales expresadas por el jefe de producción y la encargada general.

IV. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en cada una de las etapas del proyecto considerando el problema a resolver.

1. Definición del objetivo

El objetivo establecido por el grupo decisor fue, elegir al mejor proveedor de materia prima en la empresa, la cual es utilizada en el proceso de transformación del sombrero más vendido en Rocha Hats.

2. Identificación de los criterios

Los criterios seleccionados fueron, Calidad, Tiempo de entrega y Pecio.

1) Calidad: La materia prima debe ser entregada con las características proporcionadas por la empresa, debe estar principalmente en buen estado sin deficiencias, fisuras o deformaciones.

2) Tiempo de entrega: Los proveedores deben entregar la materia prima en el tiempo puntualmente establecido en los contratos.

3) Precio: Los proveedores deben ofrecer precios satisfactorios, no elevados y descuento por lote.

3. Identificación de las alternativas

Las alternativas seleccionadas involucran a dos proveedores quienes son los que suministran la principal materia prima en Rocha Hats, por cuestiones de privacidad se mencionan como proveedor A y proveedor B.

4. Árbol de jerarquías

Una vez identificado el objetivo, los criterios y las alternativas se realizó el árbol de jerarquías necesario para este caso, con los criterios de calidad, tiempo de entrega y precio.

5. Matriz de comparaciones pareadas

Se realizó la matriz de comparaciones pareadas de los criterios, en la Tabla 1 se muestra que para Rocha Hats es más importante la calidad de sus proveedores con un 64.9%. Se realizó las comparaciones pareadas de cada criterio respecto a cada proveedor, se observa que para el criterio calidad y precio los resultados son del 50%, debido a que las características de estos criterios son iguales en ambos proveedores. Los resultados se muestran en las tablas 2, 3 y 4.

Los resultados de cada criterio se plasmaron en la Tabla 5, en donde se mostró el resultado final el cual indica que el mejor proveedor es el B, con una preferencia del 57.4%.

Tabla 1. Porcentaje de importancia de cada criterio en Rocha Hats.

Matriz de criterios								
Criterio	**Calidad**	**Tiempo de entrega**	**Precio**	**Matriz Normalizada**			**Vector Promedio**	**%**
Calidad	1	3	9	0.69231	0.72414	0.52941	0.64862	64.9%
Tiempo de entrega	1/3	1	7	0.23077	0.24138	0.41176	0.29464	29.5%
Precio	1/9	1/7	1	0.07692	0.03448	0.05882	0.05674	5.7%
Suma	1.44444	4.14286	17					

Tabla 2. Matriz de comparaciones pareadas del criterio calidad.

Criterio: Calidad						
Alternativa	**Proveedor A**	**Proveedor B**	**Matriz Normalizada**		**Vector Promedio**	**%**
Proveedor A	1	1	0.50000	0.50000	0.50000	50.0%
Proveedor B	1	1	0.50000	0.50000	0.50000	50.0%
Suma	2	2				

Tabla 3. Matriz de comparaciones pareadas del criterio Tiempo de entrega.

Criterio: Tiempo de entrega						
Alternativa	**Proveedor A**	**Proveedor B**	**Matriz Normalizada**		**Vector promedio**	**%**
Proveedor A	1	1/3	0.25	0.25	0.25	25.0%
Proveedor B	3	1	0.75	0.75	0.75	75.0%
Suma	4.0	1.333333333				

Tabla 4. Matriz de comparaciones pareadas del criterio precio.

Criterio: Precio						
Alternativa	**Proveedor A**	**Proveedor B**	**Matriz Normalizada**		**Vector promedio**	**%**
Proveedor A	**1**	1	0.5	0.50000	0.50000	50.0%
Proveedor B	1	**1**	0.50000	0.50000	0.50000	50.0%
Suma	**2**	**2**				

Tabla 5. Resultados del AHP.

Matriz de valores				Resumen	
Alternativa/Criterio	**Calidad**	**Tiempo de entrega**	**Precio**	**Total**	**%**
Proveedor A	0.50000	0.25000	0.50000	**0.42634**	**42.6%**
Proveedor B	0.50000	0.75000	0.50000	**0.57366**	**57.4%**
Ponderación	0.64862	0.29464	0.05674		

V. DISCUSIÓN

Se realizo un caso hipotético con un tercer proveedor, el cual contiene las características que debe tener tal proveedor en caso de que la empresa requiera de sus servicios, en este caso se puede observar el buen funcionamiento del AHP ya que las características del tercer proveedor son las mejores y por obvias razones el resultado es que se elija al proveedor C, como se observa en la Tabla 6.

Tabla 6. Resultados del caso hipotético del AHP.

Matriz de valores				Resumen	
Alternativa/Criterio	**Calidad**	**Tiempo de entrega**	**Precio**	**Total**	**%**
Proveedor A	0.20000	0.14286	0.33333	**0.19073**	**19.1%**
Proveedor B	0.20000	0.42857	0.33333	**0.27491**	**27.5%**
Proveedor C	0.60000	0.42857	0.33333	**0.53436**	**53.4%**
Ponderación	0.64862	0.29464	0.05674		

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Aplicar AHP en la empresa Rocha Hats destaca la importancia de la selección de proveedores de materia prima como elemento clave para establecer una relación proveedor-cliente en cuestión de materia prima, además de reducir la subjetividad eliminando la intuición en las decisiones importantes para el buen funcionamiento de las empresas. AHP es una herramienta de fácil uso donde es posible evaluar alternativas de solución de forma eficaz y confiable como lo fue en este caso de aplicación, en donde se dio a conocer al mejor proveedor de materia prima. Cabe mencionar que el AHP se puede utilizar en cualquier ámbito incluso en la vida diaria donde sea necesario tomar decisiones.

VII. RECONOCIMIENTOS

Se agradece enormemente a la empresa Rocha Hats, por la confianza, accesibilidad e información brindada para realizar este proyecto en su proceso de compras. Se agradece también a los organizadores del 21 verano de la ciencia por permitirme desarrollar este proyecto y así aumentar mis habilidades y conocimientos para mi formación como profesionista.

REFERENCIAS

[1] Osorio Gómez, J. C., & Orejuela Cabrera, J. P. (2008). El proceso de análisis jerárquico (AHP) y la toma de decisiones multicriterio. Ejemplo de aplicación. Scientia et Technica

[2] Berumen, S. (2008). Cambio tecnológico e innovación en las empresas. Madrid: Esic.

[3] Soto Mosquera, B. S. (2017). Aplicación de una metodología multicriterio para la selección de proveedores de materias primas. caso de estudio sector cosmético. Universidad Nacional de Colombia.

[4] Toskano Hurtado, G. B. (2010). El proceso de Análisis Jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores. Tesis Digitales UNMSM.

Ajustes de datos experimentales de cinéticas microbianas bajo condiciones específicas de crecimiento

Sergio Cruz Esquivel Valencia
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Ingeniería bioquímica
Carretera Irapuato-Silao Km 12.5
C.P. 36821, Irapuato, Gto.
checo.esquivel1998@outlook.com

Asesora: Jazmín Cortez González
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Ingeniería bioquímica
Carretera Irapuato-Silao Km 12.5
C.P. 36821, Irapuato, Gto.
jazmin.cortez@esitesiedu.onmicrosoft.com

Resumen — La producción de alginatos a partir de un microorganismo es un proceso que se desarrolla en varias etapas, y por ello surgió la necesidad de realizar ajustes de datos experimentales en cinéticas microbianas enfocadas en Pseudomonas aeruginosa, buscando encontrar una ecuación que describa el comportamiento de esta bacteria a diferentes condiciones de crecimiento con la finalidad de ahorrar tiempo y esfuerzo. Para lograrlo se realizaron varias cinéticas microbianas para después hacer un ajuste de sus datos utilizando Excel y MatLab como herramientas de trabajo. Además, se identifico como mejor para la producción del metabolito de interés fue la cepa SA1-12 a pH8 y concentración de 80.

Palabras clave — Alginatos, Pseudomonas aeruginosa, cinética microbiana.

Abstract — The production of alginates from a microorganism is a process that develops in several stages, and therefore the need arose to make adjustments of experimental data in microbial kinetics focused on Pseudomonas aeruginosa, seeking to find an equation that describes the behavior of this bacterium to different growth conditions in order to save time and effort. In order to achieve this, several microbial kinetics were made and then an adjustment of their data was made using Excel and MatLab as work tools and with this it was observed that a good candidate for the production of the metabolite of interest was strain SA112 at pH8 and concentration of 80.

I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento microbiano consiste en un aumento del tamaño y peso de las células el cual procede a ser la división celular. Esta división celular se refiere a la proliferación de la población de células dentro de un medio. En el cual las bacterias se dividen por fisión binaria a través de la cual una célula madre al alcanzar un determinado volumen se divide en dos células hijas, para posteriormente seguir el mismo ciclo. Por lo que el estudio del crecimiento microbiano respecto del tiempo tiene por nombre cinética microbiana y en este trabajo se estudió el comportamiento cinético de la bacteria Pseudomonas aeuroginosa (Figura 1), esta es una bacteria Gram negativo, aerobio, y capaz de tolerar condiciones bajas de oxígeno y concentración de nutrientes.

La obtención de parámetros cinéticos consta de la elaboración de constantes y numerosos replicas y repeticiones de experimentos dentro de un laboratorio, por lo que el crecimiento de estos microorganismos son representados por la cinética microbiana. En ella se consideran las diferentes fases de crecimiento: fase de latencia, exponencial (de crecimiento), estacionaria y de muerte. Esta fases se grafican de una forma que se expresa en una curva, denominada curva de crecimiento microbiano y los datos obtenidos son

ajustados con métodos matemáticos. El reto es mostrar una función que muestre los efectos de las condiciones de operación sobre el crecimiento microbiano. Para poder utilizar esta propuesta en la simulación de bioprocesos.

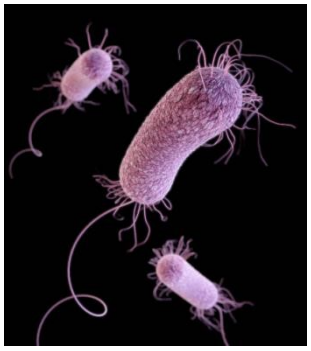


Figura 1. Morfología de *Pseudomonas aeuroginosa*

Se propuso una metodología para analizar el crecimiento microbiano en el cual se realizaron variaciones en las concentraciones de medio, pH y agitación para realizar ajustes al comportamiento de crecimiento celular utilizando diferentes métodos y ecuaciones para determinar un ajuste más apropiado.

II. METODOLOGÍA

En este trabajo la metrología se divide en dos fases las cuales son la fase experimental y la fase de tratamiento de datos. Dentro de la fase experimental se estudió el crecimiento microbiano de la bacteria *Pseudomonas aeruginosa* en medio selectivo. Se propuso una técnica para obtener el crecimiento celular bajo diferentes condiciones de pH, concentración del medio de cultivo ([medio])y agitación; En todos los experimentos, la temperatura oscila entre 23-32°C durante la determinación de la cinética.

Se realizó un diseño de experimentos donde las variables a considerar fueron: pH, Agitación y concentración del medio; con la finalidad de obtener un modelo cinético capaz de predecir el comportamiento de crecimiento microbiano. Los experimentos consideran dos valores de concentración del medio: 100, 80, 60, 40, 20 y 10% mientras que el pH tomo valores de 7, 8 y 9. Cada experimento se realizó por cuadriplicado en un espectrofotómetro Multikscan que cuenta con un margen de error del 5%. Para corroborar la dependencia del pH y la concentración del medio en el crecimiento de esta bacteria. Se propone un análisis de 4 cepas para identificar la que presenta la mejor tasa de crecimiento microbiano.

Con los resultados obtenidos se realizó el ajuste de datos para poder definir algunas funcionalidades que establezcan la relación entre el tiempo y la absorbancia bajo diferentes condiciones de operación.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cepa SA1-12 tiene un mayor crecimiento en comparación con las cepas AG2, SA3-3 y SA1-15, observando que la primera tiene una absorbancia mayor a 0.300 en un tiempo de 6 horas con 15 minutos, mientras las otras tres en este mismo periodo no llegan a 0.250 de absorbancia; tal como se muestra en la Figura 2.

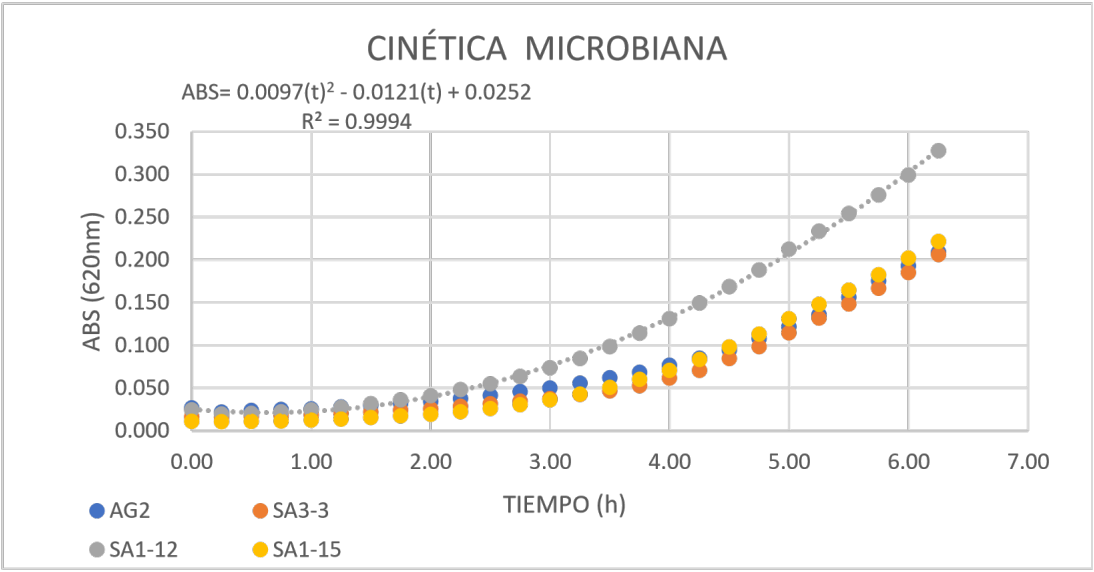


Figura 2. *Cinética de crecimiento de diversas cepas de Pseudomonas aeruginosa.*

De acuerdo con los resultados de la Figura 2, se puede apreciar que la cepa de mayo crecimiento es la SA1-12. Por lo que para los siguientes experimentos fue la cepa seleccionada. Se hicieron variaciones en las condiciones de crecimiento, entre ellas la variación de pH en el medio TSB.

A pH6 *Pseudomonas aeruginosa* presenta un buen crecimiento, sin embargo; la fase de adaptación es muy prolongada, lo que no es conveniente para obtener un metabolito secundario ya que estos se empiezan a producir en la fase estacionaria (Tortora G. et al, 2007).

La mayoría de la información trasciende en el pH estándar (pH7) para *Pseudmonas aeruginosa* y se puede apreciar que a esta condición hay un mayor crecimiento en comparación con cualquier otra pero tarda un poco más en llegar a la fase estacionaria por lo que esta variable se deja como un control para poder predecir a partir de ella como es la producción de alginatos en comparación con otras condiciones.

A diferencia de lo que establece la literatura como pH ideal para la cepa, los resultados muestran que los pH 8 y pH 9 son potencialmente mejores ya que presentan el valor máximo de absorbancia de esta combinación experimental. Además se observó que a estas condiciones, la cepa se adaptó muy bien al medio, teniendo un crecimiento óptimo y llegando a la fase estacionaria alrededor de las 20 horas. Un dato importante es que a un pH de 10

la cepa tiene una tasa de crecimiento muy baja, por lo que podemos afirmar que afecta drásticamente su metabolismo. Esto se puede observar en la Figura 3.

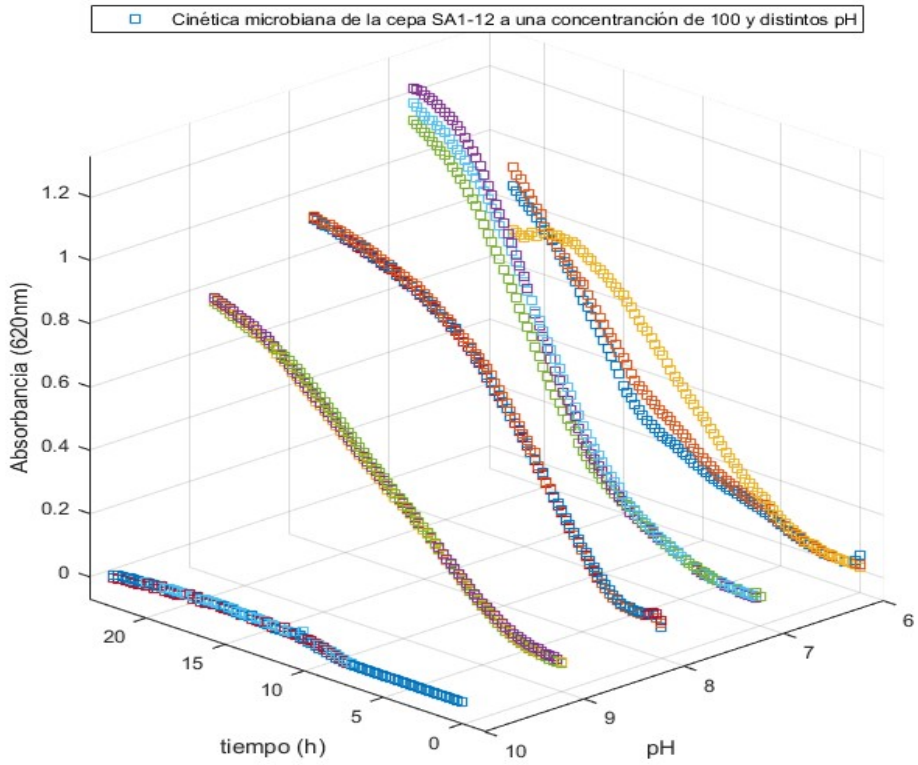


Figura 3: Representación gráfica de la cepa SA1-12 a una concentración de 100% y a distintos pH's

IV. CONCLUSIONES

La principal contribución de este trabajo es la generación de un modelo de crecimiento microbiano ante cambios en las condiciones de crecimiento ya que proporciona información importante del comportamiento de la cepa pseudomonas aeruginosa; considerando que el modelo es válido dentro de los límites inferior y superior de cada condición de operación, no es necesario, realizar el experimento a condiciones específicas ya que este modelo proporciona esa información. Es importante mencionar que la literatura reporta mejores crecimiento a pH 7, sin embargo, con este estudio se puede observar que la cepa analizada crece mejor a pH 8 y pH 9 incluso con una diminución en la concentración del medio.

V. RECONOCIMIENTOS

Agradezco al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato por permitirme utilizar sus instalaciones durante este verano de investigación. A la Dra. Jazmín Cortez González y a la Dra. Varinia López Ramírez, quienes con su conocimiento, apoyo y paciencia me enseñaron a desarrollar nuevas habilidades, tanto experimentales como de simulación.

REFERENCIAS

[1] A. Carolina, V. González, C. Aguilar & R. Rodríguez, “Biofertilizantes microbianos” Ed. Plaza y Valdés. Saltillo Coahuila, México. 2014

[2] J. Müller, R. López & R. Vierira, “Produção de alginatos por microorganismos” Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, UFSC, Vol. 20, pp 1. 2011.

[3] S. Ross, “introducción a la estadística” Ed.REVERTÉ. Barcelona, España. 2007. [4] F. Medeiros, A. Barbosa, M. Dos Santos & F. Barbosa, “Gene regulatory network inference and analysis of multidrug-resistant Pseudomonas aeruginosa” Vol. 114. Brasil. 2019

[4] J. Conceição, P. Pereira, F. Damasceno C. Benedini, J. Ferreira, S. Oliveira & A. Latercia, “Ozone against Pseudomonas aeruginosa biofilms in contact lenses storage cases” Instituto de medicina tropical de São Paulo. Brasil. 2019

Algoritmos de procesamiento de imágenes e Inteligencia Artificial aplicados al sector salud

Laura Ailin Crespo Flores
Benemérita Universidad Autónoma de Aguascalientes
Avenida Universidad 940, C.U., 20130
Aguascalientes, Ags.
ailin.crespo@hotmail.com

Asesor:
Francisco Javier Cuevas de la Rosa
Centro de Investigaciones en Óptica Ac.
Loma del Bosque 115, Lomas del Campestre,
37150 León, Gto.
fjcuevas@cio.mx

Resumen — En la ingeniería, el procesamiento de imágenes es una herramienta que permite obtener características específicas sobre la imagen que se desea analizar. Tiene diversas aplicaciones en áreas de la ciencia y tecnología, entre las cuales se mencionan la detección de defectos en la forma, aspecto, color, etc; Reconocimiento en imágenes o videos de objetos y personas; Diagnóstico y tratamiento de enfermedades y la toma de decisiones; Inspección de circuitos para detectar defectos; Automatización de líneas de ensamblaje; entre muchas otras. Este trabajo se enfoca en el procesamiento de imágenes médicas, específicamente de radiografías dentales, las cuales fueron procesadas para obtener una mejor calidad de imagen y poder obtener mejores diagnósticos médicos.

Palabras clave — Algoritmos, inteligencia artificial, programación, segmentación de imágenes, detección de bordes.

Abstract — In engineering, image processing is a tool that allows the obtaining of specific characteristics of the analyzed image. It has several applications in areas of science and technology, among which the detection of defects in form, appearance, color, etc; Recognition in images or videos of objects and people; Diagnosis and treatment of diseases and decision making; Inspection of circuits to detect defects; Automation of assembly lines; among many others. This work focuses on the processing of medical images, specifically dental x-rays, which were processed to obtain a better image quality and to obtain better medical diagnoses.

Keywords — Algorithms, artificial intelligence, programming, image segmentation, border detection.

I. INTRODUCCIÓN

Dentro del procesamiento digital de imágenes (PDI) podemos encontrar muchos tipos de técnicas para mejorar la calidad de la imagen, así como la eliminación de ruido, entre otros.

Las técnicas que se aplicaron en las radiografías dentales empleadas son las siguientes:

- Binarización.
- Escala de grises.
- Negativa de la imagen.
- Histograma de la imagen.
- Filtro Sobel con máscara 3x3.
- Mediana con máscara 3x3, 5x5 y 7x7.
- Filtro Gaussiano.
- Detección de bordes.

Se explicará cada función más adelante. Estas técnicas fueron empleadas para lograr obtener una mejor calidad de imagen de las radiografías dentales.

II. MARCO TEÓRICO

Empezamos por explicar cada una de las técnicas empleadas para el proyecto.

- **Binarización:** Esta técnica se utiliza cuando se requiere agrupar los pixeles de una imagen en dos secciones, lo que visualmente sería una imagen digital en blanco y negro. Es un proceso sencillo, pero en algunas ocasiones la calidad de la imagen juega un papel muy importante. El método más sencillo para realizar ese proceso es mediante la definición de un umbral, esto quiere decir que se ponen condiciones sobre éste para obtener el resultado deseado, ya sea que se especifique que los valores debajo del umbral sean blancos o negros. [1, 2, 8]

- **Escala de grises:** El ojo percibe distintas intensidades de luz en función del color que se observe, esto es debido a la respuesta del ojo al espectro visible la cual se puede observar en la figura, por esa razón el cálculo del equivalente blanco y negro (escala de grises o luminancia) de la imagen debe realizarse como una media ponderada de las distintas componentes de color de cada pixel. [3, 4, 5, 6, 7, 8, 14]

- **Negativo de la imagen:** Es una operación que transforma cada uno de los píxeles de la imagen en escala de grises de forma independiente, obteniendo una imagen con sus niveles de intensidad invertidos. [3, 8, 9]

- **Histograma de la imagen:** El histograma resulta una herramienta de gran interés en tareas de procesamiento digital de imágenes. Ayuda a detectar la cantidad de pixeles que se encuentran en determinado tono de gris, es decir, cuántos pixeles tienen cierto nivel de intensidad, así se puede observar si la imagen tiene cierta cantidad de pixeles negros (Intensidades cercanas a cero), o cierta cantidad de pixeles blancos (Intensidades cercanas a 256). [10]

- **Filtro Sobel:** El operador Sobel es un operador de diferenciación discreta, que calcula una aproximación del gradiente de la función de intensidad de imagen. El detector de bordes Sobel utiliza máscaras de convolución de 3x3, un gradiente de estimación en la dirección x y el otro gradiente de estimación en la dirección y. Su núcleo de convolución más grande suaviza la imagen de entrada en mayor medida y hace que el operador sea menos sensible al ruido. Cuanto mayor es el ancho de la máscara, menor es su sensibilidad al ruido y el operador también produce valores de salida considerablemente más altos para bordes similares. El operador Sobel resalta el ruido encontrado en las imágenes del mundo real como bordes. [2, 11]

- **Mediana con máscara 3x3, 5x5 y 7x7:** Este filtro tiene la ventaja de que el valor final del pixel es un valor real presente en la imagen y no un promedio, de este modo se reduce el efecto borroso que tienen las imágenes que han sufrido un filtro de media. Además, es menos sensible a valores extremos. El inconveniente es que resulta más complejo de calcular ya que hay que ordenar los diferentes valores que aparecen en

los pixeles incluidos en la ventana y determinar cuál es el valor central. Entre más grande la máscara, se van eliminando más los bordes externos de la imagen, éstos se ven como un marco negro. [12]

- **Filtro Gaussiano:** El valor de cada punto es el resultado de promediar con distintos pesos los valores vecinos a ambos lados de dicho punto. Este tipo del filtro también tiene el problema del difuminado de los bordes, pero no es tan acusado como el caso de la media simple. Este tipo de filtro reduce especialmente el ruido tipo gaussiano. El valor máximo aparece en el pixel central y disminuye hacia los extremos tanto más rápido cuanto menor sea el parámetro de desviación típica *s*. El resultado será un conjunto de valores entre 0 y 1. Para transformar la matriz a una matriz de números enteros se divide toda la matriz por el menor de los valores obtenidos.

Ruido gaussiano: Produce pequeñas variaciones en la imagen. Tiene su origen en diferencias de ganancias del sensor, ruido en la digitalización, etc. [12, 13]

- **Detección de bordes:** La función de detección de bordes es identificar los límites de regiones homogéneas en una imagen en función de propiedades como la intensidad y la textura. [2, 14, 15]

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Los programas utilizados para la realización del proyecto fueron los siguientes:

- Visual Studio 2019: Programa donde se realizaron los códigos.
- OpenCV: Herramienta de procesamiento de imágenes, complementaria a Visual Studio para el procesamiento de imágenes.
- Gnuplot: Herramienta para generar histogramas y otras funciones.

El procedimiento que se llevó a cabo para la realización del proyecto fue el siguiente:

1. Instalación de Visual Studio.
2. Instalación de OpenCV (Teniendo en cuenta que la versión de éste tiene que coincidir con la versión de Visual Studio para que funcione correctamente).
3. Configuración del proyecto de Visual Studio con los directorios de OpenCV.
4. Creación del archivo para cargarlo a gnuplot y obtener histograma de la imagen.
5. Realización de los códigos de los filtros.
6. Obtención de las imágenes con sus correspondientes filtros.

IV. RESULTADOS

Gracias al histograma se pudieron definir los umbrales adecuados para realizar los filtros, aunque como se puede observar anteriormente, la mayor parte de los pixeles tiene niveles

de intensidad parecidos, por lo que algunas partes indeseadas se combinaban con las áreas de interés debido a su parecido.

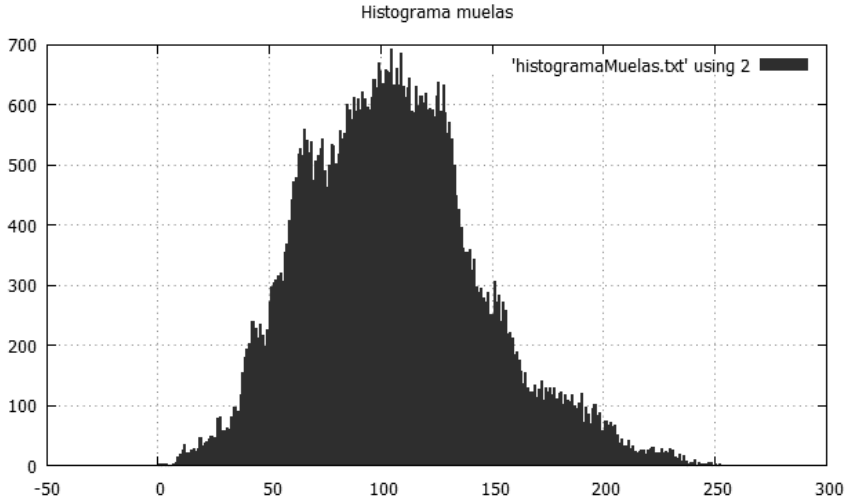
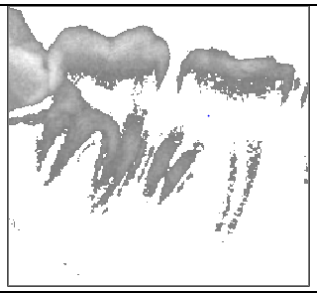
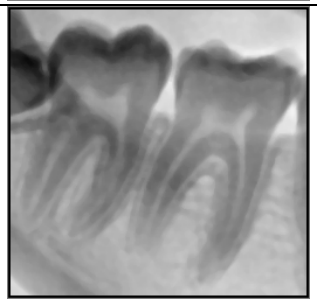
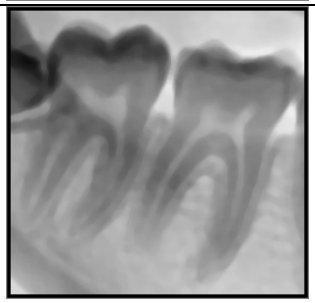
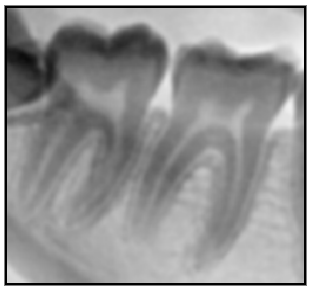


Fig. 1. Histograma de la figura original, llamada “Muelas”.

A continuación se pueden observar las imágenes finales, es decir, la imagen original con sus diferentes filtros.

Tabla 1. Imágenes resultantes de acuerdo al filtro aplicado.

Filtro aplicado	Imagen resultante	Filtro aplicado	Imagen resultante
Original		Binarizado	
Escala de grises		Negativo	

Operador Sobel		Mediana con máscara 3x3	
Mediana con máscara 5x5		Mediana con máscara 7x7	
Filtro Gaussiano con máscara 5x5		Detección de bordes	

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se puede concluir que con ayuda del procesamiento de imágenes se puede mejorar notablemente la calidad de la imagen, a su vez que ayuda a distinguir los elementos de interés.

En este caso el objetivo fue detectar la corona del diente, por lo que con una función sencilla se pudo llevar a cabo esta tarea.

A su vez, detectar ciertas partes de la anatomía del diente, con ayuda de los filtros se pudieron distinguir mejor estas partes, lo que ayuda a mejorar el diagnóstico de enfermedades.

VI. RECONOCIMIENTOS

Quiero agradecer al Dr. Francisco Javier Cuevas de la Rosa por darme la oportunidad de participar en un proyecto con él, así como al CIO por recibirme en sus instalaciones y por darme toda su amable atención.

De igual manera, agradezco a la Universidad Autónoma de Aguascalientes por las facilidades, atención y apoyo otorgado, así como a los organizadores del Verano de la Ciencia quien becó a los estudiantes durante la estancia.

REFERENCIAS

[1] Molina, E., et al., "Algoritmos de Binarización Robusta de Imágenes con Iluminación No Uniforme", *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, Vol. 15, pp 252-261. Disponible en https://pdfs.semanticscholar.org/a39a/5cb824d2021f6381dfb200b6f23519ef9178.pdf [Consultado en 2019].

[2] Stolojescu-Crişan, C., Holban. Ş., "A Comparison of X-Ray Image Segmentation Techniques", *Politehnica University of Timisoara*, Vol. 13, No. 3. Disponible en http://www.aece.ro/abstractplus.php?year=2013&number=3&article=14 [Consultado en 2019].

[3] Wanat. R., "A Problem of Automatic Segmentation of Digital Dental Panoramic X-Ray Images for Forensic Human Identification", *West Pomeranian University of Technology*. Disponible en http://old.cescg.org/CESCG-2011/papers/Szczecin-Wanat-Robert.pdf [Consultado en 2019].

[4] "Conversión a Escala de Grises", *Universitat de València*. Disponible en https://www.uv.es/gpoei/eng/Pfc_web/generalidades/grises/grey.htm [Consultado en 2019].

[5] Said, E., et al., "Dental X-ray Image Segmentation", *West Virginia University*. Disponible en https://pdfs.semanticscholar.org/06cf/14023fc6772c8d73a7cb36df27205a6f50dc.pdf [Consultado en 2019].

[6] Manfredi, M., et al., "Learning Superpixel Relations for Supervised Image Segmentation", *Università degli Studi di Modena and Reggio Emilia*. Disponible en https://projet.liris.cnrs.fr/imagine/pub/proceedings/ICIP-2014/Papers/1569896119.pdf [Consultado en 2019].

[7] Fahmy, G., et al., "Towards an Automated Dental Identification System (ADIS)", *West Virginia University, Michigan State University & University of Miami*. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/221215264_Towards_an_Automated_Dental_Identification_System_ADIS [Consultado en 2019].

[8] "Negativa de una imagen", *Universidad de Valladolid*. Disponible en https://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_03_04/sonificacion/cabroa_archivos/negativo.html [Consultado en 2019].

[9] Said, E., et al., "Teeth Segmentation in Digitized Dental X-Ray Films Using Mathematical Morphology", *West Virginia University*, Vol. 1, No. 2. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/3455251_Teeth_Segmentation_in_Digitized_Dental_X-Ray_Films_Using_Mathematical_Morphology [Consultado en 2019].

[10] Atienza, V., "El histograma de una imagen digital", *Universidad Politécnica de Valencia*. Disponible en https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12711/El%20histograma%20una%20imagen%20digital.pdf?sequence=1 [Consultado en 2019].

[11] O. R. V., et al., "A Descriptive Algorithm for Sobel Image Edge Detection", *Proceedings of Informing Science & IT Education Conference (InSITE) 2009*. Disponible en http://proceedings.informingscience.org/InSITE2009/InSITE09p097-107Vincent613.pdf [Consultado en 2019].

[12] "Técnicas de filtrado", *Universidad de Murcia*. Disponible en https://www.um.es/geograf/sigmur/teledet/tema06.pdf [Consultado en 2019].

[13] "Reducción del ruido en una imagen digital", Universidad de Jaén. Disponible en http://www4.ujaen.es/~satorres/practicas/practica2.pdf [Consultado en 2019].

[14] Roushdy, M., "Comparative Study of Edge Detection Algorithms Applying on the Grayscale Noisy Image Using Morphological Filter", *GVIP Journal*, Vol. 6, Issue 4, pp 17-23. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Mohamed_Roushdy3/publication/229014057_Comparative_study_of_edge_detection_algorithms_applying_on_the_grayscale_noisy_image_using_morphological_filter/links/00b7d51d3f45c864d2000000.pdf [Consultado en 2019].

[15] Ehsani, A., et al., “Digital Dental X-Ray Image Segmentation and Feature Extraction”, *Universiti Teknologi Malaysia*, Vol. 11, No. 6, pp 3109-3114. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/298628754_Digital_Dental_X-Ray_Image_Segmentation_and_Feature_Extraction [Consultado en 2019].

Algoritmos de visión e inteligencia computacional aplicados al sector industrial

Briseida Guadalupe Esquivel Barajas
Universidad Autónoma de Coahuila
Edificio A Planta Alta. Unidad Camporredondo
C.P. 25020, Saltillo, Coahuila
briseidaesquivel@uadec.edu.mx

Asesor:
Francisco Javier Cuevas de la Rosa
Centro de Investigaciones en Óptica
Loma del Bosque 155, Col. Lomas del Campestre
C.P. 37150, León, Guanajuato
fjcuevas@cio.mx

Resumen — El problema de colocar un cierto número de piezas en un material de dimensiones finitas buscando minimizar el desperdicio es uno de los grandes retos para la industria manufacturera. Este problema es bien conocido en la literatura como problema de acomodo de patrones de corte en materiales finitos y puede ser resuelto usando técnicas de visión artificial e inteligencia computacional. Este trabajo presenta una introducción a la solución del problema de patrones de corte, se presenta la implementación de un algoritmo genético programado en C++ que da solución al problema del acomodo de un patrón de corte en un material finito y se analizan los resultados señalando las ventajas y desventajas del algoritmo, además se mencionan las mejoras a futuro que se podrían realizar.

Palabras clave — Problema de patrones de corte, visión artificial, algoritmo genético.

Abstract — The problem of placing a certain number of pieces in a material of finite dimensions seeking to minimize waste is one of the great challenges for the manufacturing industry. This problem is well known in the literature as cutting stock problem in a finite material and it can be solved using artificial vision techniques and computational intelligence. This paper introduces the solution of cutting stock problem, the implementation of a genetic algorithm programmed in C ++ is presented which gives solution to the problem of allocating a two-dimensional pattern in a finite material. Finally, the results are analyzed by pointing out the advantages and disadvantages of the algorithm in addition to mention the future improvements that could be made.

Keywords — Cutting stock problem, artificial vision, genetic algorithm.

I. INTRODUCCIÓN

La industria manufacturera presenta procesos productivos que necesitan ser optimizados con el fin de reducir costos y minimizar tiempos de producción. La etapa del proceso productivo que involucra el corte de material para obtener piezas o patrones en tamaños y formas específicas es un problema de optimización que se conoce en la literatura como problema de patrones de corte. Resolver este problema es de gran importancia para las industrias porque implica realizar cortes de manera eficiente y minimizar el desperdicio de material [1].

El problema de patrones de corte es de gran complejidad porque el espacio de búsqueda de la solución puede ser muy grande dependiendo de las restricciones. El interés en el problema radica en su aplicación práctica y debido a que no existe un método global para dar solución al problema representa un desafío de programación. Hay varias estrategias de solución tales como los métodos heurísticos, metaheurísticos y algorítmicos [2,3,4].

El objetivo del trabajo es usar técnicas de Visión Artificial e Inteligencia computacional para resolver el problema de acomodar un patrón de corte en un material de dimensiones finitas. La Visión Artificial se usa para procesar digitalmente las imágenes del material y del

patrón de corte. Para obtener la solución al problema se usa la Inteligencia Computacional, específicamente se trabaja con un algoritmo genético en el que los operadores genéticos usados son selección por torneo, cruzamiento en dos puntos y mutación con una probabilidad P.

II. MARCO TEÓRICO

A. Visión Artificial

La Visión Artificial es un área de la inteligencia artificial que programa a un ordenador para adquirir, procesar y entender imágenes con el fin de obtener información que pueda ser tratada posteriormente.

Una imagen digital se define como una matriz de $N \times M$ donde cada elemento se conoce como píxel y su valor representa la intensidad o nivel de gris de la imagen en ese punto. Para una imagen en escala de grises los valores de intensidad van de 0 a 255, 0 para el negro y 255 para el blanco.

Para el presente trabajo, una de las técnicas que se utilizan para extraer información de imágenes es la de binarización por umbral. Desde el punto de vista del tratamiento de imágenes, un umbral se define como un valor de intensidad a partir del cual a un grupo de píxeles que estén por debajo de ese valor serán catalogados como *blancos*, mientras que el resto serán etiquetados como *negros*. El resultado entonces será una imagen con sólo dos valores de intensidad, es decir, una imagen binaria [5].

A. Algoritmos genéticos

Los algoritmos genéticos son algoritmos de búsqueda basados en la mecánica de la selección natural [6]. Un algoritmo genético típico requiere:

1. Una representación genética del dominio de la solución (Fig. 1).
2. Una función de aptitud para evaluar el dominio de la solución.

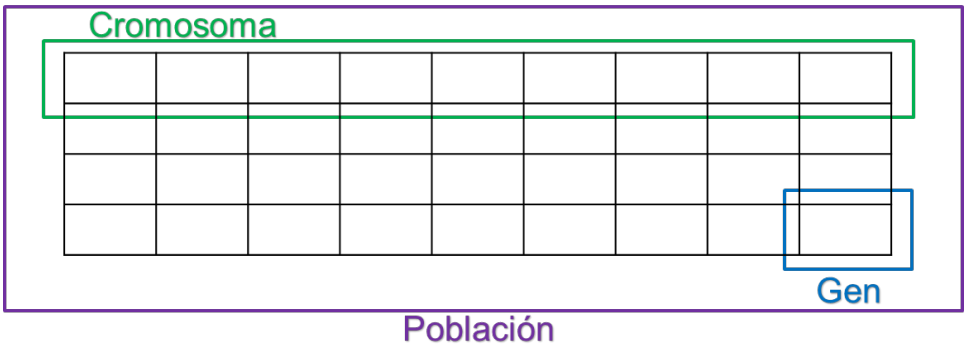


Fig. 1. Esquema de la representación genética de la solución.

El algoritmo genético modifica repetidamente una población inicial de soluciones potenciales. En cada paso, selecciona individuos al azar de la población actual para ser

padres y los usa para producir los niños para la próxima generación. El algoritmo genético está compuesto por tres operadores [7]:

- Selección, donde se seleccionan los mejores individuos basados en el valor de su función objetivo o fitness.
- Cruzamiento, aquí se combinan dos individuos o padres de la población actual para formar los hijos de la siguiente generación
- Mutación, es la alteración aleatoria de baja probabilidad a los genes de un individuo. Este operador permite aumentar el espacio de búsqueda.

Existen diversas estrategias de selección como: selección por torneo, orden lineal, selección aleatoria, emparejamiento variado inverso y selección por ruleta. Para este trabajo se eligió el método de selección por torneo el cual consiste en escoger al individuo con mejor Fitness de entre n individuos seleccionados aleatoriamente.

Entre los métodos de cruce están: cruce en un punto, cruce en 2 puntos, cruce en N puntos y cruza aritmética. En este proyecto se trabaja con cruce en dos puntos, el método consiste en cortar a dos cromosomas elegidos aleatoriamente en dos puntos, a partir de ahí se recombinan sus características genéticas para formar a nuevos individuos.

La mutación ocurre con una probabilidad P pequeña para cada gen [4, 8].

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para este proyecto se utilizó el entorno de desarrollo integrado Visual Studio y el lenguaje de programación C++ con la librería de OpenCV. También se utilizaron dos imágenes creadas digitalmente una del material y otra del patrón de corte (Fig. 2).

Fig. 2. Imágenes del material y patrón de corte con resoluciones de 102 ×102 píxeles y 10×10 píxeles respectivamente.

A continuación, se explican las partes fundamentales del desarrollo del programa.

A. Digitalización de las imágenes

Las dos imágenes de la figura 2 fueron importadas al programa en escala de grises usando la librería de OpenCV y su dirección de ubicación. Después se utilizó un algoritmo de binarización para trabajar con dos imágenes binarias y distinguir el área de interés de la

del fondo. Para el material de acomodo se utilizaron intensidades de 10 para el fondo y 0 para el material, mientras que para el patrón de corte fueron de 0 para el fondo y 1 para el patrón. La elección de esos valores de intensidad fue para trabajar con números pequeños.

Las imágenes digitales son tratadas como matrices por lo que para realizar el acomodo de patrones simplemente se realizaron sumas de los valores de intensidad del patrón y el material. Gracias al binarizado fue fácil distinguir que si en un píxel el valor de la intensidad era mayor a 1 habría traslape y valores mayores a 11 significarían patrones fuera del área de acomodo.

B. Algoritmo genético

1) Inicialización del algoritmo genético

Para la codificación del algoritmo genético se utilizó el Cromosoma que aparece en la figura 3.

```
0  Mat Acomodo;
1  int Genes[1200];
2  int Fitness;
3  int Num_traslapes;
4  int Num_fuera_area;
5  int Pix_traslapados;
6  int Pix_fuera_area;
7  int Area_ocupada;
8  int Num_Patrones;
```

Fig. 3. Estructura de parámetros que definen al cromosoma.

Donde 0 almacena la imagen del acomodo de los patrones de corte sobre el material, 1 es un vector de Genes que almacena las coordenadas x e y de cada patrón acomodado y un índice que indica si el patrón se incluye o no en el acomodo, 2 guarda el valor de la función objetivo, 3 y 4 son el número de patrones traslapados y fuera de área, 5 y 6 son el número de píxeles traslapados y fuera de área, 7 es el área total que ocupan los patrones y por último 8 es el número de patrones que están en el acomodo.

Con la finalidad de minimizar el desperdicio, en la función objetivo se considera el área no ocupada, el total de patrones no incluidos, patrones traslapados y patrones fuera de área. Cada uno de estos parámetros se multiplican por pesos establecidos previamente en el programa. La función objetivo se muestra en la Ec. (1)

$$FO = w_{Patrones}(Total\ de\ patrones - Núm.\ patrones) + w_{no\ usado}(Área\ total - Área\ ocupada) + w_{NT}(Núm.traslapes) + w_{PT}(Píx.traslapados) + w_{NFA}(Núm.Fuera\ de\ área) + w_{NPFA}(Píx.fuera\ de\ área) \quad (1)$$

Donde los w_x son los pesos asignados al número de patrones no incluidos, al área desperdiciada, a los patrones traslapados, al número de pixeles traslapados, número de patrones fuera de área y número de pixeles fuera de área. De acuerdo con la Ec. (1), entre menor sea la función objetivo mejor será la solución.

Para inicializar la población se generaron aleatoriamente las coordenadas x e y, contenidas en los genes, así como el índice de colocación, esto se realizó para cada uno de los patrones considerados. Luego de generar la población inicial, se obtuvieron el valor de la función objetivo y los otros parámetros del cromosoma.

2) Operadores genéticos

Para generar las siguientes poblaciones se utilizó el método de selección por torneo, de entre dos individuos seleccionados aleatoriamente se eligió el de mejor fitness y se formó una población del mismo tamaño que la inicial. Luego se utilizó el operador de cruce en dos puntos para obtener a la descendencia. Se estableció que la mutación ocurriera para un gen aleatorio si se superaba un umbral de muta. Por último, se realizó el reemplazo de acuerdo con el valor del Fitness.

El criterio de paro del programa fue la cantidad de generaciones establecidas previamente.

IV. RESULTADOS

Con parámetros iniciales de un total de 250 patrones, una población de 100 individuos, umbral de probabilidad de mutación de 0.6 y con 300 generaciones se obtuvo el resultado que se muestra en la figura 4.

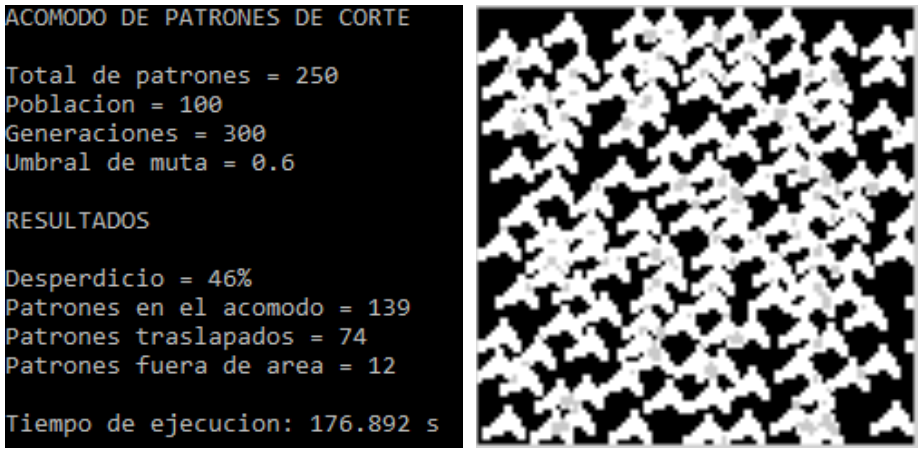


Fig. 4. Resultado entregado por el programa.

El desperdicio fue de 46% con 139 patrones considerados en el acomodo. El tiempo de ejecución del programa fue de 176.892 segundos. El desperdicio y los traslapes siguen siendo elevados, esto puede mejorar probando con otros operadores genéticos para la selección y el cruce, añadiendo la posibilidad de rotación del patrón y realizando una reparación final del cromosoma para disminuir los patrones traslapados y fuera de área.

Una ventaja del algoritmo realizado es que los operadores genéticos utilizados son sencillos de programar. La desventaja es que trabaja con imágenes de baja resolución por lo que si se trabajara con imágenes de mayor tamaño el tiempo de ejecución sería más grande.

V. CONCLUSIONES

El problema de patrones de corte puede ser resuelto con un algoritmo genético y eligiendo los operadores genéticos adecuados se puede llegar a una solución óptima.

Este trabajo permite alentar a la investigación de mejoras al mismo algoritmo o búsqueda de nuevos métodos que den solución al problema de patrones de corte que sería de gran beneficio para el sector industrial.

VI. AGRADECIMIENTOS

Agradezco al programa Verano de la Ciencia Región Centro por brindarme los recursos necesarios para realizar la estancia de investigación y al Centro de Investigaciones en Óptica por brindar las instalaciones para el desarrollo del proyecto. Expreso mi especial agradecimiento al Dr. Francisco Cuevas de la Rosa quien me estuvo guiando a lo largo del desarrollo del proyecto e impartió cátedras relacionadas con el tema, además de siempre estar fomentando la lectura e investigación en sus alumnos. También agradezco a mi compañero Carlos Alberto García García por su trabajo en equipo y compañía a lo largo de la estancia.

REFERENCIAS

[1] Gil Gonzalez, C. A., Orejuela Cabrera, J. P., & Peña, D. (2017). El Problema de patrones de corte, clasificación y enfoques/Cutting stock problem, classification and approaches. Prospectiva, 15(1), 112–125. https://doi.org/10.15665/rp.v15i1.718

[2] Anand, S., McCord, C., Sharma, R., & Balachander, T. (2008). An integrated machine vision based system for solving the nonconvex cutting stock problem using genetic algorithms. Journal of Manufacturing Systems, 18(6), 396–415. https://doi.org/10.1016/s0278-6125(00)87642-6

[3] Tien, N. D. (2018). A genetic algorithm approach for large-scale cutting stock problem. Advances in Intelligent Systems and Computing, 672, 796–805. https://doi.org/10.1007/978-981-10-7512-4_78

[4] A. Rodríguez, *Algoritmos de Visión e Inteligencia Computacional para el acomodo de patrones de corte de materiales* [MSThesis], Centro de Investigaciones en Óptica, 2019.

[5] Pajares, G., & de la Cruz, J. (2007). Visión por computador: Imágenes digitales y aplicaciones. Editorial Ra-Ma, 4, 102–105.

[6] E. Goldberg, D. (1989). Genetic Algorithm in Search, Optimization, and Machine Learning. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, xiii.

[7] MathWorks Documentation, *What is a genetic algorithm?* Disponible en: https://la.mathworks.com/help/gads/what-is-the-genetic-algorithm.html [Consultado en agosto 2019].

[8] Ventura, S. (2014). Algoritmos Genéticos. Conceptos Basicos. 1–64. Retrieved from https://sci2s.ugr.es/sites/default/files/files/Teaching/GraduatesCourses/Bioinformatica/Tema 06 - AGs I.pdf

Almacén Inteligente

Josué Omar Zaragoza González
Universidad Politécnica del Bicentenario.
Carretera Silao-Romita km 2 cp36283
16030134@upbicentenario.edu.mx

Asesor: Juan Manuel Guzmán Ambriz
Universidad Politécnica del Bicentenario
Carretera Silao-Romita km 2 cp36283
jguzmana@upbicentenario.edu.mx

Resumen — Almacén inteligente es un sistema computarizado que controla el almacén de manera inteligente y en tiempo real. Este es un proyecto que consiste en un servicio enfocado al área de la conectividad de la Industria 4.0. Mediante este servicio de administración en tiempo real se pretende que el personal a cargo del almacén monitoreo las entradas y salidas del almacén, es sistema de administración consiste en el registro inmediato en una base de datos del inventario mediante la lectura de un código de barras, así mismo el código que puede ser creado por el propio sistema. Almacén Inteligente es una herramienta alternativa que busca resolver el problema de la trazabilidad interna y externa del producto. Almacén inteligente está dirigido a toda qué empresa que busque la mejora en el control de su almacén.

Abstract — Intelligent Warehouse is a computerized system that controls the warehouse intelligently and in real time. This is a project that consists of a service focused on the connectivity area of Industry 4.0. Through this real-time management service it is intended that the personnel in charge of the warehouse monitor the inputs and outputs of the warehouse, the administration system consists of the immediate registration in an inventory database by reading a barcode, likewise the code that can be created by the system itself. Intelligent Warehouse is an alternative tool that seeks to solve the problem of internal and external traceability of the product. Smart Warehouse is aimed at any company that seeks to improve its warehouse control

I. INTRODUCCIÓN

Almacén Inteligente busca resolver los problemas de trazabilidad de interna y externa de los productos dentro del almacén de una empresa mediante el control en tiempo real mediante el uso de códigos de barras para el reconocimiento de los productos y de esa manera clasificarlos y registrarlos en una base de datos. Los clientes potenciales de son principalmente las pequeñas y medianas empresas que no cuentan con un software especializado para el control de sus almacenes. [1]

La principal ventaja de este proyecto es la practicidad de su forma de operar ya que está diseñado de manera intuitiva para una persona sin demasiada experiencia pueda manejarlo sin dificultad y su bajo costo. Redbeam Software es el principal competidor ya que ofrece una alternativa robusta para el control de inventarios, sin embargo, como ya se ha mencionado la principal ventaja es el costo de este sistema inteligente.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Prototipo Banda Transportadora

Materiales: Motor (ventilador), Banda (piel), Dos Servomotores, 1 Protoboard, 1 Arduino, 6 Baleros, 1 pegamento para piel, cable calibre 20, 1 tramo de tubular (6mts), Acrílico 30*40 cm.

Arduino es una plataforma de creación de electrónica de código abierto, la cual está basada en hardware y software libre, flexible y fácil de utilizar para los creadores y

desarrolladores. Esta plataforma permite crear diferentes tipos de microordenadores de una sola placa a los que la comunidad de creadores puede darles diferentes tipos de uso.

Para poder entender este concepto, primero vas a tener que entender los conceptos de hardware libre y el software libre. El hardware libre son los dispositivos cuyas especificaciones y diagramas son de acceso público, de manera que cualquiera puede replicarlos. Esto quiere decir que Arduino ofrece las bases para que cualquier otra persona o empresa pueda crear sus propias placas, pudiendo ser diferentes entre ellas, pero igualmente funcionales al partir de la misma base. El software libre son los programas informáticos cuyo código es accesible por cualquiera para que quien quiera pueda utilizarlo y modificarlo. Arduino ofrece la plataforma Arduino IDE (Entorno de Desarrollo Integrado), que es un entorno de programación con el que cualquiera puede crear aplicaciones para las placas Arduino, de manera que se les puede dar todo tipo de utilidades. [1]

El Arduino es una placa basada en un microcontrolador ATMEL. Los microcontroladores son circuitos integrados en los que se pueden grabar instrucciones, las cuales las escribes con el lenguaje de programación que puedes utilizar en el entorno Arduino IDE. Estas instrucciones permiten crear programas que interactúan con los circuitos de la placa. El microcontrolador de Arduino posee lo que se llama una interfaz de entrada, que es una conexión en la que podemos conectar en la placa diferentes tipos de periféricos. La información de estos periféricos que conectes se trasladará al microcontrolador, el cual se encargará de procesar los datos que le lleguen a través de ellos.

El tipo de periféricos que puedas utilizar para enviar datos al microcontrolador depende en gran medida de qué uso le estés pensando dar. Pueden ser cámaras para obtener imágenes, teclados para introducir datos, o diferentes tipos de sensores. También cuenta con una interfaz de salida, que es la que se encarga de llevar la información que se ha procesado en el Arduino a otros periféricos. Estos periféricos pueden ser pantallas o altavoces en los que reproducir los datos procesados, pero también pueden ser otras placas o controladores.

La parte en donde nos indica “Serial”, son etiquetas para mostrar la medida que detecta los sensores, esto se mostrará en el monitos serial. Si el sensor 1 (ultrasonic) detecta 11 cm activara el servomotor 1 llevándolo hasta 0° esperara 2000 milisegundos lo que equivale a 2 segundos para volver a su posición inicial de 45° [2].

Si el sensor 2 (ultrasonic 2) detecta en un rango de 14 a 16 cm activara el servomotor 2 llevándolo a 0°, esperara 1000 milisegundos que equivale a 1 segundo para llevarlo a su posición inicial de 45°. Delay (100) este delay es un retardo de tiempo para que los sensores una vez que detecten y hagan un proceso esperen 100 milisegundos para poder hacer de nuevo el ciclo y volver a detectar.

banda

```
#include <Ultrasonic.h>
#include <Servo.h>

Ultrasonic ultrasonic(8, 9); // (Trig PIN,Echo PIN)
Ultrasonic ultrasonic2(11, 10); // (Trig PIN,Echo PIN)

Servo servo1;
Servo servo2;



void setup() {
  Serial.begin(9600);
  servo1.attach(5);
  servo2.attach(6);

  //Valor inicial del servo
  servo1.write(45);
  servo2.write(45);

}

void loop()
{


  //lee sensores
  Serial.print(" sensor1 " );
  Serial.print(ultrasonic.Ranging(CM)); // CM or INC
  Serial.print(" cm    " );
```

Figura 1. Código de control de los servomotores.

```
  Serial.print(" cm    " );

  Serial.print(" sensor2 " );
  Serial.print(ultrasonic2.Ranging(CM)); // CM or INC
  Serial.println(" cm  " );
  delay(100);


  //movimiento de servos
  //    servo1.write(0);
  //    servo2.write(0);
  if (ultrasonic.Ranging(CM) == 11)
  {
    servo1.write(0);
    delay(2000);

  }
  else
  {
    servo1.write(45);
  }

if (ultrasonic2.Ranging(CM) >= 14 && ultrasonic2.Ranging(CM) <=16)
  {
    servo2.write(0);
    delay(1000);

  }
  else
  {
    servo2.write(45);
```

Figura 2. Código de control de los sensores ultrasónicos.

III. RESULTADOS

La Banda Transportadora (prototipo) realiza la selección de materiales según su altura, en este caso se analizaron tres diferentes tipos de productos (tres medidas diferentes).

Figura 3 Pruebas de funcionamiento mecánico de la banda transportadora.

Figura 4. Pruebas de funcionamiento de programación (servomotores y sensores ultrasónicos).

IV. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios ya que hizo la selección correcta de material. Conforme con las especificasiones esatblecidas en el codigo que se programo las medidas que sebian accionar el servomotor.

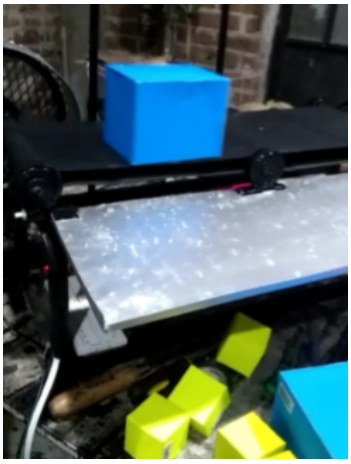


Figura 5. Funcionamiento correcto del accionamiento de los servomotores al intersectar con el sensor a la medida establecida.

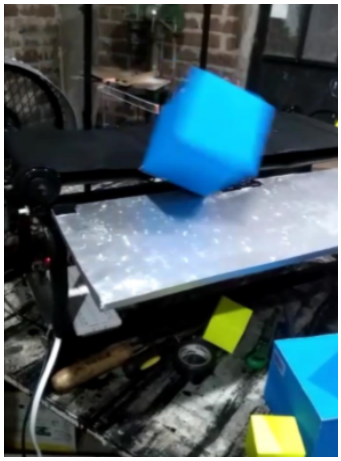


Figura 6. Banda transportadora trabajando según los parámetros establecidos.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El impacto de este proyecto es el en primer lugar es el económico ya que es una alternativa practica para el control de inventarios la cual hace apoyo de las redes inalámbricas para poder operar ya que los recursos necesitados con los que la mayoría de las empresas pequeñas y medianas ya cuentan por lo que no es necesario invertir grandes cantidades de dinero para la implantación del sistema.

VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradecemos principalmente a la escuela Universidad Politécnica del Bicentenario ya que da cabida a que los proyectos de sus alumnos se desarrollen en el ámbito de educación dentro de su plantel. Al comité del 21° verano de la ciencia De la Región Centro por fomentar y apoyar los proyectos de investigación

REFERENCIAS

[1] Microsoft. [En línea]. Available: https://support.office.com/es-es/article/crear-una-tabla-din%C3%A1mica-para-analizar-datos-de-una-hoja-de-c%C3%A1lculo-a9a84538-bfe9-40a9-a8e9-f99134456576. [Último acceso: 15 junio 2019].

[2] A. arduino, «Aprendiendo arduino,» 25 09 2016. [En línea]. Available: https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/09/25/que-es-arduino/. [Último acceso: 10 Julio 2019].

[3] A. Arduino, «Aprendiendo Arduino,» 23 01 2017. [En línea]. Available: https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2017/01/23/programacion-arduino-5/. [Último acceso: 10 Julio 2019].

[4] A. }. [En línea]. Available: https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2017/01/23/programacion-arduino-5/.

Análisis comparativo sobre proyectos con realidad aumentada en el estado de Zacatecas

Edgardo León Romero Sandoval
Universidad Autónoma de Zacatecas
Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica
Campus Jalpa
Libramiento Jalpa km. 156+380, Fracc. Solidaridad,
Carr. Guadalajara-Saltillo, C.P. 99600, Jalpa, Zac.
edgardo.romero@uaz.edu.mx

Asesor: Carlos Roberto Ordaz García
Universidad Autónoma de Zacatecas
Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica
Campus Jalpa
Libramiento Jalpa km. 156+380, Fracc. Solidaridad,
Carr. Guadalajara-Saltillo, C.P. 99600, Jalpa, Zac
carlos.ordaz@uaz.edu.mx

Resumen — En este 21° Verano de la Ciencia de la Región Centro se presenta en el siguiente trabajó el estatus o estado del arte en cuanto a la tecnología emergente llamada Realidad Aumentada(RA) en el territorio de Zacatecas, con el propósito de determinar su evolución, desarrollo y madures en las Instituciones Públicas de Educación Superior (IPES) así como localizar las áreas de oportunidad para la implementación de proyectos. En este trabajo se utiliza la metodología cuantitativa descrita por Sampieri que sigue un proceso secuencial. Para la obtención de información sobre proyectos se realizaron una serie de preguntas enfocadas a las IPES las cuales se aplicaron a través de herramientas que proporciona internet.

Palabras clave — Realidad Aumentada, Código QR, Modelo 3D, Visión Aumentada.

Abstract — In this 21st Summer of Science of the Central Region, the status or state of the art in terms of emerging technology called Augmented Reality (AR) in the territory of Zacatecas is presented in the following work, in order to determine its evolution, development and maturity in the Public Institutions of Higher Education (IPES) as well as to locate the areas of opportunity for the implementation of projects. This work uses the quantitative methodology described by Sampieri that follows a sequential process. In order to obtain information on projects, a series of questions focused on IPES were made, which were applied through tools provided by the internet.

Keywords — Augmented Reality, QR Code, 3D Model, Augmented Vision.

I. INTRODUCCIÓN

En estos últimos años los avances que provee la ciencia y la tecnología han permitido un rápido desarrollo de nuevas invenciones o mejoras en varios dispositivos en todas las áreas del conocimiento. Una de estas tecnologías que ha tenido auge en los últimos años gracias al rápido crecimiento de los dispositivos móviles es la realidad aumentada (augmented reality) la cual permite colocar objetos virtuales sobre el mundo real. Algunos ejemplos del uso de ésta son aplicaciones como Pokémon Go en el ámbito del entretenimiento o como Anatomy 4D enfocada al ambiente educativo.

Así, Linowes (2015), define realidad virtual como un entorno creado tridimensionalmente que parece real y por el que es posible moverse como si fuera real. Pero en los dispositivos habituales, la información transmitida por la realidad virtual se circunscribe únicamente a datos visuales y, como mucho, auditivos. Por otra parte, al ser un mundo completamente virtual se produce un aislamiento visual absoluto del mundo natural que genera una cierta inseguridad en la persona [1].

La Realidad Aumentada, a partir de ahora RA, es vista como una derivación del concepto de la realidad virtual debido a que tienen elementos en común. Ante tal situación, la RA es

pues una tecnología que superpone a una imagen real obtenida a través de una pantalla imágenes, modelos 3D u otro tipo de informaciones generados por ordenador [2].

Una definición técnica, completa y precisa de RA es la ya clásica que otro de los gurús de la RA dio en su famoso artículo de 1997 «A survey of augmented reality». En este artículo Azuma (1997) dice textualmente lo siguiente: para evitar limitar la realidad aumentada a tecnologías específicas, este artículo define la RA como sistemas que tienen las tres siguientes características: 1) Combina lo real y lo virtual, 2) Interactiva y en tiempo real, 3) Registrada en 3D [2].

En este contexto, el objetivo de esta investigación son los proyectos que incluyen la tecnología de realidad aumentada que se han desarrollan en el territorio Zacatecano, con el fin de conocer los avances y experiencia que en esta materia se han generado. Se busca identificar características divergentes y convergentes que ayuden a establecer un punto de comparación y permitan conocer las herramientas materiales y métodos utilizada para el desarrollo de las mismas.

II. MARCO TEÓRICO

A. Niveles de Realidad Aumentada

Se pueden entender los niveles como una forma de medir la complejidad de las tecnologías involucradas en el desarrollo de sistemas de RA. Lens-Fitzgerald, el cofundador de Layar, uno de los navegadores de RA más importantes del mundo, escribió un artículo en 2009 donde define los niveles de la RA. Este autor menciona cuatro niveles (del 0 al 3).

Nivel 0. Hiperenlazando el mundo físico (physical world hyper linking). Basado en códigos de barra (enlaces 1D, Universal Product Code), códigos 2D (por ejemplo, los códigos QR) o reconocimiento de imágenes aleatorias (Figura 1). Lo característico de este nivel 0 es que los códigos son hiperenlaces a otros contenidos, no existe registro en 3D ni seguimiento de los marcadores (básicamente funcionan como un hiperenlace HTML, pero sin necesidad de teclear).

Figura 1. Código de barras y código QR [2]

Nivel 1. RA basado en marcadores (marker based AR). Normalmente es reconocimiento de patrones 2D, el reconocimiento 3D de objetos (por ejemplo, una silla) sería la forma más avanzada de nivel 1 de AR (Figura 2).

Nivel 2. RA sin marcadores (markerless AR). Mediante el uso del GPS y la brújula de los dispositivos móviles se consigue localizar la situación, la orientación y superponer POI (puntos de interés) en las imágenes del mundo real (Figura 3). LensFitzgerald (2009) lo

define como RA basada en GPS-brújula. También puede incluir el uso de acelerómetros para calcular la inclinación.

Nivel 3. Visión aumentada, citando a Rice (2009): “Debemos despegarnos del monitor o el display para pasar a ligeros, transparentes displays para llevar encima (de una escala como las gafas). Una vez la RA se convierte en VA (visión aumentada), es inmersiva. La experiencia global inmediatamente se convierte en algo más relevante, contextual y personal. Esto es radical y cambia todo”. Este nivel no está todavía disponible. [2]

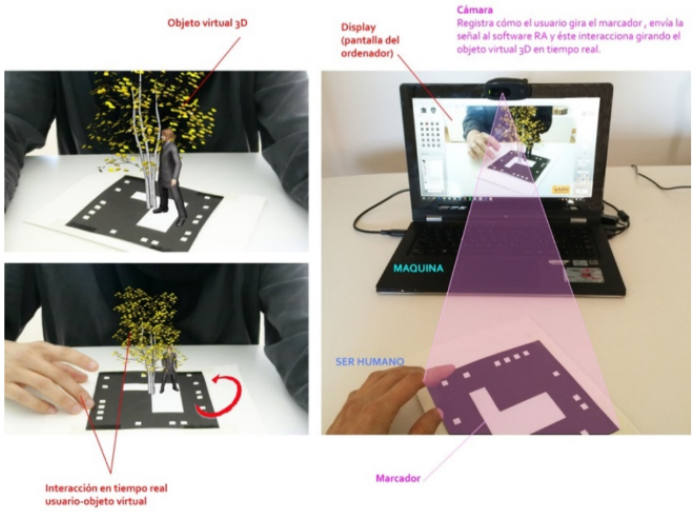


Figura 2. Modelo 3D asociado con un marcador [3]

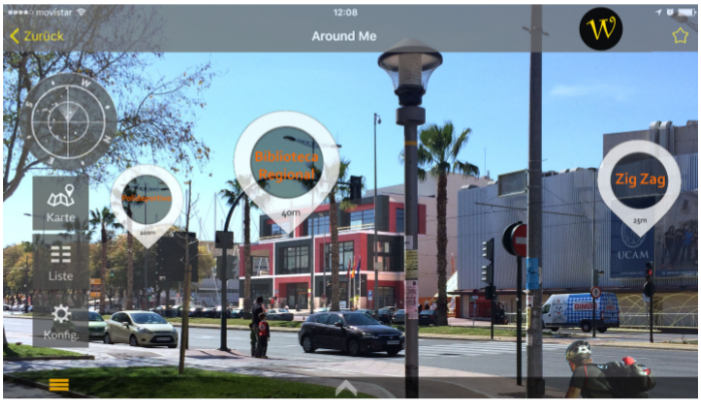


Figura 3. Entorno RA móvil en exteriores [3]

B. Herramientas de Realidad Aumentada

En la actualidad existen un numero diverso de herramientas para la creación de aplicaciones de RA. En la siguiente tabla 1 se muestra un listado de las herramientas para desarrollar experiencias de RA [4], [5].

Tabla 1. Herramientas de Realidad Aumentada

Herramienta	Tipo de licencia	Conocimientos de programación
Argon	Licencia Comercial	Si
ARToolKit	Open source. Licencia Comercial disponible	Si
AR-media™ Plugin for Google™ SketchUp™	Comercial/ Uso libre	No
ArUco	Licencia BSD	Si
ATOMIC Authoring Tool	Open source	No
Aumentaty Author	Comercial/ Uso libre	No
Aurasma	Comercial/ Uso libre	No
Augment	Comercial/ Uso libre	No
BuildAr	Open source. Licencia Comercial disponible	No
DroidAR	Open source (licencia doble: GPLv3 o comercial)	Si
FLARToolKit and FLARManager for Adobe Flash	Open source	Si
Junaio	Comercial/ Uso libre	No
Layar	Comercial/ Uso libre	No (Para insertar objetos 3D es necesario cierto conocimiento de JSON, PHP etc.)
LinceoVR	Licencia Comercial	No
Metaio SDK	Comercial/ Uso libre	Si
Metaio Creator	Licencia Comercial	No
Mixare	Libre uso	No
NyARToolkit	Open source	Si
SLARToolkit	Open source	Si
Total Immersion – D'Fusion Studio	Licencia Comercial	Si
Vuforia	Comercial/ Uso libre	Si
Wikitude	Licencia Comercial	No
VYZAR	Licencia No comercial	Soporta 2 opciones

III. METODOLOGÍA

La metodología a seguir fue el enfoque cuantitativo por Hernández Sampieri que lo describe como un proceso secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no se pueden "brincar o eludir" pasos, aunque desde luego, si se puede redefinir alguna fase.

En el enfoque cuantitativo los planteamientos a investigar son específicos y delimitados desde el inicio de un estudio. Además, las hipótesis se establecen previamente, esto es,

antes de recolectar y analizar los datos. La recolección de los datos se fundamenta en la medición y el análisis en procedimientos estadísticos. [6]

El proceso cuantitativo se muestra en la siguiente figura 4.

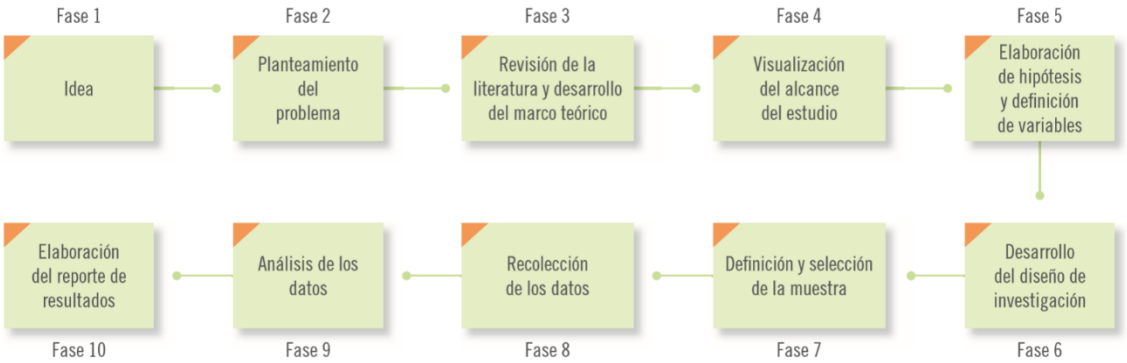


Figura 4. Proceso cuantitativo [6]

IV. RESULTADOS

Durante la fase de revisión de la literatura se consultaron principalmente tres fuentes digitales: https://www.redalyc.org donde se encontró un gran cantidad de documentos relacionados con el tema de realidad aumentada casi en su totalidad en el ámbito internacional de los cuales se analizaron dos decenas, sin embargo entre los documentos de origen nacional uno de los más citados fue realizado por investigadores de la Universidad de Guadalajara llamado Internet de las cosas y Realidad Aumentada: Una fusión del mundo con la tecnología.

También se indagó en el portal de Google Académico, en esta fuente se encontraron varios documentos vinculados al repositorio mencionado anteriormente, no obstante, se consultó principalmente el libro Realidad Aumentada: una nueva lente para ver el mundo [7]. Este libro es mencionado en la mayoría de los documentos consultados.

Por otra parte, la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ) a través de la Unidad Académica en Estudios del Desarrollo, cuenta con el Repositorio Institucional Caxcán, mismo que permite que los resultados de las investigaciones generadas de las unidades académicas sean publicados en una plataforma digital de acceso libre. Es un espacio en la web, de investigación, de producción del conocimiento, de vinculación con la sociedad, de difusión de los productos académicos y de extensión que, desde una perspectiva multidisciplinar, interdisciplinar y transdisciplinar se generan en la UAZ. Lamentablemente en esta fuente no se encontraron documentos relacionados con el tema a tratar.

De manera complementaria se elaboraron dos instrumentos de recolección de datos, uno dirigido a directivos y otro a docentes-investigadores, ambos con el objetivo de conocer los trabajos que en materia de Realidad Aumentada se han desarrollado en Instituciones Públicas de Educación Superior (IPES) ubicadas en el Estado de Zacatecas, los cuales se aplicaron a través del sistema infomex Zacatecas -que permite consultar la información pública que se encuentra en manos del Gobierno- a las siguientes IPES: Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo, Instituto Tecnológico Superior de Jerez, Instituto

Tecnológico Superior de Loreto, Instituto Tecnológico Superior de Nochistlán, Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte, Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Occidente, Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Sur, Universidad Politécnica de Zacatecas, Universidad Politécnica del Sur de Zacatecas, Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas y por supuesto la Universidad Autónoma de Zacatecas. Sin embargo, hasta la fecha de cierre de la presente publicación aún ninguna IPES ha entregado los cuestionarios contestados.

V. CONCLUSIONES

De lo anterior se desprende que la Realidad Aumentada es una tecnología en constante crecimiento en las diversas áreas del conocimiento y se ha observado que está siendo utilizada en gran parte del mundo. A pesar de esto no hay evidencia documental a través de productos académicos de proyectos realizados y/o implementados en el estado de Zacatecas, lo cual abre un gran nicho de oportunidad para el futuro cercano.

VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de Zacatecas y al CONACyT por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

REFERENCIAS

[1] W. Castañares, «Realidad virtual, mímesis y simulación,» *CIC. Cuadernos de Información y Comunicación,* vol. 16, pp. 59-81, 2011.

[2] C. Prendes Espinosa, «Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas,» *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación,* nº 46, pp. 187-203, 2015.

[3] J. J. Maquilón Sánchez, A. B. Mirete Ruiz y M. Avilés Olmos, «La Realidad Aumentada (RA). Recursos y propuestas para la innovación educativa,» *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado,* vol. 20, nº 2, pp. 183-203, 2017.

[4] A. K. De la Hoz Manotas, J. A. Sepulveda Ojeda y R. D. Sarmiento Polo, «Prototipo móvil de realidad aumentada para sistema de transporte masivo en la ciudad de Barranquilla,» *PROSPECTIVA,* vol. 13, nº 2, pp. 96-109, 2015.

[5] J. Cubillo Arribas, S. Martín Gutiérrez, M. Castro Gil y A. Colmenar Santos, «RECURSOS DIGITALES AUTÓNOMOS MEDIANTE REALIDAD AUMENTADA,» *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia,* vol. 17, nº 2, pp. 241-274, 2014.

[6] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado y P. Baptista Lucio, Metodología de la investigación, Mexico D.F.: Mc Graw-Hill, 2010.

[7] F. Telefónica, Realidad Aumentada: una nueva lente para ver el mundo, Fundación Telefónica, 2011.

[8] K. Grifantini, «Faster Maintenance with Augmented Reality,» *Technology Review, MIT,* 2009.

Análisis de circuitos con diodos semiconductores mediante una herramienta de software

Brian Alejandro Flores Silva
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carr. Irapuato-Silao Km. 12.5 Irapuato, Gto., México 36821.
ale.s.mc105@gmail.com

Asesor: Javier Silvestre Zavala
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carr. Irapuato-Silao Km. 12.5 Irapuato, Gto., México 36821.
jasilvestre@itesi.edu.mx

Resumen — En este trabajo se presenta un software para la solución de circuitos eléctricos con diodos semiconductores en configuraciones serie, paralelo y serie-paralelo. En primera instancia, el software desarrollado abarca 8 casos representativos con diferentes configuraciones. Posteriormente, en cada caso se muestra un diagrama con distintos componentes conectados de forma predefinida, asimismo pudiendo asignárseles diferentes valores, para que finalmente, el software muestra cómo se polarizan los elementos del circuito y de esta forma obtener las ecuaciones correspondientes y ser empleadas para ejecutar una serie de algoritmos para realizar los cálculos correspondientes. Además, cabe mencionar que se presenta el procedimiento seguido paso a paso para la obtención de los resultados y los diagramas con importancia visual.

Palabras clave — Circuitos eléctricos, software, diodo semiconductor.

Abstract — In this work presents a software for the solution of electrical circuits with semiconductor diodes in serial, parallel and serial-parallel configurations. In the first instance, the software developed covers 8 representative cases with different configurations. Subsequently, in each case a diagram is shown with different components connected in a predefined way, also being able to assign them different values, so that finally, the software shows how the circuit elements are polarized and in this way obtain the corresponding equations and be used to execute a series of algorithms to perform the corresponding calculations. In addition, it is worth mentioning that the procedure followed step by step to obtain the results and diagrams with visual importance is presented.

Keywords — Circuit analysis, software, semiconductor diodes..

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad con el apoyo de nuevas tecnologías se han creado nuevos métodos de aprendizaje que facilitan la adquisición de nuevos conocimientos por medio de sistemas electrónicos como lo son los softwares y hardware (Bárcenas, Domínguez y Velasco, 2018). Estos han generado que los usuarios sean capaces de comprender un tema con mayor facilidad sin importar cuál sea su método de aprendizaje (visual, auditivo y kinestésico), debido a que los softwares pueden contener características de los tres distintos métodos, con el fin de abarcar a la mayoría de los usuarios que utilizan estas herramientas para instruirse.

Con lo mencionado anteriormente, se llevó a cabo el desarrollo de un software como herramienta didáctica para que los usuarios sean autodidactas. Los softwares en la educación son creados a base de programas ejecutables en los que los usuarios pueden almacenar en distintos hardware (celulares inteligentes, computadores, tablets, etc.) para que las personas puedan usarlo en cualquier lugar donde tengan dichos dispositivos (Durango, Laínez, Noriega y Ramos, 2015). El software creado en este trabajo permite seleccionar con un clic los componentes del circuito para ingresar sus valores,

condicionando la realización de los cálculos del circuito a que estén asignados los valores de todos los componentes.

II. MARCO TEÓRICO

A. Microsoft .NET Framework

Abreviado .NET., es un entorno diseñado por Microsoft para facilitar el uso de los programas en internet, este entorno está constituido de tres componentes los cuales son: máquina virtual, biblioteca de clase y ASP. NET este último brindando los servicios para producir aplicaciones Web (Ceballos, 2007).

B. Lenguaje C#

Considerado un lenguaje de programación de alto nivel, corresponde al paquete de .NET, el lenguaje C# es una transformación de los lenguajes C/C++, Con él se puede producir programas convencionales y para internet. El paquete .NET contiene un programa traductor de C# que genera un código escrito en lenguaje intermedio, lo cual la máquina virtual compondrá (Ceballos, 2007). El proceso descrito se muestra en la Fig. 1.

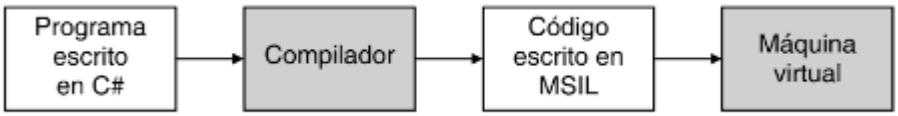


Fig. 1. Diagrama del proceso de un compilador. Recuperado de *Microsoft C#. Lenguaje y Aplicaciones. 2ª Edición*

C. Diodo semiconductor

Un diodo es un componente eléctrico que cuenta con dos terminales (cátodo y ánodo) otorgando así la que dentro de un circuito circule la corriente a través de este en un solo sentido, a su vez impide el paso de la corriente si circula en sentido contrario logrando así abrir el circuito (Boylestad y Nashelsky, 2009)

D. Circuito Eléctrico

Un circuito eléctrico es una serie de componentes eléctricos conectados que permitente el flujo de electrones, el circuito eléctrico consta de generadores (pilas o baterías), hilos conductores (cables), receptor (dispositivos, aparatos o maquinas) y elementos de maniobra (botones, interruptores, etc.) esto permite cerrar o abrir dicho circuito (Boylestad y Nashelsky, 2000).

III. METODOLOGÍA

Para realizar el software se efectuaron seis etapas las cuáles son esenciales para la realización correcta de los cálculos.

a) En la primera etapa se realizó un estudio sobre la teoría de los diodos semiconductores y los circuitos que los contienen para explicar detalladamente cada paso del procedimiento de solución en el programa.

b) En la segunda etapa se obtuvieron los diagramas de flujo de las diferentes configuraciones de circuitos con diodos semiconductores.

c) En la tercera etapa, se diseñaron los diagramas eléctricos de las diferentes configuraciones de los circuitos que aborda el software.

d) En la cuarta etapa se hizo un análisis de la posición de los componentes en la pantalla de la interfaz para que al dar clic sobre ellos se ingresen sus valores correspondientes.

e) En la quinta etapa se codificación en lenguaje C# de los algoritmos correspondientes a cada caso.

f) Programación de la interfaz de usuario.

IV. RESULTADOS

En la Fig. 2 se puede observar la interfaz del software desarrollado mostrando características importantes dentro del mismo. Se incluyó una pestaña de selección con el nombre de “Ayuda”, la cual, a su vez contiene la pestaña de “Material de apoyo”. Esta última pestaña desglosa los 8 casos representativos con diferentes configuraciones tratados en el software. Al seleccionar cualquiera de los casos, el diagrama eléctrico correspondiente aparece, utilizando la pantalla principal como panel de dibujo incluyendo una serie de etiquetas posicionadas cerca de los componentes para identificarlos. Además, se consideró la inserción de datos de una manera amigable con el usuario, permitiendo seleccionar con un clic el componente y mostrando un pequeño panel del lado derecho con la posibilidad de ingresar un valor numérico para el componente. En el caso de los diodos se puede elegir si es de Si o de Ge. Cabe destacar que al ingresar los valores se actualiza la información de cada componente con su identificador y valor correspondientes en el diagrama.

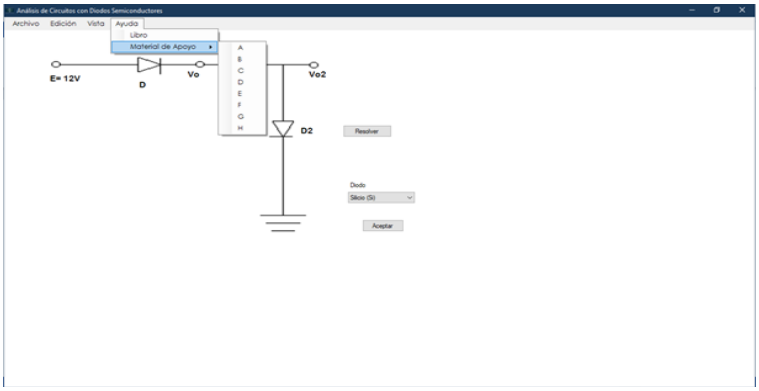


Fig. 2. Interfaz con diagrama trazado y pestaña de opciones.

El software cuenta con una serie de validaciones al momento de asignarles un valor no correspondiente a los componentes ya sean letras, símbolos o caracteres no numéricos como se muestra en la Fig. 3. Además, si no se le asigna un valor a un componente y el usuario da clic en “Resolver” se mostrará un mensaje, comentando que le falta valor a un componente.

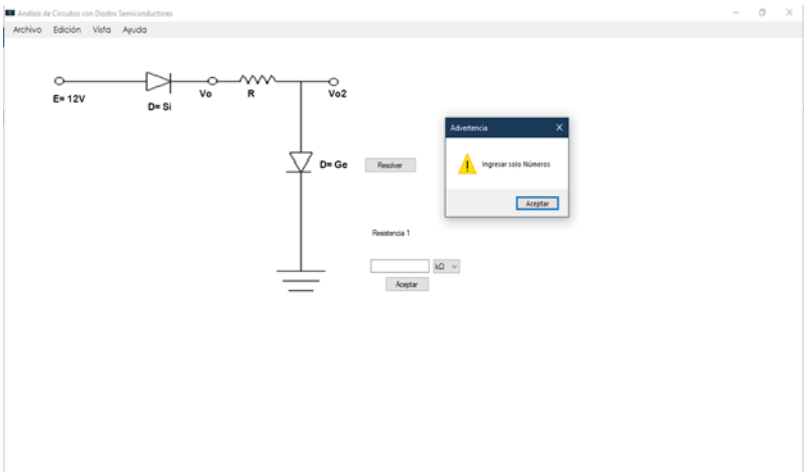


Fig. 3. Validación de datos en los componentes

Al ingresar los valores de todos los componentes y dando clic en el botón de “Resolver”, el software ejecuta en cuestión de segundos una serie de algoritmos para determinar los resultados finales del caso, mostrándolos en un cuadro de diálogo como se observa en la Fig. 4.

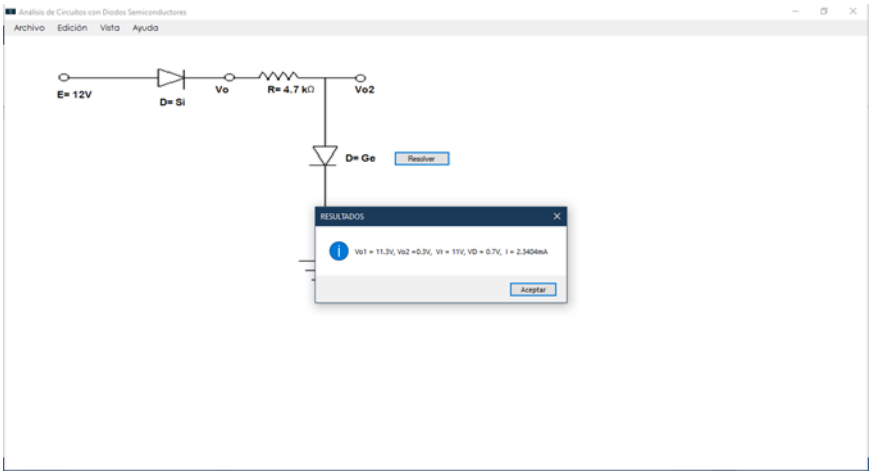


Fig. 4. Muestra de los resultados finales.

Después de mostrar los resultados finales se muestran dos botones del lado derecho de la pantalla: “Procedimiento” y “Reiniciar”. Si el usuario da clic en el botón de “Reiniciar” todos los valores asignados al diagrama eléctrico serán borrados. En cambio, si el usuario da clic en el botón de “Procedimiento”, se abrirá una pantalla secundaria donde se encuentran los pasos de solución explicados de una manera clara y detallada. En la Fig. 5, se muestra la pantalla de procedimiento en la cual del lado superior izquierdo se encuentra un diagrama eléctrico donde se indica la dirección de la corriente que sirve de apoyo visual para que el

usuario determine como se polarizan los componentes. Asimismo, del lado inferior izquierdo se presenta un diagrama eléctrico mostrando la polaridad de cada componente y si el diodo se sustituye por una fuente de voltaje o un circuito abierto. En el ejemplo mostrado el diodo de Silicio se polarizó de manera directa, convirtiéndose así en una fuente de 0.7V, mientras que el de Germanio se sustituyó por una fuente de 0.3V. De igual forma del lado derecho se visualizan los diagramas necesarios para la medición de voltaje de salida mostrando las ramas donde se pueden medir, representadas por las letras A y B.

En la parte central de la pantalla se puede observar la serie da pasos que el programa ejecutó para resolver el caso. En este caso en particular, se obtuvieron las ecuaciones correspondientes a la aplicación de la ley de voltajes de Kirchhoff, se sustituyeron los valores y se hicieron los cálculos correspondientes. Se puede observar en la figura 5 que se detalla que se trata de un circuito en serie y por lo tanto la intensidad en todos los componentes es la misma. De igual manera, donde se consideró necesario, se incluyó la explicación de los cálculos realizados.

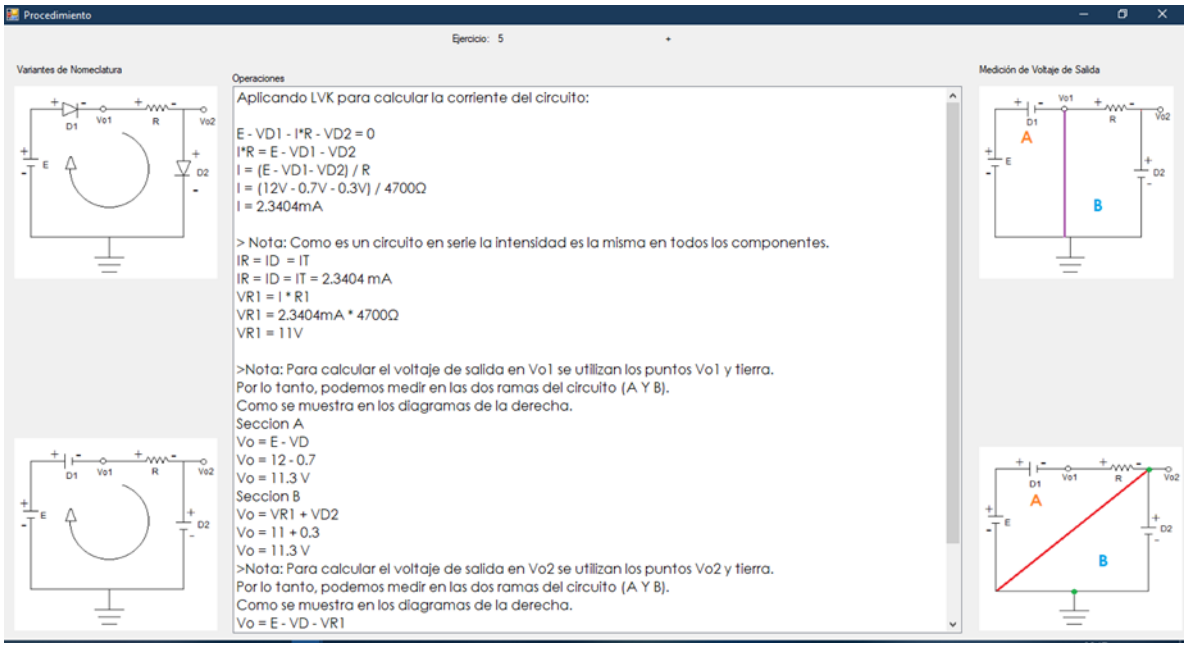


Fig. 5. Interfaz de procedimiento.

V. CONCLUSIONES

En el presente proyecto se planteó y desarrolló un software para el análisis de circuitos con diodos semiconductores, incluyendo 8 casos representativos con diferentes configuraciones. Lo anterior, basado en una serie de algoritmos codificados en el lenguaje de programación C# con el objetivo de calcular las incógnitas del circuito.

El software ofrece al usuario el resultado final de voltaje de salida de forma instantánea, el procedimiento de solución paso a paso, los diagramas eléctricos implicados en la solución y explicaciones detalladas de los pasos desarrollados. Cumpliendo con lo anterior con el objetivo planteado del proyecto.

Por otro lado, el software contempla áreas de mejora a desarrollar en el futuro tales como: que el usuario sea capaz de conectar por sí mismo los componentes y así generar la configuración deseada, agregar opciones de edición del circuito, agregar secciones de ayuda y autoevaluación.

VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al profesor Javier Silvestre Zavala, a mi compañero Antonio de Jesús Rodríguez García y al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato por el apoyo otorgado en mi participación en el Verano Regional de la Ciencia.

REFERENCIAS

Bárcenas, J., Domínguez, J. y Velasco, E. (2018). *Construcción social de una cultura digital educativa: SOMECE 2018.* Recuperado de https://books.google.com.mx/books?id=7X-lDwAAQBAJ&pg=PA621&dq=metodos+de+aprendizaje+por+medio+de+software&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwjI17qnw_jAhVEXawKHZEMAsYQ6AEILzAB#v=onepage&q=metodos%20de%20aprendizaje%20por%20medio%20de%20software&f=false

Boylestad. R. y Nashelsky L. (2009). *Electrónica: Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos.* Ciudad de México, México: Prentice Hall.

Boylestad. R. y Nashelsky L. (2000). *Fundamentos de Electrónica.* Ciudad de México, México: Prentice Hall Hispanoamericana.

Ceballos, F. (2007). *Microsoft C#. Lenguaje y Aplicaciones. 2ª Edición*. Madrid, España: Editorial RA-MA

Durango, A., Laínez, J., Noriega, R. y Ramos, D. (2015). *Curso de Ingeniería de Software.* Recuperado de https://books.google.com.mx/books?id=7tKgCgAAQBAJ&pg=PA212&dq=software+ejecutable&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwjtr9jz1e_jAhVIF6wKHXtZD3IQ6AEILzAB#v=onepage&q=software%20ejecutable&f=false

Análisis de componentes principales en BigData

Ana Laura Yépez López
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas
Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413
LRS16110002@purisima.tecnm.mx

Asesor: Aarón Montiel Rosales
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas
Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413
aaron.mr@ purisima.tecnm.mx

Resumen — El presente reporte técnico muestra una estancia de investigación, en la cual, se realizó el análisis de variables que impactan a la deserción escolar, con el objetivo de evaluar escenarios y así conocer la ocurrencia en la cual los estudiantes se ven en la necesidad de abandonar su formación académica. Esto se realizó porque el Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón está involucrado con la formación de sus estudiantes y así mismo, desea conocer las posibles causas que originan tal deserción, esto con la finalidad de crear estrategias que aporten un apoyo para disminuir los índices de deserción. Se aplicó el Análisis de Componentes Principales (ACP) y cuyos resultados serán de ayuda para enfocar las estrategias y tácticas del departamento de tutorías, en las variables de impacto.

Palabras clave — Análisis de Componentes Principales, deserción escolar, variables de impacto.

Abstract — This technical report shows a research stay, in which the analysis of variables that impact school dropout was carried out, with the aim of evaluating scenarios and thus knowing the occurrence in which students find the need to abandoning their education. This was done because the Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón is involved with the training of its students and also, wants to know the possible causes that cause such desertion, this in order to create strategies that provide support to decrease dropout rates. The Principal Component Analysis (PCA) was applied and the results of which will help to focus the strategies and tactics of the tutoring department, on the impact variables.

Keywords — Principal Component Analysis, school dropout, impact variables.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la deserción escolar se ha manifestado frecuentemente, ya que es el apartamiento de lograr una meta, esto se debe a que existen diferentes factores que impiden el desarrollo académico de los estudiantes, algunas de las posibles causas son: la falta de recursos económicos, problemas familiares, así como la desintegración familiar o la falta de involucramiento del estudiante por el desagrado al estudio. En esta investigación se dará a conocer las principales causas de deserción que se vio afectado en el año 2015 en el Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, con el apoyo del Análisis de Componentes Principales (ACP), que es un método estadístico que analiza los datos multivariados que se obtienen en una población. Así mismo, se conocerá de manera puntual como es que afectan los factores en la toma de decisiones de los estudiantes al dejar a un lado su formación académica.

II. MARCO TEÓRICO

La deserción escolar es el abandono por parte del estudiante y los educadores, no solo se refiere a la educación, sino también al abandono a los sueños y perspectivas de una vida futura, la deserción tiene diferente causas que es difícil poder determinar la culpabilidad [1].

El Análisis de Componentes Principales (ACP) es un método que analiza la dependencia estructural de datos multivariados obtenidos de una población, cuya distribución de probabilidades es desconocida. Sin embargo, puede suponerse que la población muestreada tiene distribución multinomial, con lo que se podría realizar las respectivas pruebas de hipótesis para extraer inferencias de la población de estudio [2].

Los componentes son combinaciones lineales de las variables originales y se espera que, solo algunas recojan la mayor parte de la variabilidad de los datos, obteniéndose una reducción de la dimensión en los mismos. Así mismo el propósito fundamental de la técnica consiste en la reducción de la dimensión de los datos con el fin de simplificar el problema en estudio [3].

El porcentaje de variabilidad que recoge cada factor suele ser muy distinto, de tal forma que algunos factores (componentes principales) explican gran parte de la variabilidad total. El objetivo del ACP es a partir de unos pocos factores, explicar la variabilidad de los factores que vienen condicionadas por la las correlaciones, si hay gran cantidad de correlaciones altas entre las variables, es indicativo de información redundante y pocos factores explicará gran parte de la variabilidad total. Por el contrario, correlaciones pequeñas entre las variables son indicativas de poca información redundante y, por lo tanto, se necesitará de una gran cantidad de factores para explicar una parte sustancial de la variabilidad [4-5].

El estudio bajo cuestión se llevó a cabo en Minitab versión DEMO 2018; el cual, es un programa para computadora que esta creado para ejecutar indicaciones de funciones estadísticas, se puede integrar generosamente el uso de Microsoft Excel con la capacidad de analizar una gran cantidad de datos recolectados, obteniendo resultados en un tiempo oportuno, para así, dar solución a asuntos de interés ya sean simples o complejos. El valor real de la estadística, es la aplicación de las fórmulas que son muy complejas de realizar, Minitab facilita completamente el análisis de estudio [6].

III. METODOLOGÍA

Para la participación de los resultados de esta investigación se inició con el análisis de los expedientes del año 2015, los periodos con mayor deserción son en el primer y tercer semestre, los datos fueron recolectados y proporcionados por el departamento de tutorías; caracterizando solo a estudiantes desertores en el Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, mediante variables que relacionan y aportan factores individuales, emocionales, socioeconómicos y académicos.

Las diferentes variables de deserción fueron seleccionas por parte del departamento de tutorías y cada una fue analizada de acuerdo a su clasificación las cuales fueron; carrera, semestre, estudiante, sexo, integrantes de familia, padre, madre, n° de hermanos, n° de hermanas, n° de hijos, compromiso, lugar de nacimiento, estado civil, en el transcurso de estudios donde vivirá, trabajo, becado, escolaridad del padre y escolaridad de la madre. Los datos recolectados para el análisis de deserción fueron capturados por estudiantes de la misma institución que realizan su servicio social.

La codificación de las variables se realizó de una forma cuantitativa, clasificando cada variable de deserción; la finalidad de la codificación es ingresar solo valores numéricos al software Minitab versión DEMO 2018, para optimizar y analizar eficientemente los datos. En

la Tabla 1 se muestran algunos códigos de las variables.

Por medio de la investigación del ACP se realizó una distinción correspondiente para conocer las causas que originan la deserción escolar y se buscarán alternativas que puedan reducir la índice deserción.

IV. RESULTADOS

El efecto de estudio durante esta investigación se obtuvo Minitab versión DEMO 2018 que facilita el análisis de las variables, y con la participación en la recopilación de datos por parte del departamento de tutorías, así como los estudiantes que realizan su servicio social. Los resultados que se obtuvieron en cada una de sus etapas de esta investigación quedaron expresados de la siguiente manera:

A. DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES DE IMPACTO

1. Carrera profesional: El desarrollo de la carrera son los resultados de la interacción entre la planeación ya que este es un proceso individual deliberado para identificar oportunidades, opciones y consecuencias; sirve para establecer metas relacionas con el trabajo y la educación [7].
2. Sexo: Corresponde al plano biológico de un conjunto de características físicas, anatómicas y fisiológicas de los seres humanos, que los definen como hombre o mujer. El sexo viene determinado por la naturaleza, es una construcción natural, con la que se nace [8].
3. Integrantes de familia: Es una notación que describe en general a un conjunto de individuos unidos por un vínculo de parentesco, ya sea consanguíneo, por matrimonio o adopción, que viven juntos por un periodo indefinido de tiempo. Constituye la unidad básica de la sociedad [9].
4. Compromiso: Se atribuye a un alto grado de responsabilidad sobre algo de interés específico. Un compromiso hace empatía al desarrollo de actos o acciones para concretar acuerdos y brindar confianza para presentar respuestas favorables aquellas personas con quienes responden a las actividades por realizar [10].
5. Estado civil: Se denomina estado civil a la situación personal en que se encuentra o no una persona física en relación a otra, con quien se crean lazos jurídicamente reconocidos sin que sea su pariente, constituyendo con ella una institución familiar, y adquiriendo derechos y deberes al respecto [11].
6. Estudiante: Son aquellas personas que tiene una actividad ocupacional en el ámbito académico. La principal función es desarrollar habilidades, destrezas y competencias mediante la preparación de su educación. Consta en conseguir un alto rendimiento en la capacidad intelectual al desarrollar al máximo posible todas las funciones mentales, para así extraer mayor información en las nuevas enseñanzas sobre distintas materias o ramas de la ciencia y el arte para ponerlas en práctica a la culminación de sus estudios [12].
7. Padre y Madre: Incluye aspectos biológicos, emocionales, culturales y sociales, que el ser humano está expuesto. Es compartir un proyecto de vida en la cual se explora todo lo relacionado con el desarrollo personal de sentimientos asociados a una necesidad de

formar una familia, así como la aceptación y responsabilidad a la llegada de los hijos [13].

Tabla 1. Codificación de las variables.

Código	Clasificación de la variable	Nombre de la variable
1	Carrera	Bioquímica
2		Electromecánica
3		Gestión empresarial
4		Industrial
5		Informática
1	Sexo	Hombre
2		Mujer

B. ANÁLISIS DE LAS VARIABLES MEDIANTE ACP

Para conocer el comportamiento de las variables de impacto, fue necesario acudir al software Minitab versión DEMO 2018, en el cual se ingresaron cada uno de los datos.

Primer semestre del 2015

Los resultados obtenidos de acuerdo al análisis realizado mostro que algunas de las variables no afectan en las decisiones al decidir no continuar con la formación académica algunas de ellas fueron: sexo, integrantes de la familia, número de hermanas. En la Figura 1, se muestra el comportamiento de cada variable. Una vez identificadas las variables con mayor índice de deserción, nuevamente se realizó un análisis con la reducción de estas y los resultados obtenidos arrojo que la educación de los padres, así como, la estabilidad emocional de los padres son las que tienen mayor impacto. En la Figura 2, se muestra el comportamiento de las variables.

Tercer semestre del 2015

Los resultados obtenidos en el tercer semestre tuvieron cambios significativos al primer semestre, las variables se comportaron de distinta manera en las cuales no afectaron en las decisiones de los estudiantes algunas ellas fueron; carrera, estudiante, integrantes de la familia, etc. La Figura 3, se muestra el comportamiento de cada variable.

Realizando la reducción de las variables nuevamente se realizó el análisis y los resultados obtenidos fueron los siguientes: la estabilidad emocional de la madre y el padre, así mismo, la importancia de donde radicará en el transcurso de estudios, de la misma manera el estado civil que se encuentra el estudiante. En la Figura 4, se muestra el comportamiento que tienen las variables.

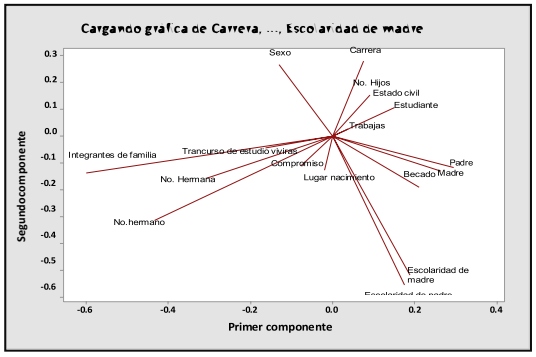


Figura 1. ACP con todas las variables, primer semestre.

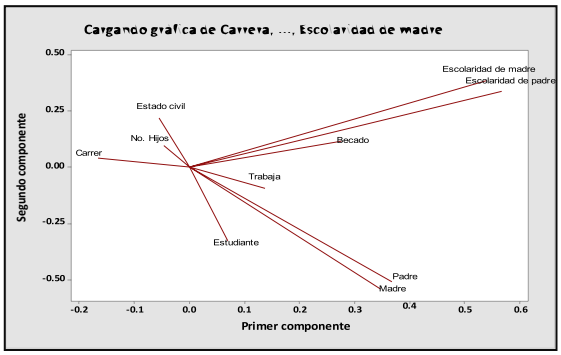


Figura 2.ACP reducción de las variables, primer semestre.

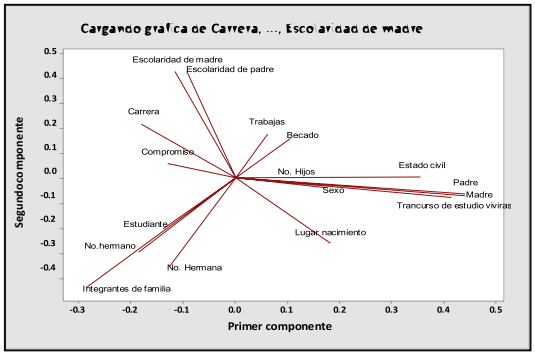


Figura 3. ACP con todas las variables, tercer semestre.

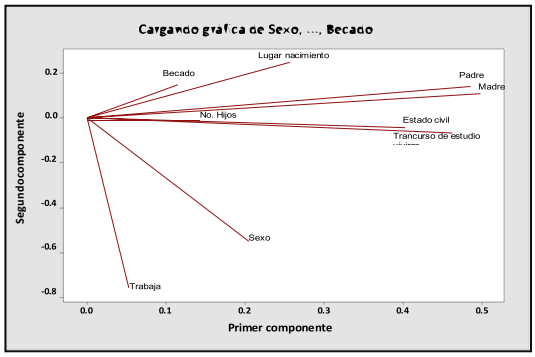


Figura 4. ACP reducción de las variables, tercer semestre.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a la investigación realizada se denoto que, mediante técnicas de análisis estadístico, como el ACP se determinó las variables que impactan en el índice de deserción. La aplicación ACP ayudo a reducir el extenso conjunto de variables y así comprender de forma practica el proceso de toma de decisiones de un estudiante en su formación escolar, encontrándose que las variables emocionales son las que generan mayor impacto en la decisión de los estudiantes del primer y tercer semestre, punto critico se debe al desajuste psicológico que viven los estudiantes que no culminan sus estudios.

El objetivo de la aplicación del ACP fue encontrar con un conjunto de variables con las que el departamento de tutoría tome estrategias y tácticas para disminuir el índice de deserción en el Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón.

V. RECONOCIMIENTOS

En esta investigación se reconoce al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón y al departamento de tutorías por haber accedido a la información de datos en cuestión de interés que permitieron el análisis de estudio hacia la deserción escolar. Se agradece al profesor Iván Edgar Aguilera Bugarin y a los jóvenes que realizaron su servicio

social en la misma institución, por la recolección y captura de datos.

REFERENCIAS

[1] Del Castillo S., M. H. (2012). Causas, consecuencias y prevención de la deserción escolar. EE.UU.: Palibrio.

[2] Ruiz, M. (Marzo de 1991). Turrialba. Interamericana de ciencias agricolas, 122.

[3] Vicente Villardón, J. L. (2002). Análisis de componentes principales. Recuperado el 06 de junio de 2019, de http://benjamindespensa.tripod.com/spss/ACP.pdf

[4] Álvarez Cáceres , R. (1995). Estadística multivariente y no paramétrica con SPSS, aplicación a las ciencias de la salud. España: Díaz de santos, S.A.

[5] Hernández Rodríguez, O. (1998). Temas de Análists estadístico multivariado. Costa Rica: Editorial de la universisdad de Costa Rica.

[6] Minitab. (s.f.). Aprendiendo estadística: Antes y después de Minitab. Recuperado el 28 de junio de 2019, de Aprendiendo estadística: Antes y después de Minitab: https://www.minitab.com/es.../Aprendiendo-estadística--Antes-y-después-de-Minitab

[7] Caldadas Blanco, M. E., Castellano Navarro, A., & Hidalgo Otega, M. L. (2014). Formación y orientación laboral. Madrid: Editorial Editex.

[8] Tubert, S. (2003). Del sexo al género, los equivocos de un concepto. Madrid: Huertas, S.A.

[9] Gomes, C. (2001). Procesos sociales, población y familia: alternativa teóricas y empíricasen las investigaciones sobre la vida doméstica. México: Printed in México.

[10] Campos Santelices, A. (2010). Violencia Social. Costa Rica: Universidad estatal a distancia EUNED.

[11] Ochoa , G., & Oscar, E. (2006). Personas derecho civil I. Caracas: Texto C.A.

[12] Gallego Codes, J. (2014). Soy estudinte. España: Ediciones Piramide.

[13] Givaudan, M., & Pinck, S. (2016). Yo papá, yo mamá. Mèxico: Penguin Random House.

Análisis de esfuerzos de poste troncocónico para distribución eléctrica sometido a cargas eólicas

Héctor Elizarraraz Mendiola
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carr. Irapuato-Silao km. 12.5, Col. El Copal, C.P: 36821, Irapuato, Guanajuato,
hectorelizarrarazmendiola@gmail.com

Asesor: Juan Pablo Razón González
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carr. Irapuato-Silao km. 12.5, Col. El Copal, C.P: 36821, Irapuato, Guanajuato,
jurazon@itesi.edu.mx

Resumen — En este trabajo se presenta el análisis de esfuerzos en un poste troncocónico sometido a cargas eólicas a través del modelado y simulación de este en el software SolidWorks. Para determinar la carga eólica se consideraron las condiciones climatológicas de la ciudad de Irapuato, de los datos obtenidos se calculó la presión promedio a la que fue sometido el poste troncocónico para el estudio. De los resultados obtenidos se concluye que el poste troncocónico es capaz de soportar las cargas eólicas de la zona y por ende es segura su utilización para proyectos de distribución de energía eléctrica en la región.

Palabras clave — Poste troncocónico, análisis de esfuerzos, elemento finito, cargas eólicas, SolidWorks.

Abstract — In this work is presented a stress analysis in a truncated cone post subjected to wind loads through its modeling and simulation in SolidWorks software. To determine the wind load was considering the climatologic conditions of the Irapuato city, from the data obtained, was calculated the average pressure to which the truncated cone post was subjected to study. From the results obtained, it is concluded that the truncated cone post is capable of supporting the wind loads of the zone and for this reason is safe to use these types of posts to electrical distribution projects in the region.

Keywords — Truncated cone post, stress analysis, finite element, wind loads, SolidWorks.

I. INTRODUCCIÓN

En el diseño de estructuras de gran altura, tal como es el caso de los postes troncocónicos para distribución de energía eléctrica, existen diversos factores que deben ser tomados en cuenta, los cuales son:

- *Presión del viento.*
- *Carga de diseño.*
- *Longitud.*
- *Momento de inercia de la sección.*
- *Esfuerzos máximos de diseño.*
- *Sección de cada uno de los elementos.*

De la lista anterior, uno de los factores que más afecta a la hora del diseño es la presión del viento, ya que la velocidad del viento nunca tiene un valor constante, lo que provoca que la presión resultante del viento nunca sea la misma y esto representa un riesgo latente para la confiabilidad de la estructura al momento de su aplicación en diversas locaciones.

En base a esto, en este trabajo se analizó un poste troncocónico, el cual se basa en el diseño elaborado por CFE [1], para determinar los esfuerzos de Von Mises que se presentan sobre las cañas del poste al ser sometido a una presión básica promedio, la cual se determinó a partir de la Ec. (1) y en la que se consideró una velocidad promedio calculada para un lapso de 14 días.

II. MARCO TEÓRICO

A. Poste troncocónico

Un poste troncocónico es una estructura hecha de acero, el cual está compuesto de tres secciones ensambladas entre sí, las cuales proporcionan la longitud requerida por el poste, así como de los brazos para los cables conductores y los cables de guarda [2], en la Figura 1 se aprecia un ejemplo de un poste troncocónico para distribución.

B. Método de los elementos finitos

El método de los elementos finitos (MEF) es un método numérico ampliamente usado en ingeniería para la solución de ecuaciones diferenciales en problemas que van desde análisis de tensiones hasta análisis térmicos. El método se basa en dividir o mallar el cuerpo o geometría a analizar en múltiples partes de pequeño tamaño denominadas “elementos”. Los elementos comparten entre ellos puntos comunes de intersección denominados “nodos” [3-4], en la Figura 2 se muestra un ejemplo del proceso de mallado de un elemento geométrico tridimensional. Los programas basados en MEF formulan ecuaciones matemáticas que rigen el comportamiento de cada uno de los elementos teniendo en cuenta su conectividad con los demás elementos a través de los nodos. Las ecuaciones matemáticas empleadas definen los desplazamientos de cada uno de los nodos en las direcciones X, Y y Z en función de la carga, las restricciones de movimiento y las propiedades mecánicas del material empleado. El desplazamiento de cada uno de los nodos permite al programa calcular las deformaciones unitarias en las diferentes direcciones y las tensiones resultantes. Finalmente, el post-procesado representa el modelo tridimensional con una gama de colores que indican las tensiones, esfuerzos y deformaciones sufridas bajo las condiciones de contorno definidas (restricciones, material y cargas) [3-4], en la Figura 3 se aprecia un ejemplo de la representación de los esfuerzos gracias al post-procesamiento de la solución iterativa.

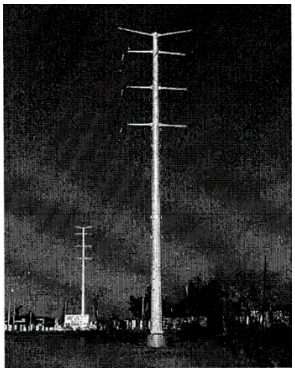


Fig. 1. Poste troncocónico de acero para distribución eléctrica de 115 kV, 2 circuitos [2].

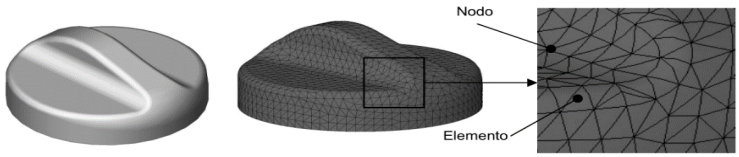


Fig. 2. Proceso de mallado de un cuerpo solido tridimensional [3].

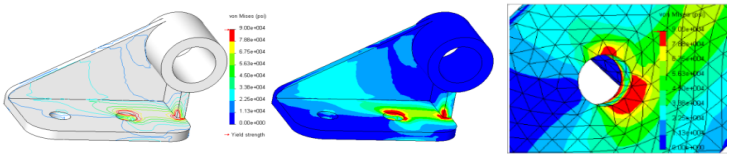


Fig. 3. Representación de los esfuerzos de von Mises en una pieza gracias al post-procesamiento de la solución [4].

C. Presión básica del viento

La presión básica del viento es una manera fácil de determinar la cantidad de presión que una velocidad promedio puede ejercer sobre un cuerpo, y es descrita por la Ec. (1) [5],

$$q = \frac{u^2}{16} \tag{1}$$

donde:
q = Presión, en kg/m^2.
u = Velocidad promedio, en m/s.

III. METODOLOGÍA

Para hacer el análisis del poste troncocónico se siguió la metodología que se indica a continuación:

1. Diseño del poste troncocónico en SolidWorks.
2. Estudio sobre el comportamiento del viento en la ciudad de Irapuato, cuantificación de la velocidad promedio y cálculo de la presión básica del viento.
3. Aplicación de la presión básica del viento en el modelo del poste troncocónico a través de SolidWorks Simulation.
4. Obtención de los resultados de los esfuerzos de Von Mises para las cañas del poste troncocónico.
5. Análisis y documentación de los resultados.

IV. RESULTADOS

A. Modelado del poste troncocónico en SolidWorks

El modelo en SolidWorks del poste troncocónico se hizo en base al plano de construcción de CFE [1]. En la Figura 4 se aprecia el modelo del poste troncocónico

B. Cálculo de la presión básica del viento en la ciudad de Irapuato

Para el cálculo de la presión básica del viento primero se obtuvo la velocidad del viento para la ciudad de Irapuato en un periodo de 14 días, tal y como se aprecia en la Figura 5, posteriormente se calculó la velocidad promedio para los 14 días como se muestra en la Tabla 1.

Conociendo la velocidad promedio para los 14 días y sustituyéndola en la Ec. (1) obtenemos que la presión básica del viento es

$$q = \frac{\left(7.7\frac{km}{h}\right)^2\left(\frac{1000\ m}{1\ km}\right)^2\left(\frac{1\ h}{3600\ s}\right)^2}{16} = 0.2859\ kg_f/m^2$$

Convirtiendo este valor a pascales finalmente tenemos que

$$q = \left(0.2859\ kg_f/m^2\right)\left(\frac{9.81\ N}{1\ kg_f}\right) = 2.8046\ Pa$$

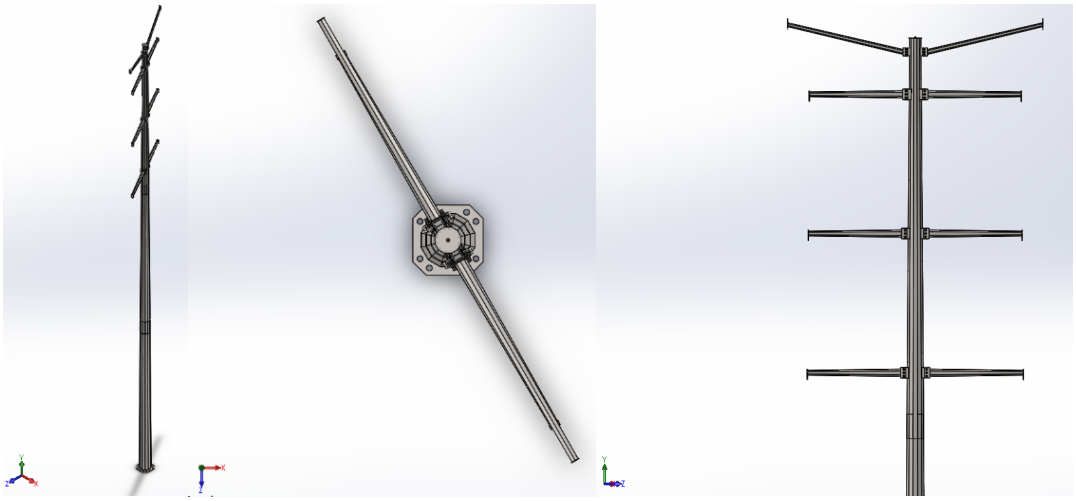


Fig. 4. Modelo del poste troncocónico en SolidWorks.

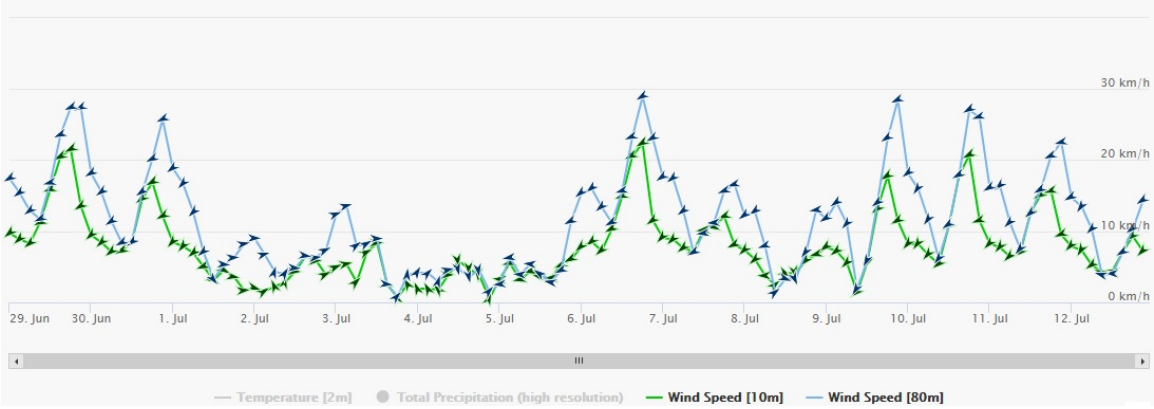


Fig. 5. Velocidad del viento del 29 de junio al 12 de julio del 2019 para la ciudad de Irapuato. [6].

Tabla 1. Velocidad del viento a 10 m en la ciudad de Irapuato.

	Junio		**Julio**											
Día	**29**	**30**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Promedio por día (km/h)	13.7	10.5	5.1	3.7	4.3	3.0	4.3	13.5	8.8	4.6	8.7	11.1	10.3	6.7
Promedio total (km/h)	7.7													

C. Simulación del efecto de la presión del viento en el poste troncocónico a través de SolidWorks Simulation

Para la simulación del poste troncocónico se utilizó como material de estudio el acero AISI 1020, el cual en la librería de SolidWorks presenta las siguientes propiedades:

- Límite de tracción: 420.507 MPa.
- Límite elástico: 351.571 MPa.

Los resultados obtenidos de la simulación hecha a través de SolidWorks Simulation para ver el efecto que la presión del viento produce sobre el poste troncocónico se aprecian en la Figura 6. Cabe mencionar que al momento de hacer la simulación se simplifico el modelo del poste troncocónico y solo se consideraron la placa base, las tres cañas y la tapa del poste, ya que estos son los puntos críticos donde se pude presentar alguna falla.

De los resultados obtenidos para los esfuerzos de Von Mises se concluye que la estructura es capaz de resistir la presión ejercida por el viento, ya que, presenta un factor de seguridad de 6.26, lo cual es un valor muy alto.

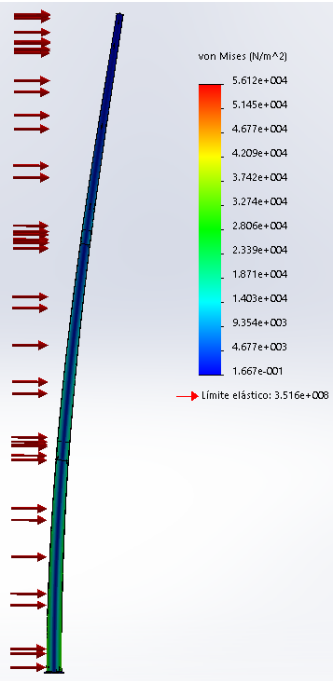


Fig. 6. Resultados de los esfuerzos de Von Mises generados por la presión del viento sobre el modelo del poste troncocónico.

V. CONCLUSIONES

En este trabajo se muestra que el poste es capaz de resistir la presión del viento, ya que los esfuerzos obtenidos se encuentran muy por debajo del límite estático. Si se hubiera considerado la velocidad máxima registrada en la zona, se hubieran obtenidos valores mayores tanto para los esfuerzos, sin embargo, si se considera que el valor del esfuerzo máximo obtenido de la simulación da como resultado un factor de seguridad de 6.26, nos indica que se necesitaría una presión excesivamente grande para poder hacer que el material falle, la cual no es posible obtener ante condiciones normales de viento.

Por último, con este trabajo se muestra la utilidad que tiene el hacer uso de las simulaciones para realizar análisis estáticos en este tipo de postes, ya que, si bien están diseñados bajo ciertos estándares, las condiciones climatológicas varían dependiendo de la región, y es importante que se consideren todos los posibles factores que afecten la seguridad estructural del poste, y una forma rápida y económica de conocer el efecto del viento se logra a través de este tipo de estudios.

VI. AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato y a mi asesor el M. C. Juan Pablo Razón González por el apoyo brindado durante mi estancia de verano para lograr culminarla con éxito.

REFERENCIAS

[1]. C.F.E. Subdirección de construcción-Coordinación de proyectos de transmisión y transformación, *Poste normalizado tipo 1210SMP uso: Suspensión 0°/165/180, No. de archivo de C.F.E. P.T.8-C-57-90030.* México, 2003.

[2]. A.T. Camacho Moreno, *Diseño de líneas de transmisión de alta tensión* [Tesis de licenciatura ingeniería mecánica]. Universidad de Sonora, Sonora, México, 2002.

[3]. S. Gómez González, *El gran libro de SolidWorks: Office Professional*, Ed. Marcombo. Barcelona, 2008.

[4]. J. Ed Akin, *Finite Element Analysis Concepts via SolidWorks*, Ed. World Scientific. New Jersey, 2009.

[5]. A.M. Beltrán Revillard, *Efectos de las cargas de viento sobre las estructuras. Análisis de la noma NCH 432 of 71* [Tesis de licenciatura ingeniería civil]. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, 2011.

[6]. Meteoblue. *Descarga de datos de Irapuato*. 2019, Recuperado de: https://www.meteoblue.com/es/products/historyplus/download/irapuato_m%c3%a9xico_4004330

Análisis de generación de entropía en colector solar de baja temperatura de placa plana mediante la Dinámica de Fluidos Computacional (CFD)

Andrea Cruz Sánchez Vaca
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Departamento de Ingeniería Bioquímica
Carr. Silao-Irapuato km 12.5 El Copal
C.P. 36821, Irapuato, Gto.
andrea.csv.2008@gmail.com

Asesor: José de Jesús Ramírez Minguela
Universidad de Guanajuato
Departamento de Ingeniería Química
Noria Alta S/N, Noria Alta
C.P. 36050, Guanajuato, Gto.
jdj.ramirezminguela@ugto.mx

Resumen — En este trabajo se presenta el análisis de generación de entropía en colector solar de placa plana de baja temperatura, en el cual toma como base el modelo tridimensional de tubos en zigzag llevándolo a diferentes ángulos de pliegue en cada uno de los casos de estudio. Para la dinámica de fluidos (CFD) se utiliza el software ANSYS Fluent® debido a que esta manera se efectúan las simulaciones de acuerdo a los parámetros del sistema, donde los resultados obtenidos muestran las temperaturas de entrada y salida, las caídas de presión, así como los datos primordiales para calcular la tasa de entropía global correspondiente a cada caso de estudio.

Palabras clave — Colector solar, CFD, análisis de generación de entropía.

Abstract — An entropy generation analysis in a low temperature flat plate solar collector based on the three-dimensional model of zigzag tubes taking different fold angles is presented in this work. The simulations are carried out according to the parameters of the system using Computational Fluid Dynamics (CFD) ANSYS Fluent® software. The results obtained show the inlet and outlet temperatures as well as the pressure drops and the main data to calculate the global entropy rate corresponding to each case of study.

Keywords — Solar collector, CFD, entropy generation analysis.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las fuentes de energía renovables se han convertido de vital importancia debido a que se busca alternativas para disminuir el impacto ambiental que han tenido los combustibles fósiles a través de los últimos años. La energía solar remota desde las civilizaciones más antiguas, sin embargo fue hasta el XIX que se comenzaron a desarrollar los primeros colectores solares. Durante los últimos 50 años se han realizado varios estudios acerca del desempeño de los mismos variando los flujos volumétricos y temperatura [1] así como determinar la tasa de generación de entropía ya sea variando los flujos de entrada [2] o comparando a partir de diferentes tipos de colectores solares mediante la dinámica de fluidos (CFD) [3]. En este trabajo, se analiza la generación de entropía en un colector de placa plana (tubos en zigzag) de baja temperatura utilizando el software ANSYS Fluent® para CFD basándose en el ángulo de pliegue de los tubos de acuerdo a los casos.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Dinámica de Fluidos Computacional (CFD)

La dinámica de fluidos computacional (CFD) mediante el software ANSYS Fluent® es una herramienta numérica en la cual por medio de una secuencia de solución se lleva a cabo el análisis de un caso de estudio. Para efectuar el análisis del colector solar de tubos en zigzag se tomaron en cuenta cuatro estudios de caso de los cuales cada uno posee diferente ángulo (**Tabla 1**) y llevados a las mismas condiciones de operación del sistema.

Tabla 1. Casos de estudio con sus respectivos ángulos.

Caso	Ángulo
1	45°
2	90°
3	135°
4	180°

1) Geometry

El modelo geométrico tridimensional empleado para el colector solar de placa plana de tubos en zigzag consta de dos cabezales (d=0.025 m) separados por una distancia de 1.7 m y 7 tubos en zigzag (d=0.016 m), tomando en consideración las medidas propuestas por Camacho [4] se adaptaron de tal manera que los ángulos se pudieran modificar para llevar a cabo los cuatro casos de estudio (Tabla 1). En la Fig. 1 se muestran las cuatro geometrías.

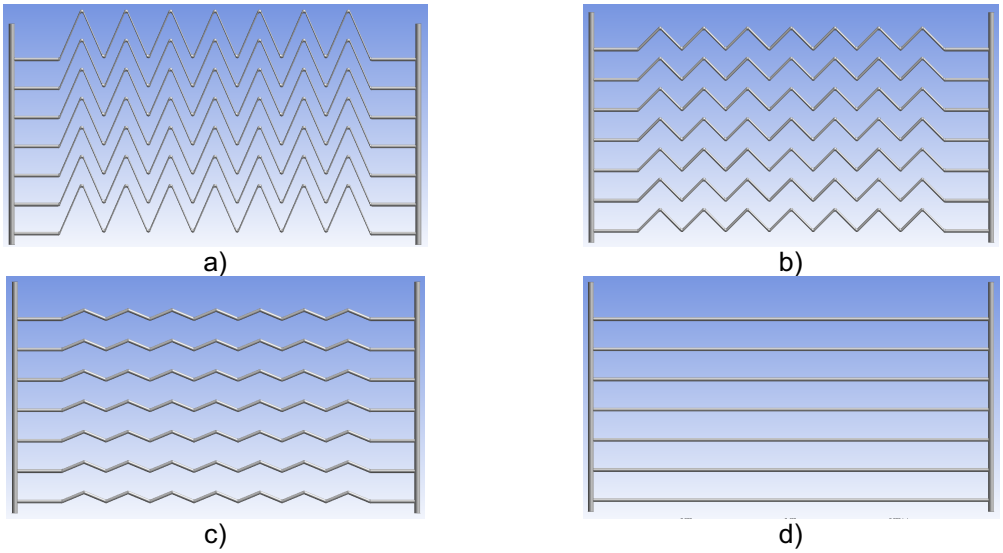
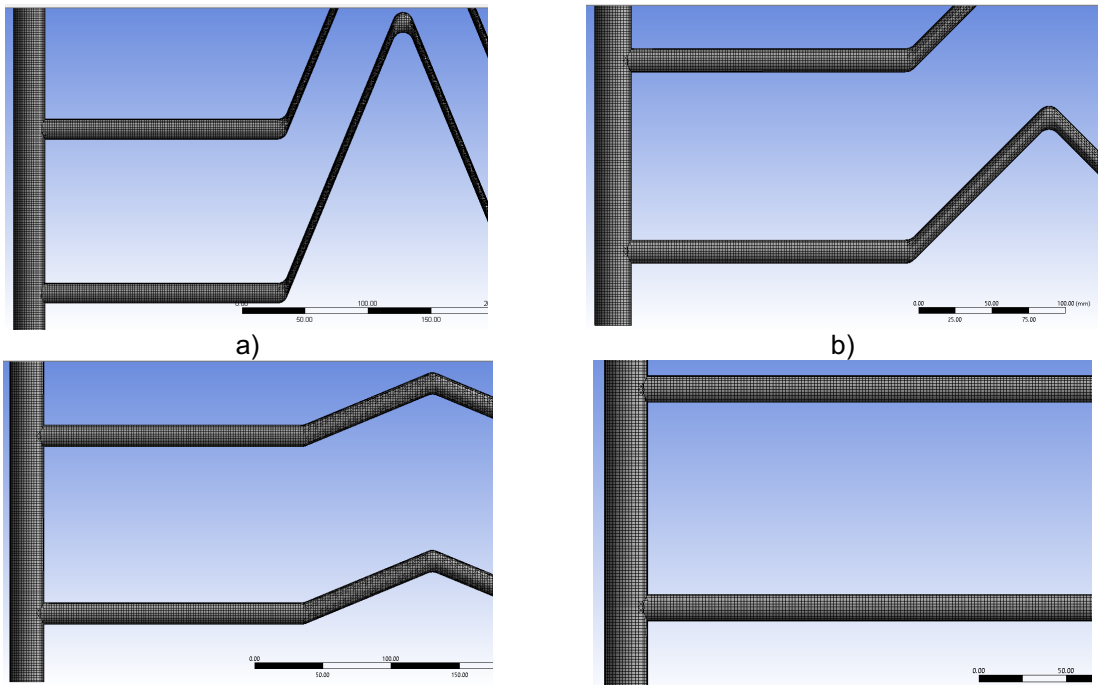


Fig.1 Modelos geométricos a diferentes ángulos a) 45°, b) 90°, c) 135° y d) 180°.

2) Mesh

El mallado para los cuatro modelos se establecieron los parámetros donde se nombraron las condiciones de frontera (*Wall, pressure outlet* y *velocity inlet)* y se ajustó la malla en *Assembly Meshing,* donde en *Method* se cambió a Cutcell y en *Body Sizing* en *Element size* se agregó 0.002 m; esto con el fin de obtener un mejor resultado (Fig. 2) [4].



a) b) c) d)

Fig. 2 Mallado de cada geometría a) 45°, b) 90°, c) 135° y d) 180°.

3) Setup

Para la simulación se consideró un flujo volumétrico de 2.5 L/min con un flux de calor de 1903.32 W/m^2 para fines prácticos, utilizando el método de aproximación de Boussinesq con un β de 0.000206 K-1 y una temperatura de 293.05 K (entrada) y del ambiente de 301.85 K donde las propiedades del Agua líquida (fluido) y del Cobre (material del colector solar) fueron tomadas a 20 °C (Tabla 2) [4].

Tabla 2. Propiedades del Agua líquida y Cobre a 20 °C [4].

Propiedades	Agua Liquida	Cobre
ρ (kg/m3)	998.2	8978
k (W/m.K)	0.6	387.6
Cp (J/kg.K)	4182	381
μ (kg/m.s)	0.001003	-------

B. Modelo matemático

Los fenómenos de transporte que afectan al sistema toman en consideración las ecuaciones de momento, energía, continuidad y entropía reportadas por Ramírez-Minguela *et al* [3] donde esta última nos ayudara a determinar la tendencia al orden. En la Ec. (1) la tasa local de generación de entropía S_p se debe a dos atributos donde S_h corresponde a la transferencia de calor y S_v al estrés de las fuerzas viscosas, la Ec. (2) S_i concierne a las aportaciones ya mencionadas y en la Ec. (3) muestra la tasa de generación de entropía debido a la perdida de calor tomando en cuenta la temperatura ambiente.

$$S_p = \frac{k(\nabla T)^2}{T^2} + \frac{\Delta : \tau}{T} = S_h + S_v \quad (1)$$

$$S_i = \int S_i dV \tag{2}$$

$$S_q = \frac{\dot{Q}_{loss}}{T_{env}} \tag{3}$$

III. RESULTADOS

Los resultados que se obtuvieron durante la simulación CFD en ANSYS Fluent® se reportan en la Tabla los rangos de temperatura (mínima y máxima) y de salida así como la caída de presión. En las Fig. 3 y 4 se muestran los contornos generados tanto de presión como de temperatura de cada caso.

En la Tabla 4, se presentan los datos calculados para determinar la tasa de generación de entropía mostrando la tasa global de entropía (S_{total}), S_h, S_v, S_q y el área de absorción respectivamente. En la Fig. 5 se muestra el grafico de tasa de generación de entropía global correspondientes a cada caso.

Tabla 3. Datos de temperatura y presión.

Caso	Temperatura de entrada (K)	Temperatura de salida (K)	Temperatura mínima (K)	Temperatura máxima (K)	ΔT (K)	Caída de Presión (Pa)
1	293.05	305.3489	293.4994	313.617	20.1176	218.539
2	293.05	302.3407	293.505	311.6516	18.1466	41.0633
3	293.05	301.5313	293.04	311.737	18.697	8.6474
4	293.05	301.3350	293.5049	311.2883	17.7834	14.8637

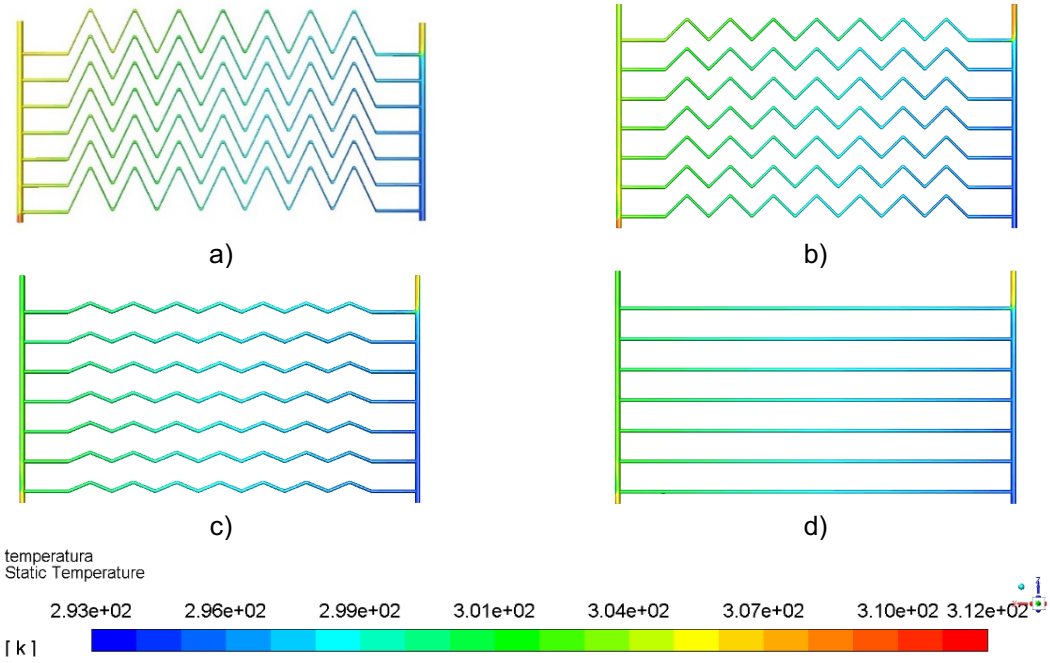


Fig. 3 Contorno de Temperatura a) 45°, b) 90°, c) 135° y d) 180°

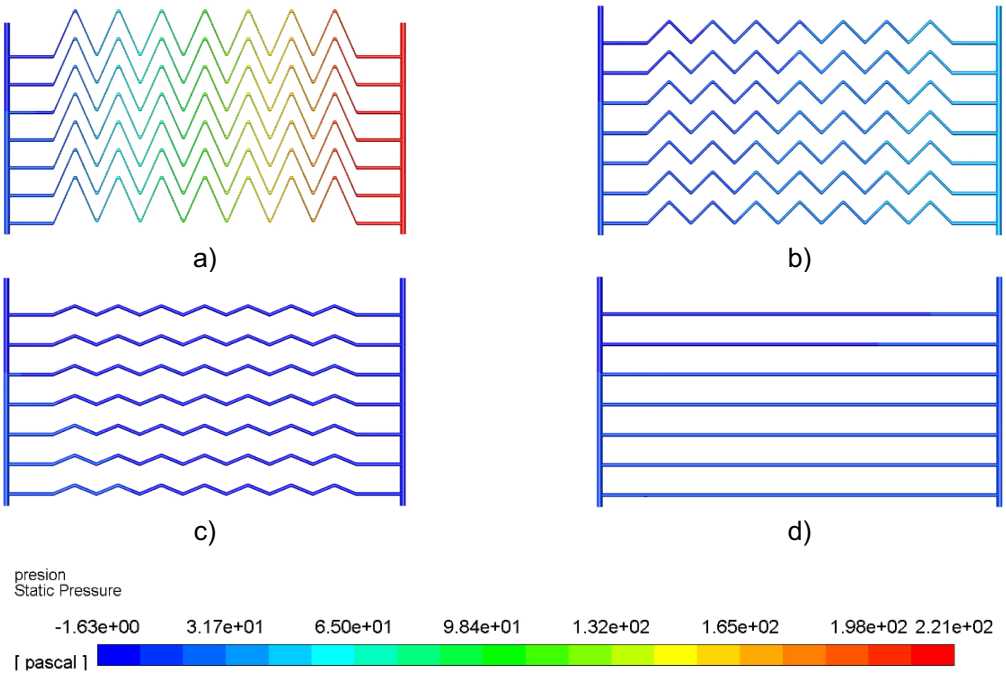


Fig. 4 Contorno de Presión a) 45°, b) 90°, c) 135° y d) 180°

Tabla 4. Datos reportados de Generación de Entropía.

Caso	Área de absorción (m^2)	S_h (W/K)	S_v (W/K)	S_q (W/K·m^2)	S_{total} (W/K)
1	3.588	1.42252e-09	1.88943e-05	5.8008	20.813
2	2.710	1.70643e-09	4.63424e-06	2.8396	7.695
3	2.478	1.72818e-09	2.63424e-06	2.0557	5.094
4	2.42	1.76732e-09	2.18197e-06	1.8597	4.500

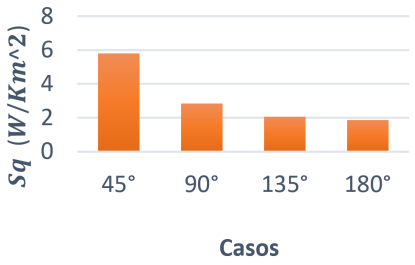


Fig. 5 Tasa de Generación de Entropía Global.

IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

De acuerdo a las geometrías que se implementaron, se observó que las temperaturas de salida en el caso de 45° fue la mayor con 305.34 K presentando una diferencia mayor de 20.11 K con respecto a las otros casos de estudio que fueron disminuyendo y con una caída de presión de 218.53 Pa (Tabla 3); tal como se pueden observar en los contornos de temperatura (Fig. 3) la distribución de colores va en aumento de acuerdo a la inclinación del ángulo de los pliegues de los tubos así como los contornos de la presión (Fig. 4). Sin embargo, de acuerdo con la Tabla 4 las pérdidas por transferencia de calor (S_h) fueron

menores con respecto a las pérdidas debidas a la fricción del fluido (S_v), lo que provoca que sea menos significativo cuando en realidad debe de ser lo contrario [3]; cabe destacar que en los casos 90°, 135° y 180° presentaron pérdidas por transferencia de calor menores a las de 45° debido a que la distribución de temperatura era más homogénea. Con respecto a las irreversibilidades debido a la fricción del fluido se tiene que las mayores pérdidas se dan en el caso de 45° debido a la reducción del diámetro que tienen los tubos con forma de zigzag, lo cual provoca una mayor caída de presión. No obstante, la pérdida de calor (S_q) por unidad de área sigue siendo mayor para el ángulo de 45° (**Fig. 5**) con un área de absorción de 3. 58 m^2, dado que presenta una discrepancia entre S_h y S_v, lo cual se debe al diseño de la propia geometría ya que no se respetó el diámetro del pliegue (0.016 m).

V. CONCLUSION

En este trabajo, se realizó el análisis de generación de entropía en un colector de placa plana (tubos zigzag) de baja temperatura en función del ángulo al cual se llevaron a cabo las simulaciones de cada caso de estudio. Cabe señalar que el caso de 45° mostro que las pérdidas por transferencia de calor fueron inferiores a las pérdidas debidas a la fricción del fluido, sin embargo, la temperatura de salida fue relativamente mayor con respecto a los casos de 90°, 135° y 180° demostrando que es más eficiente con respecto a la temperatura, aunque presente mayores pérdidas debido al aumento del área de transferencia de calor en el diseño propuesto. Se recomienda que se analice la geometría así como los parámetros del mallado para evitar problemas posteriores para el análisis de las simulaciones y para determinar la tasa de generación de entropía.

VI. AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad de Guanajuato y al Dr. José de Jesús Ramírez Mínguela por otorgarme el apoyo y asesoramiento para efectuar el trabajo realizado durante la estancia de verano.

REFERENCIAS

[1] J. Tamayo Nuñez y J. J. Ramírez Minguela, “Análisis del desempeño de un colector solar de placa plana mediante CFD considerando diferentes condiciones de operación”. Jóvenes de la Ciencia, Vol.3 no.2 Verano de la divulgación de la ciencia, Guanajuato, GT. 2018.

[2] C. P. Santoyo Saavedra y J. J. Ramírez Minguela, “Análisis del efecto de la temperatura en los flujos de entrada de una SOFC en la generación de entropía mediante CFD considerando biogás como combustible”. Jóvenes de la Ciencia, Vol.4 no.1 Verano de la divulgación de la ciencia, Guanajuato, Gto. 2018.

[3] J.J. Ramírez-Minguela et al. “Comparison of the thermo-hydraulic performance and the entropy generation rate for two types of low temperature solar collectors using CFD”, Solar energy, Vol. 166, pp.123-137, Mayo 2018.

[4] E. Camacho Valle, “Comparación del desempeño térmico-hidráulico de diferentes configuraciones geométricas de colectores solares de placa plana mediante la dinámica de fluidos computacional”, Tesis de Licenciatura, Universidad de Guanajuato, GT. 2019.

Análisis de los sistemas constructivos de viviendas tradicionales y contemporáneas en Guanajuato, Gto.

Guadalupe Rocha Solache
Tecnológico Nacional de México
Campus Querétaro
Arquitectura campus Norte
Santiago Zacatlán s/n km 7.84
C.P 76148 Querétaro, Qro.
gpe.rocha.solache@gmail.com

Asesora:
Dra. Gloria Cardona Benavides
Universidad de Guanajuato
Departamento de Arquitectura
Avenida Juárez 77 Zona Centro
C.P 36000 Guanajuato, Gto.
glocardonab@yahoo.com.mx

Resumen — En la presente investigación se realiza un análisis comparativo de sistemas constructivos, el tradicional ubicado en la zona del Baratillo, en un Hostal del centro histórico de la ciudad de Guanajuato y el contemporáneo, perteneciente a una vivienda en un fraccionamiento asentado al sur, en la periferia de la misma. A través del análisis de campo e investigación documental, se obtiene que sus características ante las necesidades de su época, se ven reflejadas en las soluciones arquitectónicas aplicadas a cada caso, como lo son: medidas, distribuciones, espacios, uso de materiales, e incluso colores. Por un lado, podemos observar el uso de materiales de la región mientras que, por el otro, se hace más presente la globalización del mundo actual con materiales industrializados y estandarizados.

Palabras clave: Sistemas constructivos, tradicional, contemporáneo, materiales.

Abstract — In the present investigation a comparative analysis of construction systems is carried out, between a traditional one located in the Baratillo area, in a Hostel in the historic center of the city of Guanajuato and a contemporary one belonging to a house in a subdivision located to the south, on the periphery of it. Through field analysis and documentary research, it is obtained that its characteristics before the needs of its time, are reflected in the architectural solutions applied to each case, such as: measures, distributions, spaces, materials, and even colors. On the one hand, we can observe the use of materials from the region while on the other the globalization of today's world with industrialized and standardized materials become more present.

Keywords — Construction systems, traditional, contemporary, materials.

I. INTRODUCCIÓN

La conformación de nuestra identidad como sociedad e individuo, está estrechamente relacionada con el patrimonio cultural presente en nuestro país. Éste, al entender su importancia y los esfuerzos por su conservación, nos muestra el entorno en el que nos desarrollamos de manera que nos ayuda a comprender una parte importante de quienes somos, cuáles son nuestras raíces, qué es con lo que contamos y a dónde queremos o podemos llegar.

La forma como los habitantes han resuelto construir y vivir es parte del patrimonio que hay que proteger como memoria histórica y tradiciones, sin embargo, las sociedades están en una transformación constante y se definen de acuerdo con la temporalidad y condiciones del entorno en el que se desarrollan cambiando los sistemas constructivos, materiales y procedimientos. Guanajuato cuenta con un amplio repertorio de inmuebles tanto históricos como actuales y ya que aspectos del pasado y del presente, configuran a la sociedad en la que vivimos; este trabajo busca retomar las dos temporalidades para realizar un análisis

comparativo en cuanto a sistemas constructivos se refiere, planteándose: ¿cuál es la relación que existe entre un sistema tradicional en comparativa con un contemporáneo?. Para responder esta pregunta se determinó tomar como primer caso de estudio, un inmueble de uno de los lugares más representativos de la ciudad de Guanajuato, siendo la plazuela del Baratillo y como segundo caso, analizar una vivienda ubicada en las nuevas zonas habitacionales al sur, en la periferia de la ciudad.

Cada uno de ellos son el ejemplo ideal para el estudio, por un lado, tenemos el reconocimiento como sitio histórico y referencia turística y por otro, la representación física de la innovación y desarrollo tecnológico. Con esto, se busca despertar el interés y la revalorización por los procedimientos y materiales que conforman a estos sistemas constructivos, para su reconocimiento y protección colectiva.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El proceso que se llevó a cabo para realizar la investigación y análisis comparativo constó de tres etapas, las cuales se explican a continuación:

A. Localizar y seleccionar inmuebles viables para su análisis

Al comenzar con la investigación, se realizó un recorrido por el centro histórico de la capital de Guanajuato guiado por la asesora del proyecto, en donde se visitaron inmuebles con gran valor histórico y arquitectónico. Con base a una discusión y análisis realizado por el equipo, se determinó que el hostal “La Fuente” ubicado en la plazuela del Baratillo cumple con las características necesarias para la investigación, ya que recientemente fue restaurado, lo que es ideal para la recolección de información. Del mismo modo, se identificaron desarrollos habitacionales, en donde las viviendas presentan características propias de la construcción en masa, además, el uso de materiales innovadores, de este modo fue seleccionado el fraccionamiento Real de la Mancha como segundo caso de estudio ya que aún se encuentra en estado de construcción teniendo así la oportunidad de obtener un registro más preciso de sus procesos constructivos.

B. Recolección de información in situ

Determinados los casos de estudio, se realizaron visitas a los inmuebles en donde se llevaron a cabo los levantamientos de las plantas arquitectónicas, fachadas y alturas con ayuda de flexómetro y medidor láser; también un registro fotográfico de detalles relevantes para la investigación. Otro punto importante fueron las entrevistas a los encargados, quienes aportaron información sobre historia, remodelaciones y materiales que conforman cada espacio del inmueble.

Por parte de la Dra. Gloria Cardona facilitó fichas de registro del INAH, así como también el proyecto ejecutivo con los planos de una vivienda del fraccionamiento, agilizando así, el análisis más preciso de ambos inmuebles. Para la documentación se realizó lectura de textos sobre sistemas constructivos de los siglos XVI al XVIII, entre ellos el “Manual de conservación de la vivienda histórica en la ciudad de Guanajuato, Gto.” elaborado por docentes de la Universidad de Guanajuato.

C. Realización de comparativa entre ambos sistemas, el cual consta y explica cada uno de los siguientes apartados

- Área construida
- Distribución espacial
- Sistema formal
- Tipo de suelo
- Cimentación
- Estructura
- Cubiertas
- Acabados
- Instalaciones

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se muestran los datos que fueron recopilados mediante la investigación y observación, se presentan las características que conforman cada apartado divididas por tipo de inmueble: tradicional (T) y contemporáneo (C), así como el análisis correspondiente.

Fig 1: Fachada de Hostal "La Fuente". (Fuente: Autoría propia, junio 2019)

Fig 2: Fachada de inmueble contemporáneo. (Fuente: Autoría propia, junio 2019)

- Área construida

T: Planta baja: 404.15 m2 , planta alta: 557.29 m2 tercer piso: 581.30 m2

Total m2 construidos: 1,542.75 m2

C: Planta baja: 45.81 m2, planta alta: 48.17 m2. Total m2 construidos: 93.98 m2

Se observó que en la vivienda tradicional la construcción se desplanta en la totalidad de la superficie del terreno, mientras que en la contemporánea tiene como condicionante respetar los coeficientes reglamentados (CAS, COS y CUS).

- Distribución espacial

T: Lote irregular con una superficie de 450 m2. Patio central con áreas en disposición perimetral con delimitación entre cada una de ellas. La configuración se repite en las plantas superiores. Zona pública y de servicios en planta baja, privada en planta alta. Áreas promedio de los espacios entre los 20 y 25 m2. Originalmente no se contaba con un área para baños; actualmente sí lo tiene como espacio acondicionado.

C: Lote tipo, regular de cuatro lados 6 x 17.5 m con una superficie de 105 m2. Disposición de los espacios a partir del acceso principal, sin delimitación entre las áreas. Cuenta con patios frontal y posterior. La zona pública y de servicios se encuentra en planta

baja, y la privada en planta alta. Áreas promedio de 5 m2 para espacios comunes y de 10 a 12m2 para espacios privados. Cuenta con dos baños y medio.

Las formas de los lotes están condicionadas por la topografía de cada lugar, en la tradicional existe una gran pendiente, mientras que en la contemporánea es totalmente plano. En ambos casos se dispone de patios para ventilación e iluminación natural en espacios interiores. Igualmente, la disposición de los espacios en cuanto a zonas públicas y privadas, tienen la misma configuración, pero cambian notablemente los m2 de los espacios entre inmuebles, se aprecia una disminución de un 68%.

- Sistema formal

T: Alturas interiores de entre 3.5 y 5 m aproximadamente y altura en fachada 17 m. Predominio del macizo sobre el vano. Materiales y acabados de cantera verde labrada con revoques de mortero de cal-arena. Contraste de colores: rojo, azul, blanco y salmón.

C: Alturas interiores de 2.55 m y altura en fachada 6.70 m. Predominio del macizo sobre el vano. Acabados de mortero hidráulico-arena y pasta acrílica. Paleta de colores neutros.

Los materiales y espesor de muros definen las alturas (vanos y muros). Existe una mayor presencia de ornamentación en la fachada tradicional, caso contrario, en la fachada contemporánea predomina la jerarquización de elementos por acabados y texturas.

- Tipo de suelo

T: Tipo III, material de excavación de gran dureza, conformado principalmente por piedra Conglomerado de Guanajuato, roca compacta y dura.[1] Resistencia de 700 a 800 kg/cm2.[2]

C: Vertisol o arcilla expansiva. [3]

La zona centro de la ciudad de Guanajuato, se encuentra en una cañada que forma parte de la Sierra de Gto. la cual se conforma por, por otro lado, el fraccionamiento se encuentra en una zona a la periferia de la ciudad que anteriormente fue terreno agrícola, es por eso la diferencia en tipo de suelo.

- Cimentación

T: Cimentación sobre afloramiento natural del terreno debido al tipo de suelo; comprende en desplantar los muros sobre el terreno sin necesidad de ninguna excavación, únicamente retirando la capa superficial de tierra vegetal.

C: Losa de cimentación con espesor de 10 cm, armada con malla de 6x6x6/6 con refuerzo adicional de varillas de ⅜”, así mismo contratrabes perimetrales e intermedias con ARMEX 15x30/4.

Cada cimentación responde al tipo de suelo por el cual se desplantan. El inmueble tradicional es bien soportado por el tipo de suelo del centro de Guanajuato; mientras que para el suelo de arcilla expansiva es necesario el uso de losa de cimentación para evitar agrietamientos en el inmueble.

- Estructura

  T: Sistema de muros de carga conformados por una combinación de piedra braza, cantera verde, conglomerado, mortero cal-arena y arcilla. Espesores de entre 60 y 35 cm. Vigas de madera, secciones de 4” x 6” o superiores.

  C: Muros de tabique NOVACERAMIC multiperforado asentados con cemento y arena. Los refuerzos son cerramientos, cadenas y castillos de concreto armado. Vigas de concreto armado con secciones variables desde 11.5cm hasta 35 cm en su base y peraltes de 19 cm hasta 40 cm.

- Cubiertas

  T: Tejamanil. Entrepiso: Entortado de cal-arena, relleno de tierra con toba, en la parte inferior tejamanil, apoyadas sobre vigas de madera con secciones de 4x6" pulgadas con separaciones de 10 cm. Azotea: Entortado de cal-arena y un relleno de tierra con un acabado posterior de enladrillado y recubrimiento a base de lechada. Losa sobre vigas de madera con secciones de 4x6" con separaciones de 10 cm.

  C: Vigueta y Bovedilla. Entrepiso: Espesor de 19 cm. Azotea: Espesor de 17 cm. En ambas losas, en el lecho alto de la capa de compresión se coloca una malla electrosoldada de 6x6-10/10, así como trabes de ARMEX 12x20-4, habilitadas con varillas de acero de 3/8 y ½” y secciones variables de concreto fc=200 kg/cm.

El sistema constructivo tradicional requiere la inversión de mayor tiempo al trabajar con los materiales, así como lograr las alturas y espesores propios del hostal que no requiere de refuerzos adicionales como columnas o acero; mientras que, en el sistema contemporáneo, los materiales cumplen el objetivo de practicidad, prevaleciendo la relación costo- tiempo de la construcción.

Debido a la época de construcción del inmueble tradicional, todas las instalaciones actuales son expuestas ya que, al estar catalogado por el INAH como patrimonio, no se puede alterar su composición ni imagen urbana.

IV. CONCLUSIÓN

La arquitectura es el reflejo de su contexto, comprende su temporalidad, cambios en formas de vida y dinámicas sociales, cultura, economía, globalización, transformaciones, demandas y condicionantes naturales que definen las características constructivas, funcionales y estéticas de cada edificio. La mayoría de las viviendas que integran el centro histórico de Guanajuato se construyeron desde el siglo XVII hasta principios del siglo XX [4] donde los sistemas constructivos que fueron empleados son los que actualmente conocemos como tradicionales; el uso de los materiales propios de la región y técnicas constructivas son particularidades que corresponden a su tiempo y contexto. La globalización y el aumento de la población obligaron a que las condiciones de la vivienda fueran alteradas, por lo que se redujeron las posibilidades de adquisición, tanto por cuestiones económicas como por falta de espacio dentro de la zona centro histórico, provocando así, que las familias buscarán un lugar para establecerse a la periferia de la ciudad, cambiando notablemente la forma de construcción desde los nuevos materiales,

así como las soluciones constructivas que muestran adaptación e innovación para una sociedad que exige eficiencia en relación costos-tiempo.

La finalidad de este análisis comparativo no fue anteponer un sistema frente a otro, sino conocerlos a manera de entender y apreciar su evolución reconociendo sus cualidades arquitectónicas y constructivas.

V. AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a la Dra. Gloria Cardona Benavides docente de la Universidad de Guanajuato por haberme brindado la oportunidad de participar en este programa, así como también por el gran apoyo y calidez brindada durante mi estancia y por guiar esta investigación formando parte de otro objetivo alcanzado. Igualmente, a las docentes del Tecnológico de México campus Querétaro: Dra. Angélica Álvarez Quiñonez, M. Eva Alejandra Martínez Espino, M. Martha Patricia Bocanegra por alentarme a fortalecer mi desarrollo profesional y humano. A mi familia por estar incondicionalmente en cada etapa de mi vida.

REFERENCIAS

[1] Taboada, M. E. Correlación estratigráfica de las unidades del terciario medio del distrito minero de Guanajuato, Guanajuato. (Mayo 2015).

[2] Colli, H. A., & Ramos Mora, I. Cimentación Terreno Natural. Guanajuato, Guanajuato. (Julio de 2018)

[3] Ayuntamiento del Municipio de Guanajuato. Carta Litológica. Obtenido de Plan de ordenamiento territorial de Guanajuato disponible en: http://guanajuatocapital.gob.mx/pot/mapas/05.html [consultado en julio 2019]

[4] Hernández C., Cardona G., Chávez L. Manual de Conservación de la Vivienda Histórica en la Ciudad de Guanajuato, Gto. Guanajuato, Guanajuato, México: Universidad de Guanajuato. (2015)

Análisis de mediciones de la tarjeta LORA/GPS HAT

José Daniel Hernández Gómez
Universidad Autónoma de Zacatecas
Campus Jalpa
Libramiento Jalpa, Fracc. Solidaridad, Jalpa, Zac.
danihg31012@gmail.com

Asesor: Miguel Ángel Navarrete Sánchez
Universidad Autónoma de Zacatecas
Campus Jalpa
Libramiento Jalpa, Fracc. Solidaridad, Jalpa, Zac
mnavarrete@uaz.edu.mx

Resumen — En el presente trabajo se expone el uso de la tarjeta LoRa/GPS HAT para análisis de mediciones GPS, además de la placa Raspberry Pi 3 Modelo B, el desarrollo de 3 ejemplos realizados con el lenguaje de programación de Python, específicamente con la función Tkinter de Python, la cual está dedicada para realizar interfaces graficas simples y hasta mucho muy complejas. También se trabajó en la configuración del servidor Django, además, se presenta la configuración del servidor GPS Traccar para la localización de dispositivos con lo cual se obtienen resultados de rastreo en tiempo real. Cada una de las actividades mencionadas tiene el fin de mejorar las mediciones de la tarjeta LoRa/GPS HAT.

Palabras clave — Python, Servidor web Django, Servidor GPS Traccar, LoRa-GPS HAT.

Abstract — In this paper, the use of the LoRa / GPS HAT card for analysis of GPS measurements is presented, in addition to the Raspberry Pi 3 Model B board, the development of 3 examples made with the Python programming language, specifically with the Tkinter function Python, which is dedicated to make simple and even very complex graphical interfaces. We also worked on the configuration of the Django server, in addition, the configuration of the Traccar GPS server is presented for the location of devices with which real-time tracking results are obtained. Each of the mentioned activities has the purpose of improving the measurements of the LoRa / GPS HAT card.

Keywords — Python, Web server Django, Web GPS server Traccar, LoRa/GPS HAT.

I. INTRODUCCIÓN

El avance en las tecnologías de medición y localización han logrado que rastrear un dispositivo sea más preciso en el espacio donde se encuentra, arrojando así diversos datos para su localización, como por ejemplo; latitud, longitud, altura, grados, etc.

El trabajo hecho en este proyecto se basó en las mediciones realizadas por un grupo de investigadores, quienes expusieron la tarjeta LoRa/GPS HAT [1] dentro de un globo aerostático y, con la ayuda de la placa Raspberry Pi 3 Modelo B se monitoreo el recorrido del globo mostrando datos en forma lineal pero difícil de interpretar.

Aquí se presenta una alternativa con la cual los datos que se obtengan puedan ser visualizados de una manera diferente a como se mostraron anteriormente. Esta investigación llega a un punto donde se simula el monitoreo de un dispositivo con ejemplos básicos realizados con el lenguaje de programación de Python y servidores web específicos montados a la tarjeta LoRa/GPS.

II. METODOLOGÍA

La tarjeta LoRa/GPS HAT conlleva varios pasos para lograr la buena funcionalidad de las mediciones GPS con las que cuenta y esta se ajusta a cada investigación que se pretenda lograr por cada usuario.

Para la primera etapa se prepararon los materiales que son útiles para que la tarjeta funcione correctamente. Una de ellas configurar la placa Raspberry Pi 3 Modelo B que se ajusta perfectamente a la tarjeta LoRa/GPS HAT para lograr los análisis de mediciones GPS.

Conocer el lenguaje de programación de Python fue la segunda etapa en la investigación, es de gran importancia puesto que es un lenguaje intuitivo y cuenta con las herramientas necesarias para que una interfaz gráfica web se ajuste a la necesidad de hacer análisis con la tarjeta LoRa/GPS HAT.

En la tercera etapa se manipularon dos servidores web, configurándolos para su uso con la tarjeta LoRa/GPS HAT y la placa Raspberry Pi 3 Modelo B, el alcance que tienen estos servidores le brinda a la tarjeta LoRa/GPS HAT la posibilidad de trabajar con ella en cualquier lugar del planeta donde el usuario se encuentre vía internet. En la tabla 1 se muestra algunas de las características de la tarjeta LoRa.

Tabla 1: Características de la tarjeta LoRa/GPS HAT.

El LoRa/GPS HAT es un módulo de expansión para usos LoRaWan y GPS en el Raspberry Pi. Especificaciones básicas de la tarjeta LoRa/GPS HAT: • LoRa y Capa GPS para Raspberry Pi • Basado en el transceptor SX1276/ SX1278 • Banda de frecuencia: 868 MHz • Compatible con Raspberry Pi 2 Modelo B/Raspberry Pi 3 • EASY™, tecnología AGPS avanzada sin memoria externa	

III. RESULTADOS

Para ilustrar de la mejor manera las configuraciones e instalaciones de las herramientas que se han mencionado, además de la utilización de la tarjeta LoRa, a continuación se describen algunos de los resultados obtenidos.

a) 1.- Ejemplo 1: Ventana
b) 2.- Ejemplo 2: Hola Mundo
c) 3.- Ejemplo 3: Botón
d) 4.- Configuración del Servidor Web Traccar
e) 5.- Configuración del Servidor Web Django

Los tres ejemplos realizados muestran de forma jerárquica el inicio para mejoramiento de la visualización de datos de la tarjeta LoRa/GPS HAT por medio de una interfaz gráfica. La lista mostrada abajo representa los tipos de datos que nos arroja la tarjeta, además en la figura 3 se muestra como en el experimento mencionado anteriormente se mostraron los

datos de forma lineal.

1) UTC de posición **2)** Latitud **3)** Norte o sur **4)** Longitud **5)** Este y Oeste **6)** Indicador de calidad del GPS (0 = inválido; 1 = corrección del GPS; 2 = Dif. GPS fijo) **7)** Número de satélites en uso [no los que están a la vista] **8)** Dilución horizontal de posición **9)** Altitud de la antena por encima / debajo del nivel medio del mar (geoide) **10)** Metros (unidad de altura de antena) **11)** Separación geoide **12)** Metros (Unidades de separación geoide) **13)** Edad en segundos desde la última actualización de diff. **14)** Dif. Número de identificación de la estación de referencia **15)** Suma de comprobación.

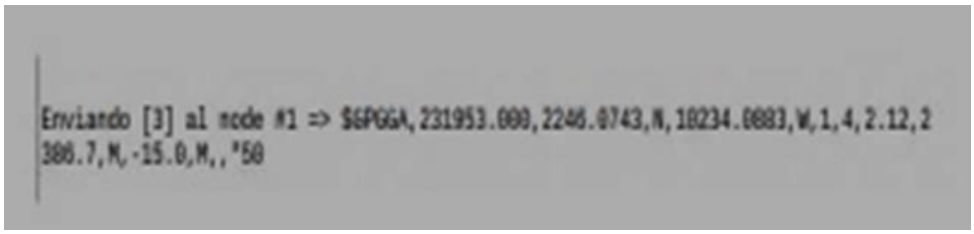
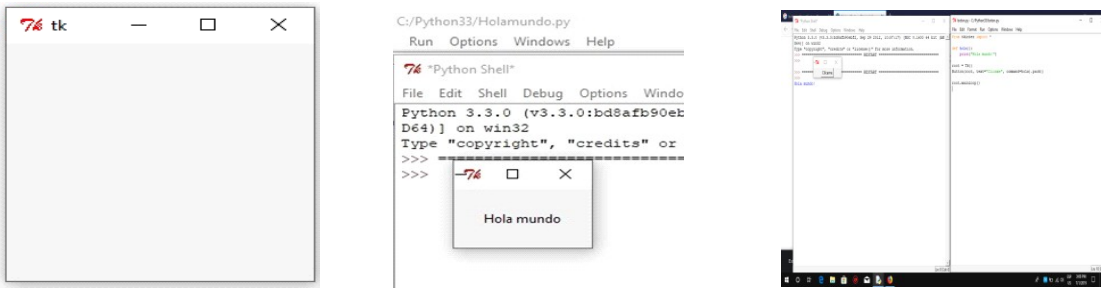


Fig. 1. Forma de visualizar datos en la tarjeta LoRa/GPS HAT**.**

Haciendo uso del lenguaje de programación de Python se obtuvieron resultados iniciales de una interfaz gráfica para la medición de datos en la LoRa/GPS HAT, la interfaz en su etapa final tiene el propósito de contener todos los datos mostrados en la lista anterior. El uso de la función Tkinter en Python logra generar una ventana independiente en la que se puede incluir texto, agregar botones, listas entre muchas opciones más.



a) b) c

Fig. 2. Ejemplos a) ventana, b) hola mundo y c) botón.

El avance de los ejemplos mostrados incluye todos los datos que proporciona la tarjeta, en la figura 5 se muestra el prototipo con el orden de los datos lineales mostrados anteriormente en la tarjeta. De esta forma, cada dato estará mostrado con su descripción y propia ventana en la cual se podrá visualizar las mediciones de forma práctica.

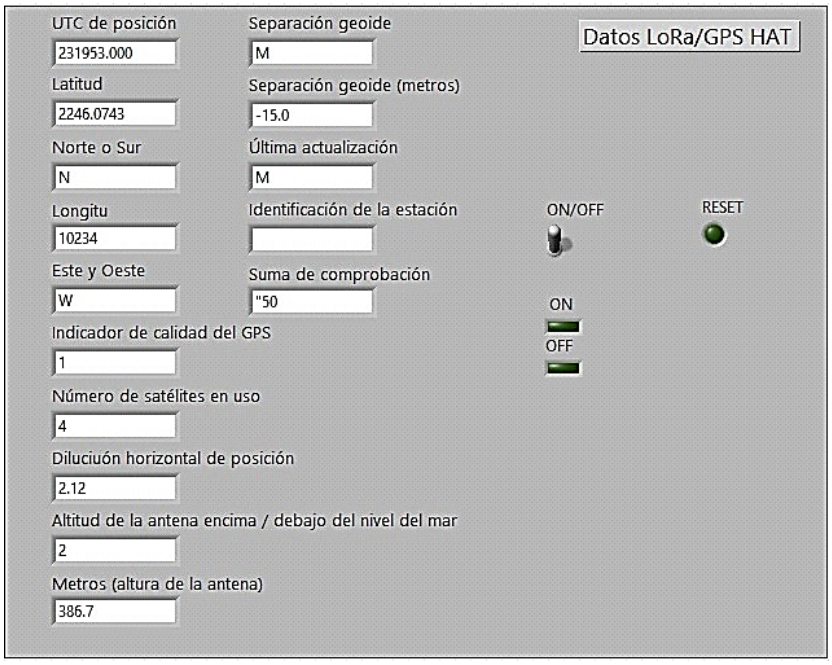


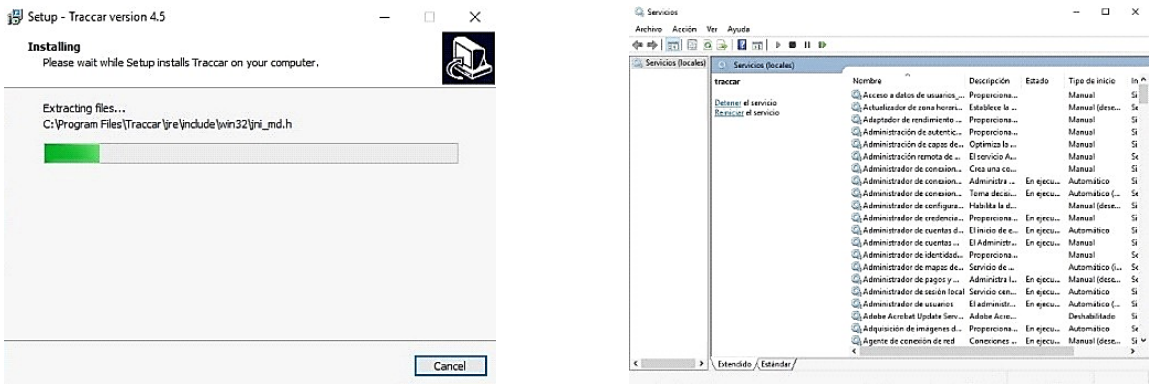
Fig. 3. Prototipo de interfaz gráfica de la tarjeta LoRa/GPS HAT

Descripción de la configuración del servidor web Traccar.

El sistema de rastreo Traccar [2] proporciona un monitoreo de dispositivos para ubicar su posición en un mapa, en este caso la tarjeta LoRa/GPS HAT.

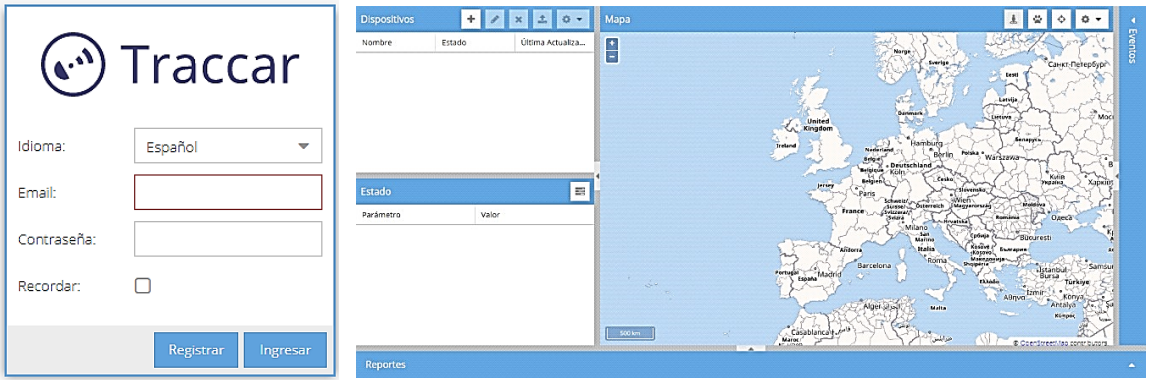
Configuración:

a) Descargar e instalar una versión oficial de Java.
b) Ingresar al sitio web de Traccar y descargar la versión oficial e instalar el programa correcto de Traccar.
c) Buscar y entrar en la aplicación Servicios de nuestro Raspberry o para activar el servidor Traccar. En el navegador se ingresa la dirección: localhost:8082.
d) Registrarse en la página Traccar ingresando un nombre usuario, correo electrónico y contraseña.



a) b)

Fig. 4. a) Instalación Traccar, b) Activación Traccar.



a) b)

Fig. 5. a) Inicio de sesión Traccar, b) Interfaz Traccar**.**

Descripción de la configuración del servidor web Django.

Django [3] es un framework de aplicaciones web gratuito, ayuda a desarrollar sitios web fácil y rápidamente, útil para montar interfaces web realizadas, necesario para acceder a ellas en cualquier lugar.

Configuración:

a. Crear un directorio para poder instalar Django.
b. Se crea un entorno de trabajo usando virtualenv.
c. Para activar el entorno se utiliza el script de activación de la carpeta con los siguientes comandos, ver figura 7.
d. Una vez que se active el entorno virtual en el directorio configurado, es momento de instalar Django.
e. Para hacerlo, simplemente se instala usando el administrador de paquetes pip. Se regresa a la carpeta raíz para la configuración de Django, "Django" en este caso y luego se escribe: "Pip install django".

```
1. mkdir Django
2. cd Django/
3. virtualenv DjangoEnv
4. source *DirectoryName*/Django/DjangoEnv/bin/activate
```

Fig. 6. Comandos de activación.

IV. CONCLUSIONES

La finalidad del trabajo es realizar una interfaz gráfica fácil de utilizar que presente todos los datos que proporciona la tarjeta LoRa/GPS HAT, que la interpretación a la hora de la lectura sea sencilla. Por ello una vez instaladas todas las herramientas y haber hecho sus configuraciones, se pasó a realizar unos ejemplos para probar la conectividad de las mismas. Posteriormente se llevó a cabo la realización de la interfaz gráfica de usuario en su primera versión de prototipo. Se pretende que en un segundo proyecto se lleve a cabo la modificación de mejora y subir la interfaz a la web.

Los resultados obtenidos dieron pauta para realizar una propuesta de tesis, en la institución donde se llevó acabo el desarrollo de este trabajo.

V. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de Zacatecas Campus Jalpa, al Maestro Miguel Ángel Navarrete Sánchez y al COZCyT por el apoyo brindado en la culminación del Verano de la Ciencia.

REFERENCIAS

[1] https://www.indelmar.com/?p=1174

[3] https://www.traccar.org/forums/topic/servidor-traccar-estable-y-gratuito/

[4] https://www.djangoproject.com/

Análisis de propiedades estructurales del carrizo para la elaboracion de bloques en la construcción de casa habitación

Zuleidy Anahi Adrian Robledo
Tecnológico Nacional de México
campus Monclova
Carretera 57 km 4.5 Unidad Tecnológica y, Universidad, 95245 Monclova, Coah.
Zuleidy646@gmail.com

Asesor: Luis Gerardo Jordán Marmolejo
Tecnológico Nacional de México
campus Monclova.
Carretera 57 km 4.5 Unidad Tecnológica y, Universidad, 95245 Monclova, Coah.
lgjordan2010@gmail.com

Resumen — En este proyecto el objetivo es la elaboración de bloques con carrizo que tengan la misma función que un bloque convencional. Probar diferentes fórmulas con distintos materiales que son utilizados para la fabricación de estos mismos como ejemplo cemento, yeso, polvillo, etc. Se obtuvo carrizo con ayuda de otros compañeros de la carrera de Ing. Mecánica, se realizaron diferentes pruebas para encontrar la fórmula que fuera más resistente mientras otros se deshacían con solo tratar de sacarlos del molde. Se llegó a la conclusión de que deben ser elaborados con poca agua ya que el carrizo es impermeable.

Palabras clave — Bloques 1, Carrizo 2, formulas 3.

Abstract —
In this project the objective is the development of blocks with reed that have the same function as a conventional block. Test different formulas with different materials that are used for the manufacture of these as example cement, plaster, dust, etc. Different tests were made to find the formula that would be more resistant while others were undone by just trying to remove them from the mold. It was concluded that they must be made with little water since the reed is impermeable.

Keywords — Blocks 1, Reed 2, Tests 3.

I. INTRODUCCIÓN

El carrizo tiene múltiples usos que van desde ornamentales, hasta alimenticios y ceremoniales. Es utilizado por muchas tribus desde años atrás y en diferentes países como Rusia para la industria, por su parte, en México para el mallado en la construcción de casas de adobe. Como es un material fácil de conseguir y cosechar debido a que no necesita de mucha agua, se busca fabricar bloques para la construcción y descubrir que propiedades tiene.

II. MARCO TEÓRICO (OPCIONAL)

El carrizo *(Phragmites australis,* Cav., Trin. ex Steud) es una planta silvestre que se propaga fácilmente de manera natural. Por lo general crece en pantanos, drenajes y cabeceras húmedas, con amplia distribución geográfica.En México se distribuye principalmente en Chihuahua, Jalisco y Michoacán. algunos agricultores lo usan para construir barreras rompevientos en sus parcelas y al mismo tiempo disminuir la erosión del suelo; en cuanto a las prácticas medicinales, en algunas áreas de México lo utilizan contra la diabetes, enfermedades gastrointestinales, dolor estomacal y gases.

En la construcción se coloca como tejado en chozas, viviendas y altares. Algunos artesanos elaboran flautas, armónicas y provisiones para instrumentos musicales.

Es un material ecológico y sostenible de bajo costo, estéticamente aceptable, fácil de obtener y colocar, ya que permite generar diferentes sistemas constructivos. Es resistente a las heladas y un buen aislante térmico, debido a la gran cantidad de huecos llenos de aire de los tallos. Su conductividad térmica es λ = 0,055 W/m.K. Es un material hidrofóbico (no es capaz de interaccionar con las moléculas de agua) y con inflamabilidad normal.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

- Carrizo triturado
- Cemento
- Yeso
- Polvillo
- Agua
- Moldes para bloques
- Báscula
- Recipiente para probar diferentes formulas
- Aceite para motor

Paso 1: Seccionar materiales y la proporción del mismo a utilizar medida en la báscula para después ser vaciado en un recipiente (puede ser cemento, yeso, polvillo)

Paso 2: Pesar la cantidad de carrizo que será agregada

Paso 3: Ir agregando agua hasta que sea una mezcla homogénea

Paso 4: Poner aceite en las paredes del molde

Paso 5: Cuando este bien mezclado todo, vaciar a el molde ya sea de madera o fierro

A. Prueba:

   500gr de cemento

   150gr de carrizo

   550mml de agua

B. Prueba:

   950gr de cemento

   300gr de carrizo

   1.150litros de agua

C. Prueba:

   1.500kg de yeso

325gr de carrizo

1.50litros de agua

D. Prueba:

700gr de yeso

550gr de cemento

150gr de carrizo

850mml de agua

E. Prueba:

2.200kg de cemento

350gr de carrizo

1.500litros de agua

F. Prueba:

2.100kg de cemento

350gr de carrizo

1.200litros de agua

G. Prueba:

2.100kg de cemento

300gr de carrizo

1.100litros de agua

H. Prueba:

2kg de cemento

300gr de carrizo

1.250litros de agua

I. Prueba:

1kg de cemento

200gr de carrizo

1.200litros de agua

J. Prueba:

1.150kg de cemento

300gr de carrizo

800gr de polvillo

1.400 litros de agua

K. Prueba:

750gr de polvillo

1.100kg de cemento

200gr de carrizo

1litro de agua

L. Prueba:

750gr de cemento

1.100kg de polvillo

200gr de carrizo

900mml de agua

IV. RESULTADOS

Se realizaron diferentes pruebas para obtener una con la resistencia de un bloque convencional o mejor que este. Algunas no funcionaron, solo con tratar de extraerlo del molde se deshacían solos. Por su parte, otros tardaron demasiados días en secarse por completo al tener mucha agua por lo que no eran la mejor opción.

a) b) c) d)

e) f)

V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Se observó atreves de un análisis que el carrizo tiene buenas propiedades que pueden ser aprovechadas en el uso de bloques para la construcción de casa habitación como que

es resistente al agua, fácil de conseguir por lo que es económico y amigable con el medio ambiente.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En conclusión, faltó hacer más pruebas, formulas, checar la resistencia y algunas otras propiedades que no son notables a simple vista, esto es algo que se busca hacer a futuro ya que es una idea que puede beneficiar a muchas personas al ser un material que se obtiene de la naturaleza.

REFERENCIAS

[1] P. Gerritsen, C. Ortiz-Arrona and R. González-Figueroa, "Usos populares, tradición y aprovechamiento del carrizo: estudio de caso en la costa sur de Jalisco, México", Scielo.org.mx, 2019. [Online]. Available: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-84212009000100009.

[2] Á. Carrera Hidalgo, "Análisis y desarrollo para la fabricación de bloques de hormigón como aislantes térmicos basado en la biomasa de la cascarilla cacao apto para construcción en edificaciones", *Repositorio.espe.edu.ec*, 2019. [Online]. Available: http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/12358.

[3] Eird.org, 2019. [Online]. Available: https://www.eird.org/cd/buildingcodes/pdf/spa/doc13320/doc13320-contenido.pdf.

Análisis de requerimientos para la identificación de las variables en las peleas de gallos

Rafael Romero López
Universidad Autónoma de Zacatecas
Campus Siglo XXI
Carr. Zacatecas-Guadalajara Km. 6, Ejido "La Escondida", C.P. 98160, Zacatecas, Zac.
rafauaz1@gmail.com

Asesora: Gabriela de Jesús Córdova Lara
Universidad Autónoma de Zacatecas
Campus Siglo XXI
Carr. Zacatecas-Guadalajara Km. 6, Ejido "La Escondida", C.P. 98160, Zacatecas, Zac.
icegaby@uaz.edu.mx

Resumen — Un análisis de requerimientos es de suma importancia para la realización de cualquier tipo de sistema que se pretenda diseñar para el manejo de información, ya que permite comprender el problema y poder satisfacer las necesidades del cliente. Dentro de cualquier tipo de proceso que requiera una actualización tecnológica, se involucran una cantidad de variables que influyen de manera directa o indirecta en este, y que además pueden ser dependientes o independientes del mismo. En el presente trabajo de investigación, se realizó un análisis de requerimientos para la identificación de todas las variables involucradas durante la organización de una pelea de gallos en un palenque, con el objetivo de poder clasificarlas para posteriormente diseñar un sistema que permita la automatización del evento.

Palabras clave — Variables, sistema automatizado, peleas de gallos.

Abstract — It is very important a requirements analysis for the realization of any type of system that is intended to be designed for handling information, since it allows to understand the problem and be able to meet the needs of the client. Within any type of process that requires a technological update, a number of variables are involved that directly or indirectly influence it, and that can also be dependent or independent of it. In the present research paper, an analysis of requirements was carried out for the identification of all the variables involved during the organization of a cockfight, with the aim of being able to classify them for later design a system that allows the automation of the event.

Keywords — Variables, automatized system, cockfight.

I. INTRODUCCIÓN

Gracias al desarrollo de los procesos computacionales y a la incorporación de novedosas tecnologías al ámbito del manejo de la información, eventos tradicionales tales como las carreras de caballos, carreras de autos, deportes como el futbol, basquetbol, entre otros, han evolucionado y automatizado sus procesos volviéndose más eficientes. Sin embargo, existen muchos otros en los que se sigue llevando el control de manera tradicional por los organizadores. Un claro ejemplo de esto son las peleas de gallos, en el que el control de toda la información así como organización de los enfrentamientos (Derby´s), se siguen llevando a cabo desde la edad media hasta la actualidad, de manera manual.

Automatizar este tipo de eventos tendría un beneficio que se podría traducir no sólo en la reducción del tiempo para la organización del mismo, sino que además se lograría la satisfacción de los participantes, ya que al no haber manejo manual del mismo, no se generaría desconfianza al no haber preferencias para escoger a los contrincantes.

Ahora bien, para poder realizar cualquier sistema, lo primero que se debe de hacer es un análisis de requerimientos, ya que es una tarea que cubre el hueco entre la definición del software a nivel sistema y el diseño del mismo [1]. Para un análisis de requerimientos que permita identificar las variables que se involucran se necesita:

- Un estudio profundo de una necesidad tecnológica que tiene una empresa, organización o negocio.
- Especifica las características operacionales que tendrá el software a desarrollar.
- Se realiza a través de entrevistas, observación, indagación y demás técnicas específicas.
- Describe el plan del proyecto a seguir.
- Permite estimar el tiempo y presupuesto necesarios para la realización del mismo.

II. MARCO TEÓRICO

A. Análisis de requerimientos

Al hablar de un sistema a desarrollar, se tiene que hablar de un análisis de requerimientos el cual, refina, modela, especifica y verifica las solicitudes de usuario, y con ello genera documentos base para la ejecución de los procesos siguientes. Es aquí donde se contempla para identificar y clasificar las variables que se requieren para desarrollar un sistema y así, continuar con los algoritmos para llevar a cabo la programación.

B. Clasificación de Variables

Las variables representan un concepto de vital importancia dentro de un proyecto de investigación. Se puede definir como entidad abstracta que adquiere distintos valores, se refiere a una cualidad, propiedad o característica de personas o cosas en estudio y varía de un sujeto a otro o en un mismo sujeto en diferentes momentos [2].

Variables dependientes: son características de la realidad que se ven determinadas o que dependen del valor que asuman otros fenómenos o variables independientes.

Variables independientes: Es aquélla que es manipulada por el investigador en un experimento con el objeto de estudiar cómo incide sobre la expresión de la variable dependiente.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente trabajo, se realizó un análisis de requerimientos para la identificación y clasificación de las variables necesarias para el manejo de la información de las peleas de gallos. Para la recopilación de la información y posteriormente la identificación de las variables, fue necesario asistir a una serie de estos eventos y realizar entrevistas a las personas encargadas de los mismos, quienes llevan a cabo de manera tradicional los enfrentamientos, y que son contratados precisamente por esto.

Una pelea de gallos es un combate que se lleva a cabo entre dos gallos de un mismo género o raza de aves denominada aves finas de combate, propiciados por el ser humano para su disfrute personal [3]. Un evento de este tipo, se lleva a cabo de la siguiente manera:

- Primero, se establece de cuantos gallos será el derby y se establece el peso de cada gallo.
- Se registra cada gallo con número de partido, nombre del partido, peso del gallo y número de anillo.
- Se separan por peso a los gallos.
- Se separan por rondas, en las cuales se hacen papelitos dependiendo del número de gallos que sea el derby, será la cantidad de estos, con el número del partido, y se pone cada papelito en diferentes tómbolas.
- Cada representante de partido debe de sacar un papelito de cada tómbola, tratando de que no se enfrentes los partidos más de una vez en cada ronda.
- Por acuerdo se decide quien va a jugar primero y así sucesivamente.

Ahora bien, con toda la información proporcionada por los organizadores, se pudieron recopilar las variables necesarias para el sistema, como lo son:

- Datos generales para llevar a cabo el Derby:
    - Nombre
    - Fecha
    - Número de gallos
    - Tolerancia de peso (entre cada gallo).
- Registro de cada partido con sus gallos:
    - Nombre del partido
    - Peso del gallo
    - Número de anillo

Después de tener las variables, se creó un diagrama entidad-relación con ellas, tal y como se muestra en la figura 1.

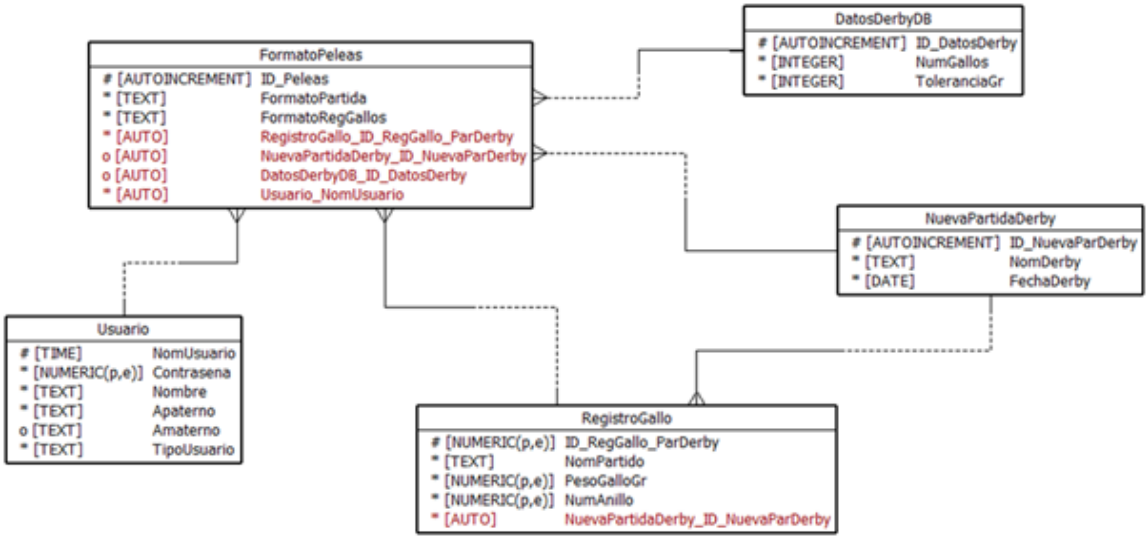


Figura 1. Diagrama entidad-relación de las variables.

Al identificar las variables necesarias y clasificarlas dentro de las entidades, sólo se tomaron en cuenta las variables que afectan de forma directa al sistema. Los pasos para llevar acabo el cotejo de las peleas de gallos se realizan de la siguiente forma:

1. Tomar los datos de los partidos.
2. Tomar los datos de los gallos.
3. Ordenar de menor a mayor cada gallo de cada partido.
4. Separar cada gallo de cada partido en 1 ronda (columna).
5. Ordenar de menor a mayor cada ronda.
6. Comparar los gramos de tolerancia cada 2 gallos
7. Si son partidos impares, pasar 1 gallo (que no del peso de la ronda en la que está) de la ronda 2 a la ronda 1 y de la ronda 4 a la ronda 3.
8. Si son partidos pares y no se pueden acomodar los pesos, intercambiar los gallos del mismo partido entre rondas y volver a ejecutar el paso 3
9. Revisar que los partidos hermanados no se enfrenten, en caso que sí, se intercambia 1 gallo de la pelea con otro que coincida con el peso.
10. Revisar los partidos de cada pelea, si no se enfrentan más de dos veces... en el caso que sí, se intercambia 1 gallos de la pelea con otro que coincida con el peso.
11. (OPCIONAL) si existe una pelea consecutiva del mismo partido o partido hermanado, intercambiar con la pelea siguiente.
12. Pasar las peleas en formato para imprimir. Tal y como se muestra en el diagrama, se puede observar que la Entidad FormatoPeleas se relaciona con todas las demás entidades, debido a que, el formato que se le va a entregar a cada partido debe de contener: número de pelea, el usuario, los datos del derby, fecha del derby y el registro de cada gallo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de varias entrevistas con los organizadores de los diferentes eventos a los cuales se asistieron, se logró la identificación de las diferentes variables, lo que permitió proporcionar el camino para diseñar el sistema que permita el manejo de la información de

una manera simple, y reduciendo al máximo los errores, gracias a que todas las variables requeridas estaban claras. También se logró obtener su definición conceptual y definición operacional como se explica en la tabla 1.

Tabla 1. Identificación y clasificación de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional
Número de Partido	Es la expresión de cantidad de conjunto de personas.	Se refiere a cada número de partido que va llegando y se va registrando para poder participar en un derby.
Peso del gallo	Es la cantidad de masa que alberga el cuerpo del gallo sobre la Tierra	Se refiere al peso del gallo que se va comparar para poder cotejar con otros gallos.
Nombre del derby	Es un nombre que se designa para distinguir de otros derbys.	Se refiere a la manera que se le da nombre al derby cuando se abre una nueva convocatoria y mostrarlo en el evento de gallos para darle más calidad a la empresa.
Número de gallos	Es la expresión de cantidad de gallos.	Se refiere a los gallos que deben de presentar cada partido
Fecha	Tiempo en que se hace o sucede algo [4].	Se refiere al día, mes y año de cuando se realizó el evento de gallos
Tolerancia de peso	Es el margen o diferencia que se consiente en la cantidad de las cosas.[5]	Se refiere a la diferencia de peso que puede haber entre un gallo u otro para poder llevar a cabo una pelea de gallos.
Identificador anillo	Es un conjunto de caracteres alfanuméricos de cualquier longitud que sirve para identificar la variable anillo	Se refiere a un número de 2 a 3 dígitos que está grabado en anillo de metal que se le asigna a cada gallo registrado de manera que después se pueda identificar.
Número de pelea	Es la expresión de cantidad de riñas de gallos que hay en un derby.	Se refiere a cada número de pelea que hay en el evento.
Reporte	Es un noticia o informe acerca de un hecho o resultado para ser ilustre.	Se refiere al resultado final que se le entrega a cada partido donde se especifica, los datos generales del derby, datos del gallo y número de peleas.

V. CONCLUSIONES

En la actualidad, es importante poder identificar en determinadas situaciones o acontecimientos de la vida diaria, las diferentes áreas de oportunidad que se presentan para la mejora de procesos, muchas de estas relacionadas con la automatización, lo que mejora ya sea del manejo de la información o bien, de los procesos en sí del mismo.

Muchas empresas que han migrado a la automatización de sus sistemas de producción, han fracasado en el intento debido principalmente, a que no logran identificar todas las variables que se encuentran en cada una de las áreas de producción, por lo que a la hora de llevarlos al sistema, no se logra reflejar todas las implicaciones que se tienen. Por dichas razones, al no tener un buen análisis de requerimientos antes del diseño de un

sistema, termina en el fracaso el mismo y para muchas empresas, la quiebra. Estas son las principales razones por las que diferentes empresas siguen manejando sus procesos de manera tradicional.

Las peleas de gallos en los palenques, son eventos de mucha tradición que se llevan a cabo desde hace muchos años prácticamente de la misma manera, y aunque existe un reglamento, muchas de las variables que se requieren no están contempladas. Por esto, es de suma importancia poder realizar un análisis de requerimiento de manera clara y detallada, antes de intentar diseñar un sistema que permita la automatización de las diferentes tareas.

Los resultados del presente trabajo muestran, después de haber realizado el análisis de requerimientos, todas las variables que se ven involucradas en la realización de las peleas de gallos en los palenques, muchas de las cuales no pueden ser involucradas en el sistema como tal, pero que sin embargo es importante considerarlas.

La identificación de las variables permiten ahora el diseño del sistema como tal, con una menor existencia de errores y con la posibilidad de que el usuario tenga una mejor satisfacción con el producto final, que en este caso será la generación de los derby´s de manera automática. Además, permite que no existan preferencias a la hora de generar los partidos entre los diferentes partidos.

REFERENCIAS

[1] Alfaomega. (2015). *Ingeniería de software*. Retrieved July 23, 2019, from https://www.amazon.com.mx/Ingenieria-Software-Walter-Noble-Burns/dp/9871609787/ref=asc_df_9871609787/?tag=gledskshopmx-20&linkCode=df0&hvadid=360706105388&hvpos=1o3&hvnetw=g&hvrand=6645929288458249920&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=9073791&hvtargid=pla-845493659477&psc=1

[2] Del Campo Rivera, A. (n.d.). *Las variables en la investigación*. Retrieved July 23, 2019, from http://www.urp.edu.pe/pdf/clase_variablesdeinvestigacion.pdf

[3] Gómez, G. (2011). ¿Cuál es el origen de las peleas de gallos? Retrieved July 20, 2019, from https://www.elperiodicomediterraneo.com/noticias/opinion/cual-%0Aes-origen-peleas-gallos_636237.html.

[4] Real Academia Española. (2018). Retrieved July 23, 2019, from https://dle.rae.es/?id=HhpCnjk

[5] Real Academia Española. (2018). Retrieved July 22, 2019, from https://dle.rae.es/?id=ZyWPzRW

Análisis de riesgo en la cadena de suministro automotriz

Cristopher Elizarraraz Castañeda
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato – Silao km 12.5
Colonia El Copal
elizarraraz120@gmail.com

Asesor: Daniel Armando Aguirre Ibarra
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato – Silao km 12.5
Colonia El Copal
armando.aguirre@itesi.edu.mx

Resumen — La industria automotriz actualmente tiene el reto de resolver los asuntos relacionados con los riesgos en la cadena de suministro, ya que su cadena de suministro es de las más complejas en la industria.
Se estima que el 37% de las empresas involucradas en la cadena de suministro automotriz (CSA) no tienen prácticas de monitoreo y control de los riesgos existentes, por tal motivo el presente trabajo de investigación tiene como objetivo identificar los riesgos en la CSA en las empresas establecidas en el Bajío y así ayudar para que exista un incremento en el control de los riesgos y una reducción de estos.
Se realizaron encuestas dirigidas a personal experto en la industria automotriz y se identificaron los riesgos.
El presente trabajo sienta las bases para un posterior trabajo de lógica difusa que permita ponderar los riesgos identificados.

Palabras clave — Automotriz, riesgo, México.

(Ayudan a a identificar los temas o aspectos principales del trabajo y son importantes para su indexación en bases bibliográficas. Deben ser de tres a cinco palabras clave, y pueden incluirse frases cortas que describan tópicos significativos del documento.)

Abstract — The automotive industry actually has the challenge of solve related matters with the risks of supply chain, as its supply chain is the most complex in the industry.
It is estimated that 37% of the companies involved in the automotive supply chain (ASC) it has not monitoring and control of the existing risks, for these reasons in this investigation job has like objective identify the risks in the supply chain in the established companies in the Bajío. We did surveys of the expert personal in the automotive industry and we identified the risks and thus helps to that exist an increase in risk control and a reduction of these.
In this investigation job laid the foundation for the next diffuse logic job that allow weigh the identify risks.

Keywords — Automotive, risk, Mexico.

I. INTRODUCCIÓN

La industria automotriz es un sector importante en el desarrollo económico de México ya que en los últimos años se ha consolidado como unos de los pilares económicos nacionales además que su constante evolución ha traído y desarrollado talento que hoy en día compite a nivel internacional. [7]

Según estadísticas de la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA) [1], durante el presente año se han producido 846660 automóviles; además este sector representa el 2.9% del Producto Interno Bruto [2].

Debido a que en los últimos años la economía global ha enfrentado distintas crisis que han resultado con efectos negativos en los sistemas de producción industriales [3], o la incertidumbre ha comenzado a surgir a partir de la relación económica y política entre los

Estados Unidos Mexicanos y Estados unidos de América acerca de la constante negociación del tratado de libre comercio entre México Estados Unidos y Canadá [6] es importante identificar los riesgos asociados a la cadena de suministro automotriz (CSA).

México es el mayor exportador para Estados Unidos como se muestra en la Fig. 1.

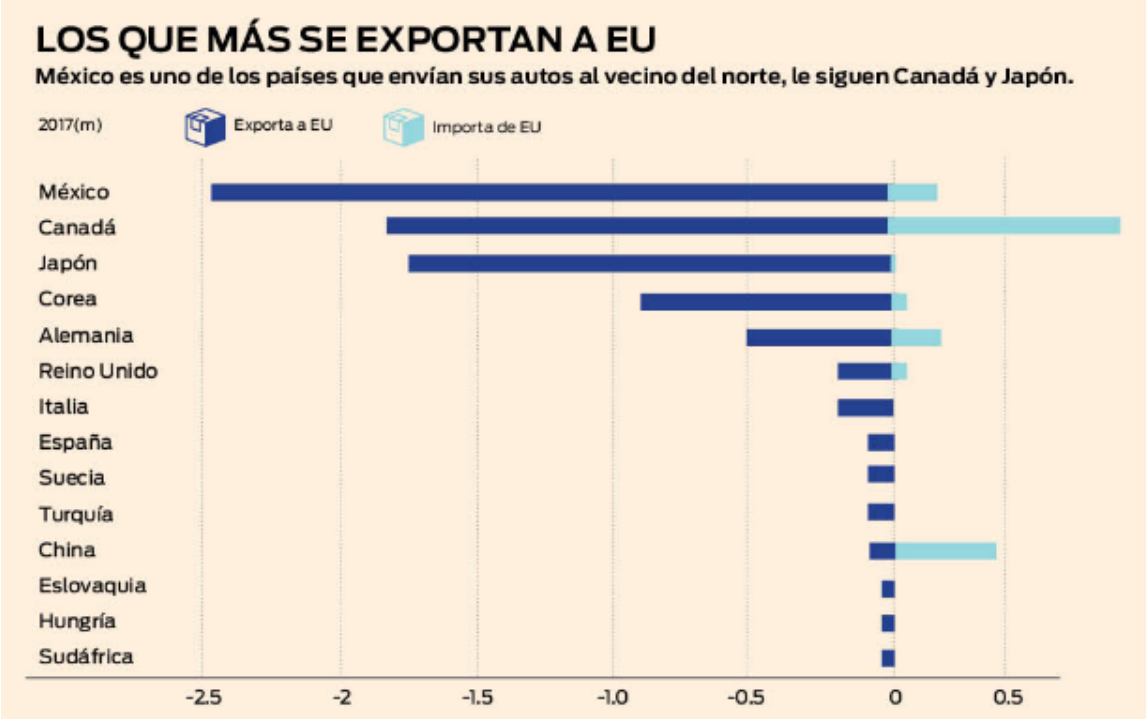


Fig. 3. Los que más se exportan a EU. [8].

Además que México cerró el año 2018 como el sexto productor de autos, solamente detrás de China, Estados unidos, Japón, India y Alemania [7] por esta razón, este sector se puede considerar uno de los pilares económicos mayores de nuestro país como se muestra en la Fig.2.

Datos estadísticos importantes para la industria automotriz en México.

18% del PIB de manufactura.

12.5% De la IED que llegó entre 2000 y 2018 .

66 mil mil lones de dólares es la inversión foránea en este sector durante los últimos 18 años.

Fig. 2. Datos estadísticos importantes para la industria automotriz en México. [7].

Se estima que en la CSA que presenta fallas puede tener pérdidas en dólares de $100 000 000 por día [4]. Un riesgo en la CSA se puede definir como la acción que genera vulnerabilidad y amenaza en el suministro de materiales.

Tan solo en la región Bajío durante 2018 hubo una inversión extranjera directa de 546.5 millones de dólares destinados a la fabricación e partes para vehículos automotores [5].

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Este proyecto se basó en la revisión de la literatura para determinar los factores de riesgo que se consideran a nivel global, debido a que la mayoría de las publicaciones se enfocan en casos de Alemania, China, India y Brasil.

Se elaboró una encuesta que fue contestada por 31 expertos en la industria automotriz pertenecientes a 12 empresas automotrices instaladas en los estados de Guanajuato, Aguascalientes y Querétaro. Se utilizó la plataforma de Google para el envío de las encuestas. La encuesta solo tenía el fin de identificar los riesgos que se perciben en el Bajío.

III. RESULTADOS

Sobre los casos de estudio o investigaciones realizadas en la cadena de suministros automotriz en México no se encontraron artículos.

A partir de la revisión de la literatura se identificaron 28 riesgos, esta lista se envió a 12 empresas donde se les pidió que marcaran los riesgos que identifican en su organización.

Los riesgos identificados en la región son:

- Fallas en los equipos.
- Manejo de altos volúmenes de inventario.
- Baja calidad en los insumos.
- Incertidumbre en los mercados financieros.
- Bloqueos en la infraestructura de transporte.
- Programación deficiente de horarios.
- Falta de información en el lanzamiento de nuevos modelos.
- Riesgos naturales.
- Recesión económica local.
- Fallas en el proveedor logístico.
- Fallas en los sistemas informáticos.
- Robo de mercancía.

IV. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Existieron riesgos que no fueron reconocidos por las industrias de la región Bajío tales como: huelgas y ataques terroristas.

Esto contrasta con los resultados reportados en otros países que aunque son considerados tienen un impacto bajo según los expertos.

El 78% de los encuestados indicó que los riesgos sociales como el bloqueo en carreteras, vías y/o puertos (infraestructura de transporte) es un riesgo que no era considerado en los años anteriores como se muestra en la Fig. 3.

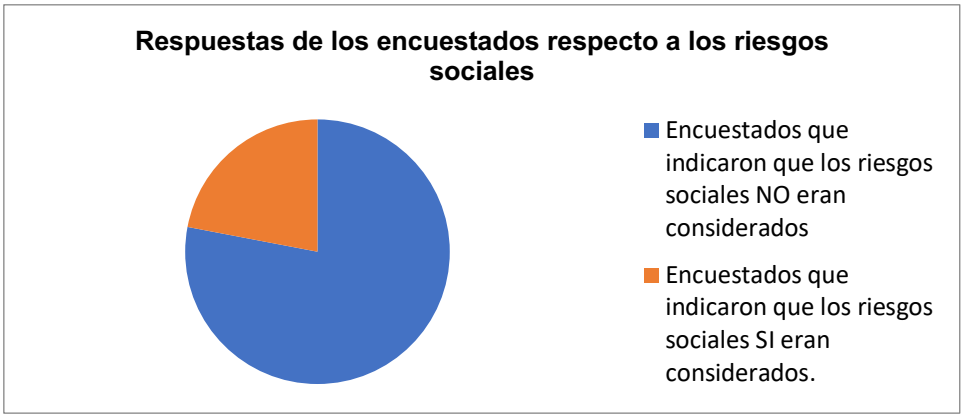


Fig. 3. Respuestas de los encuestados respecto a los riesgos sociales [elaboración propia].

REFERENCIAS

[1] Asociación Mexicana de la Industria Automotriz. Producción total. Disponible en: http://www.amia.com.mx/prodtot.html[consultado en julio del 2019]

[2] Revistas énfasis logística. (2018). Tiene industria automotriz impacto en PIB de México. Disponible en: http://www.logisticamx.enfasis.com/notas/81127-tiene-industria-automotriz-impacto-pib-mexico[consultado en julio del 2019]

[3] Cagnin, F., Oliveira, M. C., Simon, A. T., Helleno, A. L., & Vendramini, M. P. (2016). 'Proposal of a method for selecting suppliers considering risk management", International Journal of Quality & Reliability Management, 33(4), 488–498. doi:10.1108/ijqrm-11-2014-0172

[4] Kern D, Neumann J, and Fletcher E., (2012). 'Managing Supply Chain Risk and Vulnerability", Tools and Methods for Supply chain Decision Makers

[5] El Economista. (2019). Bajío, región más atractiva para la industria automotriz. Disponible en:

https://www.eleconomista.com.mx/estados/Bajio-region-mas-atractiva-para-la-industria-automotriz-20190228-0029.html[consultado en julio del 2019]

[6] Forbes México. (2018). TLCAN renegociado viene con freno a la inversión automotriz en México. Disponible en: https://www.forbes.com.mx/el-tlcan-renegociado-viene-con-freno-a-la-inversion-automotriz-en-mexico/ [consultado en julio del 2019]

[7] Vanguardia. (2019). 40 años de la industria automotriz mexicana. Disponible en: https://vanguardia.com.mx/articulo/40-anos-de-la-industria-automotriz-mexicana [consultado en agosto del 2019]

[8] Milenio. (2018). Guerra comercial afectará la industria automotriz. Disponible en: https://www.milenio.com/negocios/financial-times/guerra-comercial-afectara-a-la-industria-automotriz [consultado en agosto del 2019]

Análisis de riesgo, identificación y control de puntos críticos en planta purificadora de agua ubicada en el TNM Campus Monclova

Karen Lizeth García Chavana
Ricardo Alejandro Fraire Patlán
TNM, Campus Monclova
Carr. 57 km. 4.5.Col. los 90s
Monclova Coah.
karengarcia_17@outlook.es
kalamisoul77@gmail.com

Asesora: Adriana Hernández Córdova
TNM, Campus Monclova
Carr. 57 km. 4.5.Col. los 90s
Monclova Coah.
adrihc2374@hotmail.com

Resumen — Los principios de HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points) se pueden aplicar a todas las fases de producción de alimentos, incluyendo la agricultura básica, la preparación de alimentos y su manipulación, procesamiento de alimentos, servicios de comida, sistemas de distribución y manipulación y uso por el consumidor. El concepto más básico implícito en el HACCP es el de prevención más que el de inspección.
La mayoría de los problemas de salud relacionados con el agua se deben a la contaminación por microorganismos (bacterias, virus, protozoos u otros organismos). No obstante, existe un número de problemas graves de salud que pueden producirse como consecuencia de la contaminación química del agua de consumo.

Palabras clave — Puntos críticos, Control de Calidad, Higiene y Seguridad.

Abstract — The principles of HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points) can be applied to all phases of food production, including basic agriculture, food preparation and handling, food processing, food services, distribution and handling systems and use by the consumer the most basic concept implied in the HACCP is prevention rather than inspection. Most health problems related to water are due to contamination by microorganisms (bacteria, viruses, protozoa or other organisms). However, there are a number of serious health problems that can occur as a result of chemical contamination of drinking water.

Keywords — Critical points, Quality control, Hygiene and safety.

I. INTRODUCCIÓN

El sistema de Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos (ARCPC), mejor conocido por sus siglas en inglés HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points), es un sistema de manejo enfocado hacia la prevención de problemas para así asegurar la producción de alimentos que sean seguros para el consumo. [1]

Un programa HACCP se relaciona con el control de los factores que afectan a los ingredientes, el producto y el proceso.

El objetivo es elaborar un producto cuyo consumo sea seguro, y a la vez que se pueda comprobar. El dónde y cómo corresponde a la parte del análisis de riesgo.

También se busca implementar medidas de seguridad e higiene para evitar cualquier tipo de enfermedad, al igual que el personal capacitado cumpla con las reglas establecidas y obligaciones correspondientes.

II. MARCO TEÓRICO

Las plantas de purificación de agua se definen como esas plataformas hidrotecnológicas cuya función es el saneamiento del agua, procedente de fenómenos naturales como la lluvia, así como también de pozos y redes municipales a bajos costos, eliminando los virus bacterias, metales pesados y sales disueltas contenidas en el agua, siendo el proveedor del vital líquido en toda la hidráulica de tuberías.

Dentro del proceso de purificación del agua es importante establecer o realizar un análisis de riesgo, identificación y control de puntos críticos.

El Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC o HACCP) es un proceso sistemático preventivo para garantizar la inocuidad alimentaria, de forma lógica y objetiva.

En este análisis se identifican, evalúan y previenen todos los riesgos de contaminación de los productos a nivel físico, químico y biológico a lo largo de todos los procesos de la cadena de producción, estableciendo medidas preventivas y correctivas para su control y poder así asegurar la inocuidad.

Principios del HACCP

1) Realizar análisis de peligros.
2) Determinar los Puntos Críticos de Control.
3) Establecer límites críticos.
4) Definir sistemas de monitoreo.
5) Establecer acciones correctivas.
6) Implementar procedimientos de verificación.
7) Documentar el Sistema.

Un PCC (punto crítico de control), es cualquier operación del proceso en donde la pérdida de control puede generar un riesgo de contaminación en el producto, que afecte la salud del consumidor. [2,3]

La Comisión Internacional para Especificaciones de Alimentos (ICMSF) recomendó, en 1988, que sean establecidos 2 tipos de puntos críticos de control:

Punto crítico de control 1 (PCC1) es la operación donde se efectúa un control completo de un riesgo, y se elimina el riesgo que existe en esa etapa en particular.

Punto crítico de control 2 (PCC2) es la operación donde se lleva a cabo un control parcial, por lo que sólo es posible reducir la magnitud del riesgo.

Es por eso la gran importancia de identificar todos y cada uno de los riesgos y poder clasificarlos correctamente para tener un mejor control de los mismos.

Existe un método que permite analizar los riesgos así como identificar y controlar los puntos críticos en diferentes procesos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Aplicación del Método de Análisis de Riesgos, Identificación y Control de Puntos Críticos en el proceso de purificación de agua.

A. Identificación de riesgos o peligros

1) Microorganismos presentes en el agua.
2) Tipos de riesgos presentes en el agua.

B. Identificación de las etapas de producción de agua purificada

1) Almacenamiento de agua.
2) Frecuencia de limpieza y desinfección de tanques y cisternas.
3) Limpieza de filtros.
4) Determinación, características y usos principales.
5) Limpieza y reemplazo de los filtros de cloro de agua de red.
6) Desinfección (Tipos de desinfectantes utilizados en la industria del agua purificada, tiempo de contacto, almacenamiento, efectos en salud.)
7) Filtración por osmosis inversa.
8) Filtración por carbón activado.
9) Lavado de garrafón. (Procedimientos de lavado, tiempos y presión de enjuague; productos utilizados para el lavado de garrafón)
10) Luz ultravioleta/ ozono. (Características de la desinfección por luz ultravioleta, mantenimiento y reemplazo de lámparas).
11) Envasado. (Características del área de envasado, sanitización del área, línea de llenado y boquillas)
12) Higiene del personal, uso de equipo de protección personal.
13) Desinfección de tapas. (Uso de productos y concentraciones.
14) Producto terminado pruebas organolépticas (olor, sabor, color)
15) Muestras de producto terminado para análisis bacteriológico y fisicoquímico.
16) Etiquetado lote y fecha de producción.

IV. RESULTADOS

En la siguiente tabla se menciona los PCC y los riesgos en cada una de las diferentes etapas del proceso de purificación.

Esto de acuerdo a las actividades realizadas en la Planta Purificadora del ITSM, la cual nos servirá como un documento con el cual se puede tener un control de dichos riegos.

Tabla 1. PCC y riesgos en el proceso de purificación de agua.

ETAPA DEL PROCESO	TIPO DE PCC	RIESGOS
Almacenamiento de agua en cisterna	PCC2	Microbiológico Físico Químico
Cloración	PCC1	Químico Microbiológico
Filtración (Suavizador) / Osmosis Inversa	PCC2	Microbiológico Físico
Deodorización (Filtración con carbón activado)	PCC2	Químico
Lavado de garrafones	PCC1	Químico Físico Microbiológico
Lámpara de luz ultravioleta	PCC1	Microbiológico
Envasado	PCC2	Microbiológico
Colocación de tapas y sellos	PCC2	Microbiológico
Producto Terminado	PCC1	Microbiológico Fisicoquímico

V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

La información presentada en la Tabla 1 permite visualizar los tipos de PCC en las diferentes etapas del proceso y nos permite evaluar peligros, y establecer sistemas de control que se encuentran centrados en la prevención, para prevenir justamente los peligros biológicos, químicos y físicos que ponen en riesgo la salud.

De lo anterior la importancia de estar siempre pendientes del monitoreo del proceso estableciendo las características a controlar.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es importante considerar la gran responsabilidad que implica el proceso de purificación de agua, por esta razón se estableció un sistema de monitoreo para los Puntos Críticos de Control, para identificar, evaluar y prevenir todos los riesgos de contaminación del producto terminado a nivel físico, químico y biológico, estableciendo medidas preventivas y correctivas para su control.

Se recomienda siempre la documentación de todo lo acontecido dentro de dicho proceso para la toma de decisiones en caso de que e requiera.

VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento al Tecnológico Nacional de México Campus Monclova y al CONACyT por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia del Verano de la Ciencia 2019.

REFERENCIAS

[1] Acculi. (2015). El agua potable y sus cuidados. Excelencias Gourmet.

[2] Zárate Castillón E., Manual de aplicación de análisis de riesgos, identificación y control de puntos críticos en la industria de agua purificada. Subsecretaría de Regulación y Fomento Sanitario.

[3] Moreno García, B., García López, M.L., Otero, A., García Fernández, M.C., El sistema de análisis de riesgos y puntos críticos: su introducción en las industrias de alimentos en los años 90.

Análisis de sensibilidad para diseño de esquemas de control de reactores biológicos

Ivan Garcia Lara
Francisco Jared Retamoza González
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato-Silao km 12.5, C.P: 36820
Col. El Copal, Irapuato, Guanajuato
garcialaraivan@gmail.com
retamoza1397@gmail.com

Asesor: Rodolfo Murrieta Dueñas
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato-Silao km 12.5, C.P: 36820
Col. El Copal, Irapuato, Guanajuato
rodol_99@yahoo.com.mx

Resumen — En este trabajo, se propone un análisis de sensibilidad para crecimiento microbiano de la cepa *Candida guillermondii*. Se analiza un modelo matemático capaz de predecir el comportamiento de la cepa ante diversas perturbaciones, considerado en la constante de velocidad de crecimiento microbinano propuesta por Tochampa y Sarote (2005). Con el análisis de sensibilidad se muestran, se observan las perturbaciones en las variables de entrada: flujo y concentración de biomasa y su influencia directa sobre la concentración de biomasa final y el consumo de sustrato. Esta información es la base para diseñar posteriormente esquemas de control adecuados donde se puedan identificar los estados estados estables del reactor.

Palabras clave — reactor biológico batch, análisis de sensibilidad, control de bioprocesos

Abstract — In this work, a sensitivity analysis for microbial growth of the Candida guillermondii strain is proposed. A mathematical model capable of predicting the behavior of the strain is analyzed in the face of various disturbances, considered in the constant of microbin growth rate proposed by Tochampa and Sarote (2005). With the sensitivity analysis shown, disturbances in the input variables are observed: biomass flow and concentration and its direct influence on the final biomass concentration and substrate consumption. This information is the basis for later designing suitable control schemes where the stable states of the reactor can be identified.

Keywords — Batch biological reactor, sensitivity analysis, bioprocess control

I. INTRODUCCIÓN

El objeto de todo proceso industrial es la obtención de un producto final mediante la transformación, de unas características determinadas de forma que cumpla con las especificaciones y niveles de calidad exigidos por el mercado, que cada día son más restrictivos. Esta constancia en las propiedades del producto sólo será posible gracias a un control exhaustivo de las condiciones de operación, ya que tanto la alimentación al proceso como las condiciones del entorno son variables en el tiempo. La misión del sistema de control de proceso será corregir las desviaciones surgidas en las variables de proceso respecto de unos valores determinados, que se consideran “óptimos” para conseguir las propiedades requeridas en el producto elaborado. El sistema de control permite una operación del proceso más fiable y sencilla, al encargarse de obtener unas condiciones de operación estables, y corregir toda desviación que se pudiera producir en ellas respecto a los valores de ajuste.

El análisis de sensibilidad es de suma importancia para el diseño del esquema de control. Se pueden analizar perturbaciones de hasta el 40% respecto al valor óptimo y analizar en que momento se estabiliza el sistema o incluso si existe otro estado donde sea posible encontrar mayor crecimiento microbiano. Estas perturbaciones están gobernadas a diferencia de los procesos químicos, en la naturaleza del microorganismo, ya que puede observarse un mejor valor numérico de acuerdo al modelo matemático, pero la naturaleza del microorganismo a esa cantidad de sustrato se inhibe y es imposible alcanzar lo pronosticado por el modelo.

II. MARCO TEÓRICO

A. Candida guillermondii

Crecen en rangos de temperatura entre 24 a 36ºC, toleran un pH entre 3–5. Esta una especie que es asociada con micosis, que es una enfermedad producida por la levadura Candida, produciendo infecciones en la vagina y en las cavidades orales. La levadura Candida guilliermondii no es patógena para el ser humano, es una levadura antagonista frente a otros microorganismos.

Tamburini, Costa, Marchetti y Pedrini refieren que la temperatura es una de las condiciones que requiere más control en la velocidad de crecimiento del microorganismo, debido a que con una temperatura óptima la célula y las enzimas intracelulares logran captar y asimilar la xilosa necesaria del medio.

EL-Baz, Shetaia y Elkhouli determinaron que la formación de xilitol utilizando levaduras es sensible a la concentración de sustrato, de manera que influye directamente en el metabolismo de la xilosa y la secreción extracelular de xilitol. Concentraciones de xilosa extremadamente altas (más de 200 g / l) pueden reducir la acumulación de xilitol debido a que estos aumentos son perjudiciales para el rendimiento, ocasionando estrés al microorganismo por cantidad excesiva de azúcar en el medio y presión en las enzimas encargadas de metabolizar la xilosa.

B. Reactor Biológico

El biorreactor es la parte principal de todo el proceso bioquímico en el que se emplean sistemas microbianos, para la manufacturación económica de una amplia variedad de productos biológicos y la función principal de un biorreactor diseñado apropiadamente es proporcionar y mantener las condiciones ‘’ambientales’’ adecuadas para la transformación óptima y económica de las materias primas a productos.

Durante la fermentación pueden controlarse en ciertos valores el pH, la temperatura, la intensidad de agitación, el flujo de aire (si la fermentación es aeróbica), etcétera. El funcionamiento de cualquier biorreactor depende de muchas funciones incluyendo la concentración de biomasa, el mantenimiento de las condiciones estériles, la agitación efectiva para que la distribución de los sustratos y microorganismos en el reactor sea uniforme, la eficiencia en la remoción del calor liberado en la fermentación, la creación optima de las condiciones reológicas del medio. En este trabajo se analiza el reactor por

lotes. Es el tipo de biorreactor donde se agrega una carga de reactantes, que se llevan a la temperatura de reacción por un determinado tiempo y después se extrae el producto de la reacción. Se caracteriza por la variación en el grado de reacción y en las propiedades de la mezcla reaccionante con el transcurso del tiempo, estos han demostrado su superioridad con respecto a los reactores continuos gracias a su eficiencia, así como a su flexibilidad.

III. METODOLOGÍA

Para proponer un esquema de control de bioprocesos adecuado es importante realizar un análisis de sensibilidad con el que se puedan identificar las posibles respuestas ante cambios en las entradas del sistema, la respuesta que tiene el sistema ante diversas perturbaciones y su capacidad de estabilizarse, determinar en qué rangos de la perturbaciones en las variables de entrada se encuentra mayor cambio en las variables de respuesta, es decir, si es sensible es más difícil de controlar. Además se que puede proporcionar robustez del modelo, ya que si el sistema es muy sensible a las perturbaciones será poco robusto el esquema de control que se obtenga del modelo.

La primera etapa es generar el modelo matemático que se desea analizar. En este trabajo se utiliza el modelo de un reactor biológico por lotes, considerando como modelo de crecimiento microbiano el modelo de Monod.

Balance en biomasa

Acumulación=Generación

$$\frac{dx}{dt} = \mu * x \tag{1}$$

Balance de sustrato

Acumulación=-Consumo

$$\frac{dS}{dt} = -q * x \tag{2}$$

donde:

x= Biomasa

μ= Tasa especifica de crecimiento

q= Velocidad de consumo

La velocidad de crecimiento microbiano esta expresada a partir del modelo de Monod:

$$\mu = \frac{\mu max * S}{Ks * S} \tag{3}$$

donde:

μ= Tasa especifica de crecimiento

μmax= Máxima tasa de crecimiento

S= Cantidad de sustrato

Ks= Constante de saturación

Posteriormente, se propone hacer un estudio sistemático de cómo afectan al modelo matemático propuesto las posibles variaciones en las variables de entrada de los parámetros y en las relaciones funcionales que incluye. Para ello, se propone realizar variaciones en las variables de interés: para el flujo de entrada de sustrato y biomasa durante un tiempo determinado para el sistema (3 horas). La variación del sustrato fue de 0.2g/lt en la alimentación, iniciando en 0.1g/lt y terminando en 6g/lt. En tanto que para la biomasa, se consideró con una inoculación de 0.01g/lt variándose 0.1g/lt hasta alcanzar 10g/lt.

Por último, con este estudio se pueden identificar las variables más críticas, dónde se debe dedicar más esfuerzos tanto en el proceso de planeación como en el de control y seguimiento de una decisión e identificar las variables que deben ser incluidas en la creación distintos escenarios de control.

Los datos cinéticos utilizados en el modelo matemático se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1: Datos cinéticos de los componentes del medio.

Parameters	Values	Units
μ_{glc}^{max}	0.662	h^{-1}
μ_{xit}^{max}	0.189	h^{-1}
q_{xyl}^{max}	0.342	g xylose·g DCW^{-1} h^{-1}
q_{glc}^{max}	3.276	g glucose g DCW^{-1} h^{-1}
$K_{s,xyl}$	11.761	g xylose l^{-1}
$K_{s,glc}$	9.998	g glucose l^{-1}
$K_{s,xit}$	16.068	g xylitol l^{-1}
$K_{i,xyl}$	14.780	g xylose l^{-1}
$K_{i,glc}$	0.100	g glucose l^{-1}
K_r	0.100	g glucose l^{-1}
P_{xit}	7.591×10^{-9}	m s^{-1}

IV. RESULTADOS

El análisis de sensibilidad concierne el estudio de posibles cambios en la solución óptima disponible como resultado de hacer cambios en el modelo original, esto permite verificar la robustez del modelo ya que se identifica que tan sensible es a pequeñas perturbaciones en las variables de entrada. Para el caso de estudio que se ha elegido en este trabajo, se realizó el análisis de sensibilidad de cada una de las variables de entrada: concentración sustrato y concentración de biomasa en el flujo de entrada.

Los resultados se muestran en las Figuras 2 y 3. La primera Figura corresponde a los cambios que sufre el crecimiento microbiano ante perturbaciones en la concentración en el flujo de entrada. En esta Figura, se puede observar que aunque existan pequeñas concentraciones de sustrato, existe crecimiento microbiano, y que conforme esta concentración va a aumentando, se genera mayor biomasa. El mejor valor estudiado es una concentración de sustrato de 5.9g/lt.

Por otra parte, en la Figura 3 se observa el crecimiento de biomasa respecto a la cantidad de biomasa que se agrega en el flujo de entrada. Como se observa, el comportamiento ante esta perturbación es similar al presentado en la Figura 2. De esta forma cuanta más concentración de biomasa o inoculo se tenga al inicio se produce la mayor cantidad de biomasa.

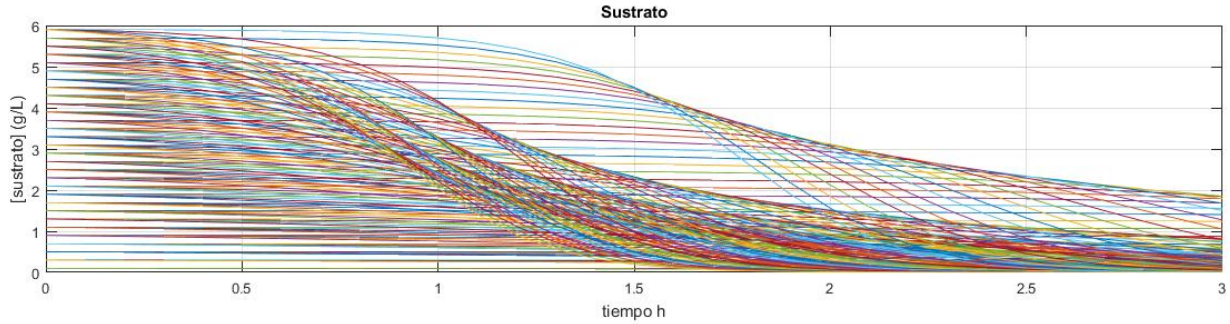


Figura 2. Análisis de sensibilidad respecto al sustrato.

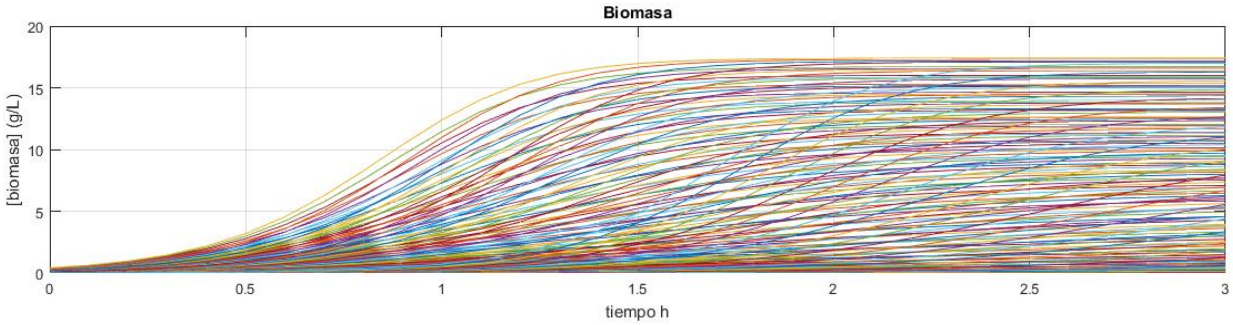


Figura 3. Análisis de sensibilidad respecto a la biomasa.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, las mejores concentraciones iniciales tanto de la biomasa como del sustrato concuerdan con las gráficas del comportamiento, por lo que el análisis de sensibilidad en el biorreactor en batch puede posteriormente con los datos obtenidos elaborar un esquema de control adecuado para el máximo aprovechamiento de los recursos de biomasa y sustrato propuestos. Además, la elaboración de los programas puede funcionar para diferentes microorganismos conociéndose los parámetros cinéticos.

VI RECONOCIMIENTOS

Expresamos nuestra total gratitud al Instituto Superior de Irapuato por brindarnos sus instalaciones para la realización del verano y a nuestro asesor Rodolfo Murrieta Dueñas por sus conocimientos y su tiempo.

REFERENCIAS

Buitrón G., Moreno J. (2004). Modeling of the acclima-tion/deacclimation process of a mixed culture degrading 4-chlorophenol. Water Sci. Technol. 49, 79-86.

Facultad de Ciencias Químicas Universidad Veracruzana. (2012). Biorreacores y su aplicación . 2 de julio del 2019, de Facultad de Ciencias Químicas Universidad Veracruzana Sitio web: https://sites.google.com/site/bioingenieriauv15/unidad-2-biorreactores-y-su-aplicacion

Worasit Tochampa, Sarote Sirisansaneeyakul, Wirat Vanichsriratana, Penjit Srinophakun, Huub H C Bakker, Yusuf Chisti.. (8 October 2005). A model of xylitol production by the yeast Candida mogii. Bioprocess Biosyst Eng, 28, 175–183.

Análisis de señales electromiográficas del musculo palmar largo con atrofia empleando tarjeta arduino

Jonathan Ricardo Rizo Saldaña
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Departamento Mecatrónica
Silao-Irapuato Km 12.5, C.P. 36821,
Irapuato, Gto., MÉXICO.
dantelykaios@gmail.com

Asesor: Azhael de Jesús Rangel Lopez
Universidad Autónoma de San Luis Potosi
Facultad de Ingeniería
Coordinación Académica Región Altiplano,
Carr. a Cedral Km 5 + 600, Ejido San José de las Trojes, C.P. 78700, Matehuala, S.L.P, MÉXICO.
azahel.rangel@uaslp.mx

Resumen — Las fibras musculares son los elementos esenciales del musculo el cual es el generador de fuerza en el cuerpo humano, dichas fibras son activadas por medio de motoneuronas que mandan una despolarización para activarlas, el estudio de estas señales eléctricas musculares nos da información de cómo se comporta el musculo y es posible detectar alguna anomalía en el mismo, como por ejemplo Síndrome de Túnel Carpiano y Tendinitis del Palmar Largo, por medio de estudios electrográficos. El punto principal de este trabajo es realizar un electromíografo de superficie y analizar a sujetos que presente alguna lesión contra sujetos sanos, comparando los perfiles electromiográficos dando como resultado, que el perfil cambia en duración, ya que los músculos atrofiados necesitan incorporar más elementos para poder realizar el trabajo demandado.

Palabras clave: Electromiografía de superficie, Arduino, Atrofia muscular.

Abstract — Muscle fibers are the essential elements of the muscle which is the force generator in the human body, these fibers are activated by means of motor neurons that send a depolarization to activate them, the study of these muscular electrical signals gives us information on how it behaves the muscle and it is possible to detect any abnormality in it, such as Carpal Tunnel Syndrome and Palmar Largo Tendinitis, by means of electrographic studies. The main point of this work is to perform a surface electromyograph and analyze subjects that present an injury against healthy subjects, comparing the electromyographic profiles resulting in the profile changing in duration, since atrophied muscles need to incorporate more elements to perform work demanded.

Keywords: Surface electromyography, Arduino, Muscular atrophy

I. INTRODUCCIÓN

El músculo palmar largo es un músculo estriado largo y delgado que suele estar presente en el compartimiento volar del antebrazo, interpuesto entre los músculos flexor cubital del carpo y flexor radial del carpo, este trabaja de forma sinérgica con los flexores largos del antebrazo para lograr la flexión en la articulación de la muñeca y las articulaciones pequeñas de la mano. Aparte de esto, el músculo también ayuda a tensar la aponeurosis palmar. Su función principal es fungir como un anclaje para la piel y la fascia de la mano para resistir las fuerzas de corte horizontal en dirección distal. Dentro de los principales padecimientos que afectan al musculo palmar largo son, el “Síndrome de Túnel Carpiano” y “Tendinitis del Palmar Largo”. [1]

La Tendinitis del Musculo Palmar largo se caracteriza por dolor localizado en el pliegue de la muñeca, sobre el tubérculo del escafoides. La flexión junto con la desviación radial de

la muñeca aumenta el dolor. Aparece de forma insidiosa, es frecuente que aparezca asociada a procesos degenerativos del carpo. [3]

La zona en la muñeca donde el nervio entra en la mano se llama túnel carpiano. Este normalmente es angosto. Cualquier inflamación puede pellizcar al nervio y causar dolor, entumecimiento, hormigueo o debilidad. Esto se llama síndrome de túnel carpiano. Es una afección en la cual existe una presión excesiva en el nervio mediano. Este es el nervio en la muñeca que permite la sensibilidad y el movimiento a partes de la mano. El síndrome del túnel carpiano puede provocar entumecimiento, hormigueo, debilidad, o daño muscular en la mano y dedo. Algunas personas que presentan este problema nacieron con un túnel carpiano pequeño. El síndrome del túnel carpiano también puede ser causado por hacer el mismo movimiento de la mano y la muñeca una y otra vez. Escribir en una computadora, utilizar un ratón o repetir movimientos al trabajar, tocar un instrumento musical o practicar deportes; estas actividades pueden causar dolor e hinchazón de los tendones de la mano, la cual puede estrechar el túnel carpiano y provocar síntomas. Así mismo otros factores que pueden catalizar el padecimiento son : Fracturas de huesos y artritis de la muñeca, Enfermedades que causan depósitos anormales de proteína en el cuerpo (amiloidosis), Quiste o tumor que crece en la muñeca o Infecciones. [2]

En un articulo redactado por Ana L. López Orocio, M. Gloria Sánchez Elías, Paola Zaragoza Estrada y colaboradores de la Universidad Politécnica Bicentenario, en su proyecto, “CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA ELECTROMIÓGRAFO PARA LA DETECCIÓN DE BIOSEÑALES APLICADAS AL ANÁLISIS DE UNA PRÓTESIS DE MIEMBRO INFERIOR”, encontraron una relación entre el esfuerzo aplicado al musculo y su variación de manera gráfica, explicando que las señales Mioelectricas se mantienen estables si el musculo está en reposo o relajado, en cambio sí se genera una tensión muscular cualquiera la frecuencia y amplitud de la señal varían rápidamente lo que quiere decir que no se mantienen estables. [6]

J.L. Correa-Figueroa, E. Morales-Sánchez, J.A. Huerta-Ruelas y colaboradores del Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional y el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey Campus Querétaro, En su proyecto titulado “SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE SEÑALES SEMG PARA LA DETECCIÓN DE FATIGA MUSCULAR “, encontraron que al adquirir datos de señales mioelectricas del músculo bíceps (musculus bíceps brachii), notarion que el aumento del Voltaje RMS de la señal SEMG obtenida de contracciones dinámicas, es indicativo de fatiga muscular.[7]

Así mismo Federico Tedin y Javier Fraire del Instituto Tecnológico de Buenos Aires, en su proyecto “PROCESAMIENTO DE BIOSEÑALES EN TIEMPO REAL EN UNIVERSOS INTERACTIVOS”, tomaron muestras con el músculo relajado las cuales se encuentran concentradas en un área pequeña. Por el otro lado, las muestras tomadas con músculo tensado se encuentran dispersas, ya que al tensar el músculo no siempre es posible mantener el mismo nivel fuerza ejercida.[8].

En este contexto el objetivo de este trabajo es desarrollar un dispositivo que se capaz de censar la actividad eléctrica del musculo palmar largo (electromiografía), para poder

generar una referencia grafica entre extremidades sanas y una que tuvo o tiene algún tipo de atrofia, para poder determinar las diferencias entre graficas.

OBJETIVO

Analizar las señales miograficas obtenidas del musculo palmar largo haciendo uso de la tarjeta programable Arduino y el sensor muscular Myoware “Muscle Sensor”.

II. METODOLOGÍA

Para la realización del proyecto se va a utilizar:

La plataforma de desarrollo Arduino Mega ADK está basada en una placa electrónica de hardware libre que incorpora un microcontrolador reprogramable y una serie de pines hembra, los que permiten establecer conexiones entre el microcontrolador y los diferentes sensores y actuadores de una manera muy sencilla. Cuando pertenece a la misma familia (microcontroladores AVR marca Atmel), esto significa que comparte la mayoría de sus características de software, como arquitectura, librerías y documentación. Dentro de sus ventajas encontramos que su entorno de programación es multiplataforma, Lenguaje de programación de fácil compresión, Bajo costo, Reusabilidad y versatilidad. Sustituyendo el cable original de la placa Arduino, se implementó un cable especial con filtro de ferrita, filtra corrientes parasitas de alta frecuencia que pasan a través de un conductor eléctrico y la información que atraviese este cable esté libre de ruido eléctrico (FIGURA 1).

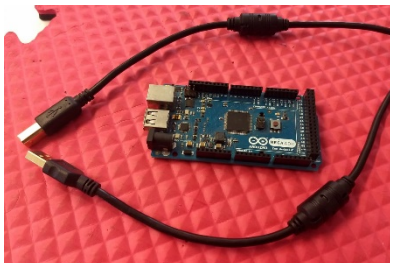


Figura 1: Placa de desarrollo Arduino y cable con filtros de ruido eléctrico

A. Ensamblaje del sensor

Sensor de Advancer Technologies mide la actividad muscular a través del monitoreo de potencial eléctrico generado por las células musculares. A esto se le conoce como la electromiografía (EMG por sus siglas en inglés). El sensor amplifica y procesa la actividad eléctrica compleja de un músculo y la convierte en una señal analógica simple que puede ser fácilmente leída por cualquier microcontrolador con un convertidor analógico a la digital (ADC por sus siglas en inglés), como un Arduino. A medida que el grupo muscular flexiona, aumenta el voltaje de salida del sensor. La relación exacta entre el voltaje de salida y la actividad muscular puede ser ajustado usando un potenciómetro de ganancia. El MyoWare Muscle Sensor (FIGURA 2) está diseñado para ser empleado como un *wearable*, permitiendo conectar los electrodos directamente a la tarjeta.

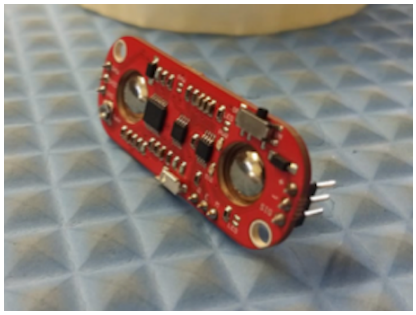


Figura 2: Sensor muscular “Myoware”

B. Cable shield

Esta tarjeta contiene un Jack de 3.5 mm en donde puedes conectar el cable para electrodos permitiéndole probar y usar el MyoWare Muscle Sensor sin sujetarlo a tu persona (Figura 3), incluyendo Este es un sencillo cable con tres conductores para electrodos bioeléctricos, estos cables son de 24" largo y cuentan con un conector de audio Jack de 3.5mm en un extremo con receptáculos de estilo broche de presión para electrodos de sensores biomédicos. Cada cable viene en un conjunto rojo / azul / negro (Figura 4).

En cuanto al vehículo de transmisión de las señales del musculo usamos electrodos desechables, los cuales son almohadillas que contienen un gel integrado para comodidad y durabilidad de este durante la prueba muscular y están hechos para un sólo uso y son muy útiles debido al gel integrado, libre de látex. Cada almohadilla se adhiere muy bien a la piel y el conector a presión puede ser empujado o retirado del cable del electrodo sin problema.

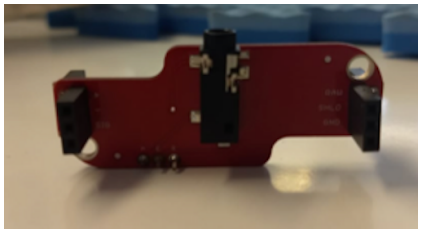


Figura 3: Shield de cable para electrodos para el sensor muscular “Myoware”

Figura 4: Sensor muscular montado

C. Obtención de datos

Los Datos graficados de las señales miografías y plasmadas en una hoja de cálculo a través de la transmisión de datos por el puerto “COM” mediante el uso de un programa llamado Parallax Data Acquisition tool (PLX-DAQ) es un complemento para MS Excel 2000 y 2018, que te permite capturar hasta 26 canales de datos de un Arduino conectado a una puerto serie (COM 1-15), con velocidad de hasta 128 Kbps.

D. Funcionamiento

Teniendo todos nuestros componentes armados y listos para funciones, nos dirigimos a la forma en la que se deben tomar las mediciones del musculo. El Musculo palmar largo

tiene una extensión desde los dedos atravesando el túnel carpiano y descendiendo por el ente brazo dando un ligero giro terminando por la parte lateral del codo por el costado interior del antebrazo. Los electrodos principales (Rojo y azul) se posicionen en la parte central del musculo en sentido de las fibras y el tercer electrodo (negro) en un lugar ligeramente alejado del musculo a medir, posteriormente se pone en marcha el sistema y se configura el puerto COM mediante el cual la información recabada por el sensor se transmitirá a la computadora y tomados por Excel para graficarlos.

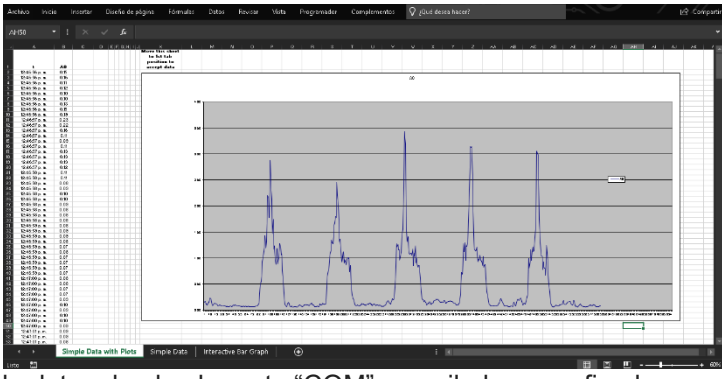


Figura 5: La toma de datos desde el puerto "COM" recopilados y graficados correctamente en Excel y almacenados en una hoja de cálculo.

El protocolo de medición que se manejó en este análisis, fue el siguiente: Se posiciona el ante brazo bocarriba sobre la mesa de pruebas aislada con un polímero para evitar que pudiera haber algún tipo de conducción eléctrica a través de la mesa, ya con los electrodos posicionados se procede a empezar a tomar medidas, bajo los ejercicios haciendo uso de 3 mancuernas diferentes de 2.5 y 7.5Kg., en repeticiones de levantamiento interrumpidas por un lapso de 20s entre cada levantamiento de las mancuernas, dichas repeticiones se harán de 5 a 8 veces dependiendo de la fidelidad de la señal.

III. RESULTADOS

El primer resultado palpable del proyecto fue el funcionamiento, al poder representar de manera gráfica la actividad muscular al ser sometido a un protocolo de actividad física del mismo al levantar mancuernas de diferentes pesos, dicha señal nos generaba una gráfica, al principio la recopilación de datos del musculo fue expresada en el graficador de Arduino para ver que realmente el sensor nos estaba entregando una señal del musculo al moverlo aleatoriamente y posteriormente las pruebas las comprobamos con un osciloscopio, para visualizar la escala sobre la cual se regían los valores eléctricos del musculo, que sin amplificar, oscilaban entre los 50 a 200 mV, tomando en cuenta de que la señal enviada esto dependiendo del peso y el tiempo que el musculo fuera sometido a tensión . Al revisarla con el osciloscopio y ver la escala de voltaje sobre la cual trabajaba nos daba una idea del ajuste de Ganancia del sensor para amplificar la escala de señal (la amplificación se dio X10).

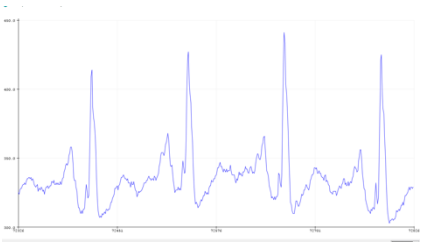


Figura 6: Test prueba de los pulsos del musculo en movimientos rápidos en el graficador de Arduino (Serial Plotter) obtenidos desde el sensor y recopilados por el puerto "COM"

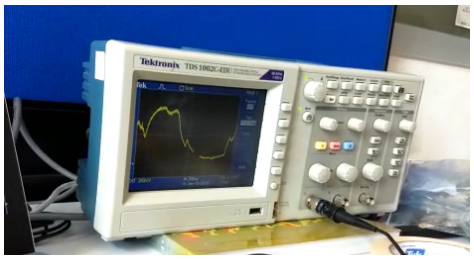


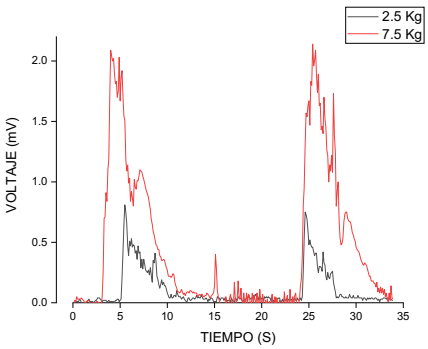
Figura 7: Señal obtenida del de la salida del sensor muscular y representados en el osciloscopio.

Ya corroborado el funcionamiento del sensor pasamos al hacer las pruebas de control con sujetos que nunca hayan sufrido alguna lesión o enfermedad que pudieran afectar la calidad de los resultados de sujetos control. Posicionando los electrodos principales (Rojo y azul) en la parte central del musculo (Palmar largo) y el electrodo del común (negro) va ligeramente alejado del musculo a medir.

***Figura 8**: Sujeto control (fémina), en la toma del protocolo de medición.*

Los resultados muestran que a mayor peso de carga hay un aumento de la señal electromiografía esto nos quiere decir que se tiene que incorporar más fibras musculares a mayor demanda de fuerza (Figura 9A.), por otro lado en las personas con alguna lesión que involucra el musculo palmar largo tiene el mismo comportamiento a mayor carga mayor voltaje, sin embargo el perfil electromiográfico de estos últimos cambia ya que tiene que incorporar otro tipo de fibras llamadas lentas que dan tono muscular para ayudar con la demanda de fuerza solicitada (Figura 9B.).

A



B

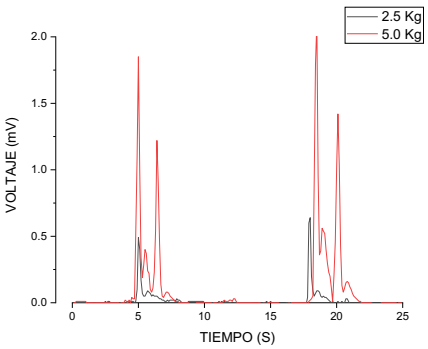


FIGURA 9: Electromiograma de superficie. En A sujeto control, en línea negra la carga de pesa de 2.5 Kg. y en línea roja la carga de una pesa de 7.5 Kg. En B sujeto con fractura de muñeca con el mismo protocolo.

IV. CONCLUSIONES

Las personas con atrofia que se analizaron para las pruebas dieron resultados distintos entre sí, esto debido a que los músculos se subdividen en 3 fibras, las Fibras de interés para la investigación fueron las llamadas “Fibras rápidas y lentas”.

Las fibras rápidas tienen una acción casi inmediata después de la estimulación, y lo que normalmente encontramos en las personas que no han tenido lesión alguna en la parte del antebrazo. En cambio, las fibras musculares lentas se hicieron mas presentes en las lecturas miograficas tomadas en personas con alguna atrofia o malformación, se concluye que las personas que sufrieron trauma en las extremidades superiores, como lo son fracturas, desgarres, malformaciones congénitas o algún síndrome como lo es el del túnel carpiano, estas, se encuentran con mayor presencia, como se demostró en la figura 9 subsección B.

Se realizo con éxito la elaboración de la electromiografía de superficie y se obtuvo buena respuesta de personas con alguna lesión de extremidad superior que pudieron otorgar información acerca de cómo cambia el perfil electromiografíco de sujetos sanos en comparación a sujetos con atrofia muscular.

V. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de San Luis Potosí de la Coordinación Académica Región Altiplano, Al Dr. Azahel y su compañero el Dr. Vertiz por su calidez al recibimiento en su laboratorio de trabajo y el apoyo prestado por mi familia para la realización de mis residencias de investigacion.

REFERENCIAS

[1] Musculo Palmar Largo, Disponible en: https://www.anatomiatopografica.com/musculos/musculo-palmar-largo/

[2] Síndrome del Tunel Carpiano, Disponible en: https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000433.htm

[3] Tendinitis en musculo Palmar largo, Disponible en : http://www.cto-am.com/t_frc.htm

[4] Que es Arduino?, Disponible en: http://arduino.cl/que-es-arduino/

[5] Jaramillo-Ruiz,J. (2016), Mouse para personas con discapacidad en sus extremidades superiores controlado por medio de movimientos de cabeza y gestos,(Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. Disponible en: http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23654/1/Tesis_t1144ec.pdf

[6] Lopez -Orocio,A. ,Sanchez -Elias,M., Zaragoza- Estrada, P.,Arevalo -Vidal, J.,Ledesma-Silva,G. (2015), “Construcción de un sistema electromiógrafo para la detección de bioseñales aplicadas al análisis de una prótesis de miembro inferior”. *XII encuentro Participacion de la mujer en la ciencia* , Universidad Politécnica Bicentenario, Leon ,Guanajuato. Disponible en : http://congresos.cio.mx/memorias_congreso_mujer/archivos/extensos/sesion1/S1-ING23.pdf

[7] Correa-Figueroa, J., Morales-Sánchez, E., Huerta-Ruelas, J., González-Barbosa, J. and Cárdenas-Pérez, C. (2016). SEMG signal acquisition system for muscle fatigue detection. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*, [online] 37(1). Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-95322016000100017.

Completar información articulo: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-95322016000100017 [Consultado en 2019]

[8] Tedin, F., Fraire, J.(2017), Procesamiento de Bioseñales en Tiempo Real en Universos Interactivos , Instituto Tecnológico de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. Disponible en: https://ri.itba.edu.ar/bitstream/handle/123456789/940/Biose%C3%B1ales%20en%20Universos%20Interactivos.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[9] PLX-DAQ, Disponible en: http://arduino.perut.org/Arduino_55.htm

[10] Especificaciones técnicas de los componentes Myoware, Disponible en: https://www.sparkfun.com/products/13723

Análisis de sistemas de losas de entrepiso y azotea en viviendas tradicionales y contemporáneas en Guanajuato, Gto.

Anaid Sánchez García
Tecnológico Nacional de México
Campus Querétaro
Arquitectura campus Norte
Santiago Zacatlán s/n km 7.84
C.P 76148 Querétaro, Qro.
sanchezganaid@gmail.com

Asesora:
Dra. Gloria Cardona Benavides
Universidad de Guanajuato
Departamento de Arquitectura
Avenida Juárez 77 Zona Centro
C.P 36000 Guanajuato, Gto.
glocardonab@yahoo.com.mx

Resumen — Este texto es el resultado de un análisis comparativo entre dos tipos de sistemas constructivos de cubiertas de entrepiso y azotea, el primero correspondiente al sistema de vigas de madera con tejamanil de una vivienda tradicional que se ubica en la histórica capital de Guanajuato, mientras que el segundo es de semiviguetas y bovedilla perteneciente a un nuevo fraccionamiento ubicado al sur de la ciudad; ambos, presentan similitudes en cuanto a fundamentos teóricos y principios funcionales, ya que utilizan vigas como elementos portantes, las diferencias radican en los materiales siendo por un lado, propios de la región y de origen natural y por el otro, industrializados y estandarizados, mismos que definen configuración de cada sistema.

Palabras clave: *Sistemas constructivos, cubiertas, tradicional, contemporáneo, tejamanil.*

Abstract — This text is the result of a comparative analysis between two types of construction systems of mezzanine roofs and roof, the first corresponding to the system of wooden beams with tejamanil of a traditional house that is located in the historic capital of Guanajuato, while the the second one is semi-beam and vault belonging to a new subdivision located south of the city; both have similarities regarding theoretical foundations and functional principles, since they use beams as supporting elements, the radical differences in the materials being on the one hand, typical of the region and of natural origin and on the other, industrialized and standardized, same which defines the configuration of each system.

Keywords — *Construction systems, slabs, traditional, contemporary, tejamanil.*

I. INTRODUCCIÓN

El paso del tiempo aunado a las condiciones medio ambientales y las dinámicas sociales definen la forma en que se construye, conformando prácticas arquitectónicas que constituyen el legado histórico de cada lugar, mismas que se van transformando de acuerdo a las necesidades y posibilidades de la población.

La capital de Guanajuato se caracteriza por sus incontables callejones, el contraste de colores en sus construcciones, la belleza de su arquitectura, los grandes monumentos y plazas que resguardan siglos de memoria histórica. En el año de 1988 la UNESCO la reconoció como Patrimonio Mundial de la Humanidad para la protección y conservación de sus bienes, por lo tanto, permite establecer un vínculo de identidad y apropiación de los habitantes con su ciudad.

La mayoría de las viviendas que integran el centro histórico de Guanajuato se construyeron desde el siglo XVII hasta el XX [1], donde los sistemas constructivos que fueron empleados son los que actualmente conocemos como tradicionales, uno de ellos

son las cubiertas de vigas de madera con tejamanil, sistema de losas más usado en este tipo de edificaciones, sin embargo, con el aumento de población, la demanda habitacional, y la expansión de la mancha urbana, los sistemas constructivos se fueron adaptando y mejorando hasta llegar a los actuales, con nuevas propuestas, soluciones arquitectónicas, materiales y tecnológicas.

Esta investigación ayudará a identificar y comparar los elementos que forman parte de los sistemas de cubiertas entre una vivienda tradicional, que actualmente funciona como el Hostal “La Fuente” ubicado dentro del centro histórico en la plaza del Baratillo y una contemporánea, ubicada en el fraccionamiento Real de la Mancha al sur de la ciudad; entendiendo su transformación relacionada a los mismos, en cuanto a materiales, características, componentes de su estructura y funcionamiento.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo y análisis de los sistemas definidos fue necesario realizar una serie de actividades, las cuales se organizaron de la siguiente forma:

Selección de estudios de caso: Se realizó una visita guiada al centro de la capital de Guanajuato, en donde, la primera tarea fue la identificación de los diversos estilos y elementos arquitectónicos presentes en las fachadas de los inmuebles más representativos, además, se reconocieron elementos constructivos y estructurales relevantes que resultaron visibles, entre los más destacables fue el sistema de cubiertas de vigas de madera con tejamanil, una constante evidente en la mayoría de ellos. Debido a la accesibilidad por parte de los encargados y dueños del Hostal “La Fuente” y la reciente restauración que mantiene en buen estado su estructura, se tomó como caso de estudio para vivienda tradicional de esta investigación. Por otra parte, para el análisis contemporáneo se seleccionó el fraccionamiento Real de la Mancha en donde se realizó un segundo recorrido por la zona sur de la ciudad, con finalidad de observar los materiales y sistemas constructivos implementados en los recientes desarrollos habitacionales.

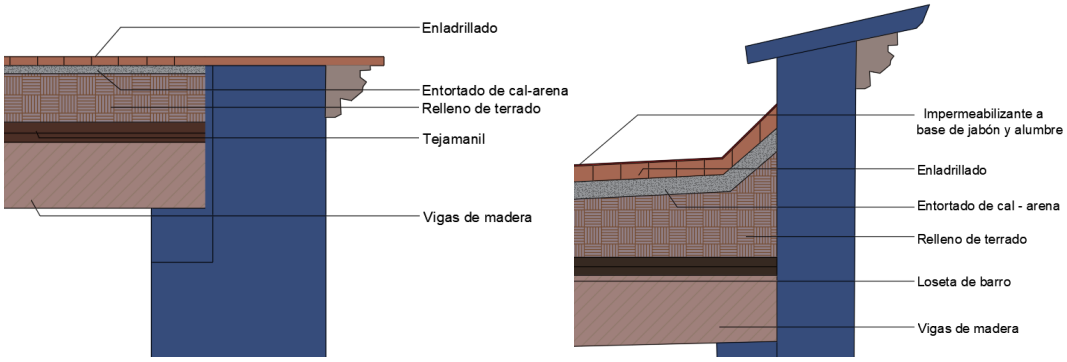
Obtención de información y datos relevantes: Mediante entrevistas y la programación de visitas de campo a cada uno de los inmuebles, se realizaron registros de los antecedentes históricos y materiales de construcción que conforman cada inmueble, así como un levantamiento fotográfico y arquitectónico con ayuda de flexómetros y distanciómetro. La investigación documental se realizó con apoyo de textos referentes a investigaciones previas del tema por parte de la Universidad de Guanajuato, manuales de conservación pertenecientes al INAH así como documentación de métodos y sistemas constructivos tradicionales de diversos autores.

Como resultado del proceso de investigación se elaboró una comparativa e identificación de similitudes entre los sistemas de cubiertas, reconociendo sus cualidades, características funcionales y compositivas, además de la elaboración para registro de los detalles constructivos de losas.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Estudio de caso vivienda tradicional

Constituido por un sistema constructivo de cubiertas de terrado que consiste en un conjunto de vigas de madera colocadas de forma paralela, sobre ellas descansa una cama de tejamanil o losetas de barro que soportan una capa de tierra inorgánica y cal colocado en un proceso llamado bruñido, que servía para evitar la filtración de agua y dar los declives para el escurrimiento de agua [2], y finalizando con un recubrimiento superior de loseta cerámica o enladrillado , ya sea para formar el entrepiso o azotea [3] [4].



a) b)

Fig.1 Detalles constructivos de cubiertas presentes en vivienda tradicional: a) losa de entrepiso, b) losa de azotea. *(Fuente: elaboración propia a partir de Manual de Mantenimiento de Monumentos Históricos. INAH)*

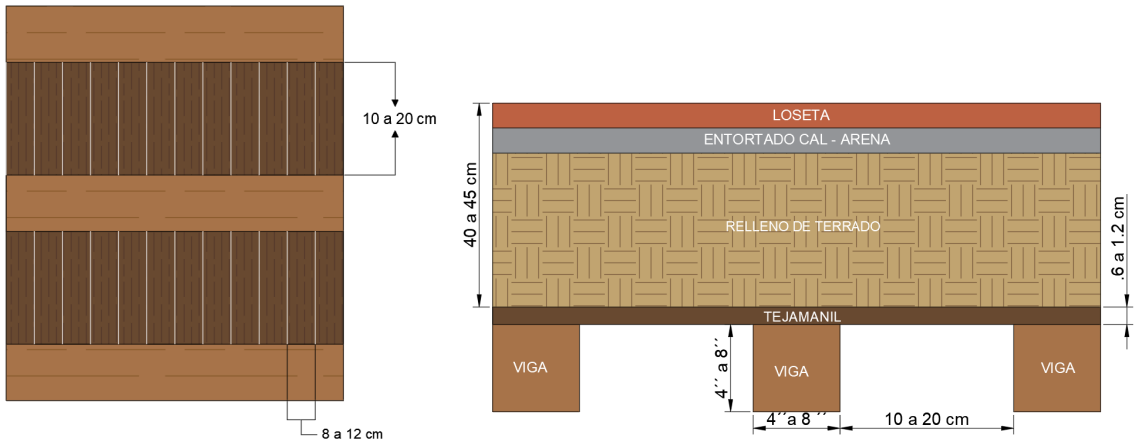
El inmueble presenta las dos variantes de cubierta; planta baja está compuesta por tejamanil mientras que, en planta alta con losetas de barro, debido que esta última, la losa de azotea, ha sido restaurada recientemente.

c) d)

Fig.2 Detalles inferior de cubiertas en vivienda tradicional: c) losa de entrepiso en planta baja, d) losa de azotea en planta alta. (Fuente: autoría propia)

Resulta fundamental conocer el concepto de tejamanil, presente en la vivienda tradicional estudiada, su origen es del náhuatl tlaxamanilli (quebradizo), en combinación con el vocablo “teja”; son piezas de madera delgada, cortadas manualmente en forma

rectangular, con medidas variables de entre 10 a 20 cm de longitud, 8 a 12 cm de ancho y su espesor de 6 a 12mm [5].



e) f)

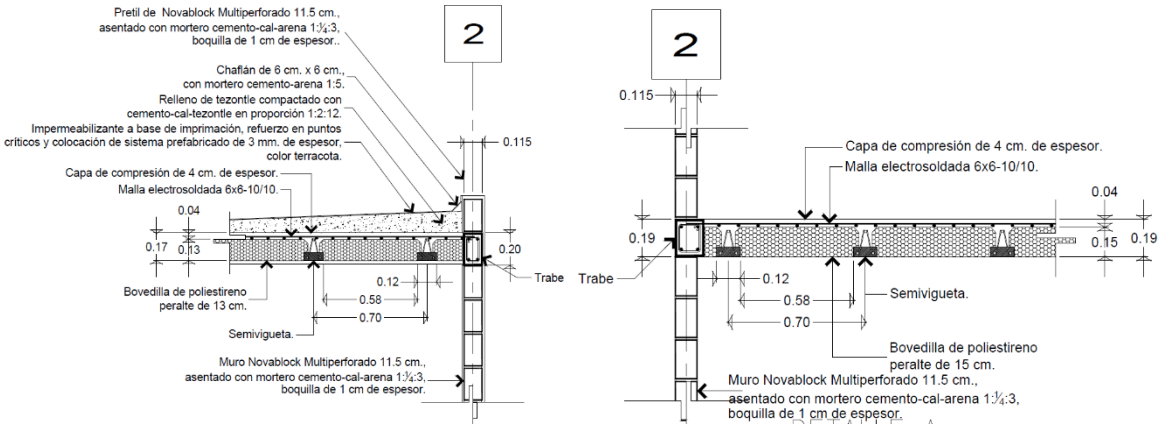
Fig.3 Detalles de cubiertas en vivienda tradicional: e) disposición del tejamanil, f) corte transversal del sistema. *(Fuente: Hernández R. L., Lizarraga H. D., Sistema constructivo: viga de madera con tejamanil)*

Dependiendo de la zona en la que se construye son los materiales que se utilizan, en este caso, debido a la cercanía con la sierra de Guanajuato donde se alberga bosques de pino y encino, se deduce que este último tipo de árbol es el empleado para la realización del tejamanil. Actualmente las vigas están expuestas, pero se tienen registros que anteriormente a manera de plafón, se colocaba una tela de algodón sujeta a un marco de madera (manta de cielo), posteriormente recibía varias capas de cal hasta quedar rígida y en cada esquina se disponía de respiraderos metálicos para evitar la acumulación de humedad [1].

B. Estudio de caso vivienda contemporánea

Se utiliza un sistema de semivigueta y bovedilla en ambas losas, entrepiso y azotea, diferenciándose con variaciones de espesor, siendo 19 y 20 cm respectivamente.

Los elementos de soporte son las semiviguetas de concreto presforzado, con secciones de 12 cm de patín a entre ejes de 70 cm y las bovedillas de poliestireno como elementos aligerantes. En el lecho alto se coloca una malla electrosoldada de 6x6-10/10 y posteriormente una capa de compresión de 4 a 6 cm de espesor determinado según el claro a cubrir, con resistencia de concreto con f'c 200 kg/cm. Sobre esta se instala loseta cerámica o impermeabilizante según su función.



g) h)

Fig.4 Detalles constructivos de cubiertas en vivienda contemporánea: g) losa de azotea f) losa de entrepiso. *(Fuente: proyecto ejecutivo fraccionamiento Real de la Mancha, Gto)*

Ambos sistemas comparten principios estructurales donde las vigas son el elemento portante, con pequeñas diferencias como la disposición de estas mismas, en el caso de la vivienda tradicional la estructuración de la viguería cambia según las cargas que recibe y tamaño de los claros, las separaciones entre viga y viga obedecen a un ritmo, así como por cuestiones de practicidad y estética, ya que, aunque generalmente se deben colocar las vigas paralelas a claro corto para mejor distribución y soporte de cargas, se observa que en un mismo local no se cambiará la dirección, pese a que signifique colocarlo a claro largo. En cambio, en el sistema de semivigueta y bovedilla este tipo de situación no se presenta, debido a que se requiere realizar una serie de cálculos en base a reglamentos que garantizan la seguridad de los usuarios y del inmueble, definiendo la separación necesaria entre viguetas, así como su colocación siempre a claro corto.

Respecto a la durabilidad de los materiales empleados en cada caso, son afectados por los factores a los que están sujetos, en el caso del tejamanil, se tiene registro que, totalmente expuesto a las condiciones medioambientales y sin tratamiento alguno su tiempo de vida es de entre 15 a 20 años. [6] Con relación a esta información se infiere que en condiciones favorables como se encuentra en el hostal aunado al mantenimiento regular que se le realiza, se alarga considerablemente su vida útil, como muestra, el inmueble permanece en buenas condiciones después de 400 años desde su construcción.

Dentro de los aspectos de confort, las cubiertas con tejamanil favorecen tanto para el aislamiento térmico como para el acústico, guardando el calor en las temporadas frías y mantiene la frescura en las cálidas.[6] Referente al sistema contemporáneo, se trata de cumplir con esta tarea mediante las bovedillas.

IV. CONCLUSIÓN

Las tecnologías que se han desarrollado en la industria de la construcción buscan mejorar las condiciones de vivienda y con ello, elevar la calidad de vida de los usuarios, implementando nuevos materiales, el mejoramiento de las técnicas y sistemas constructivos; como respuesta clara ante los constantes cambios de nuestro entorno y dinámicas sociales que conducen su adaptación a las necesidades actuales .Así como se

van modificando los aspectos tecnológicos que atienden la situación de demanda por innovación, sucede lo mismo con los sistemas constructivos, en este caso en específico las cubiertas, se van retomando los modelos anteriores evocando a una metamorfosis, donde se conserva el fundamento teórico y principios funcionales, pero se ven sustituidos los materiales, principalmente por aquellos que cumplen con características de mayor eficiencia, resistencia, reducción de costos y rapidez. Particularmente observamos a la cubierta de terrado como un antecedente de la semivigueta y bovedilla, las vigas de madera se cambiaron por el concreto y acero, el tejamanil y terrado por el poliestireno, la diferencia entre los espesores está estrechamente relacionada con la industrialización y propiedades de los materiales, así como el costo; es por eso que, además de otros factores, en la actualidad la posibilidad de adquisición de bienes inmuebles es mayor a la que se tenía en el siglo XVI, donde solo unos pocos tenían la oportunidad de construir su patrimonio. Ambos sistemas observados tienen similitudes, así como sus aciertos y carencias, siendo cada uno de ellos una buena solución a su época correspondiente, mostrando la capacidad constructiva.

V. AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Dra. Gloria Cardona Benavides docente de la Universidad de Guanajuato por su confianza y apoyo brindado durante mi estancia y desarrollo de esta investigación. Así mismo, reconocer la disposición de las docentes del Tecnológico de México campus Querétaro: Dra. Angélica Álvarez Quiñonez, M. Elizabeth López Alvarado y M. Eva Alejandra Martínez Espino, por su dedicación e impulso hacia nuevas oportunidades. A mi familia por su amor incondicional y estar conmigo en todo momento.

REFERENCIAS

[1] Hernández C., Cardona G., Chávez L. (2015) Manual de Conservación de la Vivienda Histórica en la Ciudad de Guanajuato, Gto. Guanajuato, Guanajuato, México: Universidad de Guanajuato.

[2] Galdámez, C. S. (19 de Octubre de 2012). Arquitectura vernácula al noreste de México. Nuevo León, Monterrey, México.

[3] Secretaría de asentamientos humanos y obras públicas. (1980). Vocabulario arquitectónico ilustrado. México : Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.

[4] Núñez, R. P. (1999). Procedimientos de restauración y materiales. Protección y conservación de edificios artísticos e históricos. Trillas.

[5] Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro. (2009). De tierra y varas. Una muestra de arquitectura vernácula de la sierra Gorda de Querétaro. Santiago de Querétaro: Dirección de Sitios y Monumentos, Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas Del Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro.

[6] Álvarez, Q. A., Hernández, C. M., Toscano, B. E. O., & Vázquez E. A. (2010). Guía de diseño y edificación de vivienda económica sustentable para las cuatro regiones del estado de Querétaro (serrana, semidesierto, sur y centro). Informe técnico de campo y diagnóstico. Santiago de Querétaro, Querétaro, México.

Análisis de tendencias en temperatura y precipitación del acuífero administrativo de Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí

Jonathan Israel Ramírez Torres
Universidad Autónoma de Zacatecas
Jardín Juárez 147, Col. Centro,
98000 Zacatecas, Zac.
ing.ramirez.34151431@uaz.edu.mx

Asesor: Hermann Rocha Escalante
Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Av. Dr. Manuel Nava 304,
Bellas Lomas, 78210 San Luis, S.L.P.
hermann.escalante@uaslp.mx

Resumen — Hoy en día, el cambio climático es un hecho tangible alrededor del mundo, manifestándose de diferentes maneras y teniendo graves repercusiones. Por lo anterior, en el presente artículo se corroborará este hecho mediante el análisis acotado y delimitado de tendencias en temperatura y precipitación mediante el método de *Mann-Kendall Test* en el acuífero administrativo de Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí. Teniendo como objetivo principal encontrar disposiciones de aumento y decremento en la zona de estudio y así coadyuvar a estudios hidrológicos posteriores, ya que, en la actualidad el acuífero no cuenta una cantidad apropiada de estudios. El resultado son tendencias en algunos meses y años analizados de 1985 a 2016, concluyendo en variaciones particulares y no generales del acuífero.

Palabras Clave — Cambio Climático, Tendencia de temperatura, Tendencia de precipitación, acuífero administrativo salinas de hidalgo.

Abstract — Nowadays, climate change is a tangible fact around the world, manifesting itself in different ways and having serious repercussions. Therefore, in this article this fact will be corroborated by the limited and delimited analysis of trends in temperature and precipitation by the Mann-Kendall Test method in the administrative aquifer of Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí. The main objective of this study was to find increasing and decreasing tendences in the study area and thus contribute to subsequent hydrological studies, since, at present, the aquifer does not count an appropriate number of studies. The result is trends in some months and years analyzed from 1985 to 2016, concluding in particular and not general variations of the aquifer.

Keywords — Climate change, Temperature trends, Precipitation trend, Salinas de hidalgo administrative aquifer

I. INTRODUCCIÓN

El cambio climático es incuestionable, como demostración, los aumentos observados del promedio mundial de la temperatura del aire y del océano, el deshielo generalizado de nieves y hielos, y el aumento del promedio mundial del nivel del mar (IPCC, 2007). Los datos de temperatura de la superficie terrestre y oceánica, combinados y promediados globalmente, calculados a partir de una tendencia lineal, muestra un calentamiento de 0.85 [0,65 a 1,06]°C, durante el periodo 1880-2012 (IPCC, 2014). Pero no sólo la temperatura se ha modificado a través del tiempo, ya que, otra de las consecuencias más palpables en la vida diaria es la variación de la precipitación tanto de manera espacial y temporal, como demuestran Englehart y Douglas en un estudio realizado en regiones de México (Englehart y Douglas 2001).

Por lo antes expuesto, es necesario identificar si existe un impacto en nuestro entorno y su implicación, este estudio se limita a localizar una tendencia en la temperatura y la

precipitación en el área del acuífero administrativo de salinas enfocado a ser una base de referencia para el alcance de estudios posteriores a realizarse en este acuífero, ya que, la información referente es escasa.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El propósito de la prueba Mann-Kendall (MK) (Mann 1945, Kendall 1975, Gilbert 1987) es valorar estadísticamente si existe una tendencia monotónica de la variable de interés a lo largo del tiempo. Una tendencia hacia arriba o hacia abajo monotónica significa que la variable aumenta o disminuye de manera constante a lo largo del tiempo, pero la tendencia puede o no ser lineal. La prueba MK se puede usar en lugar de un análisis de regresión lineal paramétrica, que se puede usar para examinar si la pendiente de la línea de regresión lineal estimada es diferente de cero. El análisis de regresión requiere que los residuos de la línea de regresión ajustada se distribuyan normalmente; una suposición no requerida por la prueba MK, es decir, la prueba MK es una prueba no paramétrica (sin distribución).

Lo referente a los materiales para la investigación son prácticamente computacionales, ya que, no se realizaron metodologías en el laboratorio para su desarrollo. A continuación, se describen, de manera breve, el seguimiento de la investigación.

A. Recopilación de información y tratamiento de la misma

La información que se utilizó para la investigación fue proporcionada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en la Dirección Local de San Luis Potosí, en una recopilación de datos de temperatura y precipitación de distintas estaciones en el periodo de 1985 al 2016, que para este caso fueron: Villa Ramos, La Herradura, El estribo, Vallejo, San Juan del Tuzal, Guaname, La Reforma, Salinas, El Grito, Peñol Blanco, Villa González, Guadalupe Victoria Zac, El Rusio, Villa Hidalgo, Pinos y Espíritu Santo. Esta información en la mayoría de los casos se encuentra sesgada y con posibles errores, por ello debe de revisare para completar datos faltantes y homogenizar los datos según sea requerido.

B. Test Mann-Kendall

Para el desarrollo del método se empleó una hoja de cálculo en el programa de cómputo Excel. En la misma, se especifica de manera detallada el proceso, así como el resultado en manera de tendencia ya sea de “incremento”, “decremento” o “sin tendencia”. Se procedió a sintetizar los datos en tablas, por meses de todos los años y el resumen para todos los años de cada una de las estaciones tanto de temperatura como de precipitación.

C. Distribución espacial

Con el fin de interpretar e inferir los resultados y su comportamiento espacio-temporal se realizaron distintos mapas con el software libre QGIS para su uso como herramienta didáctica.

III. RESULTADOS

Los resultados que se presentan a continuación en manera de tablas corresponden a un resumen del comportamiento de las estaciones analizadas; en una primera fase, se realizó

el promedio de precipitación por mes de los años para cada una de las estaciones, además de anexar la pendiente de la línea de tendencia según sea el caso dada por las gráficas realizadas por el programa de Excel (Tabla 1). En una segunda fase, se realizó el mismo procedimiento, pero ahora con los datos de temperatura (Tabla 2). La distribución se plasma en la figura 1 y 2.

Tabla1. Tendencias de precipitación.

Nombre de estación	Tendencia	Taza de Incremento o Decremento
Villa Ramos	Sin tendencia	
La Herradura	Incremento	*10.899%*
El Estribo	Incremento	*9.3948%*
Vallejo	Incremento	*8.4188%*
San Juan del Tuzal	Sin tendencia	
Guaname	Sin tendencia	
La Reforma	Sin tendencia	
Salinas	Sin tendencia	
El grito	Sin tendencia	
Peñol Blanco	Sin tendencia	
Villa González	Sin tendencia	
Guadalupe Victoria Zac	Sin tendencia	
El rusio	Sin tendencia	
Villa Hidalgo	Incremento	*6.1332%*
Pinos	Incremento	*6.9868%*
Espíritu Santo	Sin tendencia	

Tabla 2. Tendencia de temperatura.

Nombre de estación	Tendencia	Taza de Incremento o Decremento
Villa Ramos	Sin tendencia	
La Herradura	Decremento	-0.1232%
El Estribo	No Calculada	
Vallejo	Decremento	-0.1016%
San Juan del Tuzal	Incremento	0.1619%
Guaname	Sin tendencia	
La Reforma	Sin tendencia	
Salinas	Sin tendencia	
El grito	Decremento	-0.0831
Peñol Blanco	Sin tendencia	
Villa González	Sin tendencia	
Guadalupe Victoria Zac	Incremento	0.0364%
El Rusio	No Calculada	
Villa Hidalgo	Decremento	-0.0411%
Pinos	Sin tendencia	
Espíritu Santo	Decremento	-0.0558%

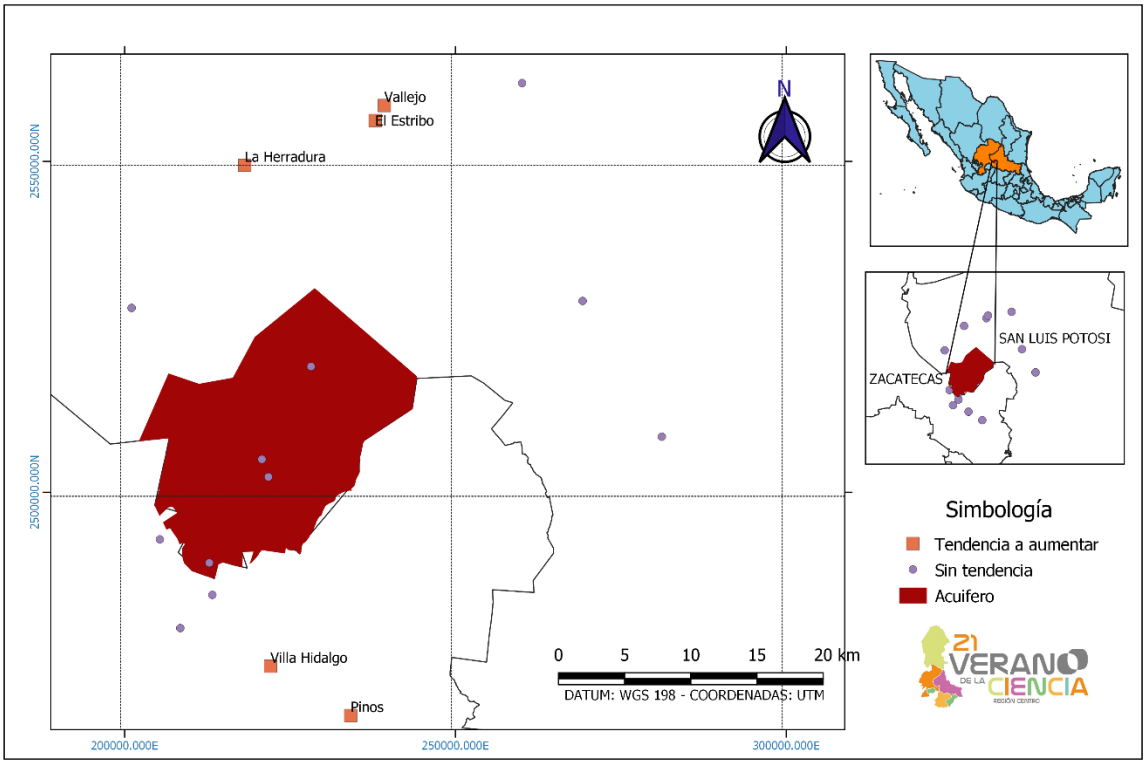


Figura 1. Resultados de tendencias de precipitación en las estaciones en estudio (1985-2016).

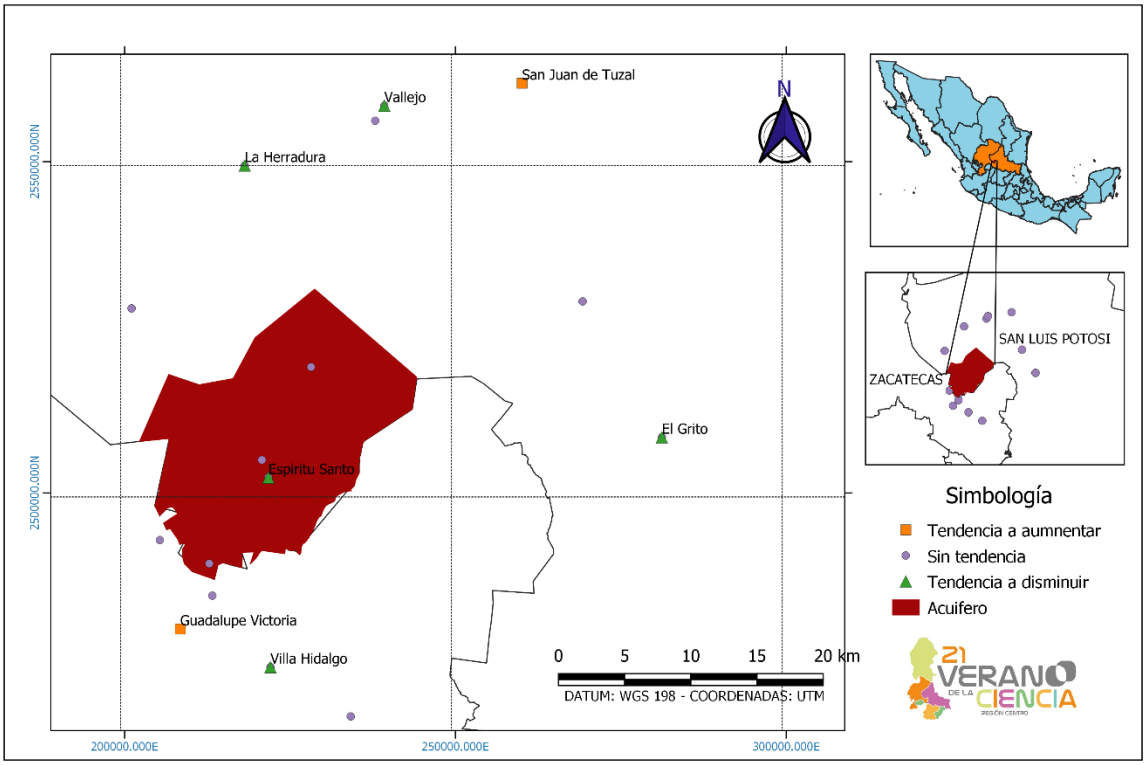


Figura 2. Resultados de tendencias de temperatura en las estaciones en estudio (1985-2016).

IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

A través de los resultados antes dispuestos se pude verificar que existe una variación de temperatura y precipitación de ciertas estaciones y no así en general de la zona de estudio correspondiente al acuífero administrativo de Salinas de Hidalgo. Las características más significativas en este estudio se pueden resumir en:

- Variación de tendencias en distintos meses por cada año de estudio, lo que nos lleva a decir que la variación presentada en la tabla 1 y 2, es el promedio de todos los años y no así de alguno en específico.
- Variación tanto espacial como temporal, por lo que existen pequeñas variaciones que no influyen en el resumen de las figuras 1 y 2.
- Análisis por cada mes de cada año de estudio al reunirlo en una sola grafica se pudo observar que la tendencia en precipitación es abrupta, es decir, presenta picos y no es gradual el aumento y decremento.
- El caso de las tendencias de temperatura, es mínima por lo que estos resultados no marcaron una tendencia significativa de aumento o decremento.
- En algunas estaciones como el grito, el estribo, la herradura entre otros. La información es muy escasa, por que los datos faltantes representan de un 30 de todo el conjunto.

V. CONCLUSIONES

Las tendencias referidas en la tabla 1 y 2 indican un crecimiento en la precipitación para la herradura 10.899%, El estribo 9.3948%, Vallejo 8.4188%, Villa Hidalgo 6.1332% y Pinos 6.9868% y lo correspondiente a la temperatura la tendencia es muy pequeña para las estaciones La herradura, Vallejo, San Juan del Tuzal, El grito, Guadalupe Victoria Zac, Villa Hidalgo y Espíritu santo. Lo anterior indica que ya existe presencia de un cambio en el ciclo natural de la precipitación y para la temperatura en la zona del acuífero administrativo de Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí. Existen limitación en este proyecto para dictaminar de manera contundente si existe o no un cambio climático o si dichos cambios son a causa de éste, pero si es palpable el cambio en la zona, sin determinar con exactitud el origen que lo causa. Se pretende que para posteriores estudios en la zona se tomen en cuenta estas variaciones y sus posibles implicaciones.

VI. AGRADECIMIENTOS

En este pequeño apartado quiero agradecer por la experiencia en este verano de investigación científica a la Universidad Autónoma de Zacatecas por brindarme apoyo económico, bases teóricas y ese interés por la ciencia. A la Universidad Autónoma de San Luis Potosí por brindarme a través del Área Civil de la Facultad de Ingeniería, sus instalaciones como centro de capacitación y su apoyo con actividades complementarias. Por último, al Dr. Hermann Rocha Escalante por ser mi guía en la realización de este trabajo y sus comentarios apropiados con los temas, además de todos los nuevos amigos de San Luis Potosí, muchas gracias.

REFERENCIAS

IPCC, 2007: Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Ginebra, Suiza.

IPCC, 2014: Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio, Ginebra, Suiza.

Englehart, Douglas 2001 “Los patrones de lluvia de verano en México: un análisis de los modos regionales y los cambios en su teleconectividad” Atmósfera vol.15 no.3 México jul. 2001.

Gilbert, R. O. (1987). STATISTICAL METHODS FOR ENVIRONMENTAL POLLUTION MONITORING. New York: Jhon Wilek y Sons, Inc.

Mann, H.B. (1945). NON-PARAMETRIC TESTS AGAINST TREND, ECONOMETRICA.

Kendall, M.G. (1975). RANK CORRELATION METHODS, Cuarta Edición, Charles Griffin, London.

Análisis de un receptor GPS aplicado al cuadricóptero Crazyflie 2.0

José de Jesús Morfín Ledezma
Marcos Ruvalcaba García
Universidad Autónoma de Zacatecas, Campus Jalpa
Libramiento Jalpa Km 156+380 Fracc. Solaridad, Jalpa, Zac.
Josemorfin978@gmail.com
marcosrgfr@hotmail.es

Asesor: Roberto Olivera Reyna
Universidad Autónoma de Zacatecas
CampusJalpa
Libramiento Jalpa Km 156+380 Fracc. Solaridad, Jalpa, Zac.
roliverar@uaz.edu.mx

Resumen — En los últimos años la tecnología ha avanzado de una manera impresionante, dando una gran utilidad a la mayoría de los inventos y los drones no fueron la excepción, recientemente los drones se han convertido en una herramienta muy importante y útil en varios campos laborales la cual pudiera ser la más usada en el futuro, haciendo de esta cada día mucho mejor y así dominar los aires sin peligro alguno gracias al avance y desarrollo de estas nuevas tecnologías. En este reporte se presenta el estudio y aplicación del receptor GPS (Sistema de Posicionamiento Global) G28U7FTTL, en el cual se realizaron pruebas para extraer los datos de posicionamiento utilizando la tarjeta programable NoMADA PRO+.

Palabras clave — Modulo GPS, USB Serial, Protocolo NMEA.

Abstract — In recent years, technology has advanced in an impressive way, giving great utility to most inventions and drones were no exception, recently drones have become a very important and useful tool in several labor fields. which could be the most used in the future, making this every day much better and thus dominate the air without any danger thanks to the progress and development of these new technologies. This report presents the study and application of the GPS receiver (Global Positioning System) G28U7FTTL, in which tests are detected to extract the positioning data using the NoMADA PRO + programmable card.

Keywords — GPS module, USB Serial, NMEA protocol.

I. INTRODUCCIÓN

El sistema de Posicionamiento Global (GPS) [1], se constituye por una constelación de 24 satélites operacionales en orbitas de tipo medio que envían señales de radio a la superficie de la tierra, las cuales son recibidas en los aparatos denominados receptores y localizadores GPS.

Estos dispositivos GPS nos permiten reconocer hacia donde nos desplazamos con precisión milimétrica y donde nos encontramos en tres dimensiones: longitud, latitud y altura. En este proyecto se capturaron los datos del receptor GPS G28U7FTTL utilizando la tarjeta NoMADA PRO+, la cual fue programada usando el software Atmel Studio en su versión 7.0 para decodificar los datos arrojados por el receptor GPS e imprimiéndolos en una pantalla oled la cual mostró:

- *UTC (Tiempo Internacional).*
- *Longitud.*
- *Latitud.*
- *Fecha.*

II. METODOLOGÍA

La metodología utilizada se muestra en la figura 1, en la cual se visualiza cada una de las etapas del desarrollo de este proyecto.

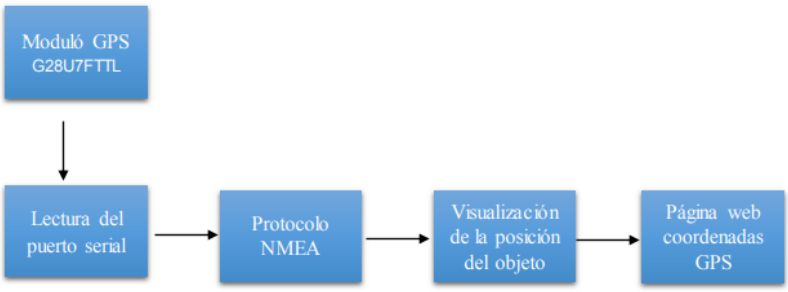


Fig. 1. Diagrama de Bloques.

A. Lectura del puerto serial del módulo gps por medio de un usb serial

Para comprobar el funcionamiento del módulo GPS se procedió a leer el puerto serial del mismo por medio de un USB serial, el cual se trabajó a 9600 baudios. La conexión que se realizó se puede observar en la figura 2.

Una vez que se realizó la conexión se utilizó el programa Tera Term para visualizar los datos arrojados por el módulo GPS. Como se observa en la figura 3, el GPS obtiene posicionamiento global mandando una pulsación por segundo y mostrando en la pantalla las coordenadas adquiridas.

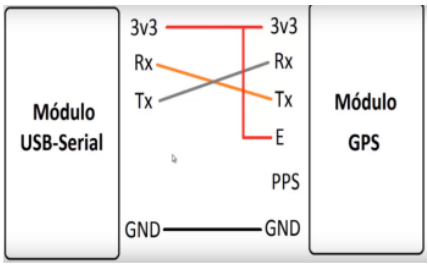


Fig. 2. Esquema de Conexión USB serial.

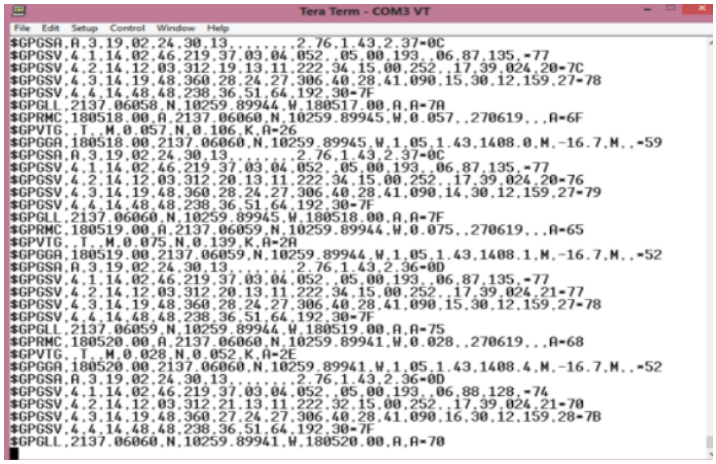


Fig. 3. Datos Obtenidos.

NMEA 2.0

Name	Garmin	Magellan	Lowrance	SiRF	Notes:
GPAPB	N	Y	Y	N	Auto Pilot B
GPBOD	Y	N	N	N	bearing, origin to destination - earlier G-12's do not transmit this
GPGGA	Y	Y	Y	Y	fix data
GPGLL	Y	Y	Y	Y	Lat/Lon data - earlier G-12's do not transmit this
GPGSA	Y	Y	Y	Y	overall satellite reception data, missing on some Garmin models
GPGSV	Y	Y	Y	Y	detailed satellite data, missing on some Garmin models
GPRMB	Y	Y	Y	N	minimum recommended data when following a route
GPRMC	Y	Y	Y	Y	minimum recommended data
GPRTE	Y	U	U	N	route data, only when there is an active route. (this is sometimes bidirectional)
GPWPL	Y	Y	U	N	waypoint data, only when there is an active route (this is sometimes bidirectional)

Fig. 4. Protocolo NMEA.

B. Interpretación de los datos arrojados por el módulo GPS utilizando el protocolo NMEA

Ya obtenidos los datos de posicionamiento global, se procedió a interpretarlos, para lo cual se utilizó el protocolo NMEA [2]. Ya que es el protocolo más utilizado en la cuestión de posicionamiento global. Como se observa en la figura 4 el protocolo NMEA tiene distintas interpretaciones de datos.

De los datos arrojados por el GPS, la línea de interés del protocolo NMEA fue la GPRMC, la cual nos proporciona el mínimo de datos recomendados, en donde se encuentra el tiempo internacional (UTC), latitud, longitud y la fecha que son indispensables para obtener posicionamiento global, en la figura 5 se señalan cada uno de los datos correspondientes.

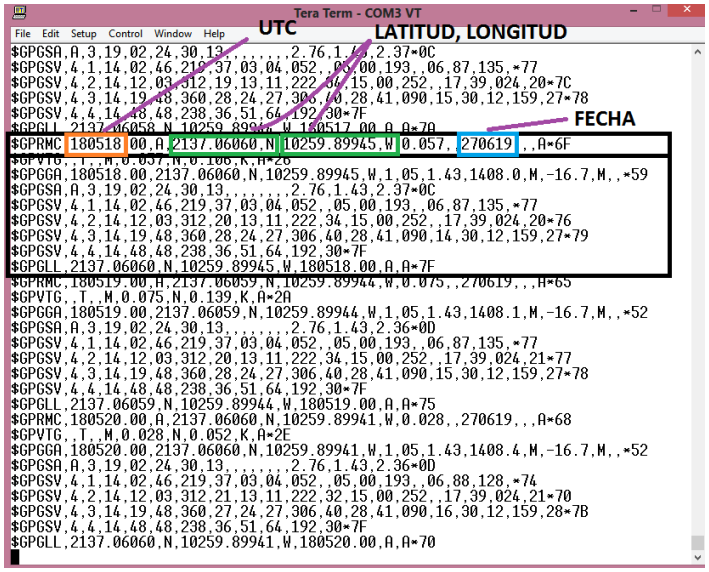


Fig. 5. Línea de Datos Seleccionada.

III. RESULTADOS

Una vez visualizando los datos del módulo GPS (figura 5) del protocolo NMEA, para comprobar que eran correctos y exactos, se utilizó una página web de coordenadas [3] disponible en internet, en la cual se colocaron las coordenadas en cada uno de los espacios

correspondientes y así dándonos nuestra posición exacta, en este caso el experimento se realizó en la Universidad Autónoma de Zacatecas (Campus Jalpa). De esta manera se pudo comprobar que los datos de posicionamiento global eran correctos, obsérvese en la figura 6.

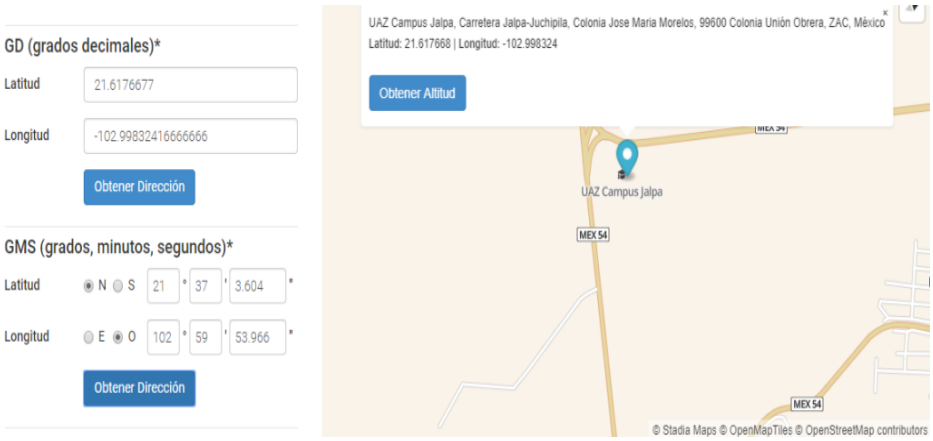


Fig. 6. Coordenadas Obtenidas.

IV. CONCLUSIONES

El realizar este proyecto de investigación fue motivante para el surgimiento de nuevas ideas de investigación y aplicación a los receptores GPS de bajo costo. Por ejemplo se podría aplicar en la ubicación exacta de ganado con el fin de mantener un monitoreo constante sobre las mismas, en el caso de que alguna se extraviara seria relativamente fácil localizarla. En cuanto a la aplicación de los receptores GPS en cuadricópteros, en el caso específico de un nanocuadricóptero Crazyflie 2.0 aún no está disponibles un receptor GPS comercial que se agregue fácilmente en esta plataforma voladora de experimentación, esto brinda una oportunidad para continuar investigando sobre este importante y fascinante tema.

Como ya se mencionó anteriormente, son muchas las aplicaciones que se le pueden dar al receptor GPS ya sea en el ámbito militar, comercial, educativo, de entretenimiento, investigación, etc.

V. RECONOCIMIENTOS

Nuestros agradecimientos cordiales para el M. en I. Roberto Olivera Reyna y M. en I. Reynel Olivera Reyna por su apoyo para realizar este trabajo.

REFERENCIAS

[1] J. A. E. G. Álvarez, «ASÍ FUNCIONA EL GPS,» El Receptor GPS, Septiembre 2015, p. 12. Disponible en < http://www.asifunciona.com/electronica/af_gps/af_gps_12.htm>.

[2] K. Betke, «The NMEA 0183 Protocol,» May 2000. Revised August 2001. Disponible en <https://www.tronico.fi/OH6NT/docs/NMEA0183.>

[3] Coordenadas geograficas “Obtener coordenadas GPS” para mostrar su latitud y longitud. Disponible en <https://www.coordenadas-gps.com/> .

Análisis del comportamiento de la velocidad de corrosión mediante gravimetría aplicado en un acero API X70

Román Guadalupe Corona Gaytan
Leonela Miranda Sánchez Quintanilla
Instituto Tecnológico Superior de Monclova
"Ejército Mexicano"
Carr.57 Km. 4.5 S/N Colonia Los 90s
C.P. 25733 Monclova Coahuila
roman9804@hotmail.com
lemisakii@hotmail.com

Asesor: Alejandro Rodríguez Campos
Instituto Tecnológico Superior de Monclova
"Ejército Mexicano"
Carr.57 Km. 4.5 S/N Colonia Los 90s
C.P. 25733 Monclova Coahuila
alejandro. rodriguez@itsmva.edu.mx

Resumen — Se hablará sobre los hidrocarburos no convencionales, cuales son, la forma de en la que son extraídos, el material necesario para realizar la extracción, sus propiedades y las condiciones a las cuales está normalmente sometido al realizar el proceso,
Entrando más a detalle en el medio ambiente en el cual se encuentran y las tuberías con las cuales se realizará la extracción, el tipo de acero del que están compuestas, así como también las propiedades del mismo.
Por medio de la experimentación se generan las condiciones óptimas que arrojen resultados que ayuden al análisis de los efectos que la corrosión o pérdida de masa tiene sobre las muestras del material.

Palabras clave — acero, corrosión, gravimetría.

Abstract — We will talk about unconventional hydrocarbons, which are, the way in which they are extracted, the material necessary to perform the extraction, their properties and the conditions to which they are normally subjected when performing the process,
Going into more detail in the environment in which they are found and the pipes with which the extraction will be carried out, the type of steel of which they are composed as well as the properties thereof.
Through experimentation, optimal conditions are generated that yield results that help the analysis of the effects that corrosion or mass loss has on material samples.

Keywords — steel, corrosion, gravimetry.

I. INTRODUCCIÓN

Se realizará un experimento en el cual se someterá cubos de acero API X70 en diferentes mezclas con ácidos sulfhídrico, clorhídrico y acético, y en diferentes periodos de tiempo empezando en 100 horas y continuando hasta llegar a 1000 horas. Esto para simular el medio ambiente en el cual se encuentran y el tiempo de corrosión del material.

Con ayuda de la norma G1 se podrá medir la masa perdida en el periodo de tiempo que se colocaron los cupones en las sustancias, haciendo esto para comprobar la hipótesis que se planteó en el trabajo, la cual conocerán más adelante.

II. MARCO TEORICO

1. ¿Qué es un hidrocarburo no convencional?

Los hidrocarburos clasificados como no convencionales son varios. Sin embargo, esta nueva etapa en la historia de la actividad hace referencia a la posibilidad de extracción de petróleo y gas alojado en la roca generadora o en formaciones que se caracterizan principalmente por su baja permeabilidad, como las formaciones shale y tight [1].

Los hidrocarburos son compuestos orgánicos formados por cadenas de carbono e hidrogeno originados en el subsuelo terrestre por transformación química de la materia orgánica depositada con rocas sedimentarias de grano fino en el pasado geológico.

2. ¿Qué es un acero al carbón?

Según la norma UNE EN 10020:2001 define al acero como aquel material en el que el hierro es el elemento predominante, el contenido en carbono es, generalmente inferior al 2% y contiene además a otros elementos.

El límite superior del 2% en el contenido de carbono (C) es el límite que separa al acero de la fundición. En general, un aumento del contenido de carbono en el acero eleva su resistencia a la tracción, pero como contrapartida incrementa su fragilidad en frío y hace que disminuya la tenacidad y la ductilidad [2].

3. Hidrocarburos no convencionales y la corrosión en los aceros

Los hidrocarburos son compuestos orgánicos formados únicamente por átomos de carbono e hidrógeno. La estructura molecular consiste en un armazón de átomos de carbono a los que se unen los átomos de hidrógeno. Los hidrocarburos son los compuestos básicos de la Química Orgánica.

El gas natural es un hidrocarburo que puede encontrarse tanto en los subsuelos marinos como continentales y se presenta en un estado gaseoso compuesto de metano principalmente, y de propano y butano en menor medida [3].

4. Pruebas de Gravimetría

En química analítica, el análisis gravimétrico o gravimetría consiste en determinar la cantidad proporcionada de un elemento, radical o compuesto presente en una muestra, eliminando todas las sustancias que interfieren y convirtiendo el constituyente o componente deseado en un compuesto de composición definida, que sea susceptible de pesarse. La gravimetría es un método analítico cuantitativo, es decir, que determina la cantidad de sustancia, midiendo el peso de esta con una balanza analítica y sin llevar a cabo el análisis por volatilización. El análisis gravimétrico es uno de los métodos más exacto y preciso.

¿En qué consiste cada tipo de prueba gravimétrica?

Métodos de precipitación: Se separa al analito de interés de la muestra mediante la formación de un precipitado insoluble.

Métodos de volatilización: Se separa al analito mediante destilación o sublimación, para posteriormente:

- Pesar el producto.
- Medir la pérdida de peso de la muestra.

5. Métodos de precipitación

La gravimetría por precipitación es una técnica analítica en la que se usa una reacción de precipitación para separar iones de una solución. El químico que se agrega para ocasionar la precipitación se llama precipitante o agente precipitante. El sólido precipitado puede separarse de los componentes líquidos por medio de filtración, y la masa del sólido puede usarse junto con la ecuación química balanceada para calcular la cantidad o concentración de los compuestos iónicos en solución. Es posible que en ocasiones oigas a la gente referirse a la gravimetría por precipitación solamente como análisis gravimétrico, que es una clase más amplia de técnicas gravimétricas que incluye la gravimetría por precipitación y por volatilización [4].

III. METODOLOGIA

Los pasos en la metodología seguida son:

1. Investigación bibliográfica
2. Selección de materiales
3 .Preparación de materiales
4. Análisis de resultados
5. Conclusiones

El primer paso para el desarrollo de este trabajo fue la investigación bibliográfica, donde se consultaron diversos autores. Se seleccióno el API 5L X70 como el acero a trabajar, cortándolo en cubos de aproximadamente 1 x 1 x 1, posteriormente fue tratado en sus caras con una rectificación semiautomática con disco abrasivo hasta la granulometría 00.

Tabla 1. Área inicial de las muestras analizadas.

Horas	HCL	H2S04	CH2OOL
100	753.3828	823.5524	733.7398
200	905.656	807.5965	910.0114
300	124.1648	644.462	696.7695
400	675.3694	664.0867	213.2128
500	112.9090	686.3900	682.4570
600	839.30	805.28	103.28
700	822.1800	801.0500	922.4000
800	805.0400	799.7000	804.6000
900	839.3700	914.9000	1030.2560
1000	869.0300	887.5700	887.8300

IV. RESULTADOS

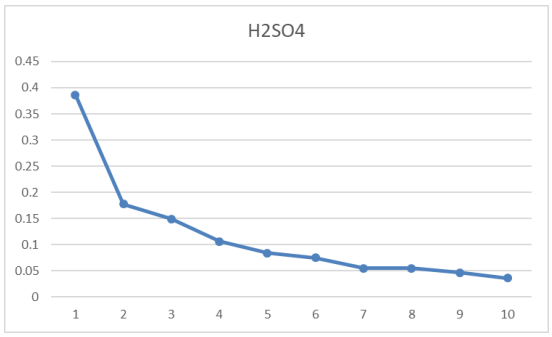


Fig. 1 Velocidad de corrosión en muestras introducidas en H_2SO_4

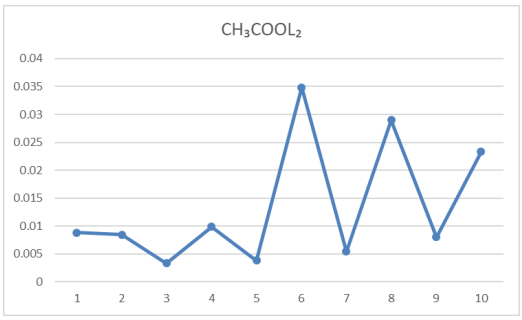


Fig. 2 Velocidad de corrosión en muestras introducidas en CH_2COOL

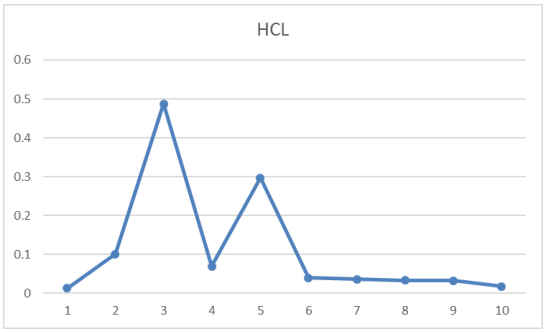


Fig. 3 Velocidades de corrosión en muestras introducidas en HCL

Tabla 2. Tabla con velocidad de corrosión

Tiempo de exposición	H2SO4	HCL	CH3OOL2
100	.38643564	.01278235	.0088451
200	.17734346	.10053907	.00845044
300	.14917869	.48741672	.00336266
400	.10639424	06968298	.00984931
500	.08412419	29730939	.00381563
600	.07506499	.03976727	.03484056
700	.05453735	.03637194	.00544464
800	.05500188	.03368156	.0289849
900	.04661347	.03288445	.00799046
1000	.0360749	.01722495	.02330401

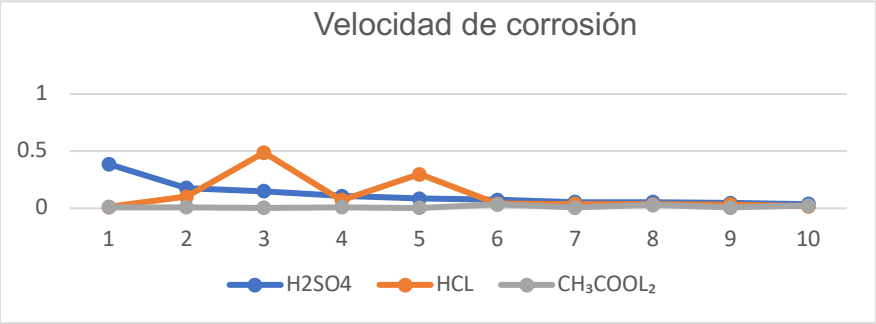


Fig. 4 Comportamiento de las muestras, con respecto a la velocidad de corrosión

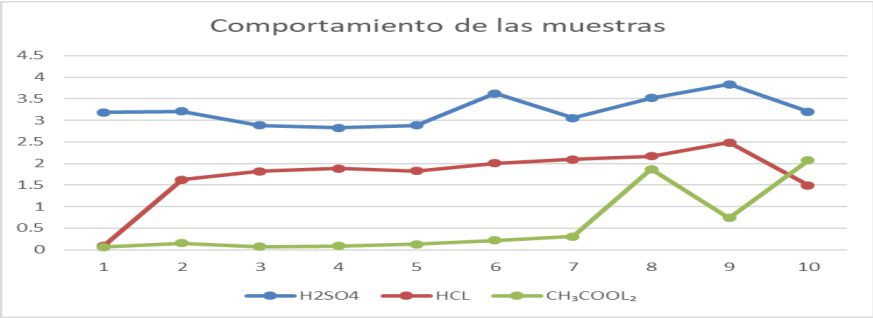


Fig.5 Comportamiento de las muestras, con respeto a la pérdida de masa.

Tabla 3. Tabla con pérdida de masa

Tiempo de exposición	H2SO4	HCL	CH3OOL2
100	3.1825	.0963	.0649
200	3.2117	1.6239	.1538
300	2.8842	1.8156	.07029
400	2.8262	1.8822	.084
500	2.8871	1.8271	.1302
600	3.6269	2.0026	.2159
700	3.0581	2.0933	.3053
800	3.5188	2.1692	.18657
900	3.8382	2.4842	.7409
1000	3.2019	1.4969	2.069

V. CONCLUSIONES

Con los resultados anteriores se puede determinar que el tiempo de exposición del ácido con el material analizado si acelera la velocidad de corrosión del material. Provocando mayor corrosión en este.

También se determinó que el ácido que tiene mayor afectación en el material es el ácido sulfhídrico eliminando la mayor cantidad de masa en las muestras, y teniendo una mayor velocidad al corroer.

VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de Monclova y al CONACyT por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de este proyecto para el verano de la ciencia 2019.

REFERENCIAS

1. Villalba, M. S. (2018). Hidrocarburos no convencionales en la Argentina: exploracines en lo profundo, transformaciones en los territorios. *Territorios 39*, 227.
2. Maldonado Flores, J. L. (Diciembre de 1996). Obtenido de http://eprints.uanl.mx/421/1/1020118272.PDF
3. De la Cruz Rodriguez, A. (2007). *Quiica organica Vivencial.* CDMX: Mc graw hill.
4. Ledezma, J. G. (22 de 02 de 2009). *uvm*. Obtenido de www.uvm.com/LabING

Análisis e implementación de un inversor puente H basado en diferentes modulaciones SPWM

Israel Valdez Jaramillo
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato-Silao Km. 12.5 Col. El Copal
C.P. 36821 Irapuato, Gto.
Valdezisrael255@gmai.com

Asesor: César Augusto Limones Pozos
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato-Silao Km. 12.5 Col. El Copal
C.P. 36821 Irapuato, Gto.
cesar.limones@itesi.edu.mx

Resumen — En este trabajo se presenta el diseño y la implementación de un inversor monofásico puente H. Se realizaron diferentes modulaciones basadas en la senoidal de ancho de pulso (SPWM): unipolar, bipolar e hibrida. El objetivo del inversor es que los estudiantes conozcan el funcionamiento básico de los inversores, conformado por la parte de potencia y la parte de control. El control está diseñado mediante amplificadores operacionales, BJT's y comparadores. El inversor esta construido en una sola placa, en donde se encuentran las tres modulaciones, la parte de disparo y la parte de potencia. En el trabajo se detallan las partes importantes y pruebas experimentales con las tres modulaciones del inversor.

Palabras clave — Convertidor CD-CA, Electrónica de potencia, PWM.

Abstract — This paper presents the design and implementation of a single-phase bridge H inverter. Different modulations were made based on the pulse width sine wave (SPWM): unipolar, bipolar and hybrid. The objective of the inverter is for the students to know the basic operation of the inverters, consisting of the power part and the control part. The control is designed by operational amplifiers, BJT's and comparators. The inverter is built on a single plate, where the three modulations, the trigger part and the power part are located. The work details the important part and experimental test with the three modulations of the inverter.

Keywords — converter CD-CA, power electronics, PWM.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el campo de la electrónica de potencia tuvo un crecimiento considerable debido a la influencia de varios factores [1]. La función de los inversores (convertidores de CD-CA) es cambiar un voltaje de entrada de CD a un voltaje simétrico de salida de CA, con la magnitud y la frecuencia deseadas [2]. Estos convertidores basan su funcionamiento en la conmutación sincronizada de interruptores unidireccionales (BJT's, MOSFET's o IGBT's). Las aplicaciones de los inversores son muy variadas, entre ellas se tiene el control motores de inducción, las fuentes de respaldo (UPS) [2], y en la actualidad en fuentes de energía renovables como la fotovoltaica y eólica.

Buscando proporcionar voltajes de salida que disminuyan el contenido armónico, se han desarrollado diferentes estrategias de conmutación en inversores monofásicos: modulación uniforme de ancho de pulso (UPWM), modulación trapezoidal, modulación por inyección de armónicas, modulación senoidal de ancho de pulso (SPWM), etc. [1]. Sin embargo, la técnica más utilizada es SPWM. En el presente trabajo se describe el desarrollo de un inversor monofásico basado en 3 modulaciones SPWM: unipolar, bipolar e híbrida. Detallando cada una de las fases de diseño y finalizando con la implementación experimental del circuito de control y de potencia.

II. METODOLOGÍA

Los inversores se pueden clasificar dependiendo del número de fases entre monofásicos y trifásicos. Este proyecto tratará de inversores monofásicos. Por otro lado, se pueden distinguir tres topologías de potencia básicas. Estas configuraciones son NPC, capacitores flotantes y puente H. La topología "Puente Completo" (Puente H) emplea cuatro interruptores como se observa en la Figura 1. De esta manera, con una sola fuente de continua se pueden aplicar a la carga tensiones positivas y tenciones negativas o cero mediante la combinación de encendido y apagado de los interruptores.

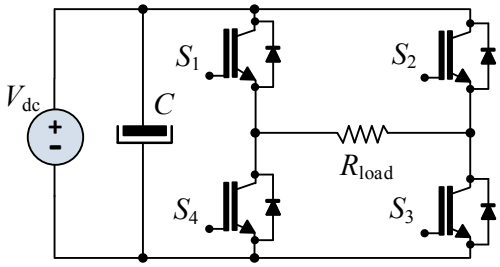


Fig. 1. Esquema de un puente H.

El inversor puente H genera tres niveles de voltaje, V_{dc}, $-V_{dc}$ y 0 V. Por ejemplo: para generar el voltaje V_{dc}, se activan los interruptores S_1 y S_3. Mientras que S_2 y S_4 están desactivado. Los esquemas de modulación básicos se describen a continuación.

A. Modulación Bipolar

En la modulación bipolar se genera el disparo de los cuatro interruptores por la comparación de la tensión de referencia con una señal triangular como se observa en la Figura 2a. la tensión de salida oscila continuamente entre su valor positivo $(+V_{dc})$ y su valor negativo $(-V_{dc})$ por lo que sólo hay combinaciones posibles de los interruptores, cumpliéndose que $S_1 = S_3$ y $S_1 = S_3$ además de que $S_4 = \overline{S_1}$ y $S_3 = \overline{S_2}$ [3]. En la Figura 3 muestran las señales de la modulación bipolar y tensión de la carga.

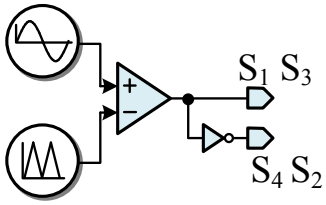


Fig. 2. Circuito de modulación bipolar

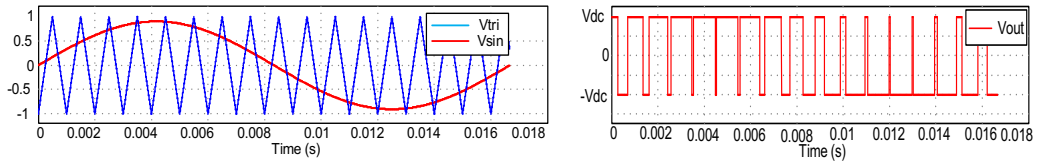


Fig. 3. Señales principales.

B. Modulación unipolar

En la modulación unipolar se controla por separado cada rama del puente [4]: la rama izquierda S_1 y S_4 y la rama derecha S_2 y S_3 como se observa en la Figura 4. Ambas ramas comparten la misma señal portadora, pero una rama se le aplica la señal de control con un cierto desfase con respecto a la otra. La modulación unipolar consigue que para semiciclos positivos, la tensión de salida conmute entre $+V_{dc}$ y 0 mientras que para los semiciclos negativos lo haga entre $-V_{dc}$ y 0 como se observa en la figura 5.

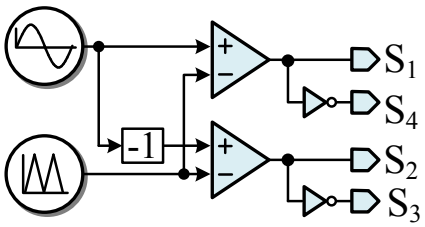


Fig. 4. Circuitos básicos de modulación unipolar.

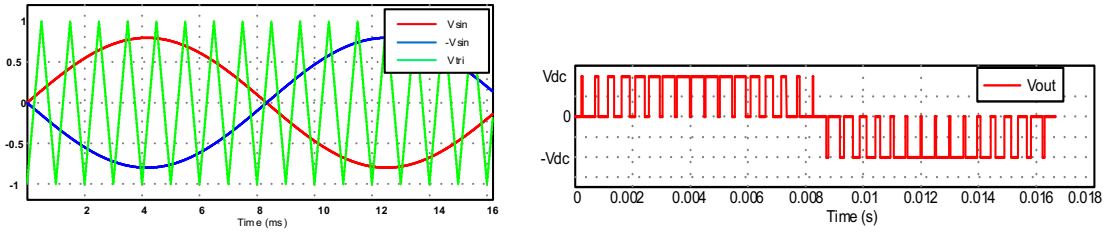


Fig. 5. Señales principales de la modulación unipolar.

C. Modulación hibrida

La modulación híbrida es cuando se mantiene un interruptor accionado (S1) medio ciclo, y se mantiene conmutando (S3) a alta frecuencia, para generar el voltaje positivo. Para generar el voltaje negativo se mantiene S2 medio ciclo encendido y S4 conmuta a alta frecuencia.

D. Tiempos muertos

En una conmutación ideal, los interruptores de una rama del puente conmutan en el mismo instante, es decir, en el momento en que un empieza a conducir, el otro deja de hacerlo. Sin embargo, en la práctica es muy diferente. Para ello en necesario diseñar un circuito para meter el tiempo muerto y evitar un corto circuito en alguna rama [1].

Se va a utilizar un circuito RC como se muestra en la Figura 6 para generar los tiempos muertos. Este circuito genera un retraso en el encendido del interruptor pero un apagado instantáneo gracias al diodo 1N4148. En el circuito que se empleó se buscó la resistencia de tal manera que hubiera un retraso de 5μs entre los pulsos. En la Figura 7 se observa el tiempo muerto de 5 μs.

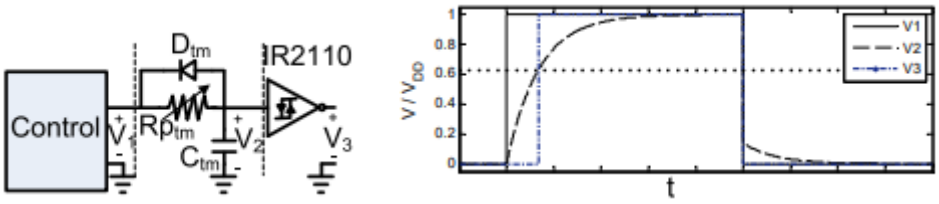


Fig. 6. Circuito de tiempos muertos.

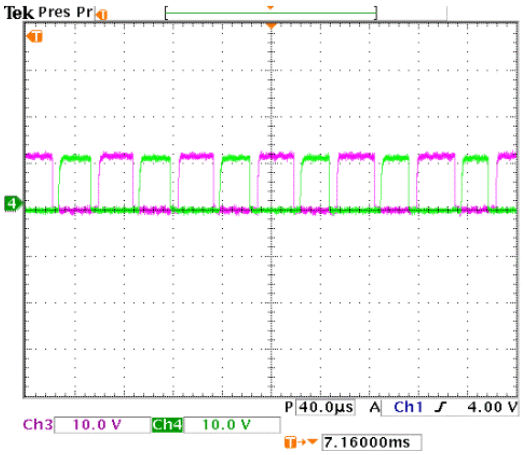
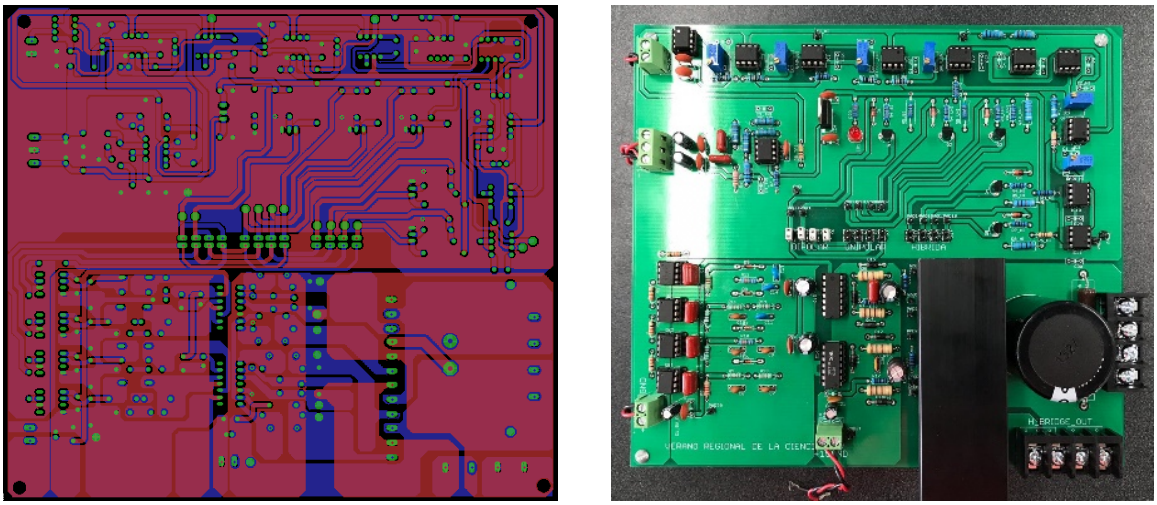


Fig. 7. Medida real del tiempo muerto.

III. RESULTADOS

En la Figura 8 se muestra el prototipo empleado, este se diseñó el software Eagle y se mandó fabricar. En la figura 8a se muestra el diseño del PCB y en la figura 8b se muestra el prototipo ya con los componentes soldados.

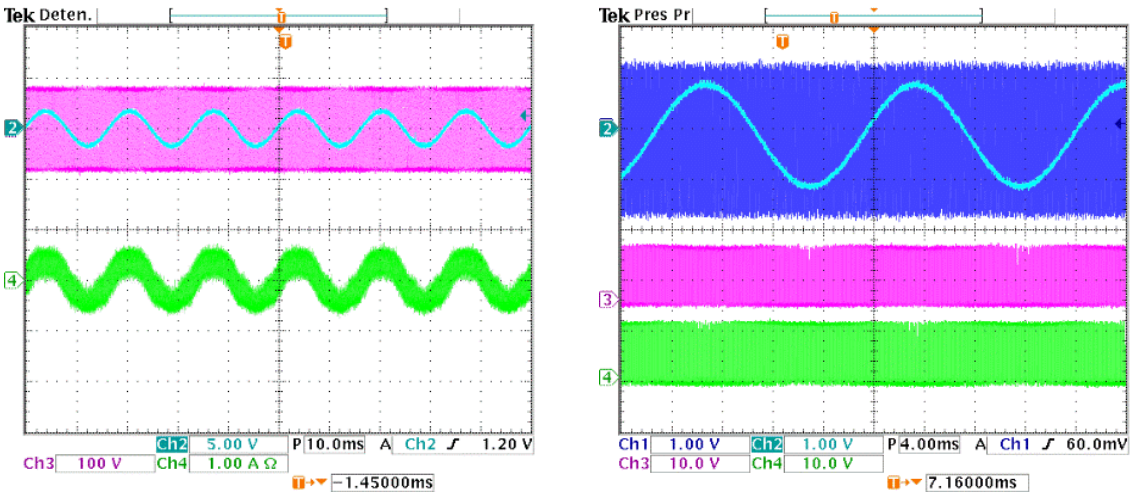


a) b)

Fig. 8. Prototipo desarrollado a) diseño PCB y b) prototipo desarrollado.

Los parámetros para obtener los resultados son: $V_{dc} = 80\text{V}$, $\text{R} = 100\ \Omega$, $L = 1mH$, frecuencia de conmutación $f_{sw} = 15kHz$, índice de modulación de $m_a = 0.9$. Los resultados de los esquemas de modulación se muestran en las Figuras: 9a, 10a y 11a. Donde para todas las imágenes el canal 1 es la señal moduladora, el canal 3 el voltaje de salida V_o y el canal 4 la corriente de salida I_o del inversor. Las figuras 9b, 10b, y 11b muestran las secuencias de conmutación donde la señal de referencia (canal 1) y la señal portadora (canal 2), s1 (canal 3) y s2 (canal 4).

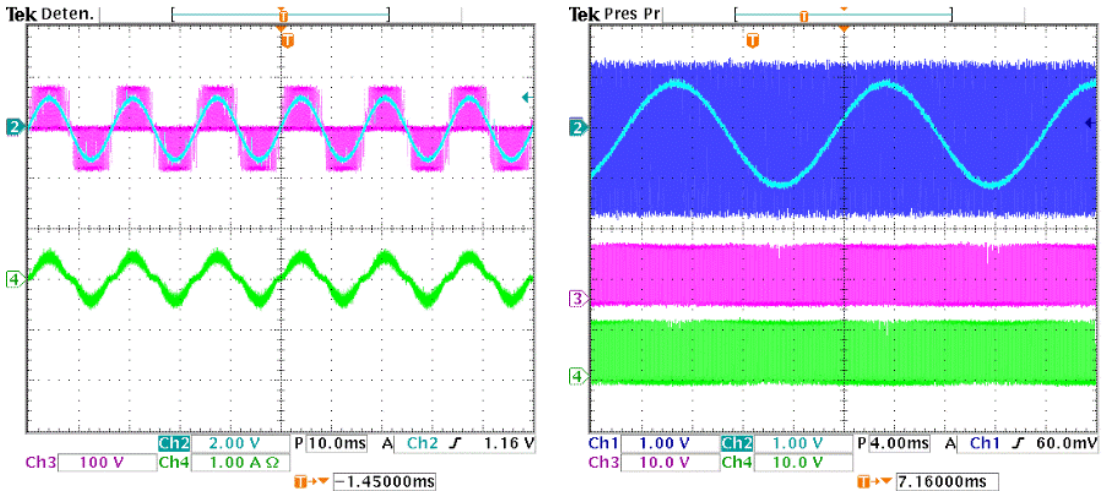
A. Modulación bipolar



a) b)

Fig. 9. Modulación bipolar a) Vo, Io y señal de referencia y b) Señales de disparo.

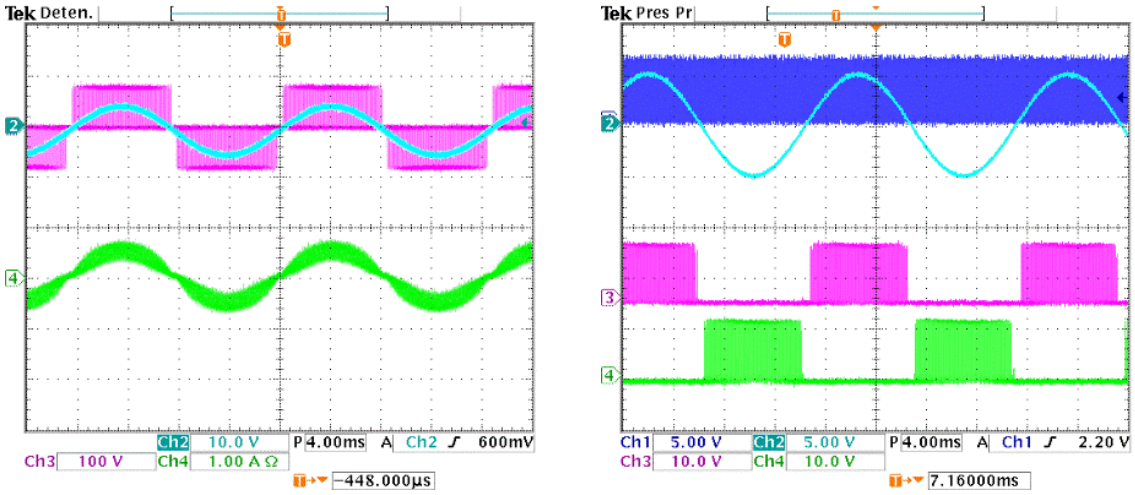
B. Modulación bipolar



a) b)

Fig. 10. Modulación unipolar a) Vo, Io y señal de referencia y b) Señales de disparo

C. Modulación hibrida



a) b)

Fig. 11. Modulación hibrida a) Vo, Io y señal de referencia y b) Señales de disparo

IV. CONCLUSIONES

El presente trabajo muestra el diseño y construcción de un inversor monofásico topología puente completo mediante la técnica de modulación SPWM. El inversor puente H se puede usar para la realización de trabajos, prácticas o tareas de diversas materias, debido a su alcance de sus aplicaciones, como el control de motores de AC, control de iluminación, etc.

Finalmente se probó el inversor el inversor con las modulaciones propuestas en un prototipo experimental. La máxima potencia del prototipo es de 1kW.

V. RECONOCIMIENTOS

Expreso mis agradecimientos al ITESI y a profesores por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

REFERENCIAS

[1] M. Ned, M. Underland Tore, P. Robbins William. “Electrónica de Potencia: convertidores, aplicaciones y diseño”, 3ª ed., McGraw-Hill., 2005.

[2] H. Rashid Muhammad. “Electrónica de Potencia, circuitos, dispositivos y aplicaciones”, 3ª ed., Prentice Hall. 2004.

[3] José A. Villarejo. “Inversores modulados. Tema 8-leccion13”. Capítulo Español del IEEE PELS. Lecciones de oposición, Fecha desconocida, recuperado de: http://pels.edv.uniovi.es/pels/pels/Pdf/inversores_modulados.pdf [última visita 26/06/2019]

[4] Juan Díaz Gonzalez. “Inversores PWM”. Capítulo Español del IEEE PELS. Lecciones de oposición, 1998. Disponible en: http://pels.edv.uniovi.es/pels/Pels/Pdf/Leccion_%20Inversores_%20Juan%20Diaz.pdf. [Última visita 26/06/2019]

Análisis y diseño de robot ejecutor de instrucciones básicas de movimiento

Jesús Esparza Flores
Universidad Autónoma de Zacatecas, Campus Jalpa
Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica
Libramiento Jalpa km. 156+380, Fracc. Solidaridad,
Jalpa Zacatecas, C. P. 99601
jesparzaf09@hotmail.com

Asesora: Sandra Mercado Pérez
Universidad Autónoma de Zacatecas, Campus Jalpa
Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica
Libramiento Jalpa km. 156+380, Fracc. Solidaridad,
Jalpa Zacatecas, C. P. 99601
smercado@uaz.edu.mx

Resumen — En este trabajo se presenta el diseño y la implementación de un robot que ejecuta instrucciones básicas de movimiento, el cual responde a las instrucciones indicadas a través de un mando a distancia (teléfono inteligente) y corresponden a movimientos básicos como moverse a la izquierda, derecha, adelante y emitir un sonido. Estas acciones son aplicadas a un robot con diseño y una estructura en fase experimental, el cual nos permite ejecutar las instrucciones en tiempo real para el desarrollo de nuevas y mejores técnicas aplicables para el aprendizaje lúdico, además de ser intuitivo e interesante para el usuario ayudando a desarrollar el pensamiento analista y un mejoramiento en la resolución de problemas.

Palabras clave — Programación, lúdico, movimiento, robot.

Abstract — This paper presents the design and implementation of a robot that performs basic instructions for movement, which responds to instructions provided via a remote (Smartphone) and correspond to basic movements as move left, right, forward, and play sound. These actions are applied to a robot with design and structure in experimental phase, which allows us to carry out the instructions in real time for the development of new and better techniques applicable to the playful, as well as being intuitive learning e interesting for the user helping to develop thinking analyst and an improvement in the resolution of problems.

Key words — Programming, fun, movement, robot.

I. INTRODUCCIÓN

Con el rápido avance y crecimiento de la tecnología, se han desarrollado nuevas y mejores técnicas para el aprendizaje lúdico, entre ellas una de las que se considera más intuitivas es, la interacción entre un robot y un usuario que manipule su comportamiento. Esto se a vuelto cada vez más habitual donde una de las principales prioridades es el desarrollo del pensamiento lógico y resolución de problemas. Debido a que el costo elevado y aplicación de diversos robots surge la necesidad de crear uno que ofrezca las mismas aplicaciones con el mismo fin de aprendizaje a un costo más accesible y su aplicación sea semejante a los ya comerciales ofreciendo una obtención de conocimientos paulatinos por medio del juego.

Actualmente, hay variedad de sistemas de aprendizaje para usuarios de corta edad entre ellas se encuentran juegos de mesa, juegos donde se aplica la condición física, entre otras, ya que estos ofrecen diversas propiedades para el desarrollo mental a corta edad, cabe mencionar los robots que a su diseño aplican el mismo sistema de aprendizaje.

De forma general, El aprendizaje es el proceso a través del cual se adquieren nuevas habilidades, destrezas, conocimientos, conductas o valores como resultado del estudio, la experiencia, la instrucción, el razonamiento y la observación. Este proceso puede ser

analizado desde distintas perspectivas, por lo que existen distintas teorías del aprendizaje. El aprendizaje es una de las funciones mentales más importantes en humanos, animales y sistemas artificiales [1].

II. MARCO TEÓRICO

A. Aprendizaje Lúdico

El aprendizaje lúdico es un método educativo que tiene como objetivo involucrar, motivar y animar a los estudiantes mediante la adaptación e inclusión de elementos de juego en el aula [2].

B. Robot

Del inglés robot, que a su vez deriva del checo robota (“prestación personal”), un robot es una máquina programable que puede manipular objetos y realizar operaciones que antes sólo podían realizar los seres humanos. En la Figura 1 se muestra un robot humanoide.

Fig. 1. Robot Humanoide.

El robot puede ser tanto un mecanismo electromecánico físico como un sistema virtual de software. Ambos coinciden en brindar la sensación de contar con capacidad de pensamiento o resolución, aunque en realidad se limitan a ejecutar órdenes dictadas por las personas [3].

III. METODOLOGÍA

El desarrollo del robot ejecutor de instrucciones básicas de movimiento se realizó en tres etapas generales, en las cuales se usan componentes electrónicos de diverso carácter y un conjunto de parámetros que se utilizan a lo largo del proceso de creación.

a) En la primera etapa se realiza el proceso de elaboración de la base chasis del robot que soportará el peso de todos los componentes electrónicos y mecánicos.

b) La segunda etapa se realiza el proceso de ensamblaje de una tarjeta Arduino con una tablilla de experimentos y la implementación de varios componentes con el objetivo de realizar una acción.

c) Por último, se programa la tarjeta arduino con todos los componentes y se incorpora un brazo robótico haciendo uso de servomotores y accesorios mecánicos que producen una interacción que incita al interés.

El robot ejecutor de instrucciones básicas de movimiento se muestra en la figura 2 vista frontal y vista trasera.

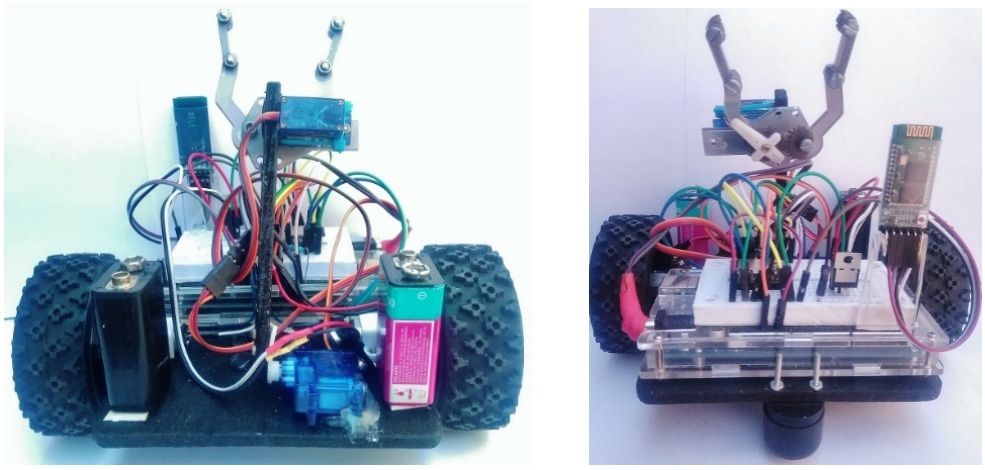


Fig. 2. Robot ejecutor de instrucciones básicas de movimiento, vista frontal y vista trasera.

Para lograr la ejecución de movimiento en el robot se realizó lo siguiente:

1. Generar un código base en la plataforma de arduino para experimentar dentro de él, con el avance del ensamblaje de los componentes electrónicos paulatinamente.
2. Se realizan pruebas con el código y utilizando la base del robot con los motores y la tarjeta arduino para conseguir un movimiento muy preciso y uniforme:
   a. Para conseguir un movimiento y giro perfecto se establecieron variables de tipo entero en el código que su valor representa el tiempo en mili segundos, tiempo que se estima al obtener un giro o avanzar una distancia con el robot en la fase de movimiento.
   b. Los motores que soportan el peso y generan el movimiento son de tipo pololu, sus dimensiones son de 24 x 10 x 12mm, cuentan con una reductora metálica que reduce las revoluciones y aumenta la fuerza (torque).
3. Una vez obtenido el movimiento y giro perfectos se procede a la siguiente fase que es la programación de un reproductor de sonidos mp3 (DFPlayer mini) para la reproducción de estos cada vez que se realice una acción, cabe mencionar que la comunicación es serial con la tarjeta arduino y el DFPlayer mini.
4. Se ensambla el brazo robótico que consta de dos servomotores modelo SG90, uno de ellos para el movimiento de arriba y abajo, y el otro para la apertura y cerradura de una pinza echa de acrílico. Con este se obtiene el brazo que recolectará objetos que en otra fase y posterior a experimentos se incorporará. Se hacen las modificaciones y se incorpora el código para el funcionamiento del brazo en Arduino.
5. Diseño de una aplicación básica en App Inventor para establecer los movimientos como son adelante, giro a la izquierda, derecha, movimiento del brazo y ejecución de sonidos, para posterior hacer la comunicación vía bluetooth entre el emisor (teléfono inteligente) y el receptor (robot).

6. Por último, se hacen las pruebas convenientes en un mapa cuadriculado con unas dimensiones de 28 x 28 cm. cada cuadro y se realiza un esquema de tiempo para estimar cuánto durará el robot en juego sin presentar deficiencias como lo es que la carga de las baterías se termine.

Una vez obtenido este esquema solo resta aplicar varias combinaciones de rutas y observar el comportamiento del robot.

IV. RESULTADOS

Con la finalidad de verificar que el robot funciona correctamente se realizaron pruebas por un periodo de cinco días en los cuales se observó que hay un periodo de juego de aproximadamente 20 minutos por cada carga de baterías. Relación tiempo juego ya que son varios componentes que requieren de un consumo moderado de corriente que al sumarse se vuelve considerable el consumo de energía de la fuente de poder, es por ello que el tiempo de juego está dentro de un rango aceptable para el usuario. En la figura 3 se muestra el robot en plataforma de juego.

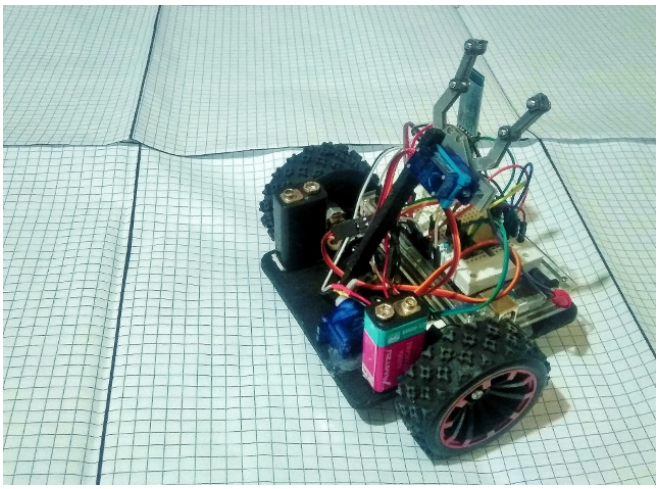


Fig. 3. Robot en plataforma de juego.

El brazo robótico cuenta con una pinza que sirve como mano para agarrar objetos de un tamaño pequeño con una altura de 4 cm. hasta 8 cm. de altos y no mayores de 3.7cm. de anchos, con un peso aproximado de 0.15 kg. En la figura 4 se ilustra la fase del brazo.

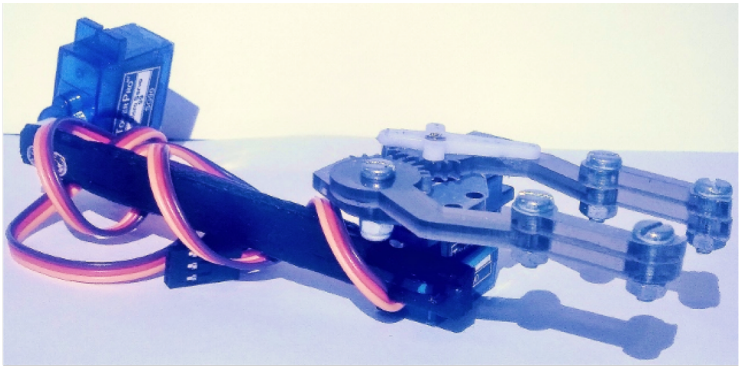


Fig. 4. Brazo robótico

V. CONCLUSIONES

En este proyecto se propuso y realizó el análisis y diseño de un robot ejecutor de instrucciones básicas en movimiento, el cual funciona correctamente y cumple con el propósito del desarrollo del pensamiento lógico de resolución de problemas y la programación básica a través de bloques y funciones de una manera intuitiva y amigable para el usuario. Consiguiendo de esta manera un robot que despierta el interés y la curiosidad por saber más sobre la programación. En la figura 5 se ilustra el Robot ejecutor de instrucciones básicas de movimiento.

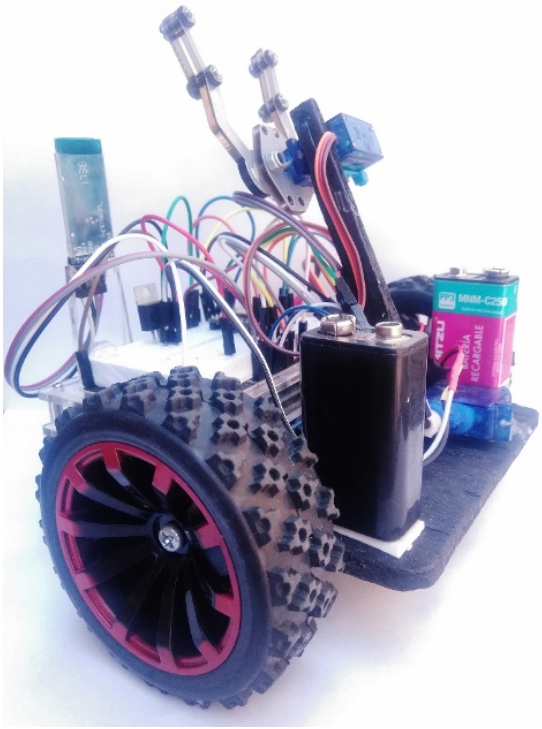


Fig. 5. Robot ejecutor de instrucciones básicas de movimiento

VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de Zacatecas Campus Jalpa y al COZCyT por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

REFERENCIAS

[1] EcuRed, «EcuRed,» MediaWiki, [En línea]. Available: https://www.ecured.cu/EcuRed:Enciclopedia_cubana. [Último acceso: 12 08 2019].

[2] A. E. R., «Tekkie Uni,» aTeacher Group, 2000. [En línea]. Available: https://tekkieuni.com/es/blog/aprendizaje-ludico-minecraft/. [Último acceso: 12 08 2019].

[3] J. P. P. y. M. Merino., «definicion.de,» WordPress, 2013. [En línea]. Available: https://definicion.de/robot/. [Último acceso: 12 08 2019].

Análisis y diseño de una solución tecnológica web para recolectar información de alumnos egresados

Francisco Daniel Mireles Ledesma
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Silao-Irapuato km 12.5
El Copal, 36821 Irapuato, Gto.
IS16111181@es.itesi.edu.mx

Asesor: Israel Durán Belman
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Silao-Irapuato km 12.5
El Copal, 36821 Irapuato, Gto,
israduran@gmail.com

Resumen— El principal objetivo de la investigación es facilitar la elaboración de encuestas y obtención de datos para el departamento de vinculación, que sea apropiado a las necesidades de realizar encuestas, y con amplias herramientas para dichas elaboraciones. El método actual de elaboración de encuestas en ITESI no es confiable y no se podría validar si exactamente un alumno fue quien contesto la encuesta, la pérdida de datos importantes puede ser vista por otros usuarios que puedan acceder a dicha encuesta.
En las encuestas creadas la mayor parte de la información no se tiene el control total de los datos o resultados para obtener así un reporte especifico en el objetivo de las encuestas creando demora en los resultados por lo que la actualización de requerimientos o necesidades que se presentan a través de las encuestas queda muy antigua o no se le da el seguimiento adecuado. Los resultados esperados es un sistema desarrollado especialmente para la captura de datos institucionales de alumnos, profesores, invitados a eventos etc. brindando la seguridad de datos, generación de reportes y el fácil uso de este sistema con la interfaz amigable que se les brinda a través del sistema web que contiene herramientas dinámicas.

Palabras clave — Sistema, Seguimiento, Seguridad, Desarrollo.

Abstract—The main objective of the investigation is to facilitate the elaboration of surveys and the obtaining of data for the linking department, which allows the needs to carry out surveys, and with the wide tools for diverse elaborations. The current method of elaborating surveys in ITESI is not reliable and could not be validated if exactly one student was the one who answered the survey, the loss of important data can be seen by other users who can access said survey.
In the surveys created, most of the information does not have total control of the data or results in order to obtain a specific report on the objective of the surveys, creating a delay in the results, thus updating the requirements or needs that are presented through the surveys it is very old or is not given adequate follow-up. The expected results is a system specially developed for the capture of institutional data of students, teachers, guests at events, etc. providing data security, reporting and easy use of this system with the friendly interface that is provided through the web system that contains dynamic tools.

Keywords —System, follow-up, Security, Develop.

I. INTRODUCCIÓN

El departamento de vinculación académica tiene demasiados alumnos egresados que necesitan contestar distintas encuestas en las cuales se le brindará información a detalle del seguimiento que se debe tener, las encuestas que se generan actualmente son a través de herramientas de Google y se desea independizar la realización de estas encuestas bajo estándares académicos y que sean solo dependientes de ITESI teniendo

en cuenta la problemática que puede resultar si otras personas acceden a contestar dichas encuestas y no son personas autorizadas por la institución.

II. MARCO TEÓRICO

A. Lenguaje de programación

Un lenguaje de programación es un lenguaje diseñado para describir el conjunto de acciones consecutivas que un equipo debe ejecutar. Por lo tanto, un lenguaje de programación es un modo práctico para que los seres humanos puedan dar instrucciones a un equipo.

El lenguaje utilizado por el procesador se denomina lenguaje máquina. Se trata de instrucciones que llegan al procesador consistentes en una serie de datos binarios (ceros y unos).

El lenguaje máquina, por lo tanto, no es comprensible para los seres humanos, razón por la cual se han desarrollado lenguajes intermediarios comprensibles para el hombre. El código escrito en este tipo de lenguaje se transforma en código máquina para que el procesador pueda interpretarlo. (Pillou, S.F.)

B. Visual Studio

Visual Studio es un conjunto de herramientas y otras tecnologías de desarrollo de software basado en componentes para crear aplicaciones eficaces y de alto rendimiento, permitiendo a los desarrolladores crear sitios y aplicaciones web, así como otros servicios web en cualquier entorno que soporte la plataforma.

C. ASP.NET

ASP.NET es una estructura de programación revolucionaria que constituye la forma más rápida y escalable de desarrollar, implementar y ejecutar aplicaciones Web en cualquier navegador o dispositivo. (Microsoft, 2018)

D. AJAX

AJAX es una técnica de programación Web fundamental para cualquier sitio moderno que ofrece mayor dinamismo y menores esperas para el usuario. Sitios Web como Google Mail, Facebook y Yahoo! Están desarrollados utilizando sus procedimientos. (Steven, 2016)

E. C#

Es uno de los lenguajes de programación de alto nivel que pertenece al paquete .NET (otros lenguajes son Visual Basic, C/C++, etc.). C# es una evolución de C/C++. Con él se puede escribir tanto programas convencionales como para el internet. (Microsoft, 2018)

F. HTML

HTML sólo sirve para indicar como va ordenado el contenido de una página web. Esto lo hace por medio de las marcas de hipertexto las cuales son etiquetas conocidas en inglés como tags.

G. Bases de Datos

Una base de datos es una colección de información organizada de forma que un programa de ordenador pueda seleccionar rápidamente los fragmentos de datos que necesite. Una base de datos es un sistema de archivos electrónico. (Microsoft-SQL, S.F.)

H. SQL

Microsoft® SQL Server™ es un sistema de administración y análisis de bases de datos relacionales de Microsoft para soluciones de comercio electrónico, línea de negocio y almacenamiento de datos. En esta sección, encontrará información sobre varias versiones de SQL Server. También encontrará artículos sobre bases de datos y aplicaciones de diseño de bases de datos, así como ejemplos de los usos de SQL Server. (Microsoft-SQL, S.F.)

III. MÉTODOS Y MATERIALES

Para el desarrollo de la investigación y el proyecto se trabaja con herramientas factibles al alcance de los involucrados tales como equipo de cómputo con especificaciones adecuadas para el desarrollo y tecnologías libres las cuales permitirán la realización del trabajo sin limitantes mayores que puedan representar un problema.

Se implementa el método de recolección de necesidades por parte del departamento de vinculación y encargados de gestionar los eventos con la finalidad de identificar los problemas o puntos débiles del procedimiento manejado en la realización de encuestas, así de esta manera se puede analizar y establecer los objetivos, funciones y herramientas que se plantean para obtener las mejoras y resultados esperados.

Para la realización del proyecto presentado se lleva a cabo el levantamiento de los requerimientos que nos permitirá realizar la planeación del desarrollo y dar paso a la manipulación de la información recabada, una vez terminado se presentaran los datos estadísticos que permitirán apreciar los resultados.

Todo el análisis y desarrollo de este proyecto se basa en la implementación de la metodología en cascada el cual se basa en un desarrollo de proyecto por entrega de secciones lo cual permite realizar las pruebas, análisis, diseños, implementación y correcciones requeridas para cada sección del sistema antes de continuar con las demás partes.

Tabla. 1. Tabla de requerimientos de usuarios del sistema

Requerimientos de usuario		
N°	Rol	Descripción
1	Administrador	Este tendrá acceso total al panel de control del sistema y será quien proporcione la información que se mostrara en la el sitio, además de dar de alta a los usuarios y asignar los grupos. También podrá realizar todas las modificaciones necesarias en cualquier sección.
2	Usuario	Este usuario solo tendrá acceso al sitio donde podrá ver la información proporcionada por el administrador para contestar la encuesta, en el mismo sitio podrá realizar su registro de manera independiente.

Con la implementación de las tecnologías de la información la actualización agiliza el proceso reduciendo tiempo y esfuerzo por parte de los involucrados, permitiendo al departamento de vinculación realizar el procedimiento de la elaboración de encuestas evitando la pérdida de tiempo no automatizada. Además de que esta modificación permite que la administradora lleve un mayor control de la información que se maneja y permitiendo trabajar con ella de manera más fácil y productiva.

En la tabla [1] se muestran los requerimientos de las actividades y permisos que podrán realizar los usuarios que interactúan con el sitio en base al rol o tipo de usuario que tengan cada uno.

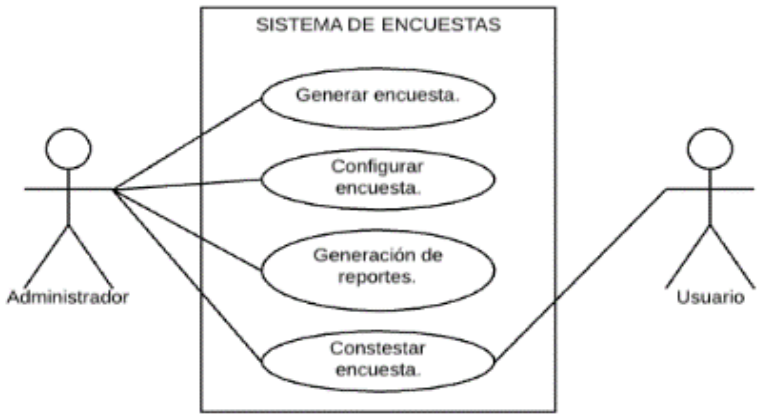


Fig. 1 Diagrama de casos de uso

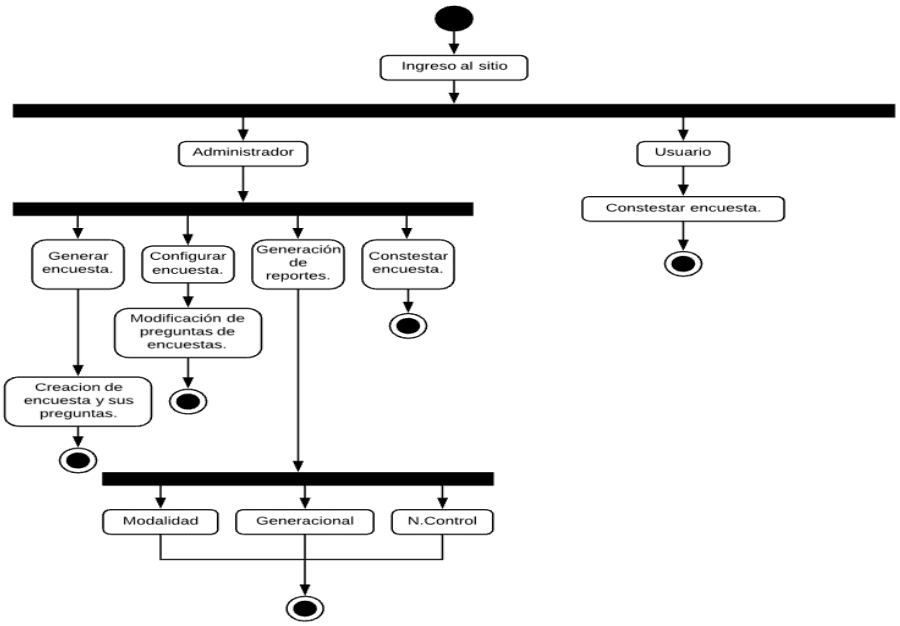


Fig. 2 Modelo de colaboración

En la figura [3] el caso de uso del modelo colaboración se muestran los requerimientos ya desglosados de ambos usuarios que van por escalas de prioridad o utilidad en este diagrama se encuentran los puntos clave y específicos que debe de contar el sistema para que este cumpla sus requerimientos.

IV. RESULTADOS

A continuación se muestran los resultados obtenidos sobre la investigación y desarrollo del proyecto donde se dan a conocer los resultados en comparación del modo de trabajo actual y con el proyecto tras la realización de pruebas y proyecciones sobre la implementación del sistema en la realización de encuestas.

En la figura [4] se puede ver la comparación de ambos modos de realización de encuestas.

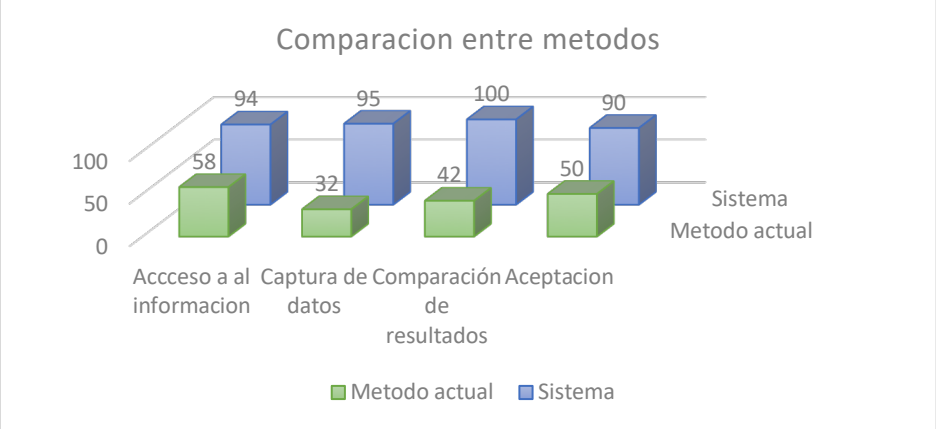


Fig. 4 Comparación de métodos en realización de encuestas

V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

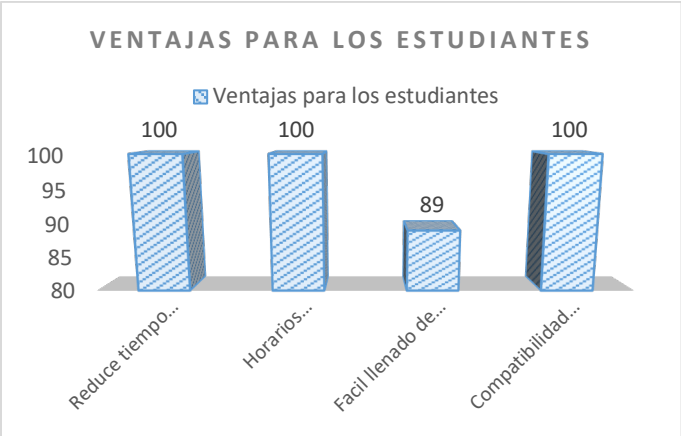


Fig. 5 Ventajas tras la implementación de sistema para los estudiantes.

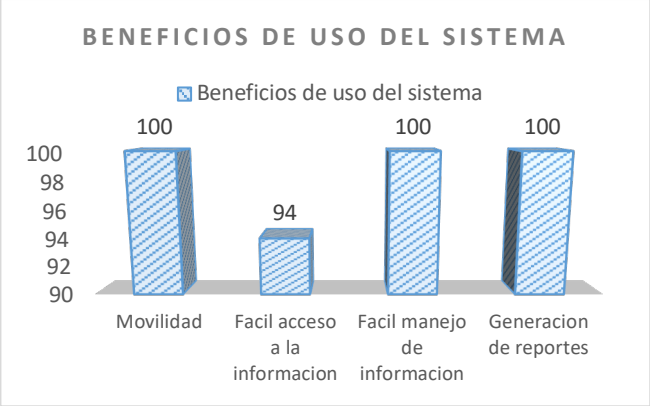


Fig.6 Beneficios de la implementación del sistema

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con el desarrollo e implementación de un sistema web para el registro y gestión de encuestas académicas se puede optimizar el proceso actual reduciendo los tiempos de trabajo y permitir el acceso a la información de manera fácil, segura y en el momento que sea necesario además de generar los reportes necesarios según las necesidades que se presenten, comprobando de manera satisfactoria el cumplimiento de los objetivos planteados en la investigación, los cuales son respaldados por el análisis de la información recolectada y las proyecciones de la implementación arrojando resultados positivos durante su realización. Con dicho proyecto se puede concluir que las tecnologías de desarrollo web dan paso al crecimiento y mejora de los procesos permitiendo así tener una mejora o evolución con que proporcione un rendimiento más óptimo en diferentes ámbitos de la tecnología.

VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Reconocimientos especiales a quienes me brindaron el aprendizaje, al investigador Israel Duran Belman que me brindo las herramientas necesarias para poder realizar mi investigación e implementar el desarrollo del sistema, al jefe de departamento de desarrollo de software José Guadalupe Cervantes por su apoyo en el sistema y enseñanzas de programación web y a mis compañeros del departamento Diana Moreno Chávez y Gerardo López Alfaro quienes me apoyaron en el crecimiento de aprendizaje y compartieron conmigo su conocimiento.

A la institución que brinda la oportunidad de aprender más y valora los esfuerzos de los alumnos.

REFERENCIAS

Microsoft. (2018). *Visual Studio*. Obtenido de Visual Studio ASP.NET: https://visualstudio.microsoft.com/es/

Microsoft-SQL. (S.F.). *SQL*. Obtenido de SQL: https://www.netec.com/certificacion-microsoft?gclid=EAIaIQobChMIl8qBvbaY4AIVA6vsCh0ZsQNqEAAYBCAAEgK3tvD_BwE

Nex-tu. (2017). *Programacion en HTML*. Obtenido de HTML: https://www.nextu.com/web/?utm_source=Google&utm_medium=cpc&utm_campaign=MX-GSN-NB-Web&adgroup=Web-Tools-Exact&utm_content=H218L218D218ETA&utm_term=html&matchtype=e&network=GSN&device=c&location=1010057&campaignid=654014307&adgroupid=56630556644&creative=

Pillou, J.-F. (S.F.). *Lenguaje de programación*. Obtenido de Lenguajes de Programación: https://es.ccm.net/contents/304-lenguajes-de-programacion

PROYECTOS. (2016). *Ciclo en cascada*. Obtenido de Ciclo en cascada: https://openclassrooms.com/en/courses/4309151-gestiona-tu-proyecto-de-desarrollo/4538221-en-que-consiste-el-modelo-en-cascada

Ramírez, R. (9 de Enero de 2016). *rigoramirez.wordpress.com*. Obtenido de https://rigoramirez.wordpress.com: https://rigoramirez.wordpress.com/2016/01/09/que-es-visual-studio-code/

Steven. (2016). *AJAX WEB*. Obtenido de https://aprende-web.net/progra/ajax/ajax_1.php

Análisis y diseños de una solución móvil (App) para la administración de filas y manejo de tiempos de espera a través de tickets electrónicos

Víctor Antonio Ramírez Cobian
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato-Silao Km. 12.5,
Colonia El Copal, C.P. 36821.
victor1v57@gmail.com

Asesor: Israel Durán Belman
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato-Silao Km. 12.5,
Colonia El Copal, C.P. 36821.
isduran@itesi.edu.mx

Resumen — Hoy en día las instituciones educativas cuentan con una amplia variedad de departamentos de atención a estudiantes que brindan diferentes servicios con el objetivo de ayudar a los alumnos ya sea dándoles asesorías, hacer cambios de horario, dar de alta materias, etc.

En la mayoría de los casos realizar alguno de estos servicios para los alumnos se maneja de una manera poco favorable en cuestión de tiempo y organización. Realizando un análisis y recopilación de información se plantean los objetivos y alcance requeridos para llevar a cabo el desarrollo de una propuesta viable que de una mejora considerable al proceso que se maneja para la atención de alumnos y les permita reducir el tiempo de espera.

Palabras clave — Tecnología, Gestión, Control, Aplicación Móvil, Citas.

Abstract — Today, educational institutions have a wide variety of student service departments that provide different services with the objective of helping students either by advising them, making schedule changes, registering subjects, etc.

In most cases, performing some of these services for students is handled in an unfavorable manner in a matter of time and organization. Carrying out an analysis and collection of information, the objectives and scope required to carry out the development of a viable proposal are proposed, as well as a considerable improvement to the process that is handled for the attention of students and allows them to reduce the waiting time.

Keywords — Technology, Management, Control, Mobil Application, Appointment.

I. INTRODUCCIÓN

Se trabaja en cada departamento diversas formas de informar sobre los diferentes servicios que ofrecen utilizando las diferentes áreas informativas de la institución para que los alumnos vean las diferentes opciones y de esta manera puedan acudir con el encargado para así poder pedir la información requerida y realizar los distintos tramites, por parte de los encargados se gestionan las diferentes solicitudes de manera individual en su oficina atendiendo a cada uno de los alumnos que se presentan.

Actualmente la institución no cuenta con un sistema de generación de fichas o tickets para la atención de estudiantes lo cual genera poca organización, ocasionando en la mayoría de las ocasiones desorden, aglomeración de gente fuera de los departamentos o incluso en los edificios en los que se encuentran y tiempos largos de espera para los interesados, provocando incluso que los alumnos se ausenten de sus respectivas clases; además de que no hay algún registro de incidencias, consultas o sugerencias de los alumnos. Este problema

ya fue detectado por los directivos del instituto por lo cual se busca aprovechar las herramientas brindadas por el instituto para reducir este problema.

Existen diversas aplicaciones que permiten el registro de citas para diferentes instituciones de servicio médico como lo son IMSS Digital e ISSSTE Móvil, estas aplicaciones están disponibles para todo público, pero requieren de un registro en la aplicación que permite tener un usuario y una contraseña para ingresar a la aplicación. En el año 2018 se desarrolló la tesis “Sistema de control de citas médicas mediante una aplicación móvil” en la Universidad Americana de Acapulco facultad de ingeniería en computación por Carlos Bautista Velasco y Robledo Romero Gabriela. Esta investigación es de gran importancia con relación al trabajo existente; ya que hace referencia a una herramienta que permite realizar citas mediante una aplicación móvil.

De acuerdo con lo mencionado se plantea la realización de una herramienta móvil que sirva como un sistema de gestión y seguimiento de tickets el cual permita a los estudiantes obtener una cita y obtener información necesaria para realizar alguno de los diferentes servicios que ofrece cada departamento y facilite a los encargados la atención a estudiantes. Parar ello se plantean el cumplimiento de los siguientes objetivos.

Optimizar una herramienta para un mejor servicio a toda la comunidad estudiantil y administrativa desarrollando una aplicación móvil o app de tickets o citas.

- Reducir los tiempos de espera de los estudiantes.
- Publicar la información relacionada con los tramites que realiza cada departamento.
- Tener fácil acceso a la información.
- Diseñar una aplicación móvil que permita a los estudiantes agendar una cita con los encargados de departamento.

II. MARCO TEÓRICO

Aplicación Móvil: Es un software que es ejecutado en los dispositivos para la simplicidad de las funciones que integra el dispositivo móvil. (Báez, 2010).

Visual Studio: Es un entorno de desarrollo integrado que permite la administración de código que permite el desarrollo de código multilenguaje, cuenta con un servidor web integrado, utiliza menos código para programar y tiene estilos de código intuitivo.(Visual Studio, 2010)

SQL Server: Es un Sistema Gestor de Base de Datos desarrollado por Microsoft para sistemas operativos Windows.

Android: Android es un sistema operativo para dispositivos móviles, donde el puntero clásico de los sistemas operativos convencionales pasa a ser el contacto táctil del usuario en la pantalla. Podemos ver que algunas aplicaciones tienen funcionalidades distintas cuando un usuario toca la pantalla, incluso variando en función de la duración o forma de dicho toque. Ésto es lo que se llama un gesto en Android y vamos a ver cómo implementarlos. (Baez, 2010).

Android Studio. Android Studio es el entorno de desarrollo integrado (IDE) oficial para el desarrollo de aplicaciones para Android y se basa en IntelliJ IDEA. Además del potente editor de códigos y las herramientas para desarrolladores de IntelliJ, Android Studio ofrece aún más funciones que aumentan tu productividad durante la compilación de apps para Android. (Android, 2019).

Xamain: Xamarin es una herramienta para los desarrolladores de aplicaciones móviles, y la novedad de esta herramienta es la capacidad que tiene para que el desarrollador escriba su app en lenguaje C# y el mismo código sea traducido para ejecutarse en iOS, Android y Windows Phone.k5(Ecured, 2019).

Ciclo de vida: Ciclo de vida del software. Es el proceso que se sigue para construir, entregar y hacer evolucionar el software, desde la concepción de una idea hasta la entrega y retiro del sistema. Se definen las distintas fases intermedias que se requieren para validar el desarrollo de un software, es decir, para garantizar que el software cumpla los requisitos para la aplicación y verificación de los procedimientos de desarrollo, se asegura de que los métodos utilizados son apropiados. (Ecured, 2019).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de la investigación se trabaja con herramientas tales como equipo de cómputo con las características suficientes para el desarrollo las cuales permitirán la realización del trabajo sin limitaciones que puedan representar problemas.

Se utiliza la recolección de información por parte de los estudiantes y encargados de los diferentes departamentos de la institución como los son Becas, Idiomas y Jefes de Carrera con la finalidad de detectar los posibles problemas que se presentan en los diferentes puntos de atención a alumnos, para que de esta manera se pueda analizar y establecer los objetivos para obtener las mejoras y los resultados esperados.

El instrumento que se utilizó para la recolección de datos acerca de fue una encuesta que consta de 5 preguntas de opción múltiple que permitirán obtener información para el desarrollo del proyecto.

De los datos recopilados se analizaron las respuestas de los estudiantes para determinar cuáles eran los departamentos de la institución que tenían mayor flujo de alumnos y los tiempos de espera que toma ser atendido en los diferentes departamentos.

Con la implementación de las tecnologías, la implementación de una aplicación móvil agilizará el proceso de atención a alumnos reduciendo el tiempo de espera y proporcionando la información de los requisitos necesarios.

Para este proyecto se utilizó una investigación descriptiva, que es un tipo de investigación que tiene como objetivo observar y describir el comportamiento de un sujeto sin influir sobre él de ninguna manera.

En la Tabla [1] Se muestran los roles y actividades de cada parte que conformará el sistema los cuales son el administrador, los encargados de departamento y los alumnos, cada uno de ellos tendrá un rol distinto y utilizarán de manera diferente el sistema.

En la Figura 1, 2 y 3 se muestran los diagramas de caso de uso correspondientes a cada uno de los personajes participantes en el sistema que muestra la forma en que cada uno de los actores utilizara el sistema.

Tabla 1. Tabla de requerimientos de usuario del sistema.

N'	Rol	Descripción
1	Administrador	Este tendrá acceso total al panel de control del sistema, será quien proporcione la información que se mostrará en el sitio, además de dar de alta a los encargados y usuarios. También podrá realizar todas las modificaciones necesarias en cualquier sección.
2	Encargado	Este tendrá acceso al panel de la carrera y departamento asignado y solo podrá ver las citas pendientes, el nombre y el trámite que desea realizar el alumno, finalizar una cita y ver las citas que ya atendió.
2	Alumno	Este usuario podrá ingresar a la aplicación con un usuario y contraseña donde podrá ver los diferentes departamentos que existen y los tramites que realiza cada uno de ellos además de poder generar una cita.

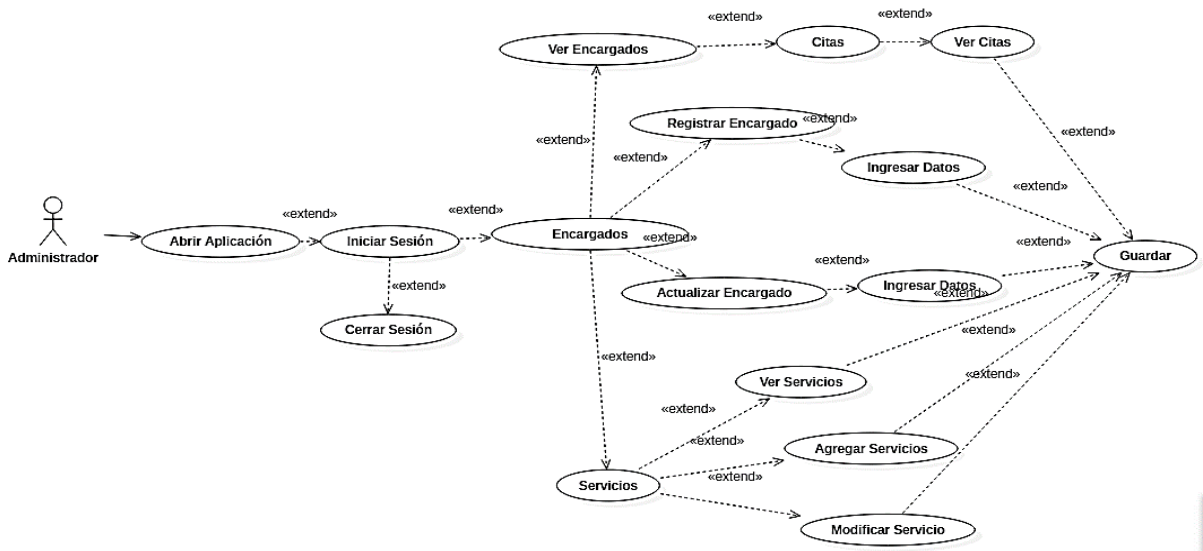


Fig. 1. Diagrama de Casos de Uso del Administrador del sistema

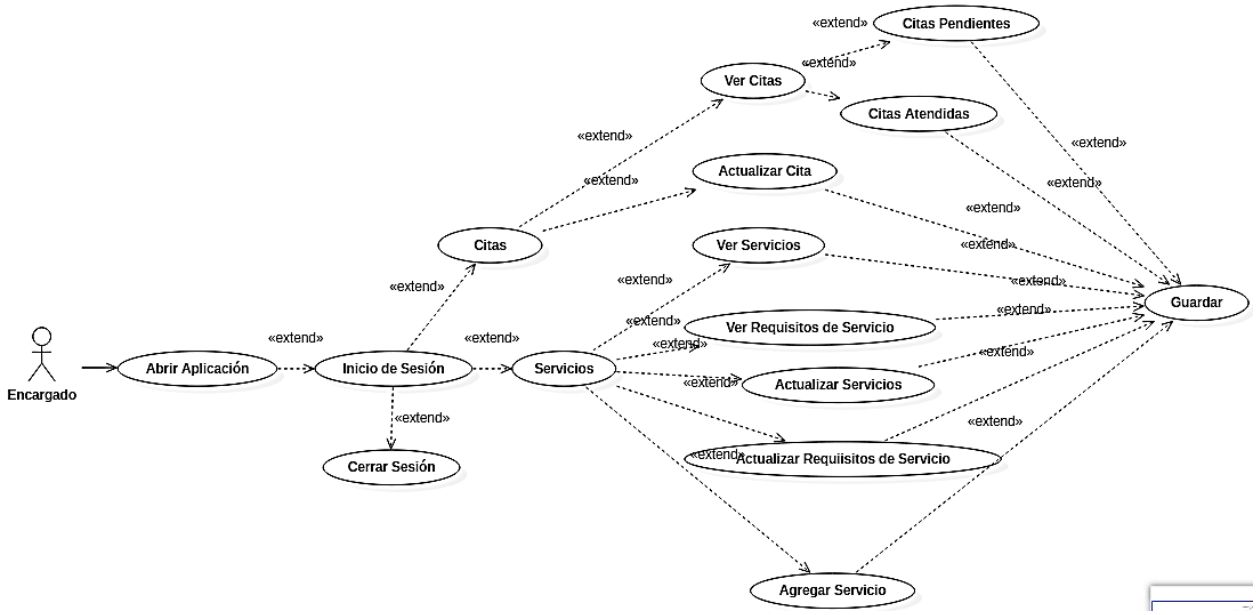


Fig. 2. Diagrama de Casos de Uso del encargado de departamento

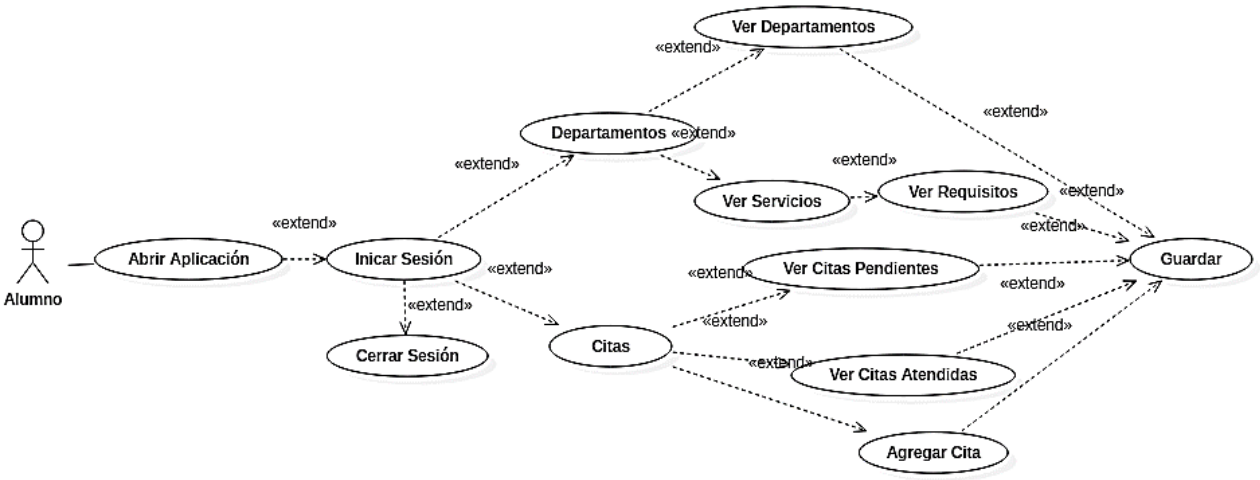


Fig. 3. Diagrama de Casos de Uso del alumno.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Conforme a los resultados y datos recabados de las encuestas se identificaron algunos aspectos que nos indican, como se muestra en la Figura 4 que el 82.5% de los alumnos que contestaron la encuesta creen que es necesario tener una aplicación móvil que les permita realizar una cita con algún jefe de los distintos departamentos que existen. Estos datos nos demuestran un aspecto positivo que demuestra que la implementación de una aplicación

móvil es necesaria y factible para poder disminuir la problemática que se presenta en los departamentos de atención a alumnos del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato.

En las encuesta se demostró que los alumnos habían tenido problemas al realizar algún trámite al contestar en un 65.4% que si habían tenido problemas como se muestra en la figura 5,.

Los alumnos han respondido también que no están familiarizados con aplicaciones móviles que permitan generar citas para algún servicio, contestando en un 63.5% como se muestra en la figura 6.

La pregunta acerca de cuánto tiempo tardaban los alumnos en espera para ser atendidos por algún encargado de departamento arrojó como resultado que la media de tiempo era de 1 hora aproximadamente lo cual nos demuestra que nuestra problemática es que el tiempo que deben esperar los alumnos es alto y se necesita disminuir para así poder agilizar los proceso de atención a los alumnos.

También se analizó mediante la encuesta cual era el departamento que más afluencia de alumnos tenía dando como resultado que el departamento de becas era el más visitado por la comunidad estudiantil del plantel.

Fig. 4. Gráfica pregunta 1.

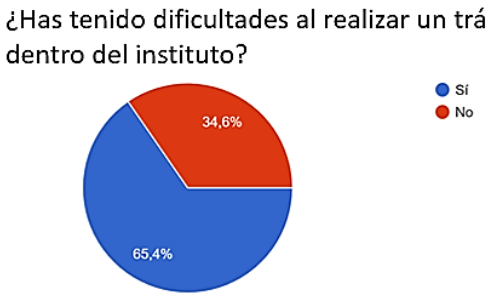


Fig. 5. Grafica pregunta 2.

Fig. 6. Gráfica pregunta 3.

Fig. 7. Gráfica pregunta 4.

Fig. 8. Grafica pregunta 5.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con el desarrollo e implementación de una aplicación móvil que permita gestionar y generar citas se puede optimizar el proceso actual al reducir los tiempos de espera de los alumnos ya que tendrán una hora y fecha asignada para asistir a realizar cualquier servicio que solicite además de dar a conocer si tener que preguntar a los encargados, los diversos servicios que puede realizar cada uno de ellos. Se podrá generar los reportes necesarios por parte de los encargados para conocer cuales servicios son los más solicitados para así saber cuáles son los que requieren mayor atención. Con este proyecto podemos determinar que el uso de una herramienta tecnológica permite agilizar los procesos que realizamos día a día.

VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

El presente trabajo fue realizado bajo la supervisión del ingeniero Israel Duran Belman, por lo que se le agradece por su tiempo y asesorías y por compartir su conocimiento para realizar el proyecto.

A Gustavo Alexis Ávila Murillo quien es mi compañero de tesis que nos ayudó a la recopilación de información y análisis de la información.

REFERENCIAS

[1] M. Baez, et al. *Introducción a Android*, Ed. E.M.E. Colombia, 2010.

[2] M. MacDonald, A. Freeman, M. Szpuszta., "Visual Studio. In: Pro ASP.NET 4 in C# 2010". Disponible en https://doi.org/10.1007/978-1-4302-2530-0_2 [consultado en 2019].

[3] *https://www.vix.com/es/btg/tech/13263/conociendo-xamarin-la-herramienta-para-desarrolladores-multiplataforma*. Disponible en: https://www.ecured.cu/Sistema_Gestor_de_Base_de_Datos [consultado en junio 2019].

[4] Conoce Android Studio. https://developer.android.com/studio/intro [consultado en junio 2019].

[5] Conociendo Xamarin. https://www.vix.com/es/btg/tech/13263/conociendo-xamarin-la-herramienta-para-desarrolladores-multiplataforma [consultado en junio 2019].

[6] Ciclo de vida del software. https://www.ecured.cu/Ciclo_de_vida_del_software [consultado en junio 2019].

Anodizado sin inyección de aire al aluminio comercial con electrolito de ácido sulfúrico en un tiempo de 60 minutos

Sergio Ulises Bernal Díaz
Francisco Javier Castañeda Carrizales
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
C. Barranquilla S/N, Col. Guadalupe
C.P. 25750, Monclova, Coahuila,
Ulises_bernal@uadec.edu.mx
f.castaneda@uadec.edu.mx

Asesor: Adrián Moisés García Lara
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
C. Barranquilla S/N, Col. Guadalupe
C.P. 25750, Monclova, Coahuila,
adrian.garcia@uadec.edu.mx

Resumen — El aluminio posee propiedades únicas, es capaz de protegerse así mismo con la oxidación que sufre al ambiente en cuestión de segundos, lamentablemente esta propiedad no es efectiva ante ambientes más agresivos. El anodizado resuelve la debilidad de esta propiedad, se crea artificialmente una capa más gruesa de óxido de aluminio también conocida como alúmina.

Palabras clave —Anodizado, Aluminio, Alumina

Abstract — Aluminum has unique properties, it is able to protect itself with the oxidation suffered by the environment in a matter of seconds, unfortunately this property is not effective against more aggressive environments. The anodizing solves the weakness of this property, a thicker layer of aluminum oxide also known as alumina is created artificially.

Keywords — Anodized, Aluminum, Alumina.

I. INTRODUCCIÓN

El aluminio (Al), es el metal más importante de los metales no ferrosos, posee poca resistencia mecánica y es ligero. Debido al valor de potencial de reducción que presenta (-1.66 V), al entrar el Al en contacto con el oxígeno del aire, espontáneamente forma una capa pasivante de óxido de aluminio (Al2O3), cuyo espesor varía entre 30 y 100 Å, por esta razón es un metal con alta resistencia a la corrosión. Aunque la capapermite que no se propague la corrosión, al ser el espesor de esta película muy delgado comúnmente se ve afectada en ambientes corrosivos, por lo tanto, resulta necesario incrementar el espesor de esta película para asegurar la protección de la superficie de aluminio cuando se le expone a ambientes agresivos y con ello se diversifica su aplicación. El proceso de anodización se emplea para mejorar las propiedades superficiales del aluminio mediante la fabricación de una capa de óxido duro que tiene alta resistencia al desgaste.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Revisión bibliográfica

La recopilación de información se hará durante todo el tiempo que dure el trabajo de tesis y las fuentes principales serán artículos de revistas indizadas, tesis y libros impresos y digitales

B. Naturaleza del electrolito

En un vial de 25 ml se preparó una ME dé H_20/TPGS1000 a una relación de 80:20 con 3% de aceite de clavo previamente cargado con el fármaco, posteriormente este vial se coloca en agitación magnética (1100 rpm) y a una temperatura constante de 25 °C. De acuerdo a la bibliografía investigada se seleccionó como electrolito el ácido sulfúrico ($H2SO4$) debido a los buenos espesores de anodizado alcanzados en estudios anteriores en aleaciones de aluminio de la serie 6XXX, además que se considera menos agresivo que el $HNO3$, viable económicamente, obtención de resultados satisfactorios y a los medios a utilizar para obtenerlos. También se obtienen recubrimientos duros, incoloros y transparentes y son fácilmente coloreables.

C. Diseño experimental

Se toma la mitad de la ME previamente realizada y se coloca en otro vial en agitación magnética para añadirle el quitosano en una relación 1:1 con la ME. El quitosano se encuentra en una solución de H_2O en una concentración de 1 mg/ml. La selección de variables de operación durante el proceso de anodizado se muestra en la Tabla 1 y se especifican como fijas o manipulables de acuerdo al diseño factorial seleccionado 2^k (tres factores, dos niveles):

Tabla 1. Clasificación de las variables de operación para las pruebas con y sin inyección de aire

Variables de operación	*Fijas*	*Manipulables*
Voltaje (V)		•
Densidad de corriente (*i*)		•
Distancia interelectrodo (d)	•	
Electrolito	•	
Concentración del electrolito [ ]	•	
Tiempo de tratamiento (*t*)	•	
Temperatura del electrolito (T)	•	

Las variables respuesta a medir a partir del diseño experimental planteado son las de dureza, espesor de la película formada, densidad de la película (*i*) anódica (factor de rugosidad) y tipo de crecimiento de película.

En la Tabla 2 se muestra los niveles de las variables de operación.

Tabla 2. Valores de las variables manipuladas durante el proceso de anodizado

Variable	*Mayor (+1)*
Densidad de corriente (*i*)	6 A dm^2
Temperatura (T)	5 °C
Tiempo de tratamiento (*t*)	60 min

D. Proceso de los electrodos

Los electrodos de trabajo tuvieron una geometría cuadrada de 9 cm2, el ánodo y cátodo trabajado fueron de aluminio comercial (99% Al) y acero inoxidable AISI 304 respectivamente, con un espesor de 5mm, El valor de densidad de corriente empleado durante los experimentos fue de 6 A dm2 , el cual se ajustó a través de la relación entre corriente aplicada y área total expuesta con el electrolito.

Se desbastaron con papel de carburo de silicio de granulometría 600, 800, 1200, 1600, 2000, 2500 y 3000, esto con el fin último de obtener casi grado espejo (Norma ASTM E3 - 95).

Los materiales empleados para la muestra de anodizado fueron los siguientes (figuras 1 a 4):

Vasos de precipitado de diferentes volúmenes Acido sulfúrico

Agua destilada

Probetas

Termómetro

Hielo

Fuente de alimentación

Voltímetro

Cables

Guantes de látex

Mascarilla para gases

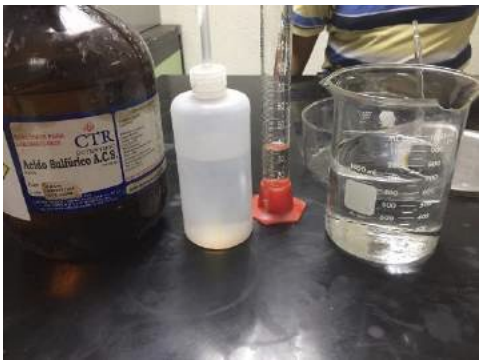


Figura 1.

Figura 2.

Figura 3.

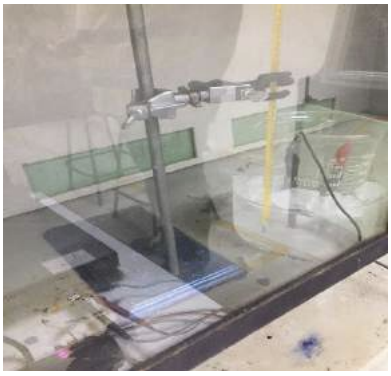


Figura 4.

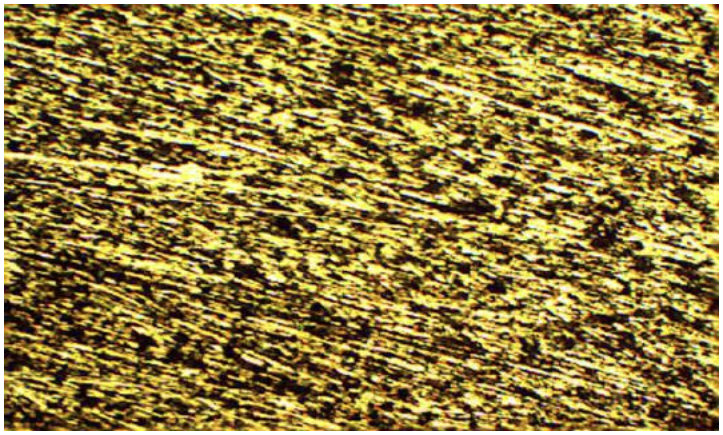


Figura 5. Muestra del ánodo atacado por acido sulfúrico durante 60 min a temperatura constante de 5°C

III. CONCLUSIONES

En la muestra atacada en acido sulfúrico de 60 min se observe una buena capa de oxido para el tiempo de tratamiento

Se observo que con 60 min de tratamiento se obtuvo una buena capa de oxido en la muestra, dependiendo el espesor de la capa de oxido requerida será el tiempo de tratamiento.

Según el uso que se le vaya a dar al material a tratar con el anodizado, será el espesor de la capa de oxido requerida ya que se necesitara mas o menos tiempo de tratamiento

REFERENCIAS

Henley, V. (2012). Anodic oxidation of Aluminium and its Alloys. *International Journal of Materials Engineering*, 38-42. doi:10.5923/j.ijme.20120204.02

Keller, F., Hunter, M., & Robinson, D. (1953). Structural Features of Oxide Coatings on Aluminum. *Journal the Electrochemical Society*, 411. doi:10.1149/1.2781142

Kikuchi, T., Nakajima, D., Natsui, S., & Suzuki, R. (2015). Porous Aluminum Oxide Formed by Anodizing in Various Electrolyte Species. *Current nanoscience, 11*, 11(5): 560-571. doi:10.2174/1573413711999150608144742

Masuda, H., Abe, A., Nakao, M., Yokoo, A., Tamamura, T., & Nishio, K. (2003). Observación detallada

de la unión celular en la alúmina anódica porosa con células cuadradas. *Adv. Materials*, 161.

O´Sullivan, J., & Wood, G. (1970). *The morphology and mechanism of formation of porous anodic films on aluminium* (Vol. 317).

Rodrigues, S., Almeida, C., & Carvalho, S. (2017). Water and oil wettability of anodized 6016 aluminum alloy surface. *Elsevier B.V.* , 22-36.

Roshani, M., Sabour Rouhaghdam, A., Aliofkhazraei, M., & Heydari Astaraee, A. (2016). Optimization of mechanical properties for pulsed anodizing of aluminum. (S. &.Technology, Ed.) *Elsevier B.V.*,1-15.

Schneider, M., Liebmann,T., Langklotz, U., & Michaelis, A. (2017). Microelectrochemical investigation of anodic oxide formation on the aluminum alloy AA2024. *Elsevier B.V.* , 25-38.

Aplicación de cámaras de visión inteligente en pruebas de calidad

Faustino Adrián Álvarez Rodríguez
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato - Silao km 12.5
Colonia El Copal
faust.alrod15@gmail.com

Gerardo Emmanuel Alfaro Vega
Universidad Politécnica de San Luis Potosí
Calle Urbano Villalón 500,
La Ladrillera, 78369 San Luis, S.L.P.
150541@upslp.edu.mx

Asesor: Luis Fernando Niño Luna
Universidad Politécnica de San Luis Potosí
Calle Urbano Villalón 500,
La Ladrillera, 78369 San Luis, S.L.P.
lfnino@upslp.edu.mx

Resumen — El presente artículo demuestra la importancia de las cámaras de visión artificial en la creciente industria 4.0, se busca simular inspecciones de calidad mediante un sistema de visión artificial y transmitir los conocimientos a aspirantes de ingeniería por medio de prácticas de laboratorio para prepararlos a condiciones similares que enfrentarán en el ambiente laboral, así mismo se realiza el diseño y construcción de un banco de pruebas especializado para el análisis de características cuantitativas y cualitativas de las piezas, lo que a su vez impacta en el área de calidad, al detectar los defectos más comunes en una pieza y así poder dar pie a la solución de dicho problema.

Palabras clave — Cámaras, Visión artificial, Calidad, Sistemas de Visión.

Abstract — This article presents the importance of artificial vision cameras n the growing context of industry 4.0. The research is looking to simulate quality inspections using this technology to provide competences related to undergraduate engineering students by laboratory practices in order to prepare them in similar conditions to the labor ground. While a testing station is designed and a prototype is building in order to analyze quantitative and qualitative characteristics in several pieces related to quality issues, helping to detect the most commons defects in them to solve these kinds of problems.

Keywords — Cameras, artificial vision, quality, vision systems.

I. INTRODUCCIÓN

La globalización ha sido un proceso de integración mundial, el cual ha traído cambios en la política, la cultura y el comercio de bienes y servicios; al mismo tiempo exige a las nuevas generaciones obtener nuevas habilidades y capacidades para destacar en una sociedad cada vez más competitiva. Estos cambios se reflejan en la evolución del conocimiento, así como los métodos y tecnologías empleadas, entre las que destaca la visión artificial, una rama de la nueva revolución industrial denominada industria 4.0, un modelo de control de organización, producción y de la cadena de valor en los sistemas de producción, aplicado al internet de las cosas.

II. MARCO TEÓRICO

Se define a la visión artificial como un campo de la inteligencia artificial cuya función es obtener, procesar y analizar información especial de las imágenes digitales [1]. Los objetivos de la visión artificial son generar una mayor productividad y una calidad superior en comparación a realizar tareas manuales y repetitivas, como la medición, calibración, montaje e inspección de piezas, así mismo reducir los costos de producción y la tasa de desperdicios [2].

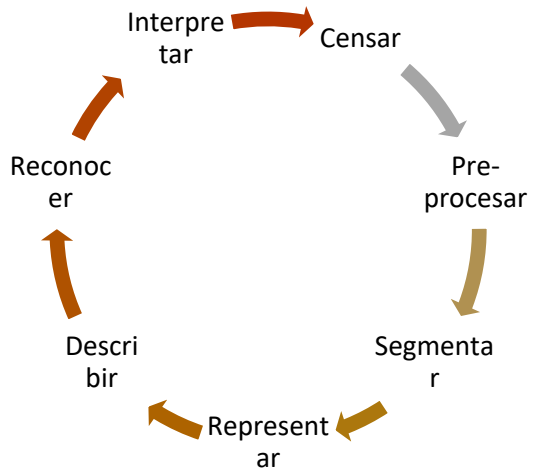


Figura 1: Pasos del proceso de visión artificial

El proceso de visión artificial se divide en siete etapas, las cuales se esquematizan en el diagrama de la Figura 1 y consisten transformar una imagen analógica en imagen digital (censar), eliminar ruido y mejorar el contraste imagen (pre-procesar), dividir la imagen en los objetos de interés (segmentar), parametrizar los objetos deseados (representar), diferenciar los objetos dentro de la imagen (describir), clasificar los objetos contenidos en la imagen (reconocer) y dar un significado a los objetos reconocidos (interpretar) [3].

Los sistemas de visión se dividen conforme al número de dimensiones que son capaces de analizar, siendo el mínimo 1D y el máximo 3D. Los sistemas en 1D analizan las imágenes, línea por línea, los sistemas 2D pueden conformarse de una o varias cámaras encargadas de ejecutar escaneos lineales o superficiales, finalmente los sistemas 3D se conforman de varias cámaras con sensores de desplazamiento láser para realizar una triangulación de posición. En este proyecto se enfocará el estudio de los sistemas de visión en 2D [2].

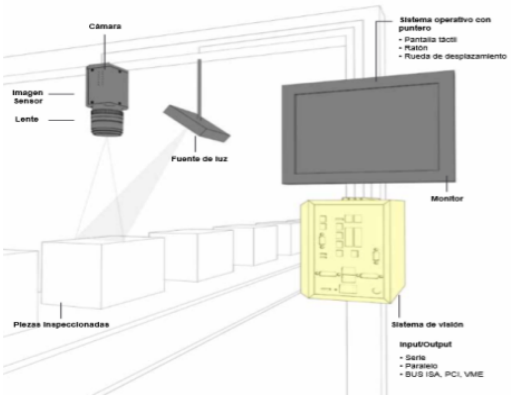


Figura 2: Ejemplo de un sistema de visión artificial.

Los sistemas de visión por computadora se componen de iluminación, un lente, una cámara, y un software para el procesamiento de las imágenes. En la Figura 2, se observa un ejemplo del sistema de visión por computadora con cada uno de los elementos anteriores.

La iluminación es el elemento más importante considerado en estos sistemas, el 80% del éxito de una aplicación de visión depende de esto [4]. Existen diversas técnicas de iluminación empleadas, de acuerdo con lo que se busque resaltar del objeto, del mismo modo hay una variedad de sistemas de iluminación tales como: luces LED, láser, tubos fluorescentes, luces estroboscópicas, entre otros. El lente u óptica, tiene como función tomar la imagen y pasarla al sensor de la cámara, de acuerdo con la resolución y aplicación deseada se pueden elegir entre lentes estándar, de espectro UV, con filtros, etcétera [2, 4].

La cámara se encarga de capturar la imagen y transferirla a un ordenador o software, y son clasificadas conforme a su disposición en lineales (imagen línea por línea) y matriciales (área formada por matriz de pixeles) [3].

Existe un sinfín de definiciones de calidad, acorde a diversas perspectivas industriales tales como el producto, el usuario, la manufactura y el cliente. Esta última se centra en cumplir o exceder las expectativas y requisitos que el cliente da de su producto, es decir, el cliente es el juez de la calidad. Las empresas deben enfocarse en aquellos atributos que den valor agregado, ser sensible a las necesidades de los clientes y del mercado mundial, por eso se debe estar cerca del cliente, con el propósito de entender dichos deseos y anticipar necesidades no expresadas [5].

La visión artificial afecta el control de calidad, la seguridad industrial, el control de procesos, y la propia producción, elementos pertenecientes a la actual industria 4.0, conectada gracias a tecnologías como el Internet de las cosas y el Big Data, que aumentan la automatización y eficacia de los procesos [6].

III. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología empleada para la elaboración del proyecto se describe en la Figura 3; inicia con una investigación documental de los conceptos básicos descritos en el marco teórico, después se realizó la familiarización del equipo por medio de una práctica elaborada en la universidad, posteriormente se diseñó un prototipo de la celda mediante el software de tipo CAD SOLIDWORKS, y se construyó esta de manera física, en la figura 4.a se observa la simulación realizada mientras que la figura 4.b muestra la celda finalizada. Finalmente se procedió a diseñar las prácticas de laboratorio que servirán como fuente de adquisición de información así como la redacción de los pasos a seguir para su desarrollo.

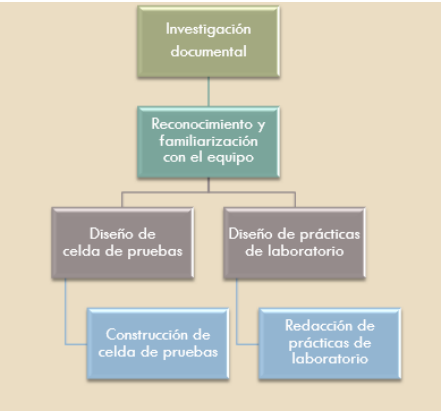


Figura 3: Metodología seguida en el desarrollo del proyecto.

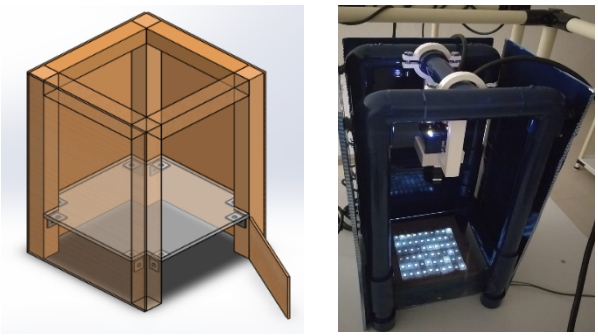


Figura 4: Celda de pruebas a. Simulación del prototipo de celda de pruebas, b. Celda física terminada.

IV. RESULTADOS

Se construyó una celda de pruebas para el uso de cámaras DALB-BOA-I-1280M, con tubo de PVC cédula 40, el cual es resistente a vibraciones, que afectaban el soporte donde se colocaba la cámara; otro problema era la ubicación del campo de visión de la cámara, para solucionar este problema, se decidió realizar un soporte a la medida de la cámara BOA, impreso en 3D y fijado a la parte superior de la celda, donde se alcanza el máximo campo posible de la cámara, adicional a esto, la celda cuenta con su propio sistema de iluminación conformado por una serie de tiras de luces LED y es resguardada por paredes de cartón corrugado, las cuales permiten aislar la pieza de la luz del entorno, lo que permite realizar mediciones más precisas, en comparación a los resultados obtenidos en las pruebas realizadas con las luz de entorno, debido a que es más fácil analizar una imagen binaria en comparación a una imagen en escala de grises.

Se realizó la propuesta de un sistema de visión industrial conjunto, que empleará una cámara SPOT y una cámara BOA para analizar las propiedades cuantitativas como y cualitativas. Las cámaras se pueden conectar a través de diversos protocolos de comunicación tales como TCP/IP, RS232 o Ethernet: para definir un proceso posterior al que pueda pasar la pieza evaluada. La principal ventaja que tendría sería acercar a los estudiantes a un ambiente industrial del área de calidad, y aportar conocimientos en el

área de procesos, para corrección de errores dentro de un proceso en específico de la línea de producción.

Se diseñaron y redactaron un total de 6 prácticas de laboratorio, cuya finalidad es transmitir conocimiento básico de los sistemas de visión inteligente a los alumnos aplicarlos en diversas áreas.

1. La primera práctica permite el conteo de figuras dentro de la imagen, la cual se emplea para el conteo de agujeros que posee una pieza. Su aplicación va al campo de la industria manufacturera, en las líneas de producción de piezas que ocupan un número específicos de perforaciones para su correcto embonamiento dentro del ensamble final.
2. La segunda práctica tiene como finalidad el medir los diámetros interno y externo de las piezas, así como su espesor, cuya aplicación se puede dar en la industria automotriz para separar rodamientos que no cumplan con las respectivas especificaciones.
3. La tercera práctica distingue dos modelos de piezas producidas, a través de diferencias de contornos, para esta práctica se usaron tornillos de un kit de ensamble. Dentro de la industria de alimentos, particularmente en el área de frutas y verduras, se puede verificar el estado de una fruta, ya sea que se encuentre madura o en su defecto, este pasando por un proceso de descomposición o que haya sido magullada, lo cual afecta la forma de la fruta y se detecta por medio de su contorno [7]
4. La cuarta práctica consiste en entrenar a la cámara de tipo SPOT para distinguir los colores que se pueden apreciar en la imagen original, que es el primer paso para aplicaciones más avanzadas de las cámaras. Aquí cabe destacar que se debe programar de forma individual cada uno de los colores para hacer una reconstrucción de la imagen capturada, una aplicación de esto se aprecia en el sector alimenticio, por parte de la empresa Niverplast, encargada de diseñar sistemas de visión inteligente para el control de calidad en la producción de panes los cuales examinan el color y la cobertura de las barras de pan [8].
5. La quinta práctica emplea el entrenamiento de colores para distinguir figuras a través de esta característica cualitativa, esto beneficia a las empresas de tipo farmacéutico que producen grandes embalajes de pastillas y comprimidos, ya que permite detectar paquetes que no contengan el número correcto de pastillas [9].
6. La sexta práctica utiliza el análisis de colorimetría para identificar el color predominante de un área específica, esta técnica se usa en el sector automotriz para verificar la uniformidad de color con el que el vehículo es pintado [10].

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La visión artificial es una nueva tecnología empleada como herramienta de inspección que atiende a las necesidades de los cambios generados por la globalización. Se aprendió de forma conceptual lo que es la visión artificial, sus ventajas y el alcance que tiene en los diversos campos de la industria; además de resolver problemas de gran relevancia para la visión industrial, uno de los principales es la forma en que afecta la luz en el procesamiento de imágenes; al emplear una fuente de iluminación propia y aislar la pieza, la imagen

resultante es una imagen binaria, la cual es muy sencilla de trabajar puesto que solo maneja dos valores: 0 y 255, esto permite analizar los puntos de interés en la imagen de una forma eficaz. Otro problema resuelto fue la vibración sufrida por las mesas de inspección al momento de golpearlas de manera accidental, lo que provocaba movimiento vibratorio en las mesas y marcaba errores en las mediciones; para lo cual se usó un material resistente al impacto. Por último, se tuvo que trabajar con el campo de visión máximo de la cámara, motivo por el cual se centró y colocó a una determinada altura para escanear la pieza en cualquier parte de la plataforma de la celda de pruebas.

REFERENCIAS

[1] Ministerio de Educación de España, "Visión artificial: Aplicación práctica de la visión artificial en el control de procesos industriales", Barcelona, 2012.

[2] COGNEX, Introducción a la visión artificial. Una guía para la automatización de procesos y mejoras de calidad. Natick, 2016.

[3] N. Fernández, "Tema 1.- Introducción a la visión artificial", Córdoba, España, 2016.

[4] Infaimon, "Infaimon. Su asesor en visión artificial.", 2019.

[5] J. Evans and W. Lindsay, "*Administracion y control de la calidad*", 4ta ed. Mexico: Thomson, 2000, pp. 119-120.

[6] INFAIMON, "¿Qué es la visión artificial y como puede mejorar tu aplicación?", 2019.

[7] "Determinación de la calidad y la madurez de la fruta mediante imagen hiperespectral - [R]evolución artificial", [R]evolución artificial, 2014. [Online]. Available: https://blog.infaimon.com/determinacion-de-la-calidad-y-la-madurez-de-la-fruta-mediante-imagen-hiperespectral/.

[8] "Inspección de panes con sistema de visión artificial - [R]evolución artificial", [R]evolución artificial, 2016. [Online]. Available: https://blog.infaimon.com/inspeccion-de-panes-con-sistema-de-vision-artificial/.

[9] "Control de calidad y procesos de optimización en la industria farmacéutica - [R]evolución artificial", [R]evolución artificial, 2017. [Online]. Available: https://blog.infaimon.com/control-calidad-procesos-optimizacion-industria-farmaceutica/.

[10] "Ford utiliza sistema de visión artificial para detectar defectos en la pintura de los coches. - [R]evolución artificial", [R]evolución artificial, 2016. [Online]. Available: https://blog.infaimon.com/ford-utiliza-sistema-vision-artificial-detectar-defectos-pintura-coches.

Aplicación de un dinamómetro a las ciencias básicas

Tovar García Gustavo Ángel
Universidad Politécnica de Querétaro
Carretera estatal 420 S/N,
El Rosario, El Marqués.
016018719@upq.edu.mx

Asesor: Hernández Hernández Fabiola
Universidad Politécnica de Querétaro
Carretera estatal 420 S/N,
El Rosario, El Marqués.
fabiola.hernandez@upq.mx

Resumen — Este es un proyecto de investigación e innovación para la fabricación de un dinamómetro multiplataforma, capaz de monitorear los motores de motocicletas, obteniendo resultados de potencia, rpm máximo y velocidad máxima, con el fin de obtener una visualización de resultados y compararlos de acuerdo a su ficha técnica de la motocicleta. Se busca que el dinamómetro al ser multiplataforma, se puedan monitorear diferentes modelos y marcas de motocicleta debido a que no hay una medida estándar entre ejes de las llantas de la motocicleta. Debido a esto la estructura fue construida por material con gran rigidez, como lo son los aceros, la estructura es capaz de soportar pesos mayores a los 500 kilogramos.

Palabras clave — Potencia, rigidez, velocidad, multiplataforma.

Abstract — This is a research and innovation project for the manufacture of a multiplatform dynamometer, capable of monitoring motorcycle engines, obtaining results of power, maximum rpm and maximum speed, in order to obtain a visualization of results and compare them according to their Motorcycle data sheet. It is sought that the dynamometer to be multiplatform, different motorcycle models and brands can be monitored because there is no standard measurement between motorcycle tire axles. Due to this, the structure was constructed by material with great rigidity, such as steels, the structure is capable of supporting weights greater than 500 kilograms.

Keywords — Power, rigidity, speed, multiplatform.

I. INTRODUCCIÓN

En área automotriz se ha puesto en marcha la creación y fabricación de dispositivos que nos ayudan a monitorear el comportamiento de los vehículos, pero, ¿qué hay de las motocicletas?, uno de los transportes con un consumo muy bajo. Pero al igual que los autos requiere un mantenimiento o revisión, a lo que nos lleva a la fabricación de un dispositivo que nos permita monitorear el estado de la motocicleta. Cabe mencionar que se tuvo un prototipo inicial, y que a partir de este se realizaron modificaciones y ajustes para una mejor funcionalidad.

II. MARCO TEÓRICO (OPCIONAL)

Un dinamómetro es un dispositivo de ensayo en el cual es posible obtener datos técnicos, como la gráfica de potencia, obteniendo de igual forma una visualización de la velocidad y las revoluciones alcanzadas. En este caso en particular dichos datos son de los motores de motocicletas. Los datos obtenidos nos ayudan para obtener posibles modificaciones y ajustes para el mejor rendimiento de la motocicleta.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Debido a un modelo anterior, en el cual solo estaba diseñado para un tipo de moto, se planeó rediseñar el dinamómetro pensando en los diferentes tipos de motos que podemos encontrar en el mercado.

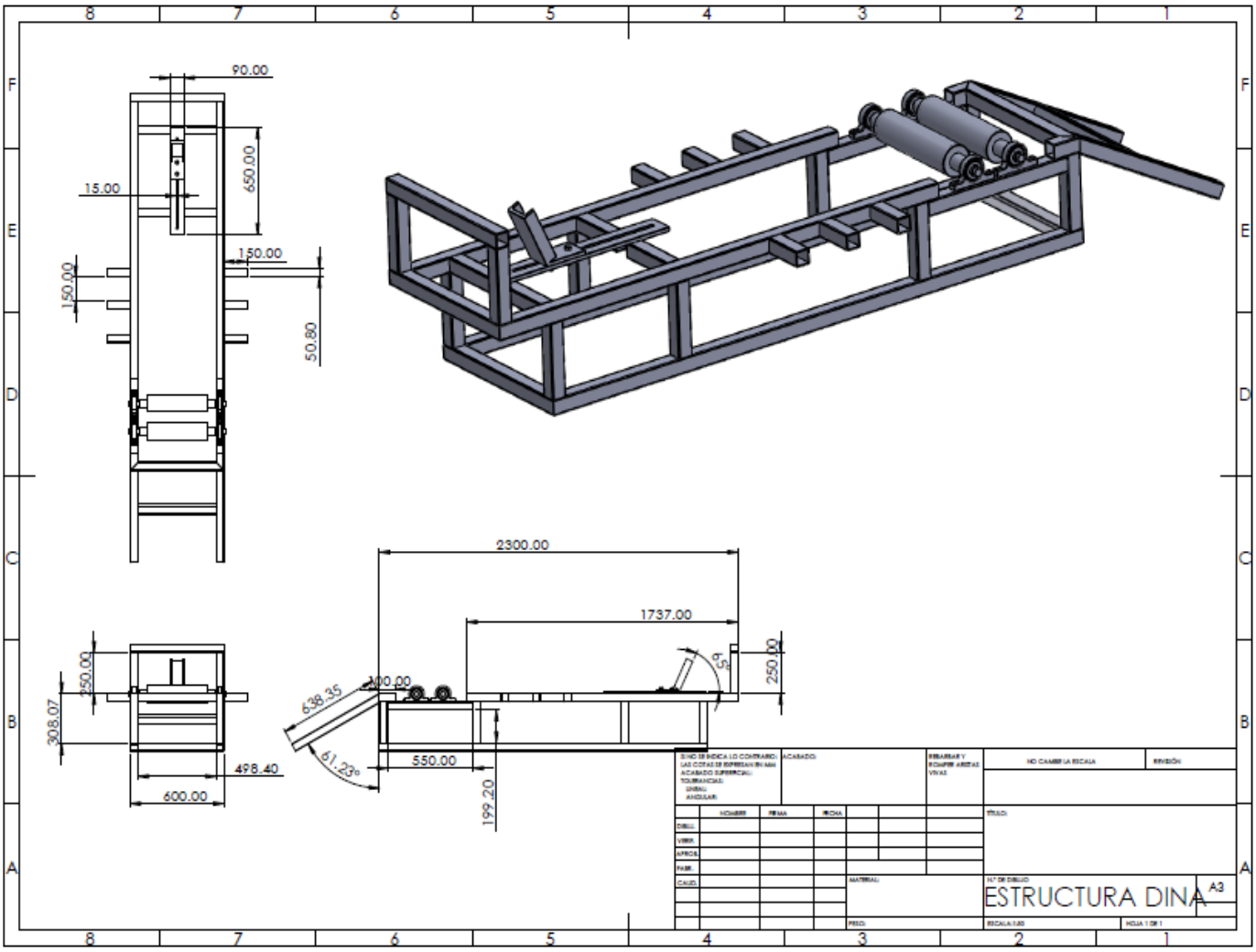


Figura 1: Rediseño, modelo de un dinamómetro multiplataforma.

Durante el proceso de fabricación, se tomó en consideración las dimensiones y uniones que se muestran en el diseño de la figura 1, donde se modificó, añadiendo la multiplataforma y refuerzos a la estructura para mayor resistencia ante el peso de las motocicletas de mayores cilindrajes.

En la tabla 1 se muestran los materiales que se utilizaron para llevar a cabo la fabricación de un dinamómetro multiplataforma.

Tabla 1: Lista de materiales de conjuntos eléctricos y estructurales.

NO.	DESCRIPCION
1	Lincoln Electrodo 1/8"
2	Pintura Vinilica Rojo Oxido
3	Brocha Con Mango De Plastico, 2"
4	Disco Laminado De 4-1/12 Grano 60
5	Disco De Corte Delgado De 4-1/12x0.40
6	Remache Pop (1/8x1/8)
7	Broca De Alta Velocidad Recta 1/8"
8	Soldadura 1/8"
9	Ptr De 2 X 2 Calibre 14
10	Tubo Mecanico 4 Calibre 30
11	Chumacera De Piso Ucp207-20 (1.1/4") A-13810
12	Placa Antiderrapante 1/8 4x10
13	Placa De Acero Al Carbon De 3/16 De 4"X 10"
14	Kit Arduino Mega Con Sensores
15	Redondo De 2" A 6.1m
16	Monitor Dell E1715s
17	Cable Hdmi 1.8m 4k
18	Kit Raspberry Pi 3 B
19	Emisor Y Receptor Infrarrojos
20	Sensor Cny70
21	Resistencia 1k 1/2w (Paq. 3pz)
22	Resistencia 10k 1/2w (Paq. 3pz)

Lista de Máquinas y herramientas

- Planta de soldar INFRA.
- Mini esmeriladora.
- Sierra inglete.
- Fresadora.
- Cortador de 5/8.
- Broca 5/8.

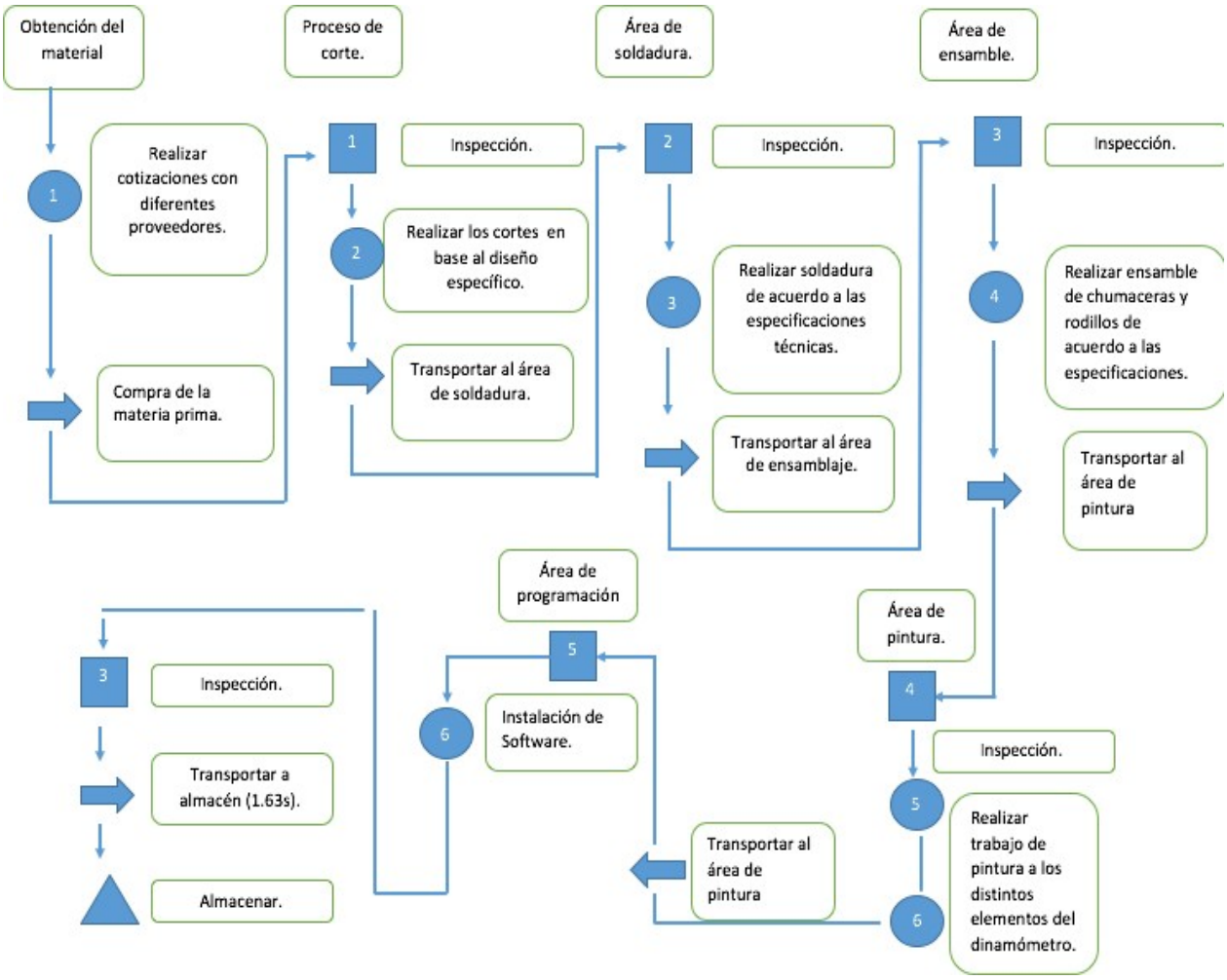


Figura 2: Diagrama de proceso en la fabricación de un dinamómetro multiplataforma.

En la figura 2 se muestra el diagrama de procesos desde donde se partió para la realización de proyecto, empezando por la primera fase con el diseño, pasando a la manufactura de la estructura y llegando a la realización del programa para la obtención de las gráficas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó una prueba para el monitoreo de una motocicleta, obteniendo los siguientes resultados.

La figura 3 muestra la velocidad alcanzada y el torque que se tiene a esa velocidad, sin embargo, cabe mencionar que, es un poco difícil entender los resultados que muestran las gráficas, pero son detalles que se pueden corregir con softwares más sofisticados.

Figura 3: Prueba a motocicleta.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta los resultados, se llegó a lo esperado, aplicar conocimientos como la dinámica en las series de cálculos que se realizaron, al igual que fue exitoso la implementación de la multiplataforma, que debido a esto es posible probar diferentes tipos de motocicletas.

Como ya había mencionado, este proyecto tendrá una continuidad en la búsqueda de la aplicación de nuevas tecnologías y mejores softwares para resultados más completos y con mejores ilustraciones.

VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco a la maestra Fabiola Hernández por el apoyo y seguimiento al proyecto. Al igual que a la Universidad Politécnica de Querétaro y a la carrera de Ingeniería Automotriz por la amplia gama de conocimientos y bases para la realización de proyecto.

REFERENCIAS

Banco de pruebas para motos. Recuperado el 15 de julio de 2019 de http://www.horacioresio.com/banco-de-pruebas-para-motos/

Relacion entre torque y velocidad angular. Recuperado el 15 de julio de 2019 de https://sites.google.com/site/inescedenofisica/relacin-entre-torque-y-aceleracin-angular

Motociclismo. Recuperado el 15 de julio de 2019 de https://www.motociclismo.es/motos/honda

Aplicación del control estadístico en un proceso productivo (A)

Leonel Alejandro Cabrera Vázquez
Instituto Tecnológico Superior de Abasolo
Cuitzeo de los Naranjos # 401 C.P. 36976,
Los Naranjos, Abasolo, Gto.
Leonel.cv9@gmail.com

Asesora:
María del Carmen Saavedra Martínez
Instituto Tecnológico Superior de Abasolo
Cuitzeo de los Naranjos # 401 C.P. 36976,
Los Naranjos, Abasolo, Gto.
maria.saavedra@tecabasolo.edu.mx

Resumen — La presente investigación es inmersión al campo de una empresa textil, llevando a cabo la aplicación de control estadístico, asociada a la calidad del producto terminado. Se implementan mejoras con la finalidad de reducir la variabilidad en el proceso de pantalones, disminuyendo los retrabajos que se generan por la presencia de defectos en la prenda. Además, se logra tener un control en cada parte de las operaciones, así como involucrar al personal de la importancia de realizar prendas libres de defectos como también incorporarlos al mejoramiento continuo de la empresa para que con ello evitar que se sigan presentando prendas defectuosas como también el detectarlas inmediatamente en las estaciones del proceso.

Palabras clave — Estadística, Calidad, Producción.

Abstract — This research is immersion in the field of a textile company, carrying out the application of statistical control, associated with the quality of the finished product. Improvements are implemented in order to reduce the variability in the pants process, reducing the rework generated by the presence of defects in the garment. In addition, it is possible to have a control in each part of the operations, as well as to involve the personnel of the importance of making garments free of defects as well as incorporating them to the continuous improvement of the company so that with this they avoid presenting defective garments as well as to detect them immediately in the process stations.

Keywords — statistical control, quality, defects.

I. INTRODUCCIÓN

Manufacturas Ttroper es una pequeña empresa dedicada a la elaboración de diversas prendas textiles como lo son pantalones de trabajo, pantalones de modelaje, playeras, camisas, etc. La empresa nace en el año 2018 y desde entonces no se lleva un control de la calidad por lo que surge la necesidad de establecer medidas necesarias para el cuidado de la misma y llevando a cabo el control antes mencionado. En este caso el control se realiza en el proceso de elaboración de pantalones. Primeramente, se elabora un diagrama de flujo para conocer cada una de las operaciones que compone dicho proceso después se implementa una hoja de registro en el área de inspección final para llevar a cabo el control de los posibles defectos encontrados en las prendas cada día mediante 2 semanas laborales. Posteriormente los resultados obtenidos en las hojas de registros se capturan y se elaboran los gráficos de control. Por último, se desarrolla un diagrama Pareto para conocer los defectos que se presentan y su frecuencia. En base a lo mencionado se brinda información al personal de actividades que se deben seguir para el control y cuidado de la calidad.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de la presente investigación se realiza una herramienta de diagnóstico como lo es un análisis FODA y en base a lo obtenido se establecen los objetivos a desarrollar a partir de las metodologías existentes se busca la manera de resolver los problemas y así reducir los defectos. Para lograr los objetivos de la investigación se realiza un diagrama de actividades. (Orozco), esto implica conocer la forma en que se realizan las diferentes operación, posteriormente se realiza un diagrama Pareto.(Galgano, 1995), para conocer la frecuencia de los defectos encontrados como también el investigar los gráficos de control (Pablo Juan Verdoy, 2006) y en base a la investigación elegir el gráfico de control C. (Marquez, 2013) analizar la variabilidad en su proceso productivo y brindar un seguimiento de la capacidad del proceso.(Pulido, 2007)

III. RESULTADOS

Diagrama de Actividades

En base a lo obtenido por medio de la inmersión al campo de la empresa y especialmente en el proceso del pantalón se obtienen las siguientes actividades que comprenden su proceso.

Tabla 1 Actividades para la elaboración del pantalón

Código de Actividad	Precedencia	Actividad
A	-	Encuarte Trasero
B	-	Encuarte delantero, colocar cierre y falso.
C	A	Fijar Vigos
D	C	Colocar manta
E	D	Cerrar Vigos
F	B	Colocar Bolsas Delanteras
G	F	Remalle de Bolsas Delanteras
H	E,G	Unión de traseros y delanteros
I	H	Pespunte lateral
J	I	Fijar traba
K	J	Colocar Pretina
L	K	Colocar botón y creación de Ojal
M	L	Limpieza

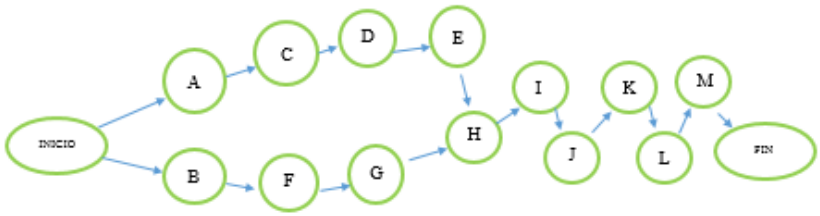


Fig. 1 Diagrama de Actividades

Mediante la hoja de registro de defectos en el área de inspección final se obtienen los siguientes resultados durante dos semanas de ejecución.

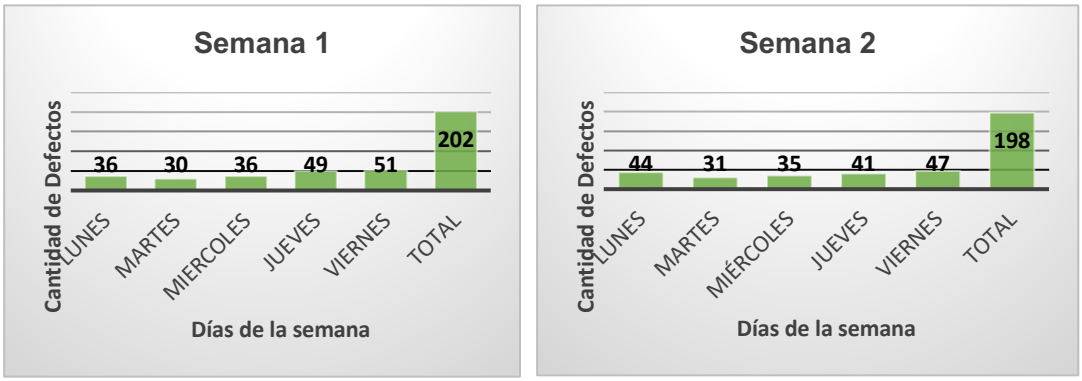


Fig. 2 Recolección de Datos durante las semanas de prueba

Una vez obtenida la información se procede a realizar la carta de control (Gráfico C) correspondiente a los días que se realiza la inspección del pantalón. Cabe mencionar que el tamaño de los subgrupos es igual a 200.

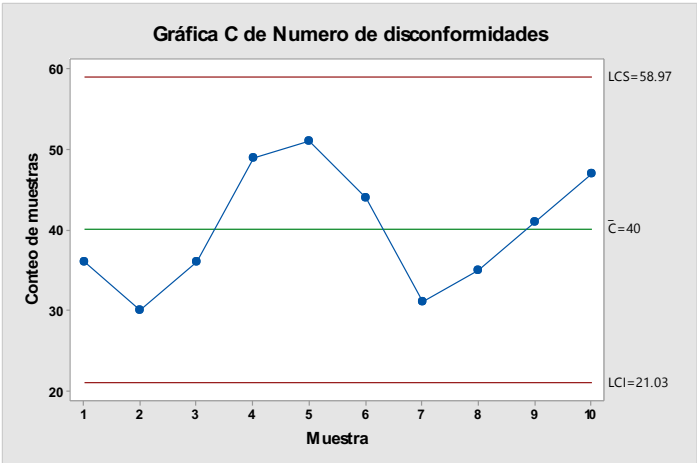


Fig. 3 Gráfico de control de la información obtenida en la semana 1 y 2

Tabla 2 Capacidad del proceso

Capacidad del proceso	Interpretación de la capacidad del proceso
$Cp = \frac{ES - El}{6\sigma} = \frac{Variación\ Tolerada}{Variación\ real}$ $cp = \frac{58.97 - 21.03}{6(7.4981)} = 0.8433$ donde: Cp= Capacidad del proceso ES= límite de control superior El= Límite de control inferior	➢ Cp>=2. Clase mundial (se tiene calidad seis sigma) ➢ Cp>=1.33. Adecuado (Bueno). ➢ 1<cp<1.33. Parcialmente adecuado. ➢ 0.67<cp<1. No adecuado ➢ Cp<0.67. No adecuado (Requiere funciones serias).

Tabla 3 Recolección de datos por parte de las hojas de registro

Defectos		Cantidad
Sin precillar traba		30
Sin Traba		50
Falta de botones		7
Pretina		150
Vigos (falta de costura)		44
Pespuntado		10
Remalle en la parte del pie		42
Unión del encuarte		32
Remalle en la bolsa		14
Etiqueta Agarrada		7
Remalle Entrepierna		14
Total	400	

Diagrama Pareto.

Se elabora un diagrama Pareto para conocer cada uno de los defectos encontrados y la frecuencia que presentan durante la inspección del pantalón en las semanas de la inmersión al campo.

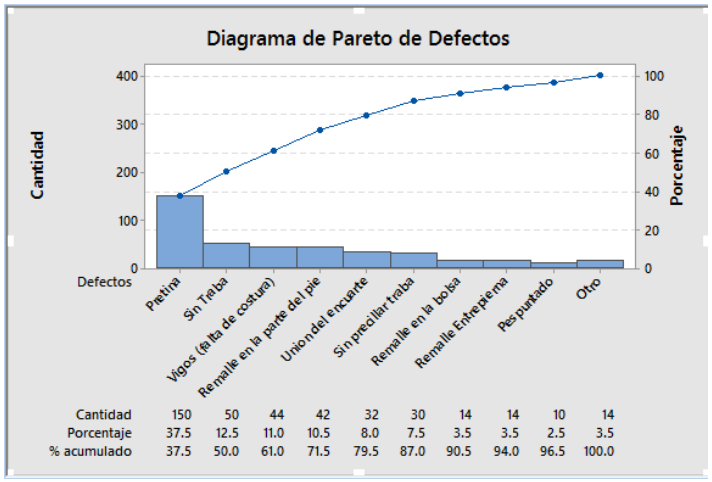


Fig. 4 Diagrama Pareto

Con las mejoras implementadas se obtienen los siguientes resultados.

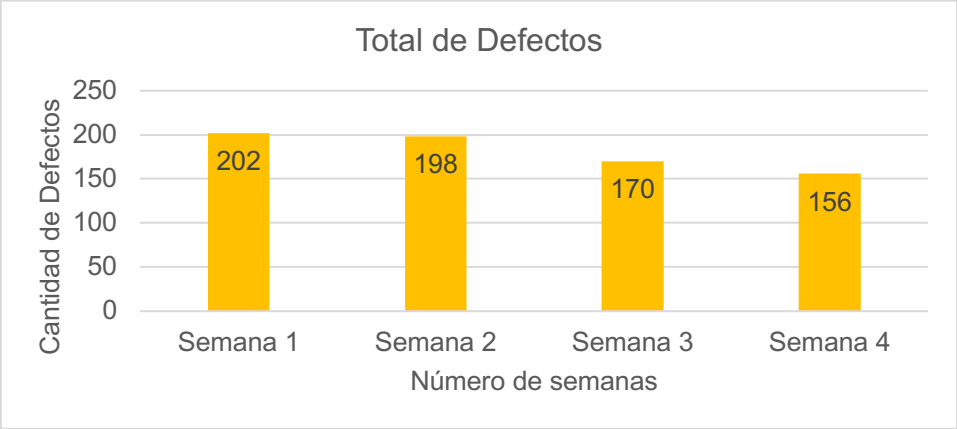


Fig. 5 Total de Defectos durante 4 semanas

IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Del diagrama de procedencia realizado se logra conocer a detalle cada una de las operaciones que conforman al proceso del pantalón se compone por 13 operaciones esenciales. Con la realización del gráfico de control se analiza la variabilidad de defectos encontrados en el pantalón, detectando que existe un patrón periodicidad e inestabilidad en el proceso, con el diagrama de Pareto se detecta que la pretina es el defecto más frecuente, por lo que se implementan mejoras como son; un reglamento interno, estandarización del tiempo de producción en cada operación, monitoreo de calidad (hora de calidad), incentivos por producción sin defectos y empleado del mes. De acuerdo a la capacidad del proceso, éste no es capaz puesto que su interpretación hace referencia a un proceso no adecuado (cp=0.84).

Para que el proceso funcione eficazmente es necesario monitorear constante mente el proceso, para seguir reduciendo los defectos encontrados.

V. CONCLUSIONES

La realización del presente proyecto de investigación genera un impacto en la reducción de defectos encontrados en el pantalón, favoreciendo a la empresa a ubicar y minimizar los retrabajos del producto. Obteniendo una disminución de 4.8% con la implementación de las herramientas y control estadístico de los procesos.

VI. AGRADECIMIENTOS

A Dios, a mis padres y hermanos por su gran apoyo incondicional durante mi estancia en mis estudios como ingeniero. Quiero agradecer a mi docente María del Carmen Saavedra Martínez, por impulsarme a lograr lo que me proponga como también quiero agradecer a mi mejor amigo por estar siempre conmigo en las buenas y en las malas.

REFERENCIAS

Galgano, A. (1995). *Los Siete Instrumentos de la Calidad Total .* Madrid: Diaz de Santos.

Marquez, M. P. (2013). *Metodologia Seis Sigma para el Control de Calidad.*

Orozco, C. H. (s.f.). *Analisis Administrativo.* Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.

Pablo Juan Verdoy, J. M. (2006). *Manual de control estadístico de calidad: teoría y aplicaciones.* Universitat Jaume.

Pulido, H. G. (2007). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma.* México: Mc Graw Hill.

Aplicación del control estadístico en un proceso productivo (B)

Rodrigo Rodríguez Morado
Instituto Tecnológico Superior de Abasolo
Cuitzeo de los Naranjos #401 C.P.36976, Los Naranjos, Abasolo, Gto.
rodrigo.19morado@gmail.com

Asesora:
María del Carmen Saavedra Martínez
Instituto Tecnológico Superior de Abasolo
Cuitzeo de los Naranjos #401 C.P.36976, Los Naranjos, Abasolo, Gto.
maria.saavedra@tecabasolo.edu.mx

Resumen — La presente investigación pertenece a tipo inmersión al campo, es realizada en la empresa textil ¨ Manufacturas Ttroper ¨ ubicada en Huanímaro, Gto. Con la finalidad de llevar acabo un mejor control de defectos en sus prendas fabricadas, es importante conocer y analizar el proceso de pantalón de trabajo para implementar estrategias que mejoren la calidad del producto, cumpliendo con las exigencias del cliente. Se implementan herramientas de calidad en el proceso, para controlar el producto defectuoso. Con la implementación de control estadístico en la empresa se obtiene una disminución en costos, identificación de cuellos de botella, demoras en el proceso productivo, evitando incumplimiento de los requisitos solicitados por el cliente.

Palabras clave — Defectos, Control, Calidad, Proceso productivo

Abstract — The present investigation belongs to immersion type to the field, it is realized in the textile company "Manufactures Ttroper" located in Huanímaro, Gto. In order to carry out a better control of defects in your manufactured garments, it is important to know and analyze the work pant process to implement strategies that improve the quality of the product, fulfilling the customer's requirements. Quality tools are implemented in the process, to control the defective product. With the implementation of statistical control in the company, a reduction in costs is obtained, identification of bottlenecks, delays in the production process, avoiding non-compliance with the requirements requested by the client.

Keywords —defects, control, quality, Productive process

.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen herramientas y técnicas para el mejoramiento de la calidad de los productos. Si una empresa desea ser competitiva debe de cumplir con los requerimientos del cliente.

La empresa Manufacturas Tropper se dedica principalmente a la elaboración de distintas prendas textiles tales como chamarras deportivas, playeras, pantalones de trabajo etc. Hace pocos años la empresa es fundada, no cuenta con un control de calidad. Se implementa el control estadístico en la elaboración de pantalones, como primer paso se realiza un diagrama de flujo para conocer la forma de en qué se realizan las operaciones que componen el proceso. Se implementan formatos para registrar durante dos semanas los defectos que se presentan y se clasifican de acuerdo con el tipo del mismo. Posteriormente se analiza la variabilidad de los defectos mediante gráficos de control y se realiza un diagrama de Pareto para conocer el defecto más frecuente e implementar mejoras para controlar el proceso. Finalmente se implementan mejoras y se brinda una plática a los operarios de las actividades que deben realizar para el cuidado de la calidad.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realiza un análisis FODA para saber la situación actual de la empresa y de acuerdo con sus debilidades y oportunidades, se establecen los objetivos a desarrollar utilizando herramientas de control estadístico para disminuir la variabilidad en su proceso y reducir la cantidad de defectos.

Diagrama de Flujo

Un diagrama de flujo es una representación gráfica que desglosa un proceso en cualquier tipo de actividad a desarrollarse tanto en empresas industriales o de servicios y en sus departamentos, secciones u áreas de su estructura organizativa. (Criollo, 2005)

Diagrama de Pareto

Es una herramienta que ayuda a encontrar errores o problemas en el desarrollo de soluciones. El principal objetivo de la herramienta es reducir las pérdidas causadas por productos defectuosos. Pareto estudió la distribución de renta, llegando a la conclusión que 80% de las riquezas están en manos de 20% de la población. Este concepto de 80/20 fue esencial y es la base del diagrama utilizado actualmente. (Kanawaty, 2001)

Gráfico de Control

Un gráfico de control es una herramienta utilizada para distinguir las variaciones debidas a causas asignables o especiales a partir de las variaciones aleatorias inherentes al proceso. Las variaciones aleatorias se repiten casualmente dentro de los límites predecibles. Las variaciones debidas a causas asignables o especiales indican que es necesario identificar, investigar y poner bajo control algunos factores que afectan al proceso. (Marquez, 2013)

Gráfico de Control C

La gráfica C ayuda a tener control de la *cantidad de desperfectos* que se seleccionan de un cierto lote o muestra de nuestra pieza que estamos supervisando. (Gutiérez, 2009)

Capacidad del proceso

Es la manera que las variables de salida de un proceso cumplen con sus especificaciones. (Pulido, 2007)

III. RESULTADOS

Diagrama de Actividades.

En base a lo obtenido por medio de la inmersión al campo de la empresa y especialmente en el proceso del pantalón se obtienen las siguientes actividades que comprenden su proceso.

Tabla 1 Actividades primordiales del pantalón

Código de Actividad	Precedencia	Actividad
A	-	Encuarte Trasero
B	-	Encuarte delantero, colocar cierre y falso.
C	A	Fijar Vigos
D	C	Colocar manta
E	D	Cerrar Vigos
F	B	Colocar Bolsas Delanteras
G	F	Remalle de Bolsas Delanteras
H	E,G	Unión de traseros y delanteros
I	H	Pespunte lateral
J	I	Fijar traba
K	J	Colocar Pretina
L	K	Colocar botón y creación de Ojal
M	L	Limpieza

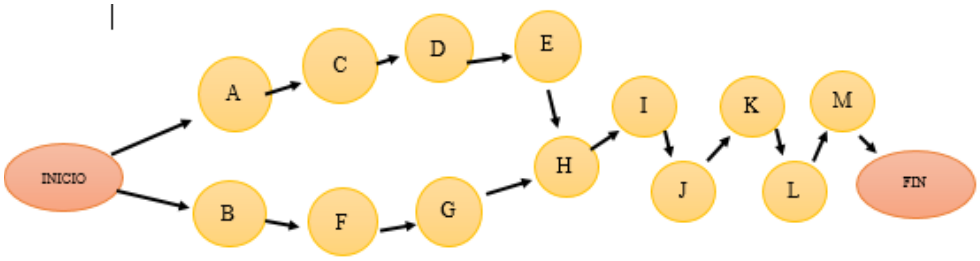


Fig. 1 Diagrama de Actividades

En base a la hoja de registro de defectos en el área de inspección final se obtienen los siguientes resultados durante dos semanas de ejecución.

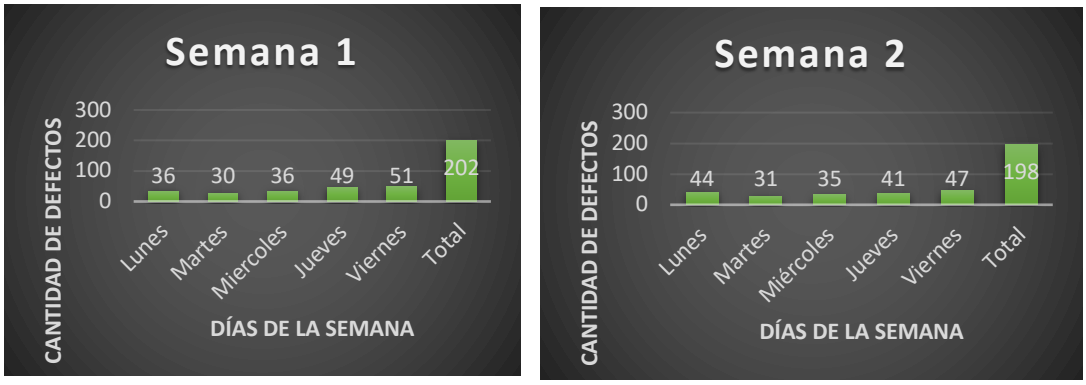


Fig. 2 Resultados obtenidos durante las dos primeras semanas

Obtenida la información a través de las hojas de registro se realiza carta de control (Gráfico C) correspondiente a los días que se realiza la inspección del pantalón. Cabe mencionar que el tamaño de los subgrupos es igual a 200.

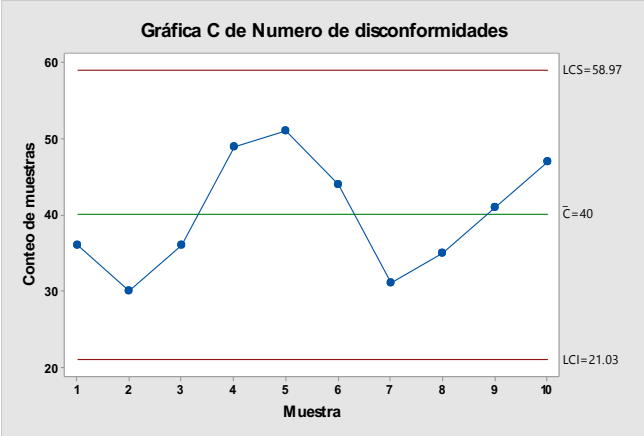


Fig. 3 Gráfico de control

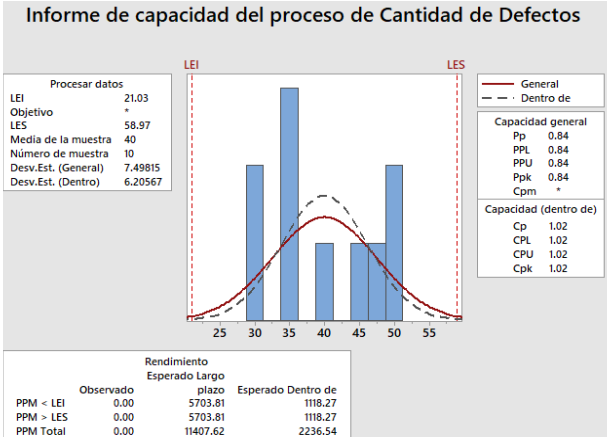


Fig. *4* Capacidad del proceso

De acuerdo con la fig. 3 se observa que el número de disconformidades está dentro los límites de control, sin embargo, existe mucha variabilidad siendo un proceso inestable. El índice de capacidad de proceso no es el adecuado (cp=0.84), se requiere que tenga al menos 1.33, por lo tanto, se debe trabajar arduamente para el mejoramiento de la calidad

Diagrama Pareto

Se realiza un diagrama de Pareto para conocer todos los defectos presentados en el pantalón, así como la frecuencia en que se presentan durante las dos semanas de inspección

Tabla 2 Defectos encontrados en el pantalón

Defectos	Cantidad
Sin precillar traba	30
Sin Traba	50
Falta de botones	7
Pretina	150
Vigos (falta de costura)	44
Pespuntado	10
Remalle en la parte del pie	42
Unión del encuarte	32
Remalle en la bolsa	14
Etiqueta Agarrada	7
Remalle Entrepierna	14
Total	400

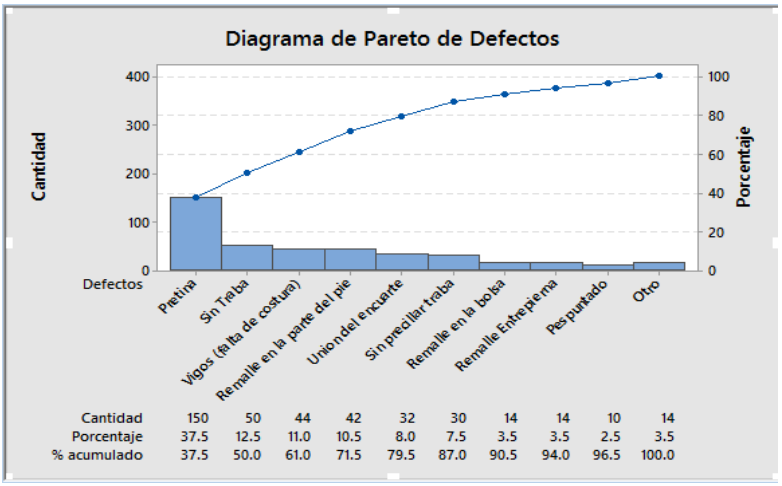


Fig. 4 Diagrama Pareto

En la figura a la Fig. 5, se observa que el defecto más frecuente es en la pretina del pantalón, es necesario investigar la causa que lo ocasiona.

Se registran la cantidad de defectos durante las primeras dos semanas y posteriormente al implementar mejoras dentro del proceso. Se observa en la siguiente figura como disminuyen de manera gradual.

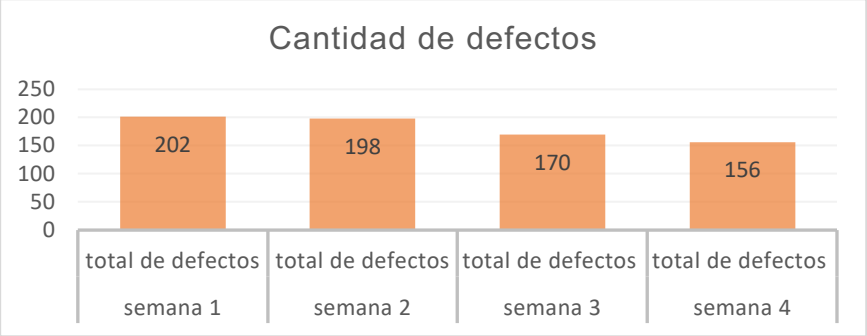


Fig. 6 Total de Defectos durante las 4 semanas

IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Al implementar el diagrama de actividades, se logra conocer cada una de las operaciones que conforma el proceso del pantalón, conformado por 13 pasos. Con la realización del grafico de control se analizan los defectos encontrados en el pantalón, detectando que existe variabilidad, siendo la capacidad del proceso de 0.84, la cual indica que el proceso no es capaz, se deben implementar medidas necesarias para lograr un mejoramiento en la calidad. El diagrama de Pareto muestra que debe revisar la pretina y conocer la verdadera causa del defecto, si es la mala manipulación del operario o bien si los problemas se derivan de la máquina.

Se implementa la estandarización del tiempo de producción de cada una de las actividades de proceso, un reglamento interno con la finalidad que crear cultura en los

trabajadores, incentivos por producción sin defectos, empleado del mes y finalmente se realiza un monitoreo de calidad (hora de calidad).

V. CONCLUSIONES

Con la implementación de mejoras, se logra disminuir un 4.8% de los defectos en el proceso de pantalón, logrando un mejor control de calidad en su producto terminado. Se reduce la cantidad de retrabajos, y aumenta la calidad del producto en la empresa.

El control estadístico de los procesos y el método de la capacidad del proceso resultan efectivos para determinar los problemas de calidad y su solución en las empresas pequeñas y medianas empresas (Güllü & Motorcu, 2006; Mataragas, 2012).

VI. AGRADECIMIENTOS

A Dios, a mis padres por su apoyo emocional, por impulsarme a siempre ser mejor en la vida y enseñarme que en la vida hay que esforzarse si quieres logar lo que se desea. También quiero agradecer a mi asesora María del Carmen Saavedra Martínez, por su enseñanza y por su apoyo incondicional.

REFERENCIAS

Criollo, R. G. (2005). *Estudio de trabajo.* McGraw Hill.
Gutiérez, H. (2009). *Control estadistico de la Calidad y Seis Sigmas.* spanish edition.
Kanawaty, G. (2001). *Introducción al estudio de trabajo.* Limusa.
Marquez, M. P. (2013). *Metodologia Seis Sigma para el Control de Calidad.*

Aprovechamiento de jales mineros

Susana Garcia Estrada
Facultad de Metalurgia
Carretera 57 km 5, Monclova, Coah.
susanaestrada@uadec.edu.mx

Asesora: Damaris Margarita Puente Siller
Facultad de Metalurgia
Carretera 57 km 5, Monclova, Coah.
d.puente@uadec.edu.mx

Resumen — En este reporte de investigación se muestran los resultados de una experimentación en base a un proceso hidrometalúrgico, que tiene como objetivo, recuperar la plata contenida en jales mineros. El proceso empleado es lixiviación con tiosulfato. Las lixiviaciones de la experimentación se realizaron siguiendo un sistema lixiviante de reactivos Tiosulfato – Cobre – Monoetanolamina (MEA), y siguiendo diferentes concentraciones muestreando a diferentes tiempos de transcurrido dicho proceso a fin de conocer el desarrollo de la lixiviación. Los reactivos utilizados fueron grado analítico, utilizando el tiosulfato de sodio pentahidratado, sulfato cúprico pentahidratado y monoetanolamina MEA. Se busca no solamente recuperar el mayor contenido de plata posible, sino también encontrar las mejores condiciones de trabajo en un proceso que sea costeable para la empresa.

Palabras clave — Lixiviación, Tiosulfato, monoetanolamina.

Abstract — This research show the one hydrometallurgical process experimental results, whose objective is to recover silver contained in mining waste. The process used, correspond thiosulfate leaching. This experimental leaching was make employing the thiosulfate-copper-monoethanolamine (MEA) system, using different concentrations of reactive, samples was taken at 0.5, 3, 6 and 24 hours to observe the leaching progress. The reactives, was analytical grade, they were pentahydrate sodium thiosulfate, pentahydrate cupric sulfate and MEA (1N). This investigation, not only looking for recovery silver, but also be the better work conditions for an afforable process for the company.

Keywords — Leaching, Thiosulfate, Monoethanolamine.

I. INTRODUCCIÓN

Los procesos hidrometalúrgicos, son aquellos que emplean soluciones acuosas para la obtención de metales; uno de estos procesos es la lixiviación, que consiste en un proceso selectivo de minerales valiosos de las menas y su recuperación en forma de solución en base en reacciones químicas. Este es uno de los procesos más importantes ya que se busca que sea rentable, continuamente se realizan investigaciones para buscar nuevas formas de aplicar las lixiviaciones teniendo en cuenta no perjudicar el ecosistema. Por otra parte, un jal es el material solido molido resultante del proceso de separación y extracción de minerales normalmente se encuentran en forma de lodos y representan más del 90% del mineral inicial del proceso de extracción [1]. Son extraídos mediante un proceso metalúrgico. Se sabe que cierto porcentaje del mineral de interés permanece en los jales; por lo que estos residuos pueden aún ser útiles para extraer el metal remanente que hay en ellos. Se han desarrollado procesos de recuperación de minerales a partir de jales, de los cuales, se han obtenido resultados favorables. Por lo tanto, Las lixiviaciones abren el camino a recuperar minerales de productos que ya han sido procesados, los cuales son almacenados en presas. El reto es desarrollar un proceso que sea costeable y tenga una buena recuperación del mineral valioso utilizando reactivos que sean amigables con el ecosistema.

En 1999, Kuzugundeli y Cetin Kantar evaluaron varias alternativas para mejorar los procesos actualmente utilizados para la extracción de oro y plata, mencionan que los tiosulfatos son una buena alternativa para la lixiviación del oro y que el proceso se ve favorecido con la presencia de iones de cobre, además que la temperatura y la concentración de oxígeno disuelto, son los principales factores que afectan la velocidad de disolución del metal [2].

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El proceso llevado a cabo es una experimentación para la obtención de plata a partir de jales de cianuración mediante lixiviaciones con el sistema tiosulfato-cobre-MEA. La ley de plata contenida en la muestra fue 22.6 gAg/t. Previamente homogenizada y analizada por un proceso de distribución granulométrica valorada (DGV), así como caracterización química.

Los reactivos que se utilizaron fueron grado analítico: Sulfato Cúprico Pentahidratado ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) marca FERMONT (0.05 M); Tiosulfato de Sodio Pentahidratado ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) marca JALMEK (0.1 M) y MEA ($HO\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}NH_2$) marca droguería cosmopolita (0.05, 0.025 y 0.0125 M). Los experimentos realizados se muestran en la Tabla 1.

Las lixiviaciones se llevaron a cabo en un reactor agitado por lotes (PYREX 400 ml) en el que fueron añadidos la solución de 200 ml y 50 gr de mineral (-#200), cabe mencionar que el pH de la solución fue monitoreado continuamente durante la preparación de la misma.En el transcurso de la lixiviación se tomaron muestras de 50 ml a diferentes tiempos (0.5, 1, 3, 6 y 24h) para tener un análisis más específico sobre el comportamiento de la lixiviación, una vez seco el sólido muestreado, fue preparado para su análisis químico, tamizado por la malla #200 para su análisis en el equipo de absorción atómica.

Tabla 1. Diseños de experimentos

Experimento	MEA (M)	$S_2O_3^{2-}$ (M)	Cu^{2+} (M)	Muestreo (h)				
Lixiviación 1	0.05	0.1	0.05	0.5	1	3		24
Lixiviación 2	0.025							24
Lixiviación 3	0.0125							24
Lixiviación 4	0.025	0.05					6	24
Lixiviación 5	0.0125							24
Lixiviación 6	0.0125	0.2					6	
Lixiviación 7	0.025						6	24
Lixiviación 8	0.05						6	24
Lixiviación 9	0.05	0.05						24

III. RESULTADOS

A partir del análisis que se obtuvo en el equipo de absorción atómica los resultados de las pruebas determinaron que la extracción de la plata es posible. Los resultados de dichos

experimentos se muestran en las figuras 1-3 donde puede observarse el comportamiento del sistema a lixiviante, indicando el incremento de la recuperación de la plata al variar las concentraciones de reactivos y tiempo de tomado de la muestra.

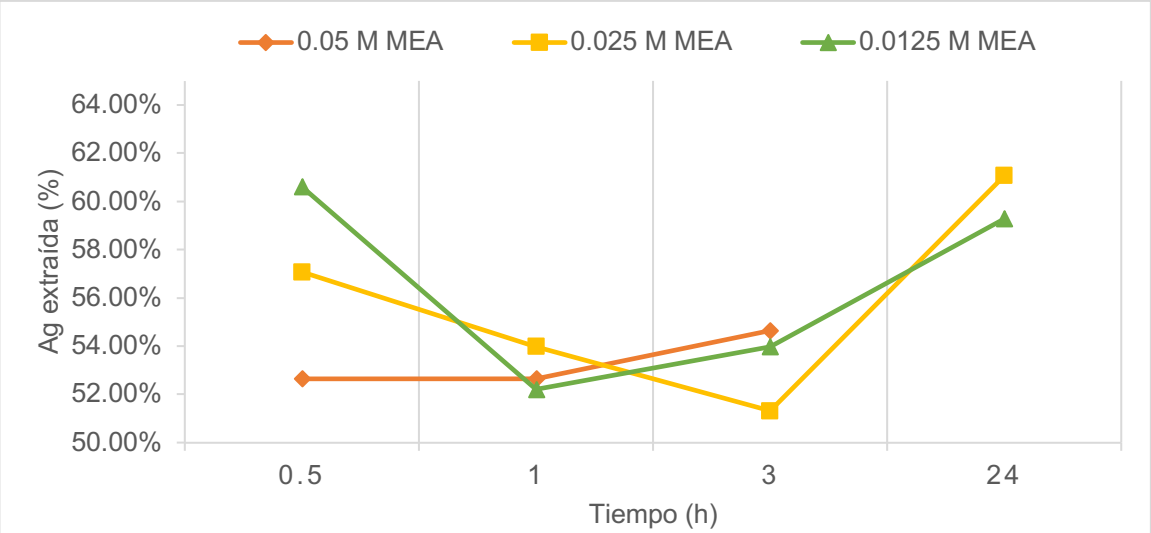


Figura. 1 Comparación de lixiviaciones con 0.05M tiosulfato, variando la concentración de MEA.

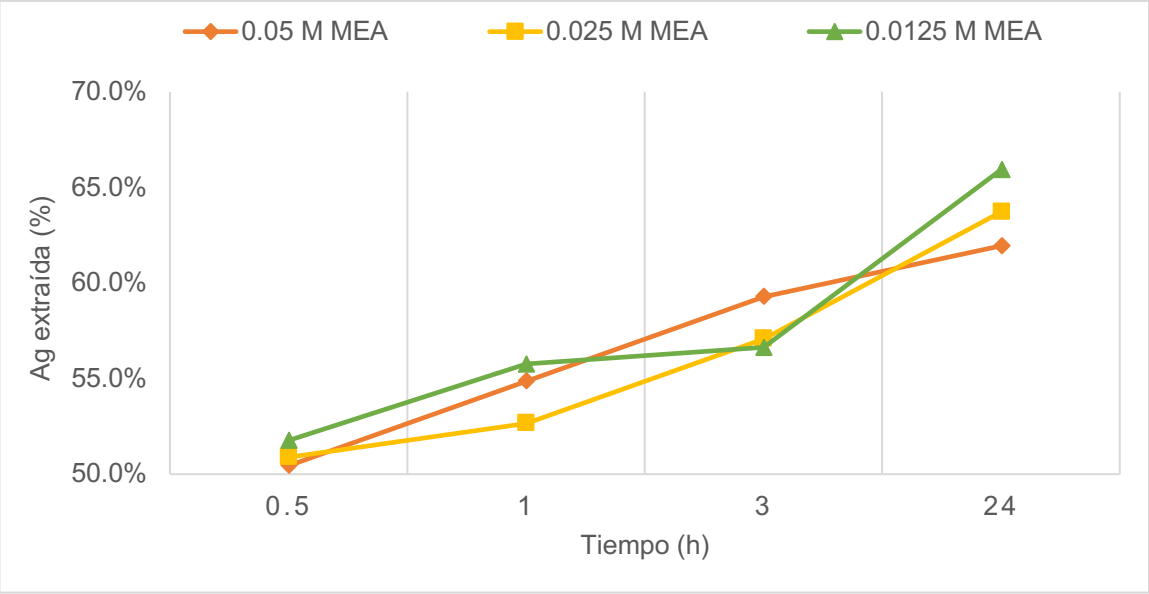


Figura. 2 Comparación de lixiviaciones con 0.1M tiosulfato, variando la concentración de MEA.

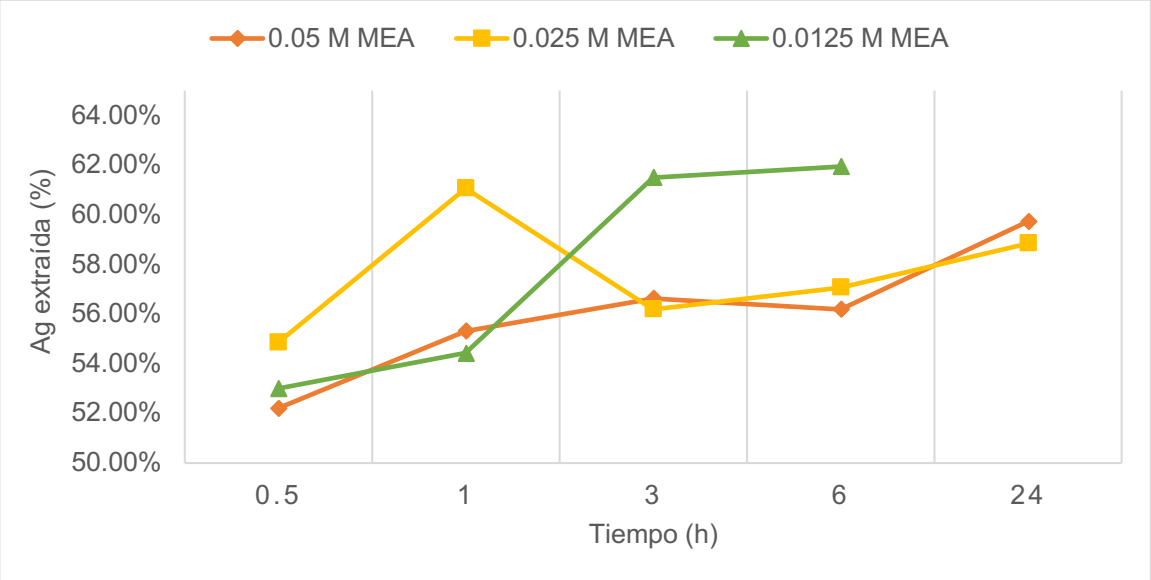


Figura. 3 Comparación de lixiviaciones con 0.2M tiosulfato, variando la concentración de MEA.

IV. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Luego de analizar los resultados, se puede decir que la recuperación más alta de plata se tuvo utilizando 0.1 M tiosulfato y 0.0125 M MEA (tal como puede observarse en la Figura 2) alcanzando hasta 65.92% de Ag recuperada, la concentración del ion cúprico fue de 0.05 M. El pH de esta solución fue de 10.4 y el valor del ORP tuvo una medición de 0.33 SHE. Al paso de las tres horas se revisó el valor de la temperatura teniendo como resultado un valor de 36 ºC (que será considerada como temperatura ambiente por las condiciones actuales).

Los diagramas termodinámicos para los sistemas Ag-Mea-S_2O_3 y Cu-Mea-S_2O_3 fueron construidos utilizando el software Medusa considerando la base de datos que reporta (Puente Siller y col. 2017) [3].

El software está basado en los algoritmos de desarrolló Eriksson (1979) [4]. De estos resultados puede confirmarse la complejación de la MEA con el cobre o incluso, con la plata contenida en el sistema [5]. En estos diagramas (figuras 4 y 5) fueron construidos considerando las condiciones de trabajo y es posible observar los compuestos de la MEA-Ag y MEA-Cu respectivamente, además, con ello, la MEA tendría dos funciones:

1. Estabilizar al cobre para mantener el potencial necesario para la lixiviación (haciendo posible la oxidación de la plata).
2. Podría actuar como un agente lixiviante complementario al tiosulfato, debido a su capacidad por complejar la plata oxidada.

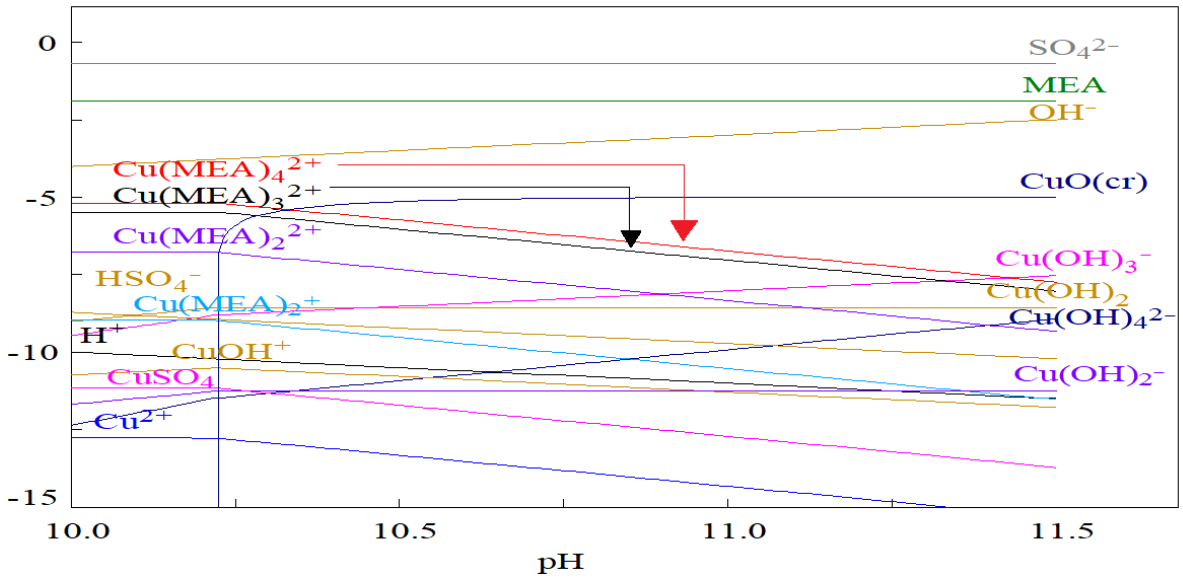


Fig. 4 Diagrama de distribución de especies del sistema Cu-MEA-S2O3. Con condiciones de 0.1M S2O3, 0.05 $CuSO_4$ y 0.0125M MEA, con Eh=0.33 V SHE.

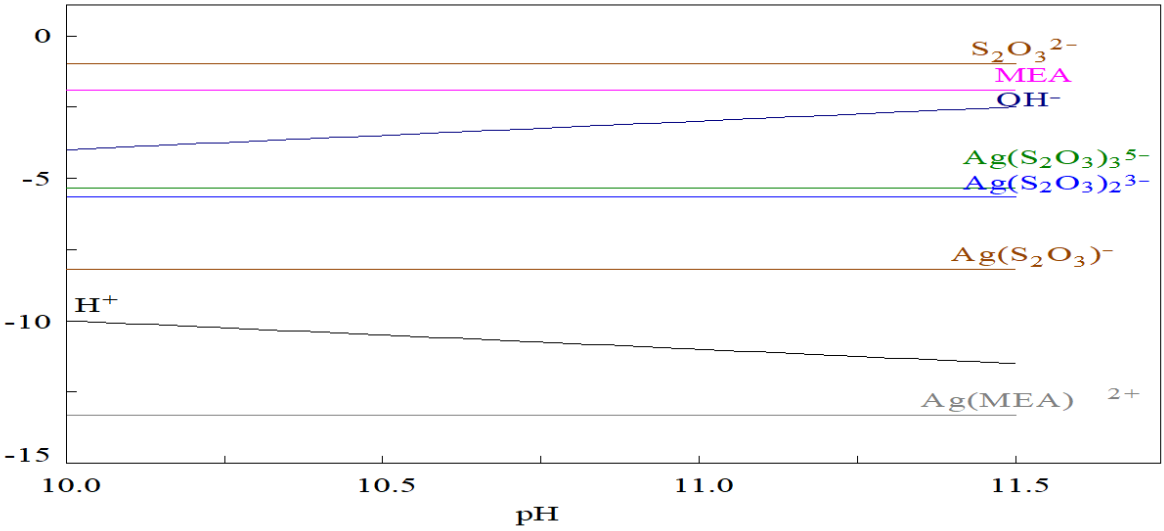


Fig. 5 Diagrama de distribución de especies a diferentes potenciales Ag-MEA-S_2O_3. Con condiciones de 0.1M S_2O_3,, y 0.0125M MEA con Eh=0.33 V SHE.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este trabajo de investigación sobre los procesos de lixiviación, se puede concluir que al incrementar la concentración de MEA, los iones cúpricos tienen mayor estabilidad, por lo tanto, se limita su reducción para provocar la oxidación de la plata en el jal. Así mismo, puede decirse que la concentración de tiosulfato que tiene los mejores resultados corresponde a 0.1M. Este proceso puede ser más eficiente si se utilizara métodos complementarios de trabajo, por ejemplo, tostar el jal antes de ser lixiviado.

VI. RECONOCIMIENTOS

Este proyecto se logró y se llevó a cabo gracias a mi asesora Damaris Margarita Puente Siller quien me ayudo y me guio en todo el proceso de esta experimentación, así como enseñarme a realizar nuevas cosas y aprender, a quien agradezco de convencerme de querer seguir con esta experimentación para realizar mi tesis de licenciatura y seguir poniéndome retos en la vida. También quiero agradecer a mi asesor Hugo Rendon Felipe quien hizo posible llevar a cabo mi experimentación en el laboratorio y que facilito que lograra hacer este proyecto con los materiales que se me proporcionaron y así lograr concluir esta experimentación.

REFERENCIAS

[1] I.Q. David Israel Rodríguez Valles, Evaluación de metodología alternas para la lixiviación de plata de jales mineros refractarios. Instituto politécnico nacional, Victoria de Durango, Dgo, junio de 2016.

[2] Juan Hernández, Isauro Rivera, Francisco Patiño y Julio C. Juárez, Estudio cinético de la lixiviación de plata en el sistema $S_2O_3^{2-}$-O_2Cu^{2+} contenido en residuos minero-metalúrgicos, Información tecnológica, Vol. 24, (1), 51-58 (2013). Disponible en https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000100007 [consultado en 2019]

[3] D.M. Puente-Siller, J.C. Fuentes-Aceituno*, F. Nava-Alonso, “An analysis of the efficiency and sustainability of the thiosulfate-copper-amonia-monoethanolamine system for the recovery of silver as an allternative to cyanidation”, Hydrometallurgy, Vol. 169, pp 16-25. Disponible en http://dx.doi.org/10.1016/j.hydromet.2016.12.003 [consultado en 2019]

[4] Eriksson, G.,1979. An alogorithm for the coomputation of aqueous multicomponent, multiphase equilibria. Anal. Chim. Acta 112. 375-383.

[5] P. S. Damaris Puente, “Estudio del mecanismo de reacción de la lixiviación de plata empleando soluciones de tiosulfato alternativas”. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional de Saltillo, Ramos Arizpe, Coahuila, 2016.

Beneficios de redistribución de planta en la empresa Cervecero del Bajío S.P.R. de R.L.

Brenda Gabriela Miranda Celio
Instituto Tecnológico Superior de Abasolo
Blvd. Cuitzeo de los Naranjos 401, Col. Cuitzeo de los Naranjos, Abasolo, Gto.
brendamc171@gmail.com

Asesora: Fátima Daniela Pérez Rivera
Instituto Tecnológico Superior de Abasolo
Blvd. Cuitzeo de los Naranjos 401, Col. Cuitzeo de los Naranjos, Abasolo, Gto.
fatima.prez@tecabasolo.edu.mx

Resumen — La Empresa Cervecero del Bajío dedicada a la producción de cerveza artesanal presenta diversos problemas debido a la deficiente distribución y organización de planta, como consecuencia se tiene un mal flujo de materiales, demoras en traslados y desplazamientos innecesarios, lo que afecta al correcto desarrollo de la empresa. El presente artículo tiene como objetivo mostrar los beneficios que tiene la integración de una distribución de planta mediante la aplicación de la metodología Systematic Layout Planning (SLP), la cual permite desarrollar un modelo que ofrezca una forma más ordenada de los equipos y áreas de trabajo para fabricar de una forma más eficiente y satisfactoria para el personal, ofreciendo resultados más favorables en la productividad y a la empresa en general.

Palabras clave — Distribución de planta, SLP, productividad.

Abstract — The Brewer del Bajío Company dedicated to the production of craft beer presents several problems due to the poor distribution and organization of the plant, as a consequence there is a bad management of materials, delays in transfers of materials and unnecessary displacements, which affects the correct development of the company. The objective of this article is to show the benefits of the integration of a plant distribution through the application of the Systematic Layout Planning (SLP) methodology, which allows the development of a model that offers a more orderly form of equipment and work areas to manufacture in a more efficient and satisfactory way for the staff, offering more favorable results in productivity of the company.

Keywords — Plant distribution, SLP, Productivity.

I. INTRODUCCIÓN

La distribución física de una planta es un elemento importante dentro de su sistema de producción, puesto que su principal objetivo es desarrollar un sistema que le permita manufacturar el numero deseado de productos. (Muther, 1968, p.22). La metodología Systematic Layout Planning (SLP) ha sido la metodología más aceptada y comúnmente utilizada para resolver problemas de distribución en planta independientemente de su naturaleza y a partir de criterios cualitativos. El SLP reúne las ventajas de las aproximaciones metodológicas precedentes e incorpora el flujo de materiales en el estudio de distribución, permitiendo organizar el proceso de planificación de manera racional a la vez que establece fases y técnicas que identifican, valoran y visualizan los elementos involucrados en la implantación y relaciones existentes entre ellos.

II. MARCO TEÓRICO (OPCIONAL)

El marco teórico debe contener información sobre los conceptos teóricos que sustentan el tema a desarrollar en el trabajo, y debe plantearse lo más sintetizada posible. La sección

es opcional; en caso de que no sea incluida, se deben mencionar brevemente los fundamentos teóricos del trabajo al inicio de la sección de materiales y métodos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Debido a la estructura que presenta el método SLP es posible utilizar distintas herramientas para resolver toda clase de problemas relacionados con la planeación y distribución de planta sin importar si son muy complejos o muy sencillos, por lo que resulta de gran utilidad para realizar la nueva distribución en la empresa Cervecero del Bajío, debido a que permite identificar las áreas a ser reubicadas para simplificar y agilizar el flujo, además de que permite realizar el cálculo del espacio requerido para cada departamento y las estaciones de trabajo que lo componen, todo esto al tomar en cuenta el espacio para los equipos, las cantidades de material a procesar y el área para que el personal trabaje cómodamente.

Para el desarrollo de la metodología, el material específico que se empleo fue un flexómetro de 8 metros, un bicolor, un cronometro vuelta a cero y cinta masking tape.

Se describen las características de la metodología a utilizar para la propuesta de distribución en planta en la cual además de considerar el flujo de material, incorpora la organización del proceso mediante una planificación racional donde se visualizan todos los elementos involucrados en dicho proceso, esto supone un beneficio puesto que se tienen en cuenta aspectos no solamente correspondientes a la estructura de las áreas como tal, sino que involucra también aspectos relacionados a la seguridad y comodidad de los operarios.

II.I. SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING.

La metodología conocida como Planeación Sistemática de la Distribución (SLP, por sus siglas en inglés: Systematic Layout Planning), es desarrollada por Richard Muther en los años 60 como un procedimiento sistemático multicriterio aplicable tanto a distribuciones completamente nuevas como a distribuciones de plantas ya existentes. El SLP parte de un problema ya planteado de diseño de distribución y forma una estructura de pasos que describe las fases de análisis del problema, búsqueda y desarrollo de diseños alternativos y la evaluación de dichas alternativas. Dicha metodología consta de cuatro fases que pueden suponerse entre sí. (Urbina, 2014, p.225)

Fase I: Localización. Se decide la ubicación de la planta a distribuir.

Fase II: Plan de distribución general. Se establece el patrón de flujo para las actividades que se deben desarrollar en cada área, todo esto indicando la superficie requerida.

Fase III: Plan de distribución detallada. Se estudia y se prepara a detalle el plan de distribución.

Fase IV: Instalación. Siendo la última fase, se deben realizar los movimientos físicos y ajustes necesarios para lograr la distribución planeada.

Según Muther (1968), estas fases se producen en secuencia, y deben sobreponerse unas con otras para obtener mejores resultados. El procedimiento general para desarrollar la metodología, incluye la aplicación de diversas técnicas que llevan al cumplimiento del objetivo propuesto, el cual consiste en obtener un modelo que brinde mayores beneficios,

no solo en el uso eficiente de espacios y recursos, sino en el incremento o mejora de la productividad, lo cual ayuda a un mejor desarrollo de la empresa. (p.29). Dentro de dicho procedimiento se consideran una serie de pasos mediante los cuales se lleva a cabo la redistribución. Tales pasos consideran lo siguiente:

Análisis producto cantidad. Se elaboran gráficos donde se representa el porcentaje de productos diferentes que se tienen, así como sus cantidades y son ordenados de manera decreciente. En función de esta grafica se elige el tipo de distribución a utilizar.

Análisis del recorrido de los productos. Se determina la secuencia y la cantidad de los movimientos del producto a través de las distintas operaciones del proceso. A partir de esta información se elabora un diagrama descriptivo del flujo del material. Conocido el recorrido de los productos se plantea la intensidad de las interacciones existentes entre las diferentes actividades, para ello se emplea una tabla relacional de actividades considerándose no únicamente el flujo del material sino otros aspectos como la seguridad, la organización de mano de obra, el almacenaje, entre otros.

Desarrollo del diagrama de relación de actividades. La información obtenida se representa mediante un gráfico donde las actividades se representan mediante nodos unidos por líneas. Dicho diagrama se ajusta de manera tal que se consiga una distribución donde se cumpla el principio de la mínima distancia recorrida.

Análisis de necesidades y disponibilidad de espacios. Se realiza un diseño del área requerida por cada actividad contemplando la disponibilidad real de espacio. Posterior a esto se elabora un diagrama relacional de espacios donde se representa a escala el espacio que ocupa cada actividad. Se elaboran distribuciones alternativas para dar solución al problema.

Evaluación de alternativas y selección de la mejor distribución. Se evalúan las soluciones propuestas para determinar cuál de ellas ofrece la mejor distribución. Para ello se recurre a diversos métodos, tales como comparar ventajas y desventajas, comparar costos, factores ponderados, entre otros.

Además de estos criterios, se deben considerar otros aspectos que permitan obtener el mayor beneficio posible al momento de implementar la distribución, puesto que la finalidad fundamental de esta consiste en organizar todos los elementos de planta de manera que se asegure la fluidez de flujo de trabajo, materiales, personas e información a través del sistema productivo, todo esto logrando que el proceso se ejecute de manera más racional. (Martínez, 2012, p.44). Dichos criterios suponen las siguientes ventajas.

Funcionalidad: las cosas se ubican donde se pueden trabajar efectivamente.

Económico: se ahorran distancias recorridas y se logra una utilización plena del espacio.

Flujo: permite que el proceso se dé continuamente y sin tropiezos.

Comodidad: se crean espacios suficientes para el bienestar de los trabajadores y el traslado de los materiales.

Accesos libres: permite el trafico sin tropiezos.

Flexibilidad: prevé cambios futuros en la producción que demanda un nuevo ordenamiento de la planta.

Rodríguez (2009) refiere que: “Una vez contemplados estos aspectos, se puede evaluar la alternativa de distribución y seleccionar la mejor de ellas a través de diversas propuestas que permitan visualizar tanto ventajas como desventajas, ya sea involucrando costos, factores ponderados, entre otros” (p.23).

IV. RESULTADOS

Al aplicar la redistribución de planta mediante la metodología SLP, se logra además de un mejor aprovechamiento del espacio disponible, la disminución en los tiempos y distancias de traslado a través del proceso productivo, esto implica un mejor desempeño para el personal puesto que le brinda la comodidad necesaria para llevar a cabo de mejor manera sus actividades.

En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos al aplicar la metodología, donde se pueden apreciar las diferencias en cuanto a espacio, distancias y tiempos.

Tabla 1. Comparación de espacios y tiempos

DISTRIBUCIÓN ANTIGUA			
Espacio utilizado	%	**Distancia**	**Tiempo**
242.5293 m²	82.068	26.05 m	94.79 seg.
DISTRIBUCIÓN ACTUAL			
Espacio utilizado	%	**Distancia**	**Tiempo**
280.34846 m²	94.8653	5.24 m	30.31 seg.

Los principales beneficios que se obtienen son: mejor circulación para el personal, materiales y productos elaborados, la disminución de la distancia a recorrer tanto por los materiales como por los trabajadores, así como la utilización efectiva del espacio disponible según la necesidad; todo esto en conjunto tiene como resultado un mejor flujo en el proceso debido a que se mejoran los tiempos de recorrido.

Se aprecia la comparación de la distribución antigua con la distribución actual (Fig. 1 y Fig. 2), donde en visible el mejor aprovechamiento del espacio.

Fig. 1. Distribución antigua

Fig. 2. Distribución actual

V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Se logra un mayor aprovechamiento del espacio disponible en planta además de disminución de tiempos de traslado al igual que de distancias, todo esto considerando los principios de la distribución. Tal aprovechamiento es de un 94% del total de la capacidad de la planta, esto es debido al nuevo acomodo que se les realiza a las áreas que conforman el proceso.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las actividades industriales se rigen cada vez más por condicionantes de un mercado exigente y selectivo, en el que el buen desempeño de todas las facetas del proceso de producción se hacen condición necesaria para la subsistencia de la empresa. Por ello, la distribución de las diferentes actividades que conforman el proceso cobra más importancia debido a que el éxito de un buen diseño de distribución en planta se ve afectado por la manera en que se combinan la mano de obra, los materiales y el transporte de estos dentro de las instalaciones de una manera eficiente.

Para la empresa Cervecero del Bajío el contar con una buena distribución de planta significa no solo un beneficio en cuanto al aprovechamiento de los espacios, sino que contempla además criterios como el bienestar, las condiciones laborales y el mejor desempeño del personal, todo esto gracias a la disminución de las distancias a recorrer, circulación adecuada del personal y equipos, y la utilización efectiva del espacio disponible

VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco a mi asesora, quien con esfuerzo y dedicación acompaño en cada momento la realización de este trabajo; a mi compañero y amigo Antonio Contreras por la paciencia y apoyo brindado a lo largo del proyecto.

REFERENCIAS

[1] Martínez, A. M. (2012). Aplicación de Simulación y SLP en la Empresa La Vieja Molienda de Santa Maty Para Mejorar la Distribución de sus Componentes y el Uso de los Espacios. *Revista de la Ingeniería Industrial* , 29- 50

[2] Muther, R. (1968). *Planificación y Proyección de la Empresa Industrial* . Barcelona, España: Editores Técnicos Asociados S.A. p. 19-143.

[3] Rodríguez, H. C. (2009). Distribución de Planta Bajo el Diagrama Adimensional de Bloques. *Congreso de Investigación de Academia Journals*, 16- 21.

[4] Salazar, A. F. (2010). Propuesta de Dsitribucion en Planta Bietapa en Ambientes de Manufactura Flexible. *Revista EIA*, 161- 175.

[5] Urbina, G. B. (2014). *Introducción a la Ingeniería Industrial.* México, D. F: Grupo Editorial Patria . p. 215-236.

Biomecánica ocular del glaucoma

Yael Osmar Bravo Sustaita
Universidad de Guanajuato División de Ingeniería Campus Irapuato Salamanca
Carretera Salamanca-Valle de Santiago km 3.5+1.8 Comunidad de Palo Blanco, 36885
Salamanca, Guanajuato, México
yo.bravosustaita@ugto.mx

Asesor: Agustín Vidal Lesso
Universidad de Guanajuato División de Ingeniería Campus Irapuato Salamanca
Carretera Salamanca-Valle de Santiago km 3.5+1.8 Comunidad de Palo Blanco, 36885
Salamanca, Guanajuato, México
agustin.vidal@ugto.mx

Resumen — En la actualidad el glaucoma es una de las principales causas de ceguera irreversible en el mundo, se piensa que las altas presiones del ojo que desgarran los tejidos del nervio óptico son causadas por los esfuerzos que se generan en esa zona. Por ello en este proyecto se investigaron los esfuerzos concentrados y las deformaciones de los tejidos del ojo cuando padece de glaucoma en especial el nervio óptico, haciendo un modelo de elemento finito para el caso sano y donde el ojo padece de glaucoma. Se laboraron 4 modelos con parámetros distintos y se analizaron las diferencias y semejanzas de cada modelo. Se encontró que en los 4 modelos no se obtuvieron resultados cuantitativos semejantes, pero las zonas críticas de los tejidos son parecidas.

Palabras clave — Glaucoma, nervio óptico, deformación.

Abstract — At present, glaucoma is one of the main causes of irreversible blindness in the world, it is thought that the high pressures of the eye that tear the optic nerve tissues are caused by the efforts generated in that area. Therefore, this project investigates the concentrated efforts and deformations that the tissues of the eye may present when it suffers from glaucoma, especially the optic nerve, making a finite element model for the healthy case and where the eye suffers from glaucoma. Four models with different parameters were developed and the differences and similarities of each model were analyzed. It was found that in the 4 models they did not obtain similar quantitative results, but the critical areas of the tissues are similar.

Keywords — glaucoma, optic nerve, deformation.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el 12% de la población mundial padece de glaucoma [1], esta enfermedad es peligrosa debido al desgarramiento de tejido en la zona del nervio óptico provocada por las elevadas presiones intraoculares que opera el ojo. En este proyecto se buscó las deformaciones que presenta el ojo humando cuando padece de glaucoma y las zonas más críticas de esfuerzos principales en los tejidos del ojo, en especial en el nervio ópticos donde es la zona más afectada por esta enfermedad, empleando los métodos de elemento finito, haciendo un análisis en el ojo cuando opera en presiones normales y en otro cuando padece con glaucoma. Se propuso 4 modelos distintos para hallar las diferencias y semejanzas de los resultados obtenidos para cada uno de los modelos.

II. MARCO TEÓRICO

El glaucoma es la causa de ceguera irreversible más común en el mundo [2], el glaucoma como menciona Whitmore “es una enfermedad ocular que deteriora gradualmente la vista, no presenta síntomas y puede ocasionar perdidas repentina de la vista” [3], esto debido principalmente a la desestabilidad del drenaje del humor acuoso atreves de la malla trabecular ubicada en la cámara anterior del ojo, provocando un aumento en la presión

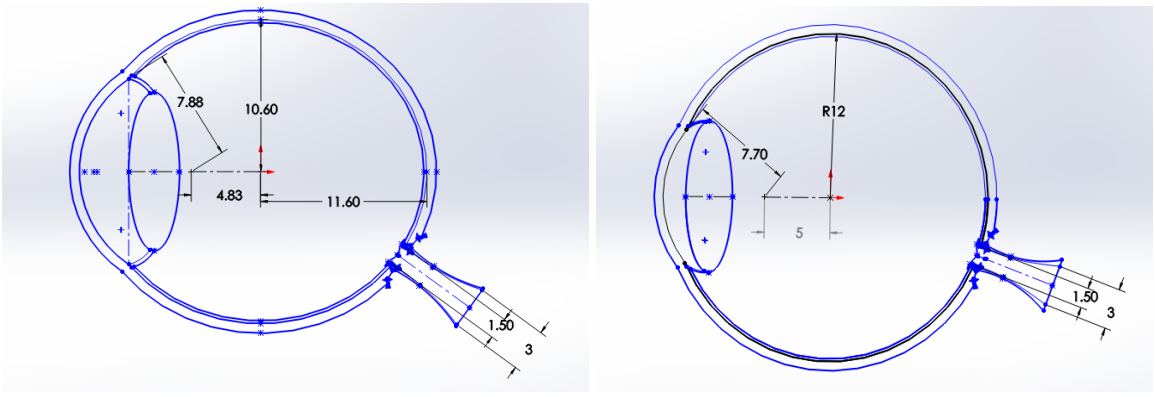
intraocular degenerando lentamente la retina [1], constituida por células ganglionares y una capa nerviosa [4], la cual los axones son las más afectados como menciona Xie., “es responsable de transmitir las señales procesadas desde la retina al nervio óptico”. También en la cabeza del nervio óptico o nombrado normalmente disco óptico, en el glaucoma la deformación de la copa óptica se produce en todas direcciones, desgarrando los tejidos provocando un ahuecamiento en esta zona impidiendo que las señales no sean trasmitidas al cerebro [5]. Existen dos tipos de glaucoma de ángulo abierto y ángulo cerrado, el glaucoma de ángulo abierto o mejor conocido como glaucoma primario o crónico como menciona Whitmore “se desarrolla cuando los canales de drenaje del ojo obstruyen con el tiempo. La presión interna del ojo aumenta debido a que el líquido no puede salir del ojo” [3], y el glaucoma de ángulo cerrado resulta de la oclusión del flujo de humor acuoso [2].

III. METODOLOGÍA

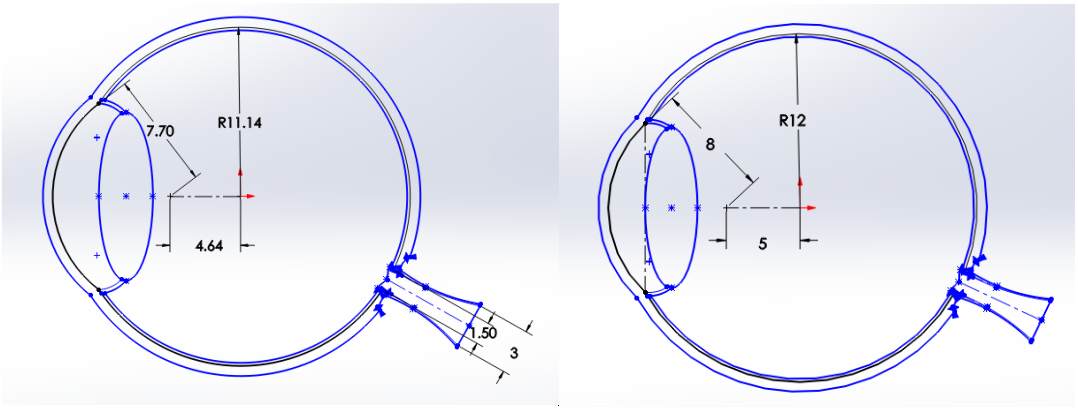
Para poder analizar dicha enfermedad es necesario modelar el ojo humano, para ello se dibujaron los tejidos de la esclera, cristalino, retina y nervio óptico los cuales son las zonas más importantes del ojo, donde el nervio óptico es la zona más afectada.

A. Modelo

En primer lugar se investigaron las dimensiones del ojo humano, pero como dichas dimensiones aún no están estandarizadas, se hizo 4 modelos solidos distintos con el propósito de averiguar una variación significativa en cada modelo, estos modelos se presentan en la figura 1 que están acotados en milímetros, y están basados en ecuaciones de la mecánica cuántica no lineal, los cuales son resultados mediante métodos numéricos [10]. Para el diseñado del cristalino se dibujó una elipse cuyo diámetro mayor es de 11.07 mm y un diámetro menor de 3.55 mm y un espesor en la curvatura de 0.3 mm [11], el grosor de la esclera fue de 0.67 mm [12], estos parámetros son iguales para los 4 modelos que están presentados figura 1 los espesores de los demás tejidos se mencionaran a continuación.



a) b)



c) b)

Fig. 1. Geometría del modelo en 2D a) Modelo 1 [6], b) Modelo 2 [7], c) Modelo 3 [8], d) Modelo 4 [9].

1) Geometría del Nervio Óptico

La geometría del Nervio Óptico en especial en la parte del disco óptico, las geometrías son muy complejas y dependen mucho de la edad en la que se encuentre el ser humano, esto debido a que el ojo se encuentra en crecimiento y es muy difícil parametrizar dicha geometría, ya que es complicado acceder al interior del ojo ocular, también por las dimensiones tan limitadas que se presentan, debido a que los equipos que actualmente se emplean, estos presentan errores y no hay rango definido para parametrizar los tejidos [10].

Ya mencionado lo anterior en la tabla 1 se presentan las dimensiones utilizadas para modelar el nervio óptico, estos parámetros fueron empleados para los 4 modelos, en la figura 2 se muestra el modelo de dicha geometría.

Tabla 1. Parámetros de la Geometría [13].

Nombre	Unidad	Promedio
Espesor esclera en el canal	mm	0.4
Espesor de la capa de la Retina	mm	0.2
Espesor de la Esclera	mm	0.67
Espesor de la piamadre	mm	0.12
Curvatura laminar	mm	0.2
Angulo de la pared del canal por la horizontal	deg	60
Altura del borde peripapilar	mm	0.25
Profundidad de la copa	mm	0.33

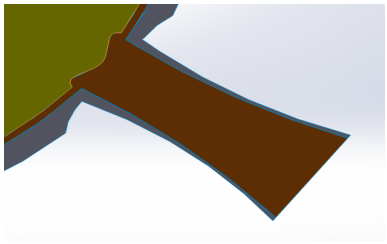


Fig. 2. Geometría del Nervio Óptico del Modelo 1.

B. Propiedades mecánicas de los tejidos del ojo

Las propiedades mecánicas del ojo depende mucho de la edad del ser humano, la presión intraocular y cada persona maneja propiedades mecánicas diferentes [14], para ello se presenta en la tabla 2 que muestra los promedios de las propiedades mecánicas de cada tejido, cabe mencionar que las propiedades de la esclera son las únicas de origen humano, las otras presentadas son propiedades obtenidas de mamíferos en especial de cerdo por su gran parentesco al ser humano.

C. Análisis estructural

Inicialmente para la simulación, cada uno de los modelos solidos se divido la geometría en tres tejidos principales; esclera, cristalino y retina, este último abarcaría el nervio óptico ya que colaboran para el procesamiento de las imágenes [4] y sus propiedades son similares a los de la retina. En los tejidos se propuso que los contactos no haya desplazamientos y estuviesen adheridos entre ellos. Para la restricción de movimiento se investigaron previamente los movimientos del ojo y se propuso la restricción solamente en la base del nervio óptico. Subsecuentemente en la cámara vítrea y la cámara anterior del ojo se implementó presiones, esto con la intención de aumentar su volumen para simular la enfermedad, para ello se empleó dos casos; uno en donde el ojo opera a presiones normales con un promedio general de 16.3 mm Hg y otro donde ya estuviese presente la enfermedad en la que se marca una presión de 33 mm Hg [2]. En los dos casos se buscaron la deformación que aumento en la enfermedad y los esfuerzos principales de los tejidos, así como la comparación de estos resultados de cada uno de los modelos en la zona del nervio óptico.

Tabla 2. Propiedades mecánicas de los tejidos.

Factor	Unidad	Promedio	Referencia
Módulo de Elasticidad de la esclera	Mpa	25.025	[14]
Razón de Poisson	--	0.416	[14]
Módulo de Elasticidad de la retina	Mpa	0.05	[13]
Razón de Poisson de la retina	--	0.45	[13]
Resistencia ultima de la retina	Mpa	0.99	[13]
Módulo de Elasticidad del cristalino	Mpa	3.3	[11]
Razón de Poisson del cristalino	--	0.45	[13]
Módulo de Elasticidad del Nervio Óptico	Mpa	0.05	[13]
Razón de Poisson del Nervio Óptico	--	0.45	[13]
Resistencia ultima del Nervio Óptico	Mpa	0.99	[13]

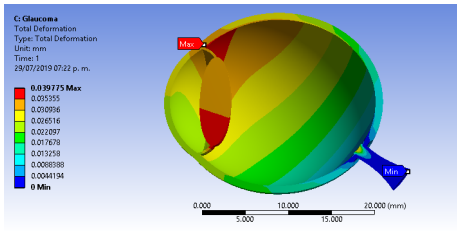


Fig. 3. Deformación total del ojo.

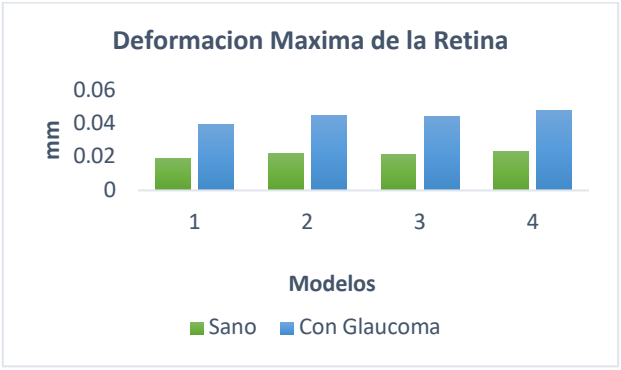
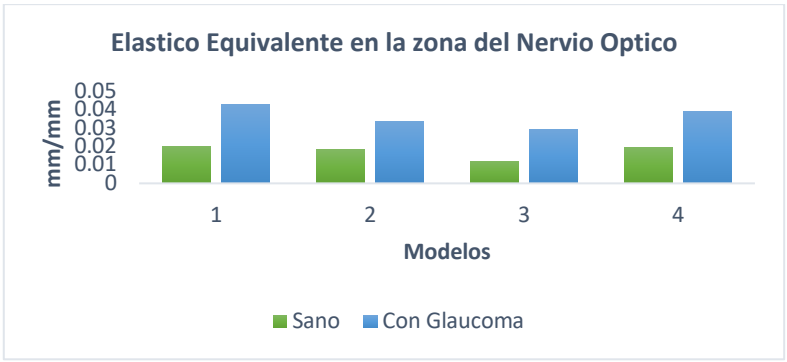


Fig. 4. Deformación Máxima de la Retina del caso sano y con glaucoma.

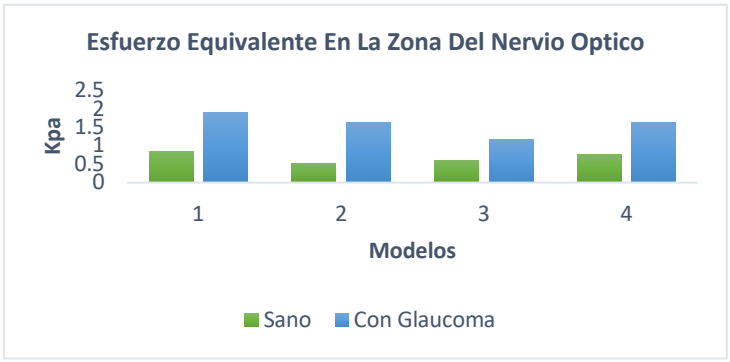
IV. RESULTADOS

A continuación, en la figura 3 se muestran los resultados de la deformación total del modelo 1 en el caso con glaucoma, como se observa en la imagen las zonas máximas alcanzadas están situadas en el tejido de la retina, estas zonas máximas fueron semejantes para los otros modelos. Las deformaciones alcanzadas para cada caso se muestran en la figura 4 donde, para cada uno aumento el 51%, siendo el modelo 4 la mayor deformación alcanzada cuyo valor es de 0.024 milímetros.

En la figura 5 se presentan los resultados analíticos en la zona del nervio óptico, en el a) de la figura se muestra la deformación obtenida cuando el ojo opera en presiones normales y en el caso donde la presión opera en condiciones con glaucoma, en el modelo 1 se obtuvo un incremento de las condiciones con glaucoma del 110%, en el modelo 2 un aumento de 85%, para el modelo 3 un incremento del 137% y para el modelo 4 un aumento del 100%, donde el modelo 3 alcanzo un aumento mayor en la deformación de 0.017 mm/mm. En el apartado del b) los esfuerzos aumentaron más del 50%, donde en el modelo 3 se obtuvo un aumento del 202% siendo el más elevado aumentando 0.58 Kpa, también es importante mencionar que estos esfuerzos fueron los máximos en toda la geometría en los 4 modelos los cuales se hallaron en la misma zona como se muestra en el a) de la figura 6.

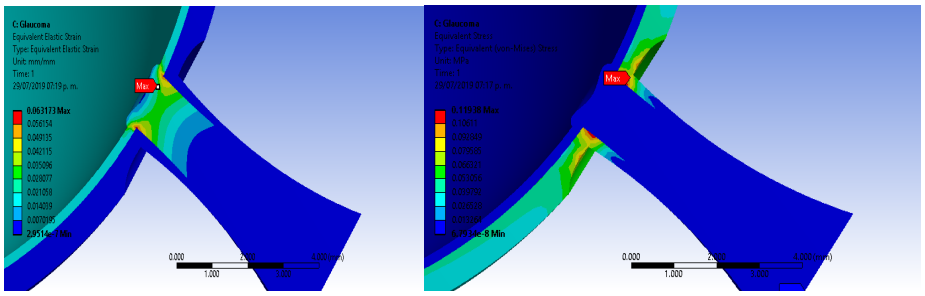


a)



b)

Fig. 5. Análisis estructural para los dos casos a) Elástico Equivalente en zona del NO, b) Esfuerzo equivalente en la zona del NO.



a) b)

Fig. 6. Resultados del Modelo 1, a) Elástico Equivalente, b) Esfuerzo Equivalente.

En el b) de la figura 6 se observa la zona del esfuerzo equivalente máximo, donde está ubicado en el tejido de la esclera, esta zona máxima también fueron semejantes a la de los demás modelos, por ello, en el diagrama de la figura 7 se muestran los resultados cuantitativos de los esfuerzos equivalentes máximos ubicados en esta zona, en estos resultados se obtuvo un aumento del 51% para cada modelo a excepción del modelo 3 que obtuvo un incremento del 33%.

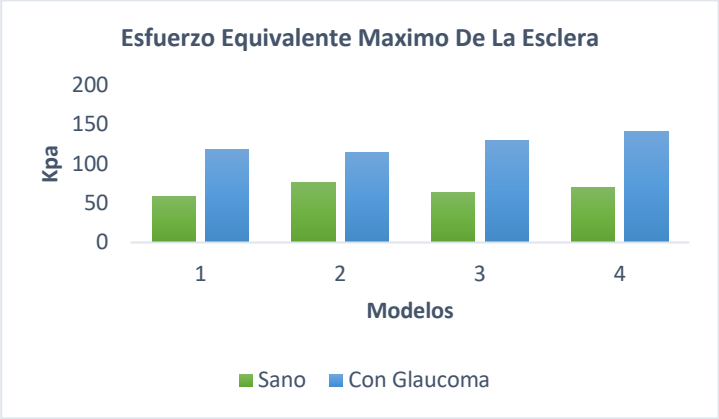


Fig. 7. Esfuerzos equivalentes máximos.

V. CONCLUSIONES

En esta investigación, se obtuvo una deformación en los tejidos del ojo en las presiones con condiciones con glaucoma, en especial en la zona del disco óptico, donde también existe un incremento en los esfuerzos principales, por lo cual se concluye que las células del nervio óptico pierden sus propiedades mecánicas, ya que posee concentradores de esfuerzo que son impedimento para que las células se nutran y esto ocasione que mueran las células con el tiempo.

También es importante mencionar que los 4 modelos muestran resultados cuantitativos muy distintos. Por el contrario los resultados cualitativos fueron semejantes, ya que los valores máximos obtenidos operaban en la misma zona, como el caso de la esclera que fue el tejido con mayor concentrador de esfuerzos como se aprecia en el b) de la figura 6 y en el caso de la deformación máxima donde se obtuvo en la retina para cada uno de los modelos como se muestra a) de la figura 6 con todo esto se puede concluir que los 4 modelos analizados comparten las mismas zonas críticas debido a la forma que poseen la geometría del ojo.

VI. RECONOCIMIENTOS

Este proyecto no hubiera salido adelante sin la ayuda de Alicia Natalia Ruíz Ramos por lo colaboración de la investigación y aportación en el diseño de los 4 modelos empleados en esta investigación, estamos plenamente agradecidos con ella.

REFERENCIAS

[1] Xie, L., Mao, M., Wang, C., Zhang, L., Pan, Z., Shi, J., ... & Jiang, B. (2019). Potential Biomarkers for Primary Open-Angle Glaucoma Identified by Long Noncoding RNA Profiling in the Aqueous Humor. *The American journal of pathology*, *189*(4), 739-752.

[2] Chan, M. P., Broadway, D. C., Khawaja, A. P., Yip, J. L., Garway-Heath, D. F., Burr, J. M., ... & Foster, P. J. (2017). Glaucoma and intraocular pressure in EPIC-Norfolk Eye Study: cross sectional study. *bmj*, *358*, j3889.

[3] Whitmore, L. A., & Medley, R. (2013). Cómo entender y vivir con glaucoma.

[4] Tortora, G. J., & Derrickson, B. (2013). *Principios de anatomía y fisiología*. Médica Panamericana,.

[5] Sivaswamy, J., Krishnadas, S., Chakravarty, A., Joshi, G., & Tabish, A. S. (2015). A comprehensive retinal image dataset for the assessment of glaucoma from the optic nerve head analysis. *JSM Biomedical Imaging Data Papers*, *2*(1), 1004.

[6] Pérez, V. V., de Fez Saiz, D., & Verdú, F. M. M. (2003). *Óptica fisiológica: modelo paraxial y compensación óptica del ojo*. Universidad de Alicante.

[7] Atchison, D. A., & Smith, G. (2000). Optics of the Human Eye. Optics of the Human Eye.

[8] Puell, M. Óptica fisiológica. El sistema óptico del ojo y la visión binocular.[Internet]. Versión Digital: 1-4135-6363-5. Universidad Complutense de Madrid: ISBN; 2006.[Citado 27 Jul 2015].

[9] GONZALEZ, G. D. (2008). Modelo del ojo humano basado en matrices ABCD.

[10] Calderín Pérez, B., Carbonell, G., Alfonso, R., Landín Sorí, M., & Nápoles Padrón, E. (2015). Aplicabilidad de la simulación computacional en la biomecánica del disco óptico. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, *19*(1), 73-82.

[11] Khan, A., Pope, J. M., Verkicharla, P. K., Suheimat, M., & Atchison, D. A. (2018). Change in human lens dimensions, lens refractive index distribution and ciliary body ring diameter with accommodation. *Biomedical optics express*, *9*(3), 1272-1282.

[12] Norman, R. E., Flanagan, J. G., Rausch, S. M., Sigal, I. A., Tertinegg, I., Eilaghi, A., ... & Ethier, C. R. (2010). Dimensions of the human sclera: Thickness measurement and regional changes with axial length. *Experimental Eye Research*, *90*, 277e284.

[13] Sigal, I. A. (2009). Interactions between geometry and mechanical properties on the optic nerve head. *Investigative ophthalmology & visual science*, *50*(6), 2785-2795.

[14] Grytz, R., Fazio, M. A., Girard, M. J., Libertiaux, V., Bruno, L., Gardiner, S., ... & Downs, J. C. (2014). Material properties of the posterior human sclera. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, *29*, 602-617.

Bismillah

Mendoza Burgos Rubén Andrés
Universidad Autónoma de Querétaro
Av. de las Ciencias s/n, Juriquilla,
Querétaro, Qro. C.P. 76230
rmendoza29@alumnos.uaq.mx

Asesora: Sandra Luz Canchola Magdaleno
Universidad Autónoma de Querétaro
Av. de las Ciencias s/n, Juriquilla,
Querétaro, Qro. C.P. 76230
sandra.canchola@uaq.mx

Resumen — La programación paralela es un tipo de computación la cual puede efectuar muchas instrucciones simultáneamente, con esto se busca reducir el tiempo necesario para resolver un problema computacional; para este proyecto se hace uso del paralelismo mediante la utilización de las tarjetas gráficas de NVIDIA, la idea es aprovechar las unidades aritméticas y lógicas de la GPU para hacer computaciones de alto rendimiento. El problema surge a la hora de programar este tipo de tareas debido al lenguaje que se utiliza, es decir C++; con Bismillah se busca atacar esta problemática haciendo uso de un lenguaje claro, sencillo y eficaz que permita un proceso de programación más rápido y entendible.

Palabras clave — CUDA, GPU, aprendizaje, paralelo, programación, lenguaje.

Abstract — Parallel computing is a type of computing which can execute multiple instructions simultaneously, this seeks to reduce the amount of time of computing problem solving; for this project parallelism is used by employing NVIDIA GPU and taking advantage of its high-performance arithmetic and logic units. The problem arises when programming these types of tasks due to the language used, that is, C++; Bismillah seeks for attack this problem by using a clear, simple and effective language that allows a quick and understandable programming process.

Keywords — CUDA, GPU, learning, parallel, programming, language.

I. INTRODUCCIÓN

En nuestra realidad los sucesos ocurren de manera simultánea, los procesos biológicos son continuos y paralelos; el simple hecho de caminar y hablar involucra procesos paralelos como el movimiento de las extremidades, el proceso de respiración y el proceso del habla; y a su vez cada proceso involucra más actividades [1]. Esta es la importancia que tiene el desarrollo de software paralelo, emular la naturaleza y aprovechar el rendimiento que éste nos puede dar.

Con el proyecto Bismillah se busca simplificar la complejidad sintáctica y léxica que los lenguajes C y C++ representan, temidos por el 57.5% y 48.0% de los desarrolladores respectivamente, esto con base en la Stack Overflow Developer Survey 2019 [2]. Al disminuir parte de la dificultad que representa la programación en paralelo se busca que este tipo de cómputo sea un área de mayor interés para los investigadores y desarrolladores que busquen rendimiento computacional independientemente del enfoque que éstos busquen darle.

Al igual que el preprocesador del lenguaje C, Bismillah busca transformar el código del desarrollador antes de su compilación [3]; el resultado de esta transformación sería la traducción del lenguaje interno del preprocesador Bismillah a su equivalente a CUDA C/C++.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la elaboración del proyecto Bismillah se hace uso de las tecnologías web HTML, CSS y JavaScript. La razón de usar tecnologías web es la popularidad que éstas tienen, según la Stack Overflow Developer Survey 2019, se posicionan como las tecnologías más populares, JavaScript ocupando el primer lugar y HTML y CSS el segundo [2]; así mismo cuentan con un alto grado de interoperabilidad, es decir, que independientemente del sistema operativo en el que se encuentre el sistema.

Para Bismillah se desarrolló un lenguaje propio, homónimo del preprocesador, basándose en los lenguajes de programación Rust, Python, TypeScript y Kotlin, que según la Stack Overflow Developer Survey 2019 encabezan los lenguajes de programación más queridos por los desarrolladores.

El trabajo de Bismillah comienza con la carga de un archivo con extensión .bs, esto se hace mediante la etiqueta `<input type="file">` permitiendo así la carga de archivos desde el explorador. Una vez el archivo de texto es cargado, el preprocesador dará formato al código del usuario, esto para que el proceso de traducción se más fácil para sí mismo.

Cuando el preprocesador termine el formateo, buscará entre las líneas de código la etiqueta de apertura `<bismillah>` la cual indica al preprocesador que la traducción debe comenzar. La lectura e interpretación de las líneas de código es posible gracias al uso de expresiones regulares, las cuales permiten la identificación de patrones de texto [4].

Al leer una línea de código el preprocesador la identifica y manda llamar la función correspondiente para traducir esa línea, en caso de no encontrar coincidencias el preprocesador terminará con el intento de traducción mostrando un mensaje de error, así como la línea en la que dicho error fue identificado.

El preprocesador identifica palabras reservadas, es decir, palabras identificadoras, las cuales ayudan para saber de qué tipo de sentencia se trata, Bismillah trabaja de manera similar a un intérprete, dividiendo el código en palabras y buscando un orden lógico para que puedan ser traducidas de la manera correcta.

Suponiendo que la traducción de una línea de código es exitosa, ésta se guardará en un arreglo que almacena las líneas resultantes, cabe mencionar que una sola línea de código escrita en Bismillah puede generar N líneas de código escritas en CUDA C/C++, tal es el caso de las funciones `free_all()` y `cuda_free_all()`, las cuales sirven para liberar la memoria reservada por el desarrollador.

Se desarrolló un manejador de memoria, el cual almacena los datos de los vectores, en objetos de JavaScript, por ejemplo, en la sentencia `mi_vector_1:int[50000]` gracias a las expresiones regulares es posible saber que el nombre del vector es `mi_vector_1`, que su tipo de dato es entero (`int`) y que puede almacenar `50000` elementos, también con el uso de las expresiones regulares e interpretando la sintaxis de la sentencia se puede saber que el vector se almacena en *stack*.

Los datos almacenados en el manejador de memoria de Bismillah sirven para el uso de otras funciones, por ejemplo, `zeros(mi_vector)` una vez traducido por el

preprocesador, y tomando en cuenta el ejemplo anteriormente mostrado retorna lo siguiente: `memset(mi_vector, 0, 50000 * sizeof(int));` esto es gracias a que el manejador de memoria de Bismillah ya conoce de antemano la longitud del vector así como su tipo de dato.

Supongamos que queremos almacenar un valor booleano (verdadero o falso) en una variable, la siguiente sentencia sería identificada como un intento de inicialización de variable `a:bool = true and false or not false` posterior a esa identificación, el preprocesador divide la sentencia obteniendo lo que está escrito después del signo igual, el preprocesador identifica los valores booleanos, numéricos y variables, también identifica los operadores lógicos y aritméticos, en este caso sólo se muestran operadores lógicos, los cuales son remplazados a su equivalente en C/C++, `and` por `&&`, `or` por `||` y `not` por `!`.

Para la elaboración del sitio en el cual se encuentra la documentación para escribir código de Bismillah se utilizaron el framework Bootstrap 4, para diseño y GitHub Pages para montar el servicio y que esté disponible 24/7 en cualquier parte del mundo; para esto una vez terminado el proyecto y probado en un entorno local, se crea un repositorio en la plataforma GitHub y se indica que se quiere desplegar el servicio, el cual cuenta con el protocolo HTTPS.

Para la creación del preprocesador y lenguaje Bismillah se hizo uso de una laptop Acer Aspire F 15, la cual cuenta con un procesador Intel Core i5 @ 2.3GHz a 2.8GHz (con Turbo Boost), 1TB de disco duro, 12 GB de memoria DDR4 y sistema operativo Windows 10 Enterprise.

Para realizar las pruebas de los códigos traducidos se contó con una placa NVIDIA Jetson nano, la cual posee un procesador Quad-Core ARM Cortex-A57 @ 1.43 GHz, una GPU Maxwell 128-core, 4GB de memoria de sistema, 64GB de capacidad de almacenamiento y sistema operativo Ubuntu 18.04 LTS.

III. RESULTADOS

Se concibió un lenguaje y un preprocesador que cumplen con lo esperado, la traducción de un lenguaje fácil de aprender hacia uno considerablemente más difícil. También es importante la mención del sitio https://memburg.github.io/bismillah/ que es en donde se aloja el preprocesador y se encuentra toda la documentación necesaria para programar en Bismillah.

En la Figura 1 es posible apreciar cómo es que se ve la interfaz gráfica antes del proceso de traducción, es decir, antes de subir el archivo .bs a la plataforma, en la Figura 2 se observa la interfaz gráfica una vez que termina el proceso de traducción correctamente y finalmente, en la Figura 3 se aprecia la interfaz gráfica cuando ocurre un error de traducción.

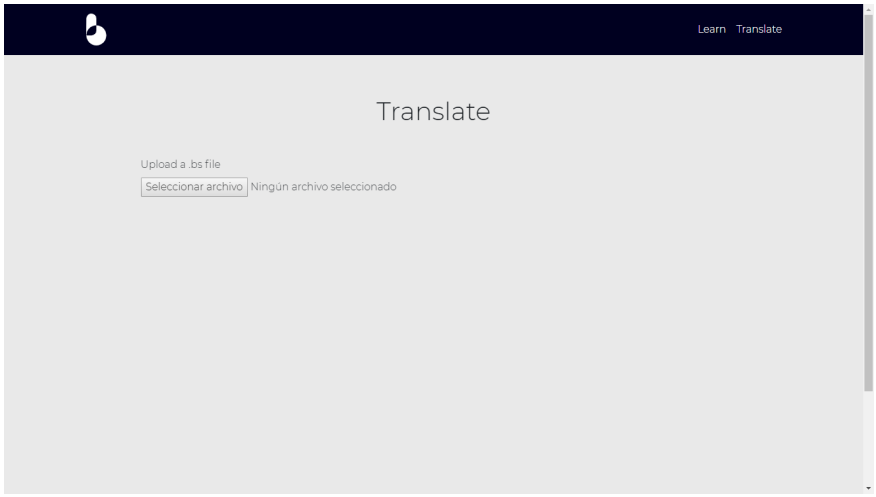


Figura 1. Proceso previo a la traducción.

Figura 2. Resultado exitoso de traducción.

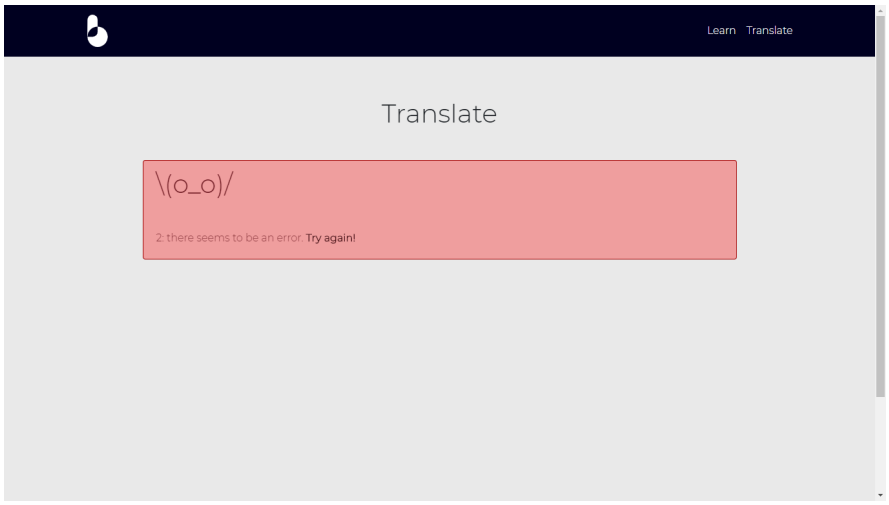


Figura 3. Resultado de un error en la traducción.

Bismillah es capaz de traducir una gran cantidad de líneas de código en un tiempo considerablemente bueno.

Tabla 1. Tiempos de traducción de Bismillah

Líneas de código	Tiempo (ms)
1,000	133.5
5,000	262.5
10,000	674.7
50,000	1590.7
60,000	2700.3

IV. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en cuanto a tiempos de ejecución y la precisión de las traducciones, así como de la detección de errores y advertencias, hacen ver que el proyecto cumple con las propuestas mencionadas en la introducción. Además de brindar el servicio de alta disponibilidad y haciendo uso de las tecnologías más populares hasta el momento.

El código fuente de Bismillah es público, y es modificable por quien lo desee así, se encuentra disponible en: https://github.com/memburg/bismillah.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Bismillah al estar disponible como un servicio web es posible que tenga un alcance muy grande y permitiendo así que su aprendizaje se vea en múltiples partes del globo.

El proyecto Bismillah concluye con el verano, puesto que, a partir de éste, se me ha ocurrido una nueva forma en la que se puede ayudar al aprendizaje y ágil codificación de la programación en paralelo, por lo cual no encuentro sentido en continuar el desarrollo de Bismillah.

VI. RECONOCIMIENTOS

Quisiera agradecer a mi amigo Eric Octavio Rodríguez García por introducirme en el mundo de la programación en paralelo y a la Dra. Sandra Luz Canchola Magdaleno por toda su enseñanza en ésta y otras áreas del conocimiento y a su vez por apoyarme en mi trayecto académico cada vez que precisé de ello.

REFERENCIAS

[1] A. Rodriguez, *Principios de la programación paralela: un enfoque teórico y práctico al lenguaje X10* [Bachelor thesis]. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, 2015.

[2] Stack Overflow, *Stack Overflow Developer Survey 2019*. Disponible en: https://insights.stackoverflow.com/survey/2019 [consultado en agosto 2019].

[3] GCC, the GNU Compiler Collection, *The C Preprocessor*. Disponible en: https://gcc.gnu.org/onlinedocs/gcc-4.2.4/cpp.pdf [consultado en agosto 2019].

[4] O'Reilly, *An introduction to regular expressions*. Disponible en: https://www.oreilly.com/ideas/an-introduction-to-regular-expressions [consultado en agosto 2019].

Caracterización de antenas inteligentes para cosecha de energía en las bandas de radiofrecuencia

Ulises Lomelí Urenda
Instituto Tecnológico de Aguascalientes
Av. Adolfo López Mateos #1801 Ote.
Fracc. Bona Gens, C.P. 20256
Aguascalientes, Aguascalientes
urenda.ul@gmail.com

Asesor: Enrique Stevens Navarro
Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Facultad de Ciencias
Av. Chapultepec # 1570, Col. Privadas del Pedregal
C.P. 78295, San Luis Potosí, San Luis Potosí
estevens@galia.fc.uaslp.mx

Resumen — Las técnicas de cosecha de energía en las bandas de radiofrecuencia permiten aprovechar las ondas electromagnéticas que viajan en el espacio libre y convertirlas en energía eléctrica utilizable para electrónica de bajo consumo. Este artículo presenta la caracterización del dispositivo POWERCAST-P2110CSR, tarjeta de desarrollo que comprueba el principio básico de cosecha de energía inalámbrica cuya frecuencia de recepción de señales es de 915MHz. Se hicieron 225 mediciones para determinar el comportamiento de las antenas PCB a 915Mhz, y 225 mediciones para observar el tiempo de carga de un capacitor incluido en la tarjeta.

Palabras clave — Cosecha de Energía Radiofrecuencia, Antena Parche, Powercast P2110-CSR.

Abstract — The techniques of energy harvesting in the radiofrequency bands allow us to take advantage of the electromagnetic waves that travel in free space and convert them into electrical energy usable for low power electronics. This paper presents the characterization of the device POWERCAST-P2110CSR, a development card that includes the basic principles of the wireless energy harvesting and the frequency of reception of 915MHz signals. 225 measurements were made to determine the behavior of the PCB antennas at 915 MHz, and 225 measurements to observe the charging time of a capacitor included in the card.

Keywords — Radio Frequency Energy Harvesting, Patch Antenna, Powercast P2110-CSR.

I. INTRODUCCIÓN

Con la llegada de las comunicaciones inalámbricas, los dispositivos móviles necesitan menos de una conexión física o cableada. Sin embrago, estos dispositivos presentan una limitación energética. Lo mismo sucede con los sensores que interactúan con el Internet de las Cosas, necesitan de una alimentación aún más independiente[1]. La idea de recolección o cosecha de energía consiste en irradiar energía inalámbrica hacia el espacio, recuperarla y convertirla en forma de corriente directa (CC) utilizable. Esto cubriría la demanda de fuentes de alimentación para los diversos dispositivos electrónicos de bajo consumo[2].

Mediante una antena de radiofrecuencia (RF) se obtienen las ondas electromagnéticas, las cuales pasan a una red de acoplamiento de impedancias para maximizar la potencia recibida y así pasar al convertidor de radiofrecuencia incidente a CC que se será almacenada en un componente de almacenamiento de energía[3].

II. MARCO TEÓRICO

El principio de cosecha de energía inalámbrica en la bandas de RF consta de dos grandes etapas básicas. Inicialmente, una etapa de transmisión donde se generan las ondas electromagnéticas que serán enviadas por una antena espacio al libre, dependiendo de la potencia con la cual se genera la señal será la distancia a la que podrá ser recibida. La segunda etapa consta de la recepción de la señal, para esto se tiene una antena que será la encargada de recibir las ondas electromagnéticas. Esas ondas pasan por un acoplador de impedancias para conseguir la máxima transferencia de energía, para después pasar a un rectificador de voltaje y convertir señales de RF a CC. Finalmente se termina con un gestor de energía que es un circuito el cual administra la energía y la permite usar en equipos que necesiten de baterías. Ver figura 1.

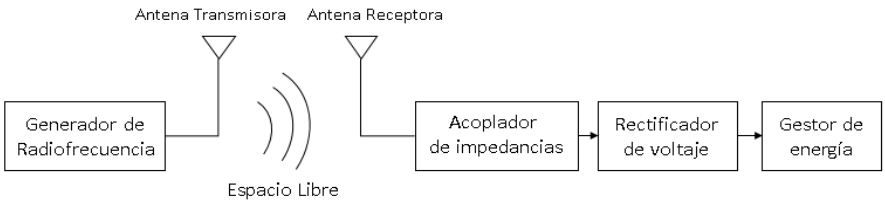


Fig. 1. Principio de cosecha de energía inalámbrica.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

En el prersente trabajo se utilizó una placa de evaluación con sus antenas para probar y captar energia de RF con el receptor Powerharvester P2110. El POWERCAST P2110-SCR convierte la energía de RF (ondas de radio) en energía de CC y la almacena en un capacitor para proporcionar una salida de voltaje regulado intermitente [4].

La antena dipolo PCB de 915 MHz es una antena plana y tiene el conector SMA de RF ubicado en la parte inferior de la antena, es de tipo omnidireccional polarizada verticalmente y tiene un patrón de energia de 360°, así como una ganancia de 1.0 dBi[4].

La antena parche PCB de 915MHz es una antena que tiene dos capas y el conector de RF ubicado en la parte posterior de la antena, es de tipo direccional polarizado verticalmente con un patrón de energía de 22° horizontal y 68° vertical así como una ganancia de 6.1dBi[4].

La tarjeta de desarrollo ofrece varias configuraciones dependiendo de lo que el usuario desee. Para este experimento la tarjeta cuenta con la siguiente configuración:

El area indicada como S1se encuentra en la posición de 4.1V, el area S2 en la posición VOUT y finalmente el area S3 en la posición VCC. La medición se hizo desde el punto de prueba llamado VOUT. Ver figura 2.

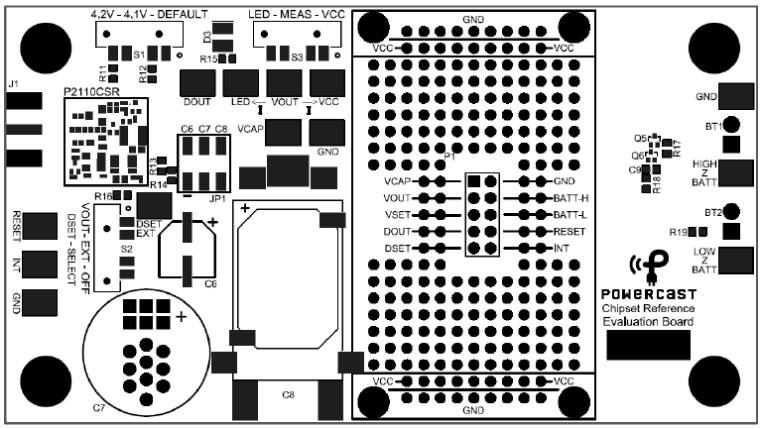


Fig. 2. Diagrama de la tarjeta POWERCASTP2110-CSR.

Para la caracterización de la tarjeta POWERCAST2110-CSR con sus antenas se realizaron pruebas de recepción y transmisión con una señal de salida de 915MHz a una potencia de 20dBm. Para conocer que tanta potencia se estaba recibiendo por parte de la antena dipolo se utilizó el dispositivo Thurlby Thandar Instruments PSA2701T. Este es un analizador de espectro portátil que abarca frecuencias de 1MHz a 2700Mhz[5]. Cuenta con un conector SMA (SubMiniature version A) en la parte superior en el que se colocaba la antena receptora como se muestra en la figura 3.

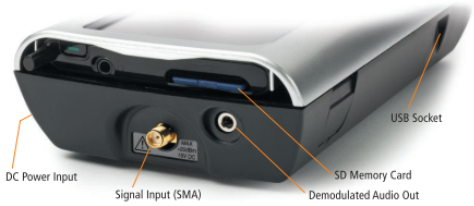


Fig. 3. Entradas y salidas del analizador de espectro[5]**.**

La antena emisora se conectó al generador de señales de RF KEYSIGHT modelo N9310A con rango de frecuencia de 9KHz a 3.0GHz y un rango de amplitud de -127dBm a 20dBm[6], ver figura 4-a.

a) b)

Fig. 4. a) Generador de señales de radiofrecuencia KEYSIGHT N9310A[6]**,**
b) Osciloscopio Textronix TDS2012C[7].
(La imagen no corresponde al modelo utilizado)

Los tiempos de carga del capacitor se midieron con el osciloscopio TEXTRONIX TDS2012C, cuyo ancho de banda es de 100MHz y una frecuencia de muestreo de 2GS/s. Ver figura 4- b).

El experimento consta de una serie de mediciones en distancias desde los 10 cm hasta los 90 cm. 9 mediciones se realizaron con el osciloscopio para observar el tiempo de carga del capacitor localizado en la tarjeta POWERCASTC 2110-CSR y 9 mediciones con el analizador de espectro portátil para conocer la potencia recibida por parte de la antena dipolo. Se colocó el generador de funciones con la antena parche en una mesa la cual tenía el suficiente espacio hacia al frente para poder alejar la tarjeta sin problemas. Se utilizó una hoja de papel bond cuadriculado para marcar medidas cada 10 cm hasta los 90 cm y que funcione como guía para colocar la tarjeta a la distancia deseada. Ver figuras 6 y 7.

El generador de señales de RF cuenta con un botón el cual permite encender y apagar la señal de radiofrecuencia. Para el caso de las medidas del tiempo de carga en el capacitor, este botón se utilizó para cargar y descargar el capacitor, de modo que la tarjeta se colocaba en cierta distancia, se encendía la señal de radiofrecuencia, se tomaba la medición en el osciloscopio y se apagaba la señal. El proceso se repetía de la misma manera con las diferentes distancias establecidas. Ver figura 5-a.

Para la medición de la potencia de la antena recibida por parte de la antena dipolo, de igual manera el analizador de espectro se colocaba en la posición deseada y a partir de ahí se obtenían los valores máximos y mínimos que el este mismo arrojaba. Ver figura 5-b.

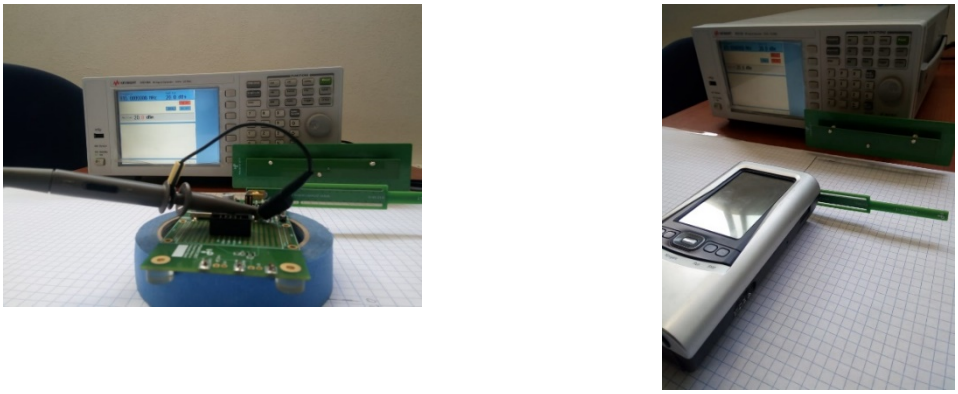


Fig. 5. a) Prueba de distancia con la tarjeta POWERCAST, b) Prueba de distancia con el analizador de espectro.

El experimento se repitió 25 veces intentando replicar de manera precisa el escenario de las mediciones, esto debido a que fueron en días distintos. Se habla de 25 mediciones en cada posición tanto para la captura del tiempo de carga del capacitor así como la potencia recibida en la antena dipolo. Con un total de 450 mediciones, los resultados que se presentan a continuación proyectan de manera fiable el comportamiento de las antenas y la tarjeta de evaluación.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se muestra la comparación entre la distribución de la potencia recibida en dBm y la potencia recibida en Watts con respecto a la distancia. Se ha utilizado un diagrama de cajas para su mejor análisis e interpretación visual.

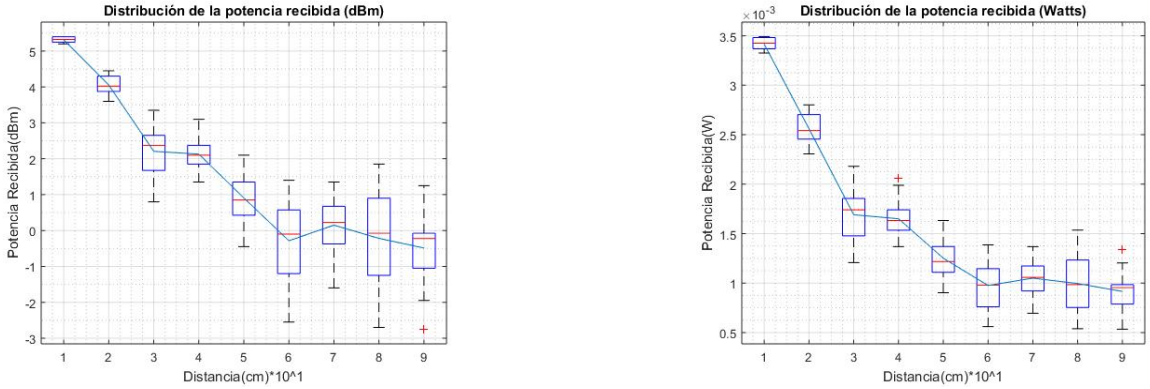


Fig. 6. a) Distribución de la potencia en dBm recibida respecto a la distancia, b) Distribución de la potencia en Watts respecto a la distancia.

En la figura 6-a se observa el comportamiento de recepción que tiene la antena PCB dipolo de 915MHz conforme varia la distancia. El diagrama de caja permite ver la relación que tienen las 25 mediciones realizadas en cada distancia. Como se nota en la distancia de 10cm, los valores son muy cercanos entre sí, indicando que en 10cm la potencia recibida es bastante similar entre cada prueba realizada. Así se observa como en algunas distancias los valores se alejan de la mediana (línea roja). Si se traza una línea que pase por cada mediana, se puede observar una gráfica la cual se puede definir como el comportamiento que tiene la antena al momento de recibir las señales de RF. El comportamiento es el lógico esperado debido a que a mayor distancia, menor potencia recibida, sin embargo se observa que hay una clara tendencia en la distancia de 60cm a incrementar la potencia recibida.

En la figura 6-b de igual manera se observa el comportamiento de la potencia recibida, pero esta vez en términos de watts, por lo que las gráficas son similares solo que con escala diferente.

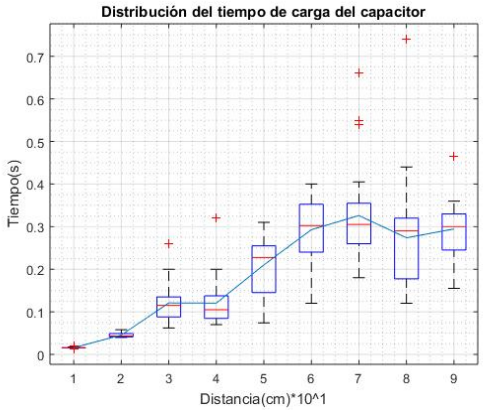


Fig. 7. Tiempos de carga del capacitor respecto a la distancia.

Para los tiempos de carga del capacitor, el proceso de medición fue igual al anterior con las potencias, solo que ahora desde la terminal VOUT de la tarjeta se midió con el osciloscopio los tiempos de carga del capacitor en cada distancia.

La figura 7 muestra el comportamiento corresponde a lo esperado, a mayor distancia el tiempo en cargarse aumenta debido a que la potencia recibida es menor. Como se observa este comportamiento es el graficado, a excepción en la distancia de 80cm cuya tendencia parece disminuir o empezar a estabilizar un tiempo de carga, que sin duda seguiría disminuyendo conforme la distancia incrementa.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La importancia que tiene la cosecha de energía en la bandas de radiofrecuencia (o en general de otras maneras) radica en las aplicaciones y los dispositivos que podrían incorporar estos tipos de tecnología. Si bien en este artículo se presenta la caracterización de un dispositivo que prueba este principio, de aquí se puede partir para diseñar y construir prototipos que mejoren ciertos aspectos de la tarjeta POWERCASTP2110-CSR. Como se puede ver en los experimentos realizados se está transmitiendo a energía a una distancia de casi un metro, contemplado que la señal transmitida es de 20dBm (.1W) esto debido a la capacidad del generador de señales de radiofrecuencia. Como se observa, si se aumenta la potencia tendríamos mayor distancia de transmisión. Así como este detalle, existen otros como por ejemplo el lugar donde se realizó el experimento que no aislaba el ruido que pudiera introducirse, o algunos errores de lectura o captura de datos los cuales afectan a la evaluación de la tarjeta y sus antenas.

Las oportunidades a partir de este trabajo realizado pueden ser las siguientes:

-Diseño y construcción una antena multi-banda para aumentar el rango de recepción: La versatilidad de poder recibir más frecuencias aumentaría la cantidad de potencia a recibir, pudiendo trabajar en distintas bandas y distintos lugares.

-Diseño de un circuito rectificador para múltiples frecuencias: Al menos la tarjeta POWERCAST P2110-CSR está diseñada para convertir las ondas electromagnéticas que se encuentran en la frecuencia de 915MHz, imposibilitando la oportunidad de acoplar antenas de otras bandas.

VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco a la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y al Instituto Tecnológico de Aguascalientes por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

REFERENCIAS

[1] S. Rocke, “Out-of-band radiation: Opportunities for antenna-based RF energy harvesting in wireless devices?,” *2015 IEEE Online Conf. Green Commun. OnlineGreenComm 2015*, pp. 53–58, 2016.

[2] G. Srinivasu, V. K. Sharma, and A. Nella, “A Survey on Conceptualization of RF Energy Harvesting,” no. February, 2019.

[3] Q. Cui, C. Zhang, Y. Guo, Y. Zhang, Y. Zhang, and F. Yuan, “A 1.8V Output RF Energy Harvester at Input Available Power of-20 dBm,” *2018 IEEE 3rd Int. Conf. Integr. Circuits Microsystems, ICICM 2018*, pp. 33–37, 2018.

[4] P. Powerharvester and C. Reference, “P2110CSR-EVB P2110CSR-EVB,” vol. 1, pp. 1–4, 2012.

[5] P. Series, “PSA-T series RF Spectrum Analyzers Big on performance Small on size and cost,” *Spectrum*.

[6] K. Technologies, “Keysight N9310A RF Signal Generator 9 kHz to 3.0 GHz Data Sheet.”

[7] W. S. Melrose, “TBS1000 Series Digital Storage Oscilloscopes User Manual.”

Caracterización de la cadena de suministro de medicamentos y vacunas

José de Jesús Ledesma Guerrero
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato – Silao km 12.5
is15110115@es.itesi.edu.mx

Asesor: Daniel Armando Aguirre Ibarra
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato – Silao km 12.5
armando.aguirre@itesi.edu.mx

Resumen — El presente trabajo tiene como finalidad el iniciar la caracterización de la cadena de suministro de medicamentos y vacunas en los hospitales públicos ubicados en el Estado de Guanajuato. Se realizó una investigación documental para identificar los elementos de una cadena de suministro en el ramo de salud, así como los riesgos de la misma. Además, se realizó el registro de los Centros de Atención Integral en Servicio Esenciales de la Salud (CAISES). Como resultado se obtuvo la matriz de distancias entre los CAISES, esto es de importancia para los trabajos de ruteo vehicular (VRP) y para encontrar la ruta óptima en el proceso de distribución por medio del modelo del agente viajero (TSP).

Palabras clave — Suministro, Medicamentos, Guanajuato.

Abstract — This wok has as objective to start the characterization of the supply chain of medicines and vaccines in public hospitals located in the state of Guanajuato. A documentary research was conducted to identify the elements of supply chain which belong to health sector, as well as the main risks of this. In addition, a complementary search was carried out to identify the Centros de Atención Integral en Servicios Esenciales de la Salud (CAISES).In the results section, the distance matrix between the CAISES was obtained, this is significant for vehicular routing work (VRP) and to find the optimal route in the distribution process through the traveling agent model (TSP)***.***

Keywords — Supply, Medicines, Guanajuato.

I. INTRODUCCIÓN

El problema de asignación de rutas (VRP) hace referencia a aquellos problemas en donde existe un conjunto de rutas para una serie de vehículos que tiene como origen uno o varios depósitos que presentan una ubicación geográfica y deben cumplir con atender un número de clientes o ciudades. [1].

Algunos investigadores han calificado, medido y pronosticado los riesgos en un nivel general, lo cual implica considerar varios tipos de riesgos en el proceso logístico y no solamente un específico riesgo. [2]. Por otra parte, los riesgos se incrementan cuando los problemas aumentan en la cadena de suministro de las vacunas y esta es de mayor dimensión. [3].

En la tabla no. 1 se describen los problemas clave de la Cadena de Suministro de las Vacunas. [4].

Tabla 1. Problemas clave y riesgos de la cadena de suministro de las vacunas.

Dimensión Evaluada.	Características de la red [5].	Incertidumbre [6].	Medidas de Rendimiento [7].
Problemas clave de la cadena de suministro de las vacunas.	1.- Procesos a la par del producto. 2.-Regulación de requisitos para la ubicación de las instalaciones. 3.- Regulación de los requisitos para capacidad de producción planeada 4.- Vida útil limitada. 5.-Distribución de la Cadena de Frio.	1.- Enfermedades y epidemias 2.- Licitaciones. 3.-Tiempo de entrega variado. 4.- Alteración de las instalaciones. 5.-Alteración del transporte.	1.-Reacción. 2.-Disponibilidad de las vacunas. 3.-Equidad.

Ampliando la información sobre problemáticas clave que limitan el desempeño de la cadena de frio [8] se tiene que es:

1.-Capacidad insuficiente de la cadena de frio.

2.-Carencia de la última tecnología o equipo óptimo.

3.-Monitoreo inadecuado de la temperatura y mantenimiento de los sistemas.

Sumado a estos puntos el autor García et all [9], menciona que dentro del problema de incertidumbre de la cadena de suministro implica el tener un solo proveedor.

Además, también los autores Maxiell y Gareya [7] detallan cinco métricas importantes a considerar dentro de la cadena de suministro: fiabilidad, responsabilidad, flexibilidad, y el recurso de valor. Igualmente es importante tener indicadores que evalúen el desempeño de los proveedores y no solo tener un solo proveedor [2].

A partir del 2011 los Organismos Internacionales que regulan el comercio fortalecieron los conceptos de security y safety para disminuir el riesgo de interrupción de la cadena de suministro. Estas empresas crearon sistemas de gestión centrados en la seguridad y el aseguramiento de las actividades logísticas de la cadena de suministro. [10] Conocidos como sistemas de gestión ISO (9000 y 28000) buscan fortalecer los procesos estratégicos logrando garantizar la satisfacción del consumidor en términos de cantidad, calidad, tiempo y costos. [10].

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La información sobre las características y riesgos en la cadena de suministro de medicamentos y vacunas se obtuvo de bases de datos como Elsevier y Emerald Insight.

Las coordenadas fueron obtenidas usando Google Maps a partir de una base de datos de Secretaría de Salud. El cálculo de las distancias fue por medio de distancias euclidianas y se utilizó el software Octave.

III. RESULTADOS

En las tablas 2 y 3 se muestran fragmentos de los resultados de las distancias registradas en kilómetros entre los CAISES y las coordenadas respectivamente.

Tabla 2. Distancias.

0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0	156	171	132	114	108	100	98.7	93.4	92.4	84	140	88.6
1	156	0	3.1	119	64.4	55.9	86.7	92.8	72.9	65.4	70	166	194
2	171	3.1	0	128	66.4	64.7	95.5	94.8	81.7	74.3	67.1	175	177
3	132	119	128	0	68.6	72.9	39.3	46.7	50.4	49.4	65.6	48	77.2
4	114	64.4	66.4	68.6	0	38.3	34.1	23.8	31.4	30.2	48	113	125
5	108	55.9	64.7	72.9	24.3	0	38.3	29.3	24.4	18	32	118	120
6	100	86.7	95.5	39.3	34.1	38.3	0	8	16.6	15.6	31.8	84.8	111
7	98.7	92.8	94.8	46.7	23.8	29.3	8	0	7.5	12.3	29.6	92.5	110
8	93.4	72.9	81.7	50.4	25.8	24.4	16.6	7.5	0	7.1	26	95.8	104
9	92.4	65.4	74.3	49.4	30.2	18	15.6	12.3	7.1	0	17.7	94.9	105
10	84	70	67.1	65.6	43.1	32	31.8	29.6	26	17.7	0	104	93.6
11	140	166	175	48	113	118	84.8	92.5	95.8	94.9	104	0	55
12	88.6	194	177	77.2	125	120	111	110	104	105	93.6	55	0

Tabla 3. Coordenadas.

No.	Municipio.	Unidad.	Coordenadas.
3	San Miguel Allende.	AISES San Miguel de Allende.	20.894321, -100.752626
4	Apaseo el Alto.	CAISES Apaseo El Alto.	20.462119, -100.620716
5	Celaya.	CAISES Rincón De Tamayo.	20.420963, -100.759114
6		CAISES San Juan De La Vega.	20.626895, -100.760316
7		CAISES San Miguel Octopan.	20.573847, -100.746544
8		CAISES Col. Emiliano Zapata.	20.551572, -100.782798
9		CAISES Celaya.	20.529349, -100.825587
10	Cortázar.	CAISES Cortázar.	20.488789, -100.964436

IV. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

El resultado obtenido (matriz de distancias) es importante para iniciar los trabajos de caracterización de la cadena de suministro y también para analizar los riesgos potenciales en la distribución. Ahora se trabajará con la evaluación de la localización de los centros de distribución por medio de contrastar la información real contra un modelo de minimización de distancias.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Si bien, en el presente trabajo solo se logró obtener los resultados de la primera etapa, aún falta terminar la caracterización. El reto es obtener la información sobre la recepción de los insumos, aunque es información pública no está disponible de una manera accesible, se debe solicitar por medio de los portales de transparencia lo cual ya se inició.

VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato y al Comité Organizador del Verano de la Ciencia, Región Centro por la oportunidad y facilidades para la realización de la estancia de verano.

REFERENCIAS

[1] E. A. Bermeo Muñoz y J. H. Calderón Sotero. Diseño de un modelo de optimización de rutas de transporte. Redalyc 2009. Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47811604005. Consultado en Julio 2019.

[2] J. L. García, A. Alvarado, A. A. Maldonado Macías. Selección de proveedores basada en análisis dimensional. PP. 251-252. Disponible en: https://doi.org/10.1016/S0186-1042(13)71229-4. Consultado en Julio 2019.

[3] Evelot Duijzer, W. Van Jaarsveld, Rommert Dekker. The vaccine Supply Chain. European Journal of Operational Research. 2018. Disponible en: https://doi.org/j.ejor.2018.01015. Consultado en Julio 2019.

[4] Lemmens S., Decouttere C., Nico Vandaele, M. Bernuzzi. A review of integrated supply chain network design models: Key issues for vaccine supply chains. Chemical Engineering Research and Design. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.cherd.2016.02.015. Consultado en Julio 2019

[5] Schmidt, G., Wilhelm, W.E., 2000. Strategic, tactical and operational decisions in multi-national logistics networks: a review and discussion of modelling issues. Int. J. Prod. Res. 38, 1501–1523.Disponible en: http://dx.doi.org/10.1080/002075400188690. Consultado en Julio 2019.

[6] Klibi, W., Martel, A., Guitouni, A., 2010. The design of robust value-creating supply chain networks: a critical review. Eur. J. Oper. Res. 203, 283–293, Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2009.06.011. Consultado en Julio 2019.

[7] Meixell, M.J., Gargeya, V. B. Global supply chain design: a literature review and critique. Transp. Res. E: Logist. Transp. Rev. 41, 531–550, Disponilbe en: http://dx.doi.org/10.1016/j.tre.2005.06.003. Consultado en Julio 2019.

[8] Ashok A., Brison M., LeTallec Y. Improving cold chain systems: Challenges and solutions. Vaccine (2016). Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.vaccine.2016.08.045. Consultado en Julio 2019.

[9] Min Huanga, Jun Tua, Xiuli Chaob, Delong Jina, Quality Risk in Logistics Outsourcing: A Fourth Party Logistics Perspective, European Journal of Operational Research (2019), Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.01.049. Consultado en Julio 2019.

[10] J. S. Rojas Amaya. Elementos para la integración de sistemas de gestión y su importancia en la cadena de productiva del transporte de carga terrestre en Colombia. Suma de negocios. Vol. 5(12) pp 136-137. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.neucir.2013.12.001. Consultado en Julio 2019.

Caracterización de un mineral de la región centro de Coahuila como precursor de compuestos de interés general

Lizbeth Valdez Cardiel
Instituto Tecnológico de Aguascalientes
Av. Adolfo López Mateos #1801 Ote. Fracc. Bona Gens, C.P. 20256 Aguascalientes, Ags.
liz.vc@outlook.com

Asesor: Manuel García Yregoi
Universidad Autónoma de Coahuila
Carretera 57 Km 5, Los Bosques, C.P. 25710 Monclova, Coah.
ma_ga_i@yahoo.com

Resumen — Muestras de un mineral desconocido de la región centro de Coahuila, fueron trituradas, molidas hasta un tamaño de 200 mallas, posteriormente fueron tratadas con ácido clorhídrico al 5, 10 y 15% y con vinagre al 5, 10, 15 y 100%, para la limpieza del mineral y poder utilizarlo posteriormente como precursor de compuestos de interés general. Las muestras obtenidas fueron caracterizadas por difracción de rayos x.

Palabras clave — Mineral, Ácido Clorhídrico, Vinagre.

Abstract —Sample of an unknown mineral from the central region of Coahuila, were crushed, milled up to a size of 200 meshes, subsequently treated with 5, 10 and 15% hydrochloric acid and with 5, 10, 15 and 100% vinegar, to the cleaning of the mineral and being able to use it later as a precursor of compounds of general interest. The samples obtained were characterized by x-ray diffraction.

Keywords — Mineral, Hydrochloric Acid, Vinegar.

I. INTRODUCCIÓN

Entendidos como uno de los recursos naturales más significativos para la vida del ser humano, los minerales y con ellos los metales han servido a lo largo de la historia para aportar innumerables beneficios a la vida del ser humano, único ser vivo que ha logrado dominarlos y conocerlos a fondo para uso personal.

La importancia de los minerales han acompañado y servido al hombre a lo largo de toda su historia, el hombre primitivo utilizaba las piedras como amuletos o de forma ornamental, su extracción ha estado ligada al avance de la civilización humana, y el desarrollo tecnológico de la civilización se relaciona directamente con la evolución en el uso de los metales, tan es así que existe la edad de los metales, que es una época de la prehistoria que empieza con las primeras evidencias de la fundición de cobre [1].

Cuando hablamos de los minerales en relación con el ser humano, encontramos que los vínculos son mucho más profundos de lo que realmente parecen a simple vista. Esto es así debido a que a medida que la vida del ser humano se fue complejizando fue incorporando cada vez más minerales y su uso también se fue haciendo cada vez más eficiente, más complejo, más duradero. Hoy en día no hay posibilidad para el ser humano de vivir sin estos elementos ya que gran parte de nuestra vida cotidiana depende de ello: el modo en que obtenemos los alimentos, las herramientas que utilizamos en todo momento, la tecnología, la construcción de edificios y casas, los valores monetarios, etc.

En áreas comerciales, los minerales adquieren una relevancia fundamental, especialmente en el abordaje financiero. El oro es considerado reserva de valor en numerosas naciones, mientras que la plata es un elemento de menor cuantía, pero de no menor fundamento para los sistemas económicos. En una actividad paralela, como lo es la joyería, las piedras preciosas integran el acervo de preferencia de la mayor parte de los expertos y son en la actualidad generadoras de extensos y durísimos mercados ilegales y tráficos.

Los minerales completan su presencia en la tecnología moderna, con el silicio integrado a los computadores, así como con las piezas de zinc y níquel que forman parte de los recursos de ingeniería. Por lo tanto, la importancia de estos productos se pone de evidencia en los variados aspectos de la vida cotidiana [2].

En el presente proyecto trataremos de identificar los compuestos presentes en un mineral desconocido de la región centro de Coahuila como precursor de compuestos de interés general, así mismo limpiar el mineral de impurezas menores, mediante un ácido inorgánico que habitualmente se acostumbra a usar y como una nueva opción, tratar el mineral con el ácido acético mejor conocido como vinagre.

II. MARCO TEÓRICO

El término mineral es usado para incluir cualquier valor económico que es extraído de la tierra. Tales materiales son rocas, las cuales no son homogéneas en composición química ni física, y forman gran parte de la corteza terrestre.

El procesamiento de minerales puede describirse exhaustivamente como los métodos de procesamiento físico o químico o sus combinaciones, que pueden conducir o no a cambios en las propiedades físicas y / o químicas de un recurso mineral extraído, y que en última instancia resultan en la producción de un mineral procesado, producto que puede estar listo para su uso o ser más adecuado para su posterior procesamiento. [3]

Perforación: (y voladura) es la tecnología para lograr la fragmentación primaria de los minerales "in situ". Este es el punto de partida para la mayoría de los procesos minerales, con la excepción de los minerales naturales en forma de arena y grava.

Trituración y cribado: es la primera etapa de reducción de tamaño controlada en el proceso. Este es el proceso principal en la producción agregada y un proceso de preparación para una mayor reducción de tamaño.

Molienda: es la etapa de reducción de tamaño (húmeda o seca) donde se puede alcanzar el tamaño de liberación para los minerales individuales. Mediante la reducción de tamaño adicional se produce relleno (polvo mineral)

Procesamiento de lodos: incluye las tecnologías para el procesamiento en húmedo de fracciones minerales [4].

Las calizas son rocas sedimentarias que contienen por lo menos 50% de minerales de calcita ($CaCO_3$) y dolomita ($Ca,Mg(CO_3)_2$), predominando la calcita. Cuando prevalece la dolomita se denomina dolomía. La caliza es aglomerante, neutralizante, escorificante y fundente [5].

Calcita ($CaCO_3$): Es un compuesto muy común en toda la corteza terrestre y se estima que ésta se compone de un 4% en peso de calcita. Presenta una variedad enorme de formas y colores, aunque el blanco vítreo es el más común. [6]

III. METODOLOGÍA

Molienda. Se pesaron 3 kg de mineral en una báscula digital marca CTR, además de 9 kg de bolas que se introdujeron en el molino de bolas marca Bico, INC. designándole 4000 vueltas al mismo para realizar la conminución del mineral.

Tamizado. Se introdujeron los 0.675 gr de mineral pulverizado obtenidos en el molino de bolas en un tamizador ro – tap marca Gilson Company, INC. con 6 tamices de prueba de diferente tamaño de malla: 12, 60, 140, 200, 230 y 325 respectivamente. Transcurrido el tiempo de cribado, se clasificó el mineral de acuerdo a los tamaños de partícula obtenidos y se determinó utilizar el mineral de la malla 200.

Agitación magnética. En la campana de extracción se introdujeron 3 matraces con HCl al 5, 10 y 15% + agua destilada + 10 gr de mineral previamente pesado en una balanza analítica marca OHAUS, enseguida se introdujo el magneto al primer matraz y se encendió la plancha de agitación magnética hasta alcanzar una temperatura de 60 - 70 °C que se fue comprobando con un termómetro de laboratorio por media hora. Este procedimiento se repitió con los 2 matraces restantes y con otras 4 soluciones, pero con ácido acético al 5,10,15 y 100% + agua destilada + 10 gr de mineral.

Filtración. Consistió en la separación sólido/líquido de todas las soluciones, cada una realizada con su respectivo equipo para filtración que permitió el paso del líquido y retuvo las partículas sólidas, como se observa en la figura 1. Posteriormente se dejaron secar durante tres días a temperatura ambiente y después se limpiaron los filtros y clasificaron los polvos.

Fig. 1. Filtrado de las soluciones de HCl.

Caracterización. Se pesaron los polvos de manera individual en la balanza analítica, se usó un mortero de ágata para cada uno y se colocaron en el porta muestra e introdujeron al DRX D8 Advance marca Bruker, de forma individual. Además, se introdujo una muestra adicional del mineral sin tratamiento que se muestra en la figura 2.

Fig. 2. Mineral sin tratamiento en el mortero de ágata y en el porta muestras.

IV. RESULTADOS

El tamaño de malla utilizado fue adecuado para el tratamiento del mineral con soluciones ácidas. En la figura 3 que se presenta a continuación, se muestran los pesos del mineral después de que fue tratado con ácido clorhídrico y con ácido acético (vinagre).

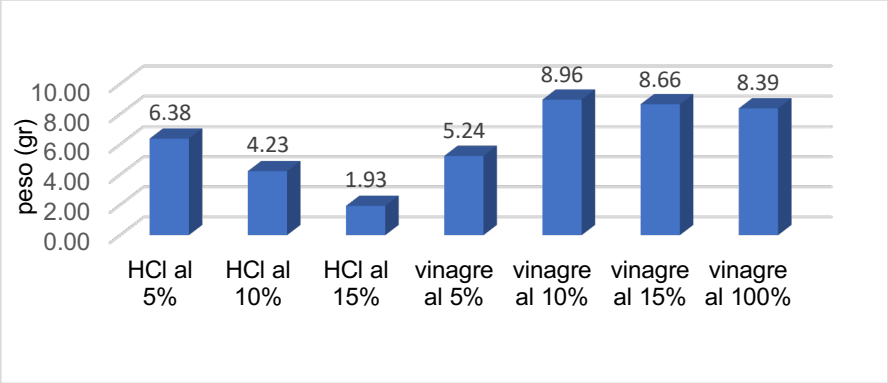


Fig. 3. Pesos del mineral en gramos después de que fue tratado con ácido clorhídrico y vinagre.

Los resultados obtenidos en el DRX se mostraron y graficaron en el programa DIFRACT PLUS y posteriormente se condensaron en el programa MATCH.

En la figura 4 se muestran los difractogramas del mineral en cuestión tratado con ácido clorhídrico: la línea superior color verde representa los picos del mineral sin tratamiento, la línea azul corresponde al mineral tratado con HCl al 5%, la roja corresponde al mineral tratado con HCl al 10% y la negra al mineral con HCl al 15%. Podemos observar en estos difractogramas un comportamiento muy parecido. Analizando los picos obtenidos con el software Match, observamos que corresponden a la fase carbonato de calcio ($CaCO_3$), identificada con el software, como calcita con una estructura hexagonal con numero de entrada 96 900 09 66.

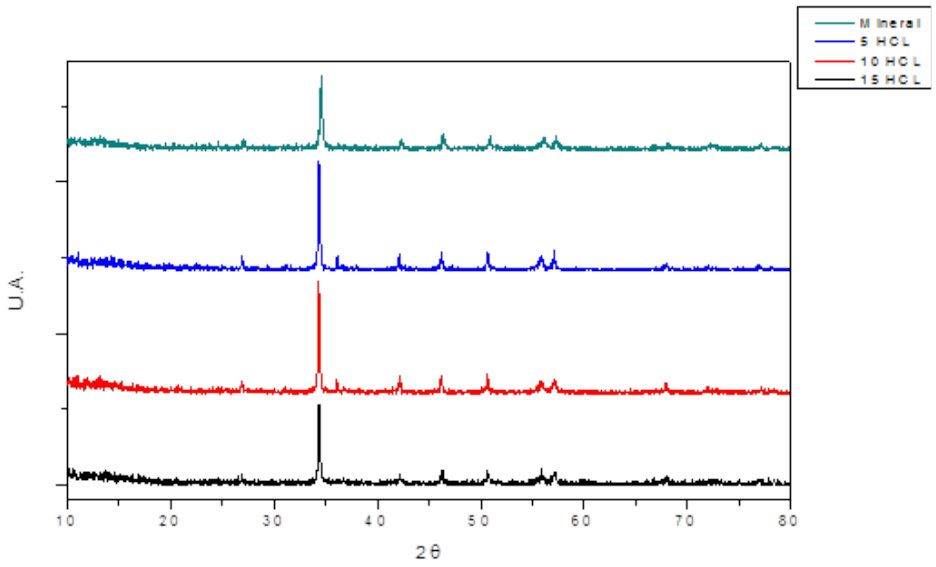


Fig. 4. Difractogramas en los cuales las líneas de arriba hacia abajo indican: mineral sin solución, mineral con HCL al 5%, mineral con HCL al 10% y mineral con HCL al 15%.

La figura 5 incluye los difractogramas correspondientes al mineral tratado con ácido acético (vinagre): la línea superior color rosa representa al mineral sin tratamiento, la verde corresponde al mineral tratado con vinagre al 5%, la línea azul corresponde al mineral tratado con vinagre al 10%, la roja corresponde al mineral tratado con vinagre al 15 % y la negra es el difractograma del mineral tratado con vinagre al 100%, es decir sin diluir en agua. Podemos observar que al igual que el tratamiento con ácido clorhídrico, con el vinagre se observa la misma presencia de picos característicos correspondientes a la fase calcita.

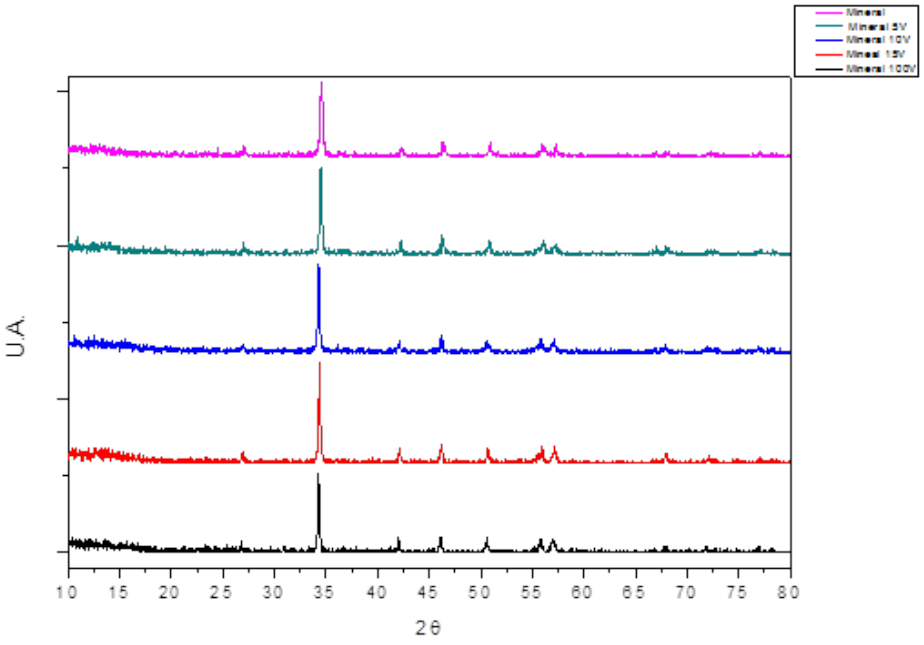


Fig. 5. Difractogramas en los que las líneas de arriba hacia abajo indican: mineral sin solución, mineral con vinagre al 5%, mineral con vinagre al 10%, mineral con vinagre al 15% y mineral con vinagre al 100%.

En ninguno de los casos observamos la presencia de otros compuestos. Es un material con gran contenido de $CaCO_3$. Se observa que es un compuesto altamente estable a las soluciones de ácido clorhídrico diluidas. También es estable en presencia de ácido acético aún sin diluir

V. CONCLUSIONES

La región centro de Coahuila es rica minerales con compuestos de interés industrial y comercial.

El procesamiento de minerales es primordial para poder determinar la composición química del mineral.

El estudio en DRX nos permitió determinar que el mineral estudiado es rico en calcita.

La calcita presente en el mineral es altamente estable en presencia de ácido clorhídrico diluido y en ácido acético, aún sin diluir.

Esta investigación continua ya que el compuesto encontrado se utilizará para tratar de formar ferrita de calcio.

VI. RECONOCIMIENTOS

Agradezco al programa del 21° Verano de la Ciencia Región Centro por haberme brindado esta oportunidad de crecimiento profesional y personal. También al Instituto Tecnológico de Aguascalientes, por el apoyo otorgado para realizar la estancia. A la Facultad de Metalurgia de la Universidad Autónoma de Coahuila, por las facilidades brindadas para llevar a cabo esta investigación y, sobre todo, a los profesores investigadores de la facultad por compartirme sus conocimientos, brindarme su tiempo y permitirme formar parte de este proyecto.

REFERENCIAS

[1] (2017) minerales web. [En línea]. Disponible en: https://mineralesweb.wordpress.com/2017/01/15/la-importancia-de-los-minerales/.
[2] (2016) importancia [En línea]. Disponible en: https://www.importancia.org/minerales.php
[3] C. K. Gupta, *Chemical Metallurgy: Principles and Practice,* J. W. &. Sons, Ed., India: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2006.
[4] Metso, *Basics in Minerals Processing*, M. Minerals, Ed., Helsinki: Metso Corporation, 2018.
[5] Coordinación general de minería, “Perfil de mercado de la caliza” [En línea]. Disponible en: https://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/minero/pm_caliza_1013.pdf
[6] H. M. Ramón, “Minerales Carbonatados” [En línea]. Disponible en: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/13677/carbonatos%20revisado%20definitivo.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Caracterización microestructural de una ferrita

Pablo Herbey Salazar Hernández
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de Metalurgia
Carretera 57 km. 5. Monclova, Coahuila
pablosalazar1516p@live.com.mx

Yadira Marlen Rangel Hernández
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de Metalurgia
Carretera 57 km. 5. Monclova, Coahuila
yarangelh@uadec.edu.mx

Resumen — La microestructura de los materiales tiene una fuerte influencia en sus propiedades debido a esto la importancia que hoy en día se le da. Las ferritas son materiales cerámicos ferromagnéticos que son de gran interés por sus aplicaciones en tecnologías de manejo de la alta frecuencia, debido a su baja conductividad, así como a su baja pérdida de corriente. La ferrita se obtuvo inicialmente empleando el proceso hidrotérmico a partir de precursor de mineral de celestita y nitrato de hierro en un medio alcalino empleando una relación molar de los iones Fe/Sr de 2.97 a 220°C a 4.5 h. La microestructura se observó en un microscopio electrónico de barrido (SEM).

Palabras clave — microestructura, ferrita, estroncio.

Abstract — The microstructure of materials has a strong influence on their properties due to this the importance that is given today. Ferrites are ferromagnetic ceramic materials that are of great interest for their applications in high frequency handling technologies, due to their low conductivity, as well as their low current loss. The ferrite was initially obtained using the hydrothermal process from a precursor of celestite ore and iron nitrate in an alkaline medium using a molar ratio of Fe / Sr ions from 2.97 to 220 ° C at 4.5 h. The microstructure was observed in a scanning electron microscope (SEM).

Keywords — microstructure, ferrite, strontium.

I. INTRODUCCIÓN

Las Ferritas hexagonales por lo general son materiales duros (ciclos de histéresis anchos), por lo que son usados habitualmente como imanes permanentes. Esto unido a la poco costosa elaboración de estos materiales y la facilidad de darles cualquier forma a partir de granos de este material los hace muy usados.

Existen diferentes técnicas que se emplean en la síntesis de ferritas de estroncio, dentro de los cuales están el método cerámico, vitro-cerámico, el de co-precipitación, por sol-gel, de combustión y el proceso Hidrotérmico [1]. El proceso hidrotérmico fue desarrollado de manera análoga al proceso de formación de un mineral en la corteza terrestre, que ocurre bajo condiciones específicas de elevada temperatura y presión en presencia de soluciones ácidas y básicas, este proceso se ha aplicado en diferentes ramas de la ciencia y tecnología, lo que ha permitido la evolución de diversas técnicas relacionadas con el mismo [2-5].

Por otra parte, el mineral Celestita (sulfato de estroncio $SrSO_4$), se encuentra en la naturaleza principalmente en forma de nódulos o agregados policristalinos, y como material alojado en las grietas de rocas sedimentarias como carbonatos, yesos, arcillas, entre otras [2]. Los depósitos de celestita que se explotan en la actualidad suelen tener una ley alta de $SrSO_4$. México es un país rico en mineral de Celestita, Coahuila es el principal productor.

En la actualidad, se sintetizan diferentes compuestos inorgánicos de estroncio tales como, carbonato de estroncio, fluoruro de estroncio, cromato de estroncio y ferritas de estroncio [6-7].

II. MARCO TEÓRICO

Las ferritas hexagonales fueron descubiertas en el laboratorio de Philips en 1952. HPJ Wijn y J. Smit discuten las propiedades de ferritas hexagonales en su libro titulado "Las ferritas". La estructura de ferrita hexagonal es mucho más compleja en comparación con espinela y otras ferritas. Su estructura se puede describir con único eje c de la estructura hexagonal. En las ferritas hexagonales, la dirección de magnetización no puede ser alterada fácilmente a otro eje. Las ferritas hexagonales se clasifican en seis categorías sobre la base de su estructura cristalina y la fórmula química. Estas clases son M-tipo, U-tipo, de tipo W, de tipo X, Y-tipo, y de tipo Z. De tipo M ferritas hexagonales se han utilizado como imanes permanentes, medios de registro magnético de alta densidad y dispositivos de ondas milimétricas.

El magnetismo de las ferritas tipo M $Fe_{12}O_{19}$ se debe a los iones Fe (III), portadores de un momento de 5 |XB; estos se alinean paralela o anti paralelamente por interacción de canje. Cuando los espines se encuentran en paralelo, todos los cationes de la misma posición cristalográfica constituyen una submatriz ferromagnética. La interacción entre iones vecinos de submatrices diferentes se debe a supercanje mediante el oxígeno. La teoría predice que los momentos iónicos se inclinan a ser antiparalelos cuanto más se aproxima a 180° el ángulo Fe-O-Fe y menor sea la distancia Fe-O-Fe.

La mayoría de las investigaciones actuales sobre las ferritas tratan sobre el mejoramiento de determinadas propiedades de este material en dependencia de su empleo potencial, ya sea modificando los diferentes métodos de obtención (síntesis hidrotérmica, método del precursor, cristalización de precursores vítreos, coprecipitación, técnicas de sol-gel, síntesis por técnicas de autocombustión, mezclado a altas energías y método cerámico tradicional), o actuando directamente en su estructura mediante la utilización de dopantes, sobre la cual se han realizado numerosos trabajos

Dentro de los métodos de obtención mencionados para la ferrita se encuentra la síntesis hidrotermica o Metodo hidrotermico, Birappa y Yoshimura, 2001 definieron el método hidrotérmico como cualquier reacción química en presencia de un solvente acuoso o no acuoso arriba de la temperatura ambiente y una presión mayor a una atmosfera en un sistema cerrado. El método hidrotérmico se ha considerado como uno de los mejores métodos para la preparación de nanopartículas que tiene las ventajas de baja temperatura de reacción, la exención de una nueva calcinación, bajo coste y respeto al medio ambiente [5].

III. METODOLOGÍA

La síntesis hidrotérmica se llevó a cabo utilizando nitrato de hierro nonahidratado $Fe(NO_3)3 * 9H_2O$, 98% de Sigma-Aldrich). Como precursor del ion estroncio se utilizó mineral de celestita de ley de $SrSO_4$ de 90% con diferente tamaño de partícula ≤ 37 µm, se

usó hidróxido de sodio ($NaOH$, 97% de Sigma-Aldrich) para preparar el fluido hidrotérmico (solución de $NaOH$).

El polvo de celestita y el de nitrato de hierro se colocaron en el fondo de la autoclave que cuenta con una cámara interna de teflón después se procedió a adicionar la solución de hidróxido de sodio hasta un 70% de llenado y se aplicó una agitación por dos minutos, una vez cerrado el dispositivo de reacción, este se colocó en un horno y se calentó hasta llegar a la temperatura seleccionada para cada tratamiento hidrotérmico, el reactor permaneció en condiciones estáticas por varios intervalos de tiempo de reacción. Al concluir los tratamientos hidrotérmico a 200 °C las autoclaves fueron retiradas del horno y se enfriaron hasta la temperatura ambiente. Los productos de reacción obtenidos se lavaron con agua desionizada y después se secaron a una temperatura de 80 °C por 4 horas.

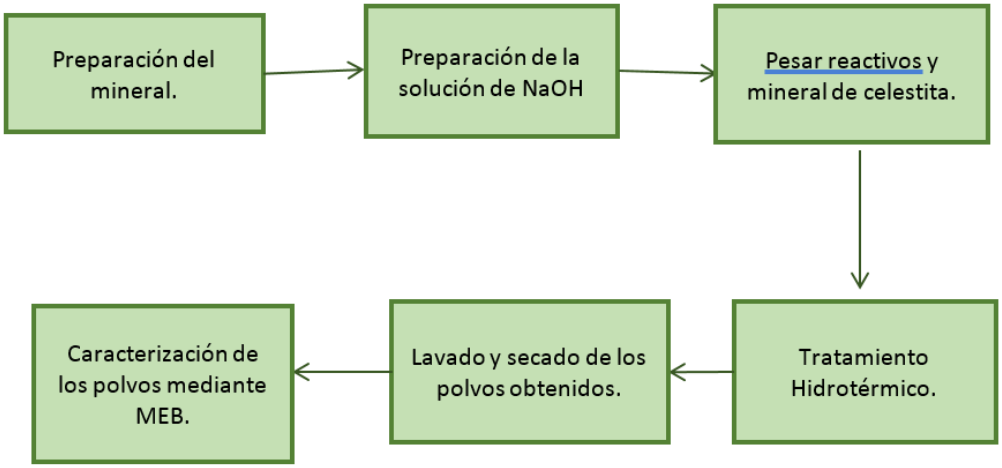


Fig. 1. Diagrama de flujo del desarrollo experimental

IV. CARACTERIZACIÓN

La microestructura y aspectos relacionados con la morfología de los polvos obtenidos en condiciones hidrotérmicas a partir del mineral de celestita se observaron mediante microscopia electrónica de barrido (MEB). Además, se realizaron microanálisis puntuales empleando una microsonda de energía dispersiva (EDS) para determinar de manera cuantitativa la relación estequiométrica de los cationes involucrados en el compuesto obtenido. El tamaño de partícula fue estimado mediante inspección visual de las micrografías obtenidas por MEB.

V. RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de la síntesis de la ferrita de estroncio. En la Fig. 2 se pueden observar los polvos obtenidos de $SrFe_{12}O_{19}$ con diferente tamaño de partícula de mineral de celestita.

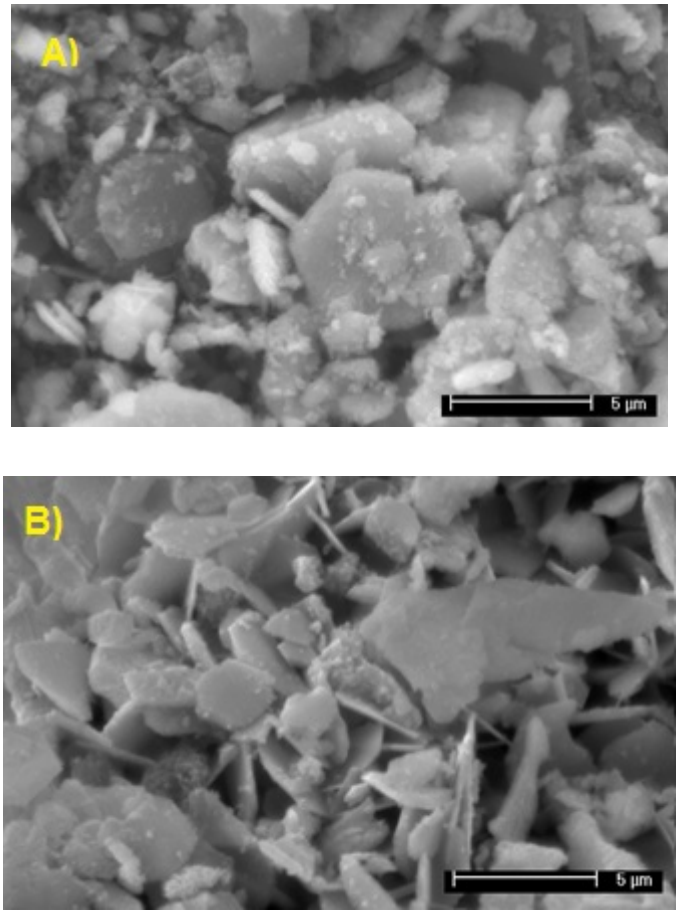


Fig. 2. Micrografías obtenidas de las partículas de $SrFe_{12}O_{19}$

Las partículas de $SrFe_{12}O_{19}$ obtenidas a partir de mineral de celestita de tamaño de partícula de 37 µm, en promedio tienen un tamaño de partícula de 5 µm como se puede observar en la Fig. 2a.

Caso contrario, con lo que se puede observar en la Fig. 2b, en donde las partículas presentaron un tamaño promedio de 2.5 µm, además de que la morfología hexagonal es más definida.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La síntesis de $SrFe_{12}O_{19}$ se realizó mediante síntesis hidrotérmica utilizando mineral de celestita. Los polvos obtenidos presentaron tamaños de partícula de 2.5 µm. En general, las ferritas presentan una estructura cristalina hexagonal por lo que la morfología que presentaron los polvos obtenidos es la deseada tipo hexagonal.

VII. AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Facultad de Metalurgia por la oportunidad de realizar este trabajo, a la Dra. Yadira Marlen Rangel Hernández por su guía durante la realización de este trabajo. Al Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN por su aporte para obtener las

micrografías de MEB. Finalmente, a la M.C. Nubia Yudith de León Amaya por su ayuda en la realización de este proyecto.

A mi madre, Juanita Salazar Hernández, por ser cimiento de mi desarrollo y que con su amor y apoyo incondicional me alienta a superarme cada vez más.

A Xitlalic Lizbeth de León González, por comprenderme y que me encuentro agradecido por su apoyo brindado.

REFERENCIAS

[1] Jesús Torres Torres, José Manuel Almanza robles, Alfredo Flores Valdés.- Tratamiento Piro metalúrgico de Mezclas SrSO4-Na2CO3 con Activado Mecánico para Obtener SrCO3. Webnode República Checa. (2008) pág. 1 y 2

[2] Anuario Estadístico de la Minería Mexicana Ampliada. (2013). Secretaría de Economía Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI).

[3] K. Byrappa, Masahiro Yoshimura (2001) - Handbook of Hydrothermal Technology - Published in the United States of America by Noyes Publications pág. 54

[4] Byrappa, K.; Adschiri, (2007) T. Hydrotermal technology for nanotechnology. Prog. Cryst. Growth Charact. Mater., 57, 117–166.

[5] Yoshimura, M.; Byrappa, K. (2008) Hydrothermal processing of materials: past, present and future. J. Mater. Sci., 43, 2085–2103.

[6] Tang X., Hong R.Y., Feng W.G., Badami D. (2014) Ethylene glycol assisted hydrothermal synthesis of strontium hexaferrite nanoparticles as precursor of magnetic fluid. Journal of Alloys and Compounds 562, 211–218.

[7] Jean M., Nachbaur V., Bran J., (2010). Synthesis and characterization of SrFe12O19 powder obtained by hydrothermal process. Journal of Alloys and Compounds 496, 306–312.

Cementación con carbón activado de cáscara de coco SP

Ramón Dávila José Francisco
Universidad Autónoma de Coahuila,
Facultad de Metalurgia.
Carretera 57 Km, Los Bosques,
C.P. 25710 Monclova, Coah.
ramonj@uadec.edu.mx

Asesor: Muñoz Ramírez Leonor
Universidad Autónoma de Coahuila,
Facultad de Metalurgia.
Carretera 57 Km, Los Bosques,
C.P. 25710 Monclova, Coah.
leonorm68@yahoo.com.mx

Resumen— El trabajo consistio en utilizar un carbón vegetal y comprobar el grado de dureza alcanzada por un acero hipoeutectoide después de aplicar un tratamiento termoquímico superficial. Se trataron 3 probetas de acero AISI 1018, introducidos en 3 cajas metálicas con el carbón de coco (cocos nucifera), pulverizado. En la cementación con el carbón activado de coco se alcanzó una dureza promedio de 181.54 Hv y una profundidad penetración de fue del orden de 0.13 mm de espesor que se alcanzó después del tratamiento de 16 horas, en comparación de las probetas restantes, que tuvieron una dureza de 154.57 Hv, 155.18Hv y una profundidad de 0.11 mm, 13mm después de un tratamiento de 10 y 14 horas correspondientes.

Palabras claves — carbón vegetal, cementación, coco nucifera.

Abstract—The work consists of using a charcoal and checking the degree of hardness achieved by a hypoeutectoid steel after applying a surface thermochemical treatment. Three AISI 1018 steel specimens were treated, introduced in 3 metal boxes with coconut coal (cocos nucifera), pulverized. In the cementation with the activated coconut carbón, an average hardness of 181.54 RWc was reached and a penetration depth of the order of 0.13 mm thick was reached after the 16-hour treatment, compared to the two specimens remaining that had a hardness of 154.57 RWc, 155.18HV and a depth of 0.11 mm, 13MM after a corresponding 10 and 14 hour treatment.

Keywords— charcoal, cementation, coconut nucifera.

I. INTRODUCCIÓN

La constante necesidad de encontrar nuevos materiales (Vermeulen & Van tooren, 2006), el de prolongar la vida útil de los materiales metálicos y el de aumentar sus propiedades mecánicas, conlleva a la realización de tratamientos termoquímicos o a la utilización de otros procedimientos que incluyen mejores en los diseños de prototipos (Jung, mayor & Ni, 2005).

Diversas técnicas de tratamientos superficiciales han sido propuestas entre ellas: la cementación (Margarido & Robert, 2003); la utilización de recubrimientos protectores a base de carburos metalicos o cerámicos, parecen bastantes prometedoras (Dobrzañski & Golombek. 2005). Adicionalmente se destaca el empleo de técnicas de tratamiento superficial, tendencias a incorporar mejores propiedades anticorrosivos, principalmente a altas temperaturas; como aquellos desarrollas por Rocha da Cunha Rizzo e Zeng, (2004).

La cementación, carbonización(Jhon et al 2004) o endurecimiento superficial se fundamenta en las leyes de difusión atómica (Magonon, 2001), en donde carbono atómico se difunde, desde una atmosfera enriquecida con este hacia el interior de una superficie metálica, preferentemente de un acero al carbono de bajo contenido (H ou, et al 2004).Normalmente la cementación se procesa a altas temperaturas, en donde el acero ha

alcanzado temperaturas críticas de austenización y la difusión atómica se procesa en mayor rapidez (Askeland, 1985). Esta técnica termoquímica, encuentra amplias aplicaciones en aquellas piezas ferrosas que deben presentar, cuando en trabajo mecánico, excelentes propiedades superficiales, aunado a resistencias al choque y buena tenacidad junto a una gran resistencia al desgaste (Onwubolu,2005).

El objetivo del presente estudio es verificar la utilización de carbones vegetales nacionales, como materia prima cementante y su utilización como promotores de dureza en piezas metálicas ferrosas de bajo contenido de carbono.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la preparación de la muestra se fabricaron 3 cajas de acero de forma rectangular de 4.5 x 6 x 6cm. Se cortaron 3 muestras de una barra de acero de bajo carbono SAE (1018), de forma manual utilizando una herramienta de corte (segueta marca truper). Los ensayos de cementación se realizaron en un grupo de 3 probetas de 1/2" pulgada, de acero 1018 refrendadas (con lijas de 80 a la 2000), pulidas con una suspensión de alúmina (Al_2O_3) y atacadas con nital, para poder observar la microestructura que presenta antes del tratamiento termoquímico, el carbón utilizado estaba ya estaba pulverizado a ($\pm$2 mm) para maximizar el área de superficie.

Se perforó una de las muestras en una de las caras con una broca 3/8", al igual que en una de las tapas de las cajas metálicas, para así poder colocar el termopar (marca OMEGA), para poder conocer a que temperatura alcanza la muestra.

Después de perforar la tapa de la caja se coloca 150 gr de carbón de cascara de coco, después se coloca la probeta previamente perforada se le coloca el termopar en el hueco y se rellena con 200 gr más del carbón. Se sella la tapa con mortero (un material arcilloso y una solución acuosa de mezcla de 5%), el objetivo de esto es que los gases que se generan adentro de la caja de cementación no escapen en la atmosfera circúndate.

Ya sellada la caja cementante se coloca en el horno (mufla), ya previamente calentada a 950°C (Fig.1), se coloca la caja adentro y se deja durante 10 horas, en cabio a las dos probetas restantes donde una tiene un tiempo de 14 horas y la última probeta de 16 horas. Después del tratamiento se deja enfriar durante dos horas, después de sacar las probetas de las cajas, se llevan a una prensa donde se montan en caliente con baquelita a 180°C durante un tiempo de 15 a 25 min para así poder trabajar la probeta y comenzar nuevamente con el desbaste, pulido y ataque químico para observar su estructura y poder calcular cuánto difundió el carbón en la superficie de la probeta. (Microscopio Metalúrgico invertido Nikon MA100).

Fig. 1. Mufla TERLAB utilizada para llevar a cabo los tratamientos térmicos

III. RESULTADO

Se utilizaron probetas o muestras de un acero de bajo carbono (AISI 1018), con una caracterización inicial mostrada en la tabla 1.

Tabla 1. Análisis químico inicial.

Nb	Ti	V	W	Pb	Bi	Ca	Sb	B	N	Fe
0.0002	*0.001*	*0.001*	*0.0004*	<0.0002	<0.0002	*0.0002*	*0.0006*	*0.0002*	*0.004*	*98.95*

%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Cr	%Mo	%Ni	%Al	%Cu
0.18	*0.13*	*0.62*	*0.001*	<0.0001	*0.019*	*0.004*	*0.031*	*0.002*	*0.049*

A continuación, se presenta una microestructura inicial de perlita y ferrita (Fig. 2 con su capa carburizada y su difusión de carbono en la superficie).

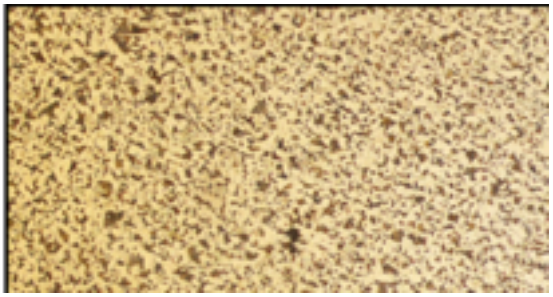
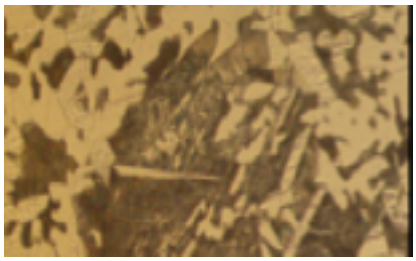
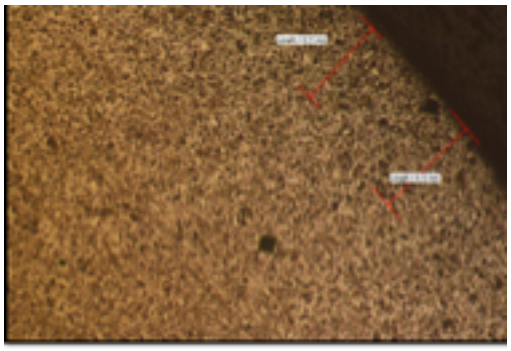


Fig.2 Objetivo 100x zona del centro/ microscopio metalurgico invertido Nikon



Muestra con objetivo 500x zona del centro/microscopio metalúrgica Nikon MA100

Las siguientes figuras 3 y 4 muestran las dos probetas restantes, probeta 2, con difusión atómica de carbón de .11 a .13 mm en la superficie. La figura 4 muestra la tercer probeta.



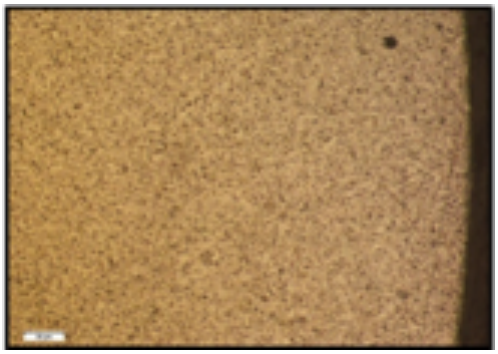


Fig. 3. Microestructura ferrita-perlita tipo de un 1018, observada con un Objetivo 50X en un Microscopio Metalúrgico invertido Nikon MA100

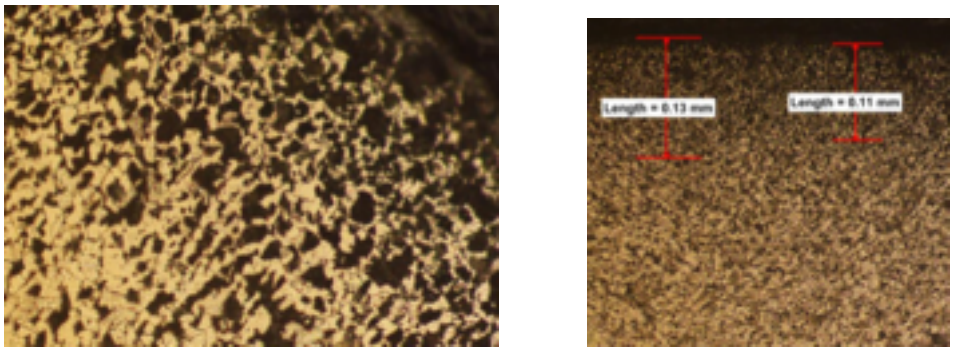


Fig. 4 Muestra la capa carburizada zona de la orilla, y la zona del centro con una microestructura ferrita perlita tipo de un acero 1018

En la siguiente tabla se compara la micro dureza Vickers obtenida para cada muestra en función del tiempo de permanencia en la mufla.

Tabla 2. Dureza Vickers de las piezas tratadas.

Identificación	10 horas (PROBETA1)	14 horas (PROBETA2)	16 horas (PROBETA 3)
1	186.7	193.8	180.0
2	148.4	156.3	173.1
3	135.8	149.0	171.2
4	126.8	140.5	174.9
5	136.1	143.6	175.0
6	139.7	149.0	170.3
7	147.4	139.6	187.7
8	152.5	148.6	208.4
9	176	151.6	188.9
10	196.3	170.8	185.9

IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Del análisis se puede deducir que, de acuerdo con su bajo contenido de carbón es susceptible a la carburizacion además de que se puede observar la composición química del acero (AISI 1018) que tiene una microestructura de perlita en una matriz de ferrita, por lo cual al calentar el acero a temperaturas de austenización (línea A3, diagrama hierro carburo-hierro) se favorece la difusión del carbón al interior de la pieza de acero.

De acuerdo con las figuras 2-4 muestra que la capa carburizada presento una dureza similar a los bordes de la pieza en los tratamientos de las probetas de 10 y 14 horas, para la muestra tratada de 16 horas el centro permanece sin cambios significativos muestra que los bordes si elevaron su dureza.

De acuerdo con las figuras anteriores, el acero presenta una microestructura de ferrita-perlita. De acuerdo con la primera ley de Fick de difusión atómica, al incrementar el tiempo de permanencia en el tratamiento de cementación, simultáneamente se incrementa la dureza superficial de las piezas.

El tiempo de permanencia de las piezas es de gran importancia que favorece a una mejor difusión atómica del carbón en las muestras a tratar. En general, los resultados obtenidos se pueden decidir que a tiempos de 10 y 14 horas de permanencia en el horno a 950°C presenta un cambio al centro de la pieza, mientras que el periodo de 16 o más horas en adelante se podrá obtener un aumento de dureza en la superficie de la muestra.

V. CONCLUSIONES

El aumento de carbón en la superficie incrementa conforme se aumenta el tiempo de tratamiento, según se menciona en la primera ley de Fick.

Al incrementar el contenido de carbón en la superficie se incrementa el contenido de perlita y con esto incrementa de igual manera la micro dureza de la pieza

La difusión atómica se realiza con facilidad a temperaturas elevadas por encima de la línea A3 del diagrama Fe-C, después de una permanencia de 16 o mas horas, lo que resulta en un espesor de capa carburizada más profunda.

VI. RECONOCIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Coahuila por todo el apoyo brindado para la realización de este proyecto.

A la Facultad de Metalúrgia por todo el apoyo brindado a través de mis mentores y en especial a la Mc. Leonor Muñoz Ramírez, el Dr. Sergio García Villarreal y a la Dr. Claudia Verónica Reyes Guzmán asesores en el proyecto. Que dedicaron su tiempo y esfuerzo apoyando a la realización de esta investigación, y sobre todo a la organización encargada del 21° Verano de la Ciencia Región Centro por la invitación, así como la oportunidad de participar en el proyecto, por darme la oportunidad de obtener grandes experiencias en el área de investigación.

REFERENCIAS

Tejedor de León, A. (2006) Estudios de cementación de aceros con carbones vegetales regionales, UTP, Revista de I+D Tecnológico. [consultado en junio 2019].

Federación De Enseñanza de CC. OO de Andalucía (2011) Revista Digital para profesionales de la enseñanza TRATAMIENTOS TERMOQUÍMICOS Disponible en: https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd8426.pdf [consultado en junio 2019].

CARPENTER aceros fortuna , Departamento técnico acero grado maquinaria, http://www.acerosfortuna.com.mx/hojas_tecnicas/aceros_al_carbono/1018.pdf [consultado 2019]

Universidad nacional del callado facultad de ingeniería química, http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/1043/246.pdf?sequence=1&isAllowed=y [consultado 2019]

Cementación de acero SAE 1018 empleando carbón bituminoso de hulla

Yadira Joselyn Zavala Fuentes
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de Metalurgia
Carretera 57 Km 5, Los Bosques, C.P. 25710
Monclova, Coah.
y.zavala@uadec.edu.mx

Asesora: Leonor Muñoz Ramírez
Colaboradores:
Reyes Guzmán Claudia Verónica
Garcia Villarreal Sergio
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de Metalurgia
Carretera 57 Km 5, Los Bosques, C.P. 25710
Monclova, Coah.
leonorm68@yahoo.com.mx

Resumen — En la siguiente investigación se evaluó el uso de carbón bituminoso de hulla en la cementación sólida de un acero SAE 1018 con el objetivo comparar la capa de carbón difundida y la dureza obtenida en función del tiempo en cada pieza. Se realizó una caracterización inicial mediante microscopía óptica donde se observa una microestructura de perlita en matriz de ferrita. El proceso se efectuó a una temperatura de 950 °C durante 12, 14 y 16 horas. La dureza de las piezas cementadas fue, para la muestra de 12 horas de 153.2HV; 14 horas de 153.1HV y 16 horas de 173.1HV. La microestructura superficial es rica en perlita y carburo de hierro.

Palabras clave — Dureza, Microestructura, Difusión atómica.

Abstract — In the investigation we studied the use of coal bituminous coal in the solid cementation of a SAE 1018 steel in order to compare the diffused carbon layer obtained as a function of time in each piece. An initial characterization was performed by optical microscopy where a perlite microstructure of ferrite matrix. The process was carried out at a temperature of 950 °C for 12, 14 and 16 hours. The hardness of the cemented pieces was, for the 12-hour sample of 153.2HV; 14 hours of 153.1HV and 16 hours of 173.1HV. The surface microstructure is rich in perlite and iron carbide

Keywords — Hardness, Microstructure, Atomic diffusion.

I. INTRODUCCIÓN

La cementación es un tratamiento termoquímico que consiste en carburar una capa superficial de una pieza de acero, rodeándola de un producto carburante y calentándola a una temperatura adecuada mediante difusión, modificando su composición, impregnando la superficie y sometiéndola a continuación a un tratamiento térmico, un temple y un revenido, quedando la pieza con buena tenacidad en el núcleo y con mucha dureza superficial [1].

En la cementación sólida de aceros se comprenden transformaciones de fase y, por lo tanto, el cambio de las propiedades del acero, que se consiguen mediante el calentamiento hasta una determinada temperatura durante cierto tiempo y un posterior enfriamiento. Este tratamiento es una operación muy importante en el ciclo tecnológico de preparación de muchas piezas sometidas a esfuerzos, desgaste, fricción y tenacidad. Solamente con ayuda del tratamiento térmico se pueden obtener altas propiedades mecánicas del acero [2]. Normalmente, se procesa alcanzando temperaturas críticas de austenitización y la difusión atómica se procesa con mayor rapidez (Askeland, 1985). Esta técnica termoquímica, encuentra aplicaciones en piezas ferrosas que deben presentar, cuando en

trabajo mecánico, excelentes propiedades superficiales, aunado a resistencias al choque y buena tenacidad junto a una gran resistencia al desgaste (Onwubolu, 2005) [3].

Estos tratamientos son apropiados para cementación los aceros de bajo contenido de carbono. Los aceros 1018 (de bajo- medio carbón) tienen una buena solubilidad y ligeramente mejor maquinabilidad que los aceros con grados menores de carbono. Se presenta en condiciones de calibrado (acabado en frio). Debido a su alta tenacidad y baja resistencia mecánica es adecuado para componentes de maquinaria.

El objetivo del presente estudio es evaluar la utilización de carbón bituminoso de hulla como materia prima cementante y su efecto sobre la dureza del material al finalizar el proceso. fundamentos teóricos del trabajo al inicio de la sección de materiales y métodos.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

En esta investigación se fabricaron 3 cajas de acero de forma rectangular de 4.5 x 6 x 6 cm. Se cortaron 3 muestras de una barra de acero SAE 1018 de ½ pulgada de largo una segueta marca Truper y se realizó un análisis previo del acero con una de las muestras para observar su microestructura con un microscopio óptico. (previa preparación metalográfica de la lija 80 a la 2000 en el desbaste, utilizando una suspensión de alúmina en el pulido y un ataque químico con Nital)

Se realizó una perforación en el centro de las 3 piezas y en las tapas de las 3 cajas (para posteriormente colocar un termopar tipo K marca OMEGA). En el interior de cada caja se colocaron 150 gr de carbón y se posicionó una de las piezas sobre éste, una en cada caja. El espacio restante se terminó de llenar con 250gr más de carbón de forma que la pieza quedara embebida en él. El cable conectado al termopar se introdujo después por las perforaciones y la caja fue cerrada y sellada con mortero refractario.

La caja se colocó dentro de la mufla TERLAB y permanecieron dentro de esta durante 12horas. Una vez pasado este tiempo se retira del horno y se coloca la segunda caja (la cual se preparó previamente de la misma manera) y permaneció durante 14 horas, lo mismo en el caso de la tercera caja que se introdujo por 16 horas. La temperatura fue registrada con la ayuda del programa OMEGA trabajando en conjunto con el termopar en este (figura 1.) La cementación se realizó a una temperatura de 950°c.

Fig. 1. Horno Mufla, marca TERLAB utilizado para llevar a cabo los tratamientos térmicos.

Una vez extraídas las 3 muestras se montaron en baquelita con una montadora Struers Labo Press-1. Posteriormente se caracterizaron (previa preparación metalográfica de la lija

80 a la 2000 en el desbaste, utilizando una suspensión de alúmina en el pulido y un ataque químico con Nital) en un microscopio Metalúrgico invertido Nikon MA100. La profundidad de la capa carburizada se midió hasta la zona de transición ferrita y perlita y se realizó la medición de la microdureza Vickers, la lectura de las indentaciones se realizó a lo largo del diámetro de la muestra.

III. RESULTADOS

Se utilizaron muestras de acero SAE 1018 con la caracterización inicial mostrada en la tabla 1. A continuación, se observa la microestructura inicial de perlita y ferrita (figura 2).

En las siguientes figuras (figura 3-5) se muestran las microestructuras obtenidas en las capas carburizadas a diferentes tiempos de cementación.

Tabla 1. Análisis químico inicial.

Nb	Ti	V	W	Pb	Bi	Ca	Sb	B	N	Fe
0.0002	*0.001*	*0.001*	*0.0004*	<0.0002	<0.0002	*0.0002*	*0.0006*	*0.0002*	*0.004*	*98.95*

%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Cr	%Mo	%Ni	%Al	%Cu
0.18	*0.13*	*0.62*	*0.001*	<0.0001	*0.019*	*0.004*	*0.031*	*0.002*	*0.049*

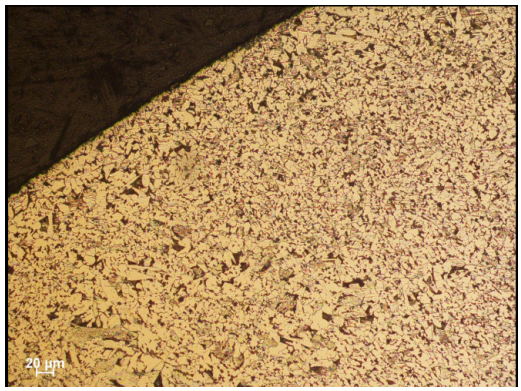


Fig. 2. Microestructura ferrita-perlita tipo de un acero SAE 1018, observada con un Objetivo 100X en un Microscopio Metalúrgico invertido Nikon MA100

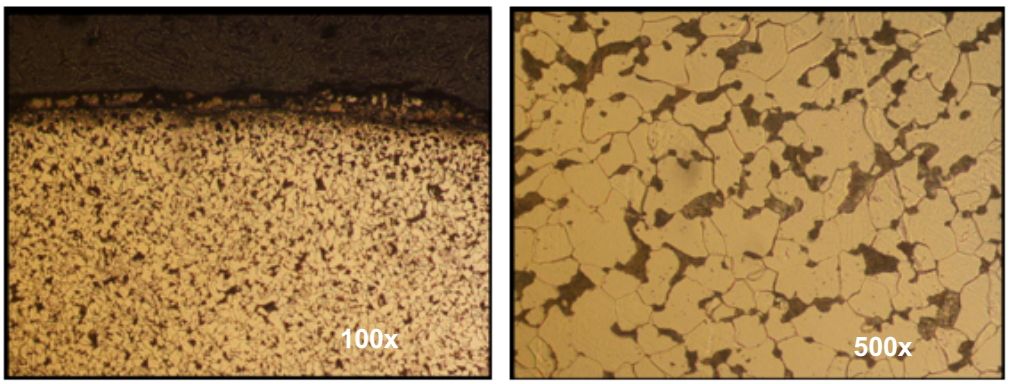


Fig. 3.- a) Muestra la capa carburizada zona de la orilla con un tiempo de 12 horas, y **b**) muestra la zona del centro con una microestructura ferrita perlita de un acero SAE 1018 tiempo de 12 horas

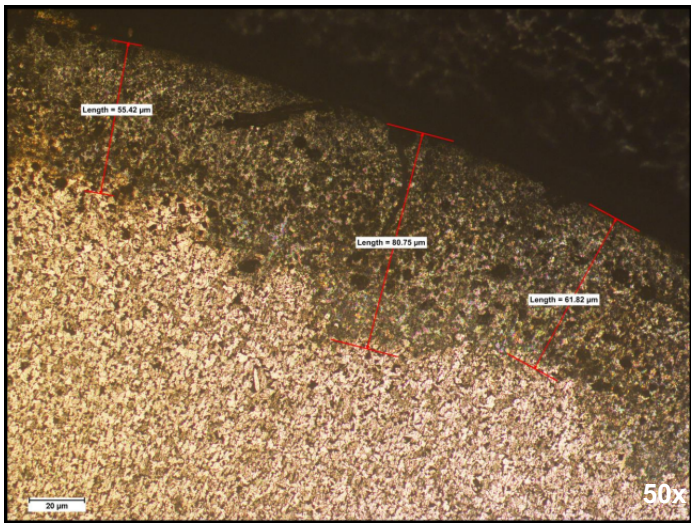


Fig. 4. Muestra la capa carburizada zona de la orilla con un tiempo de 14 horas.

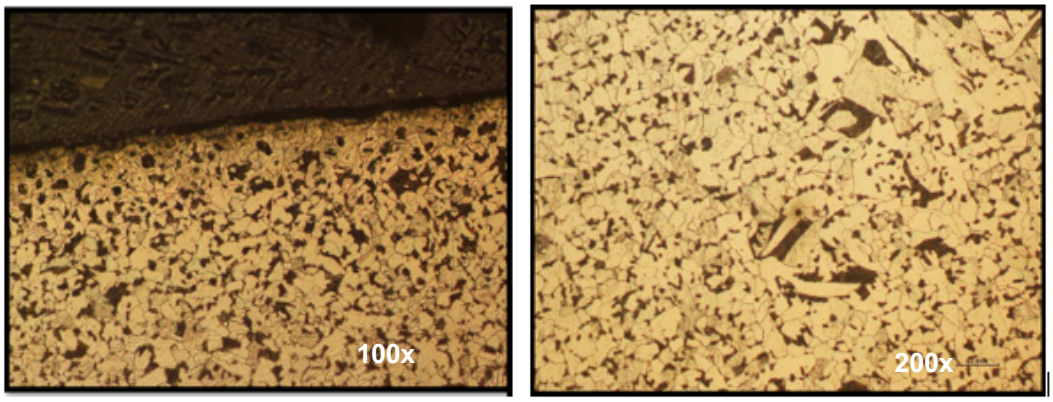


Fig. 5.- a) Muestra la capa carburizada zona de la orilla con un tiempo de 16 horas, y **b)** muestra la zona del centro con una microestructura ferrita perlita tipo de un acero SAE 1018 tiempo de 16 horas

En la Tabla 2 se muestra la microdureza Vickers obtenida para cada muestra, de diferente tiempo de permanencia siendo 12, 14 y 16 horas en la mufla.

Tabla 2. Dureza Vickers de las piezas tratadas.

Indentación	12 horas	14 horas	16 horas
1	153.2	153.1	173.1
2	129.9	152.5	171.2
3	128.6	155.6	173.4
4	131.5	154.2	166.3
5	128.1	152.5	159.7
6	126.9	152.9	155.2
7	124.2	156.8	137.8
8	123.3	143.6	134.7
9	132.6	134.7	132.3
10	134.7	135.4	137.3

IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Del análisis químico inicial del acero, de acuerdo con su contenido de carbono, es susceptible a la carbonización además de que se observa también que la composición química de acero SAE 1018 posee una microestructura de ferrita perlita en una matriz de ferrita.

Al calentar el acero a temperaturas de austenización se favorece la difusión del carbono al interior del acero. Por lo cual y de acuerdo con las figuras 3 al 5 el porcentaje de carbón de la capa carburizada presentó una dureza similar en los bordes de la pieza en los tratamientos llevados a cabo durante 12 y 14 horas de permanencia mientras que en el centro de la pieza se mantiene igual la microdureza. De la misma manera la muestra tratada durante 16 horas el centro permanece sin cambios significativos mientras que en los bordes de esta si elevó su dureza.

De acuerdo con las figuras 3 al 5 el acero presenta una microestructura ferrita-perlita en una matriz perlítica. Al incrementar el tiempo de permanencia del tratamiento simultáneamente se incrementa la dureza de la pieza. La capa cementada queda soportada por un núcleo más suave capaz de soportar los esfuerzos que la superficie le transfiere. Lo cual le da mayor ventaja en la fabricación de piezas sujetas a fatiga y desgaste.

El tiempo es un parámetro de suma importancia que favorece que el átomo de carbón difunda en la muestra. En general en los resultados obtenidos se deduce que a temperaturas entre 12, 14 y 16 horas la dureza presenta cambio a la orilla de la pieza.

V. CONCLUSIONES

El aumento de carbón en la superficie incrementa conforme se aumenta el tiempo de tratamiento.

Al incrementar el contenido de carbón en la superficie se incrementa el contenido de perlita y con esto incrementa de igual manera la microdureza.

La difusión atómica se realiza con facilidad a temperaturas elevadas mayormente después de transcurridas 14 horas, lo que resulta en un espesor de capa carburizada más profunda.

A la temperatura y los tiempos seleccionados resulta en una microestructura superficiales rica en perlita y carburo de hierro.

VI. RECONOCIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Coahuila por todo el apoyo brindado para la realización de este proyecto.

A la Facultad de Metalurgia en especial al laboratorio de metalurgia extractiva y además a mis maestros Mc. Leonor Muñoz Ramírez Directora del proyecto, Dr. Sergio García Villarreal y a la Dr. Claudia Verónica Reyes Guzmán colaboradores del proyecto.

A la organización encargada del 21° Verano de la Ciencia Región Centro por la invitación, así como la oportunidad de participar en el proyecto.

REFERENCIAS

[1] *Federación De Enseñanza de CC. OO de Andalucía* (2011) Revista Digital para profesionales de la enseñanza TRATAMIENTOS TERMOQUÍMICOS Disponible en: https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd8426.pdf [consultado en junio 2019]

[2] Luna Alvares, J.S (2005) *cementación sólida de aceros,* UANL: Tesis.

[consultado en junio 2019].

[3] Tejedor de León, A. (2006) *Estudios de cementación de aceros con carbones vegetales regionales,* UTP, Revista de I+D Tecnológico. [consultado en junio 2019]

Clasificación de refacciones en el área de carrocerías en la industria automotriz (A)

Daneikci Guadalupe Ramírez Gama
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Guardarrayas s/n
lrs15110712@purisima.tecnm.mx

Asesora: M.I.M. Jeaneth Elizabeth Hurtado Martínez
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Guardarrayas s/n
jeaneth.hm@purisima.tecnm.mx

Resumen — El presente proyecto se realizó la clasificación de las piezas de refacciones por grupos, los cuales son: controles, robots, soldadura, sellos, transportadores y dimensionales, se elaboró una matriz de descripción de las refacciones que se encuentran en el almacén de carrocerías; según la clasificación ABC, fueron clasificados conforme a seguridad, calidad, respuesta y costo, conociendo el número de partes instaladas de las diferentes refacciones que se encuentran en el almacén, logrado la clasificación de las refacciones conforme al control de criticidad que son, Alto impacto-alto riesgo, Alto impacto-medio riesgo, Medio impacto-bajo riesgo, Bajo impacto-bajo riesgo. Como resultado se obtuvo la matriz de refacciones de control con la clasificación de criticidad.

Palabras clave — Almacén, Refacciones, Industria automotriz.

Abstract — In the present project, the classification of spare parts by groups was carried out, which are: controls, robots, welding, seals, conveyors and dimensional, a matrix of description of the spare parts found in the body store was prepared; According to the ABC classification, they were classified according to safety, quality, response and cost, knowing the number of installed parts of the different parts that are in the warehouse, the classification of the parts according to the criticality control being achieved. High impact -high risk, high impact-medium risk, medium impact-low risk, low impact-low risk. As a result, the matrix of control parts with the criticality classification was obtained.

Keywords — Warehouse, Spare parts, Automotive industry.

I. INTRODUCCIÓN

Un buen manejo y administración de los inventarios de refacciones dentro de la industria en general es primordial para la reparación, operación y mantenimiento del equipo o maquinaria.

Con el fin de un manejo efectivo y eficiente de los inventarios para generar a las organizaciones una ventaja competitiva que les da como pauta incrementar la productividad, disminuyendo los paros de línea de producción y todos esos gastos traducidos en refacciones.

En la actualidad los cambios o ajuste se hacen en base a la experiencia de los encargados de los almacenes de refacciones, lo que brinda que el sistema dependa por completo del personal responsable del departamento y no se permita realizar ningún movimiento.

II. RESULTADOS

De acuerdo a la clasificación de las refacciones encontradas, se realizó la categorización por familias.

Fig. 1 Clasificación de refacciones por familia.

Categorización de las refacciones por cada grupo de familias

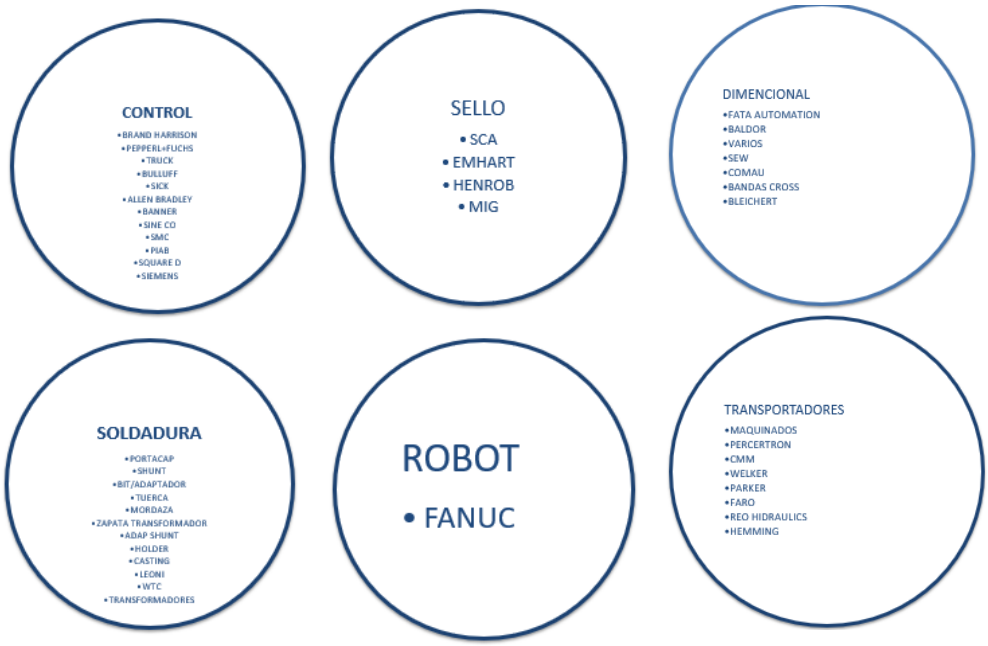


Fig. 2 Categorización de refacciones.

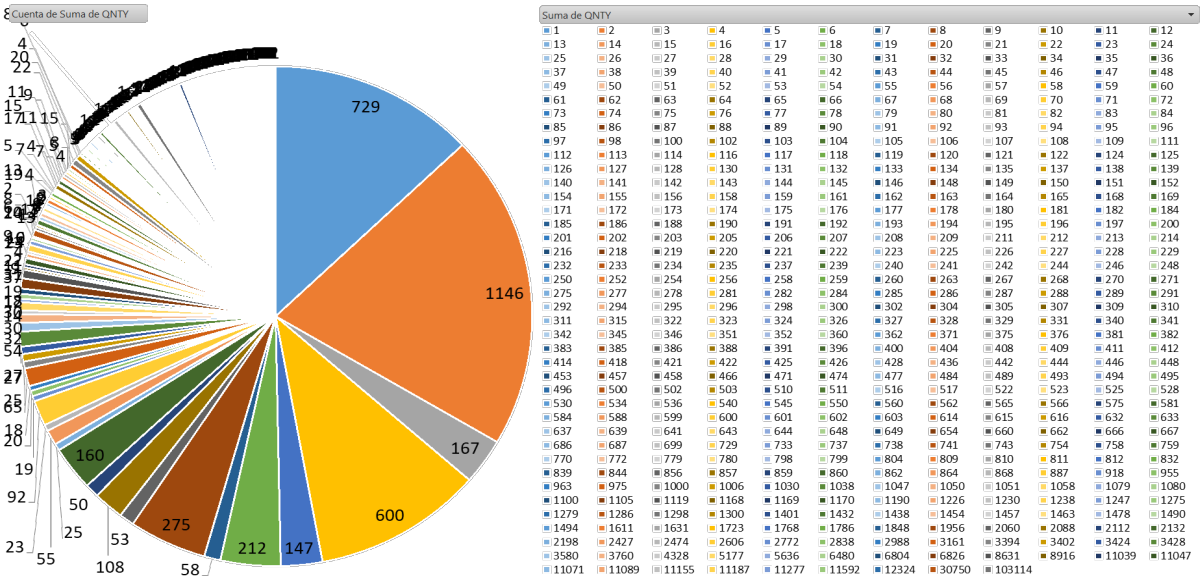


Fig. 3 Partes Instaladas.

En la figura 3, muestra el total de todas las partes instaladas y claramente se percata que son 103,114 piezas dentro de la planta armadora y conocer la ubicación de las mismas, con el fin de conocer el estado en la que se encuentra cada una de estas. De las 103,114 partes en el inventario 385 refacciones de la empresa de estudio se conoce que pertenecen al grupo de Control, a continuación en las figuras 6 y 7 se muestra la clasificación conforme a su criticidad, donde el grupo A representa las de alto impacto-alto riesgo, disminuyendo el grado de criticidad en el grupo D que representa las refacciones de bajo impacto-bajo riesgo.

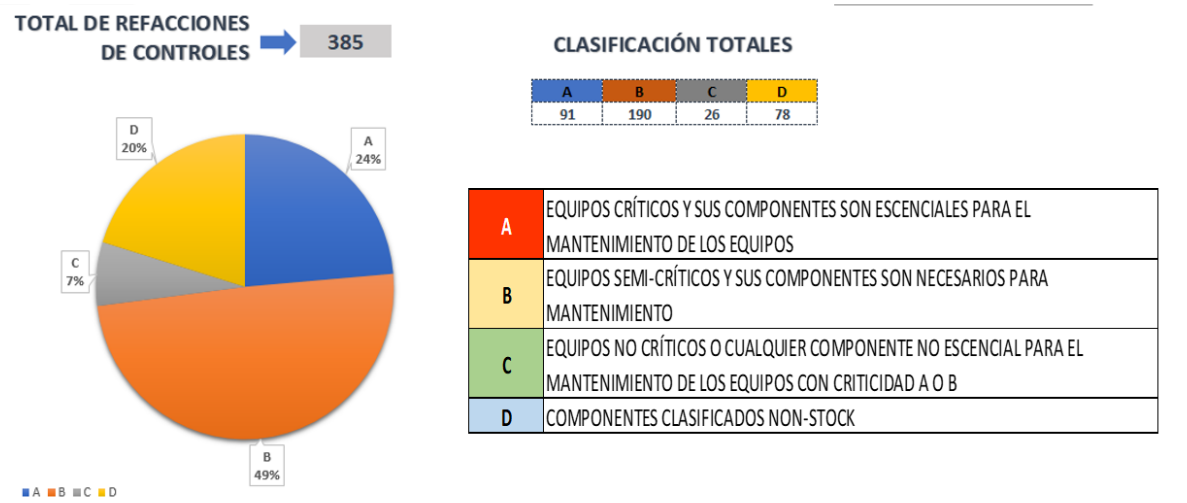


Fig. 4 Clasificación de refacciones de control.

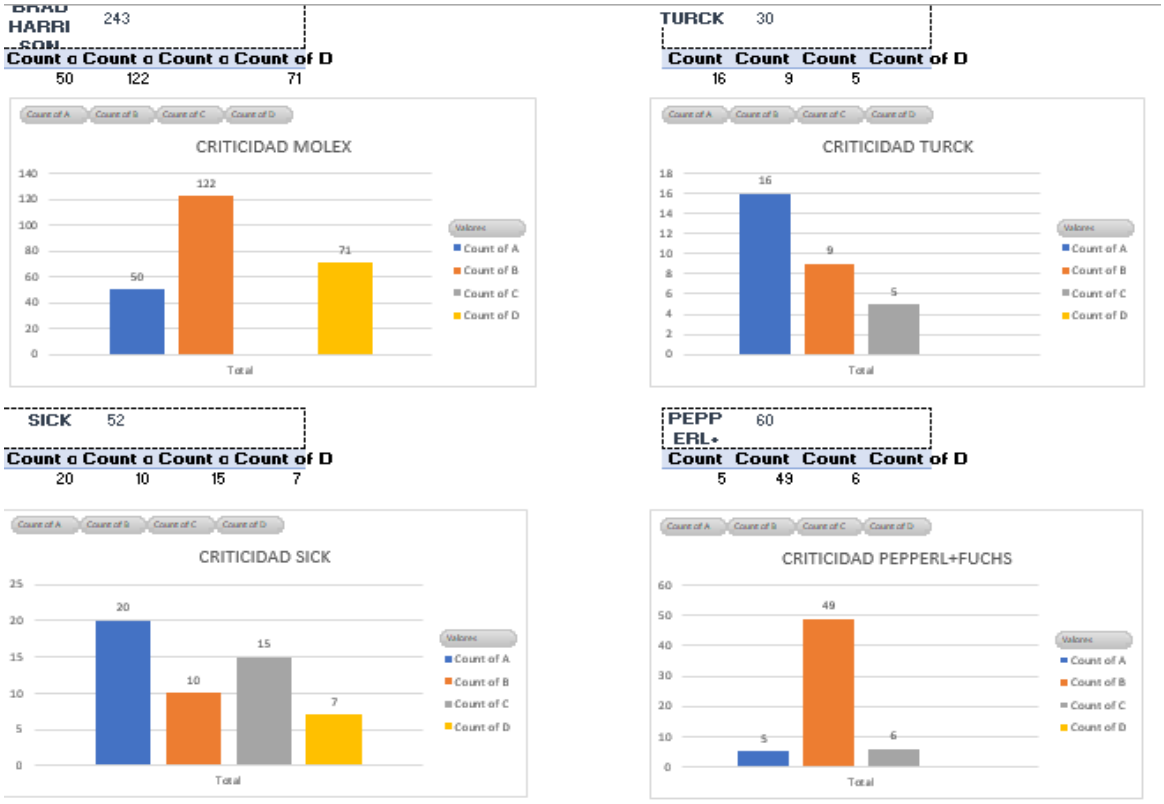
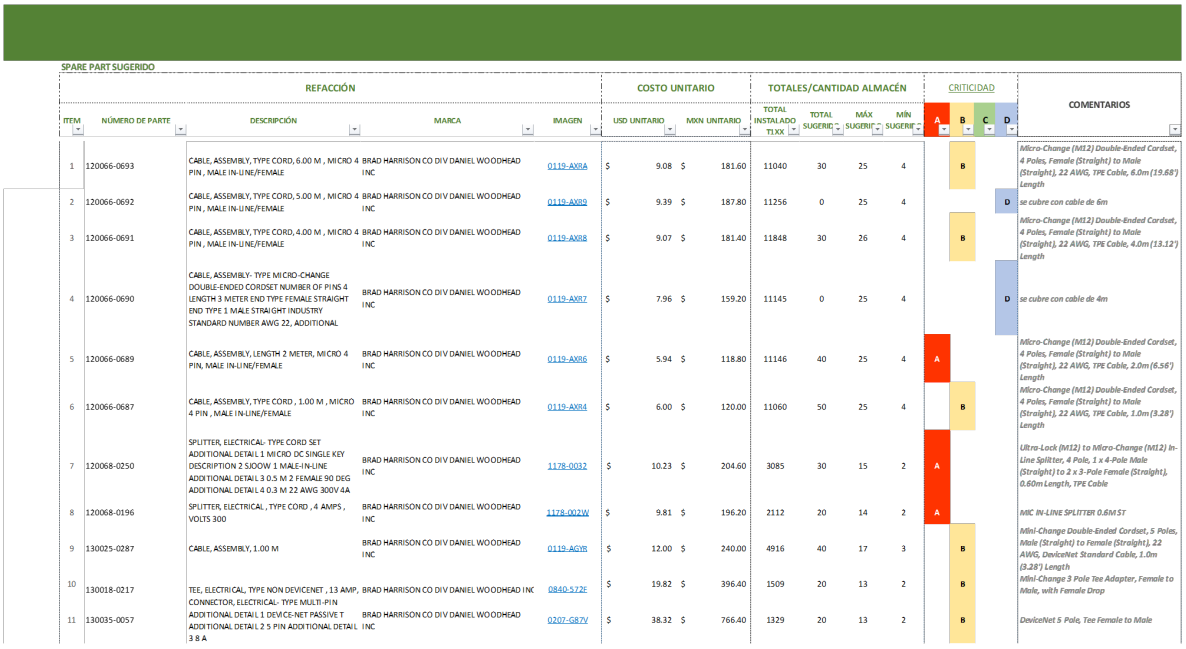


Fig. 5 Clasificación por grado de criticidad.

La figura 6 muestra la matriz de refacciones de Control con su clasificación considerando los cuatro aspectos principales de calidad, costo, respuesta y seguridad.



SPARE PART SUGERIDO

ITEM	NÚMERO DE PARTE	DESCRIPCIÓN	MARCA	IMAGEN	COSTO UNITARIO USD	COSTO UNITARIO MXN	TOTALES/CANTIDAD ALMACÉN TOTAL INSTALADO TI.XX	TOTAL SUGERIDO	MÁX SUGERIDO	MÍN SUGERIDO	CRITICIDAD A	B	C	D	COMENTARIOS
1	120066-0693	CABLE, ASSEMBLY, TYPE CORD, 6.00 M , MICRO 4 PIN , MALE IN-LINE/FEMALE	BRAD HARRISON CO DIV DANIEL WOODHEAD INC	0119-AX0A	$ 9.08	$ 181.60	11040	30	25	4		B			Micro-Change (M12) Double-Ended Cordset, 4 Poles, Female (Straight) to Male (Straight), 22 AWG, TPE Cable, 6.0m (19.68') Length
2	120066-0692	CABLE, ASSEMBLY, TYPE CORD, 5.00 M , MICRO 4 PIN , MALE IN-LINE/FEMALE	BRAD HARRISON CO DIV DANIEL WOODHEAD INC	0119-AX09	$ 9.39	$ 187.80	11256	0	25	4				D	se cubre con cable de 6m
3	120066-0691	CABLE, ASSEMBLY, TYPE CORD, 4.00 M , MICRO 4 PIN , MALE IN-LINE/FEMALE	BRAD HARRISON CO DIV DANIEL WOODHEAD INC	0119-AX08	$ 9.07	$ 181.40	11848	30	26	4		B			Micro-Change (M12) Double-Ended Cordset, 4 Poles, Female (Straight) to Male (Straight), 22 AWG, TPE Cable, 4.0m (13.12') Length
4	120066-0690	CABLE, ASSEMBLY- TYPE MICRO-CHANGE DOUBLE-ENDED CORDSET NUMBER OF PINS 4 LENGTH 3 METER END TYPE FEMALE STRAIGHT END TYPE 1 MALE STRAIGHT INDUSTRY STANDARD NUMBER AWG 22, ADDITIONAL	BRAD HARRISON CO DIV DANIEL WOODHEAD INC	0119-AX07	$ 7.96	$ 159.20	11145	0	25	4				D	se cubre con cable de 4m
5	120066-0689	CABLE, ASSEMBLY, LENGTH 2 METER, MICRO 4 PIN, MALE IN-LINE/FEMALE	BRAD HARRISON CO DIV DANIEL WOODHEAD INC	0119-AX06	$ 5.94	$ 118.80	11146	40	25	4	A				Micro-Change (M12) Double-Ended Cordset, 4 Poles, Female (Straight) to Male (Straight), 22 AWG, TPE Cable, 2.0m (6.56') Length
6	120066-0687	CABLE, ASSEMBLY, TYPE CORD , 1.00 M , MICRO 4 PIN , MALE IN-LINE/FEMALE	BRAD HARRISON CO DIV DANIEL WOODHEAD INC	0119-AX04	$ 6.00	$ 120.00	11060	50	25	4		B			Micro-Change (M12) Double-Ended Cordset, 4 Poles, Female (Straight) to Male (Straight), 22 AWG, TPE Cable, 1.0m (3.28') Length
7	120068-0250	SPLITTER, ELECTRICAL- TYPE CORD SET ADDITIONAL DETAIL 1 MICRO DC SINGLE KEY DESCRIPTION 2 SJOOW 1 MALE-IN-LINE ADDITIONAL DETAIL 3 0.5 M 2 FEMALE 90 DEG ADDITIONAL DETAIL 4 0.3 M 22 AWG 300V 4A	BRAD HARRISON CO DIV DANIEL WOODHEAD INC	1178-0032	$ 10.23	$ 204.60	3085	30	15	2	A				Ultra-Lock (M12) to Micro-Change (M12) In-Line Splitter, 4 Pole, 1 x 4-Pole Male (Straight) to 2 x 3-Pole Female (Straight), 0.60m Length, TPE Cable
8	120068-0196	SPLITTER, ELECTRICAL , TYPE CORD , 4 AMPS , VOLTS 300	BRAD HARRISON CO DIV DANIEL WOODHEAD INC	1178-002W	$ 9.81	$ 196.20	2112	20	14	2	A				MIC IN-LINE SPLITTER 0.6M ST
9	130025-0287	CABLE, ASSEMBLY, 1.00 M	BRAD HARRISON CO DIV DANIEL WOODHEAD INC	0119-AGYR	$ 12.00	$ 240.00	4916	40	17	3		B			Mini-Change Double-Ended Cordset, 5 Pole, Male (Straight) to Female (Straight), 22 AWG, DeviceNet Standard Cable, 1.0m (3.28') Length
10	130018-0217	TEE, ELECTRICAL, TYPE NON DEVICENET , 13 AMP, CONNECTOR, ELECTRICAL- TYPE MULTI-PIN ADDITIONAL DETAIL 1 DEVICE-NET PASSIVE T ADDITIONAL DETAIL 2 5 PIN ADDITIONAL DETAIL 3 8 A	BRAD HARRISON CO DIV DANIEL WOODHEAD INC	0840-572F	$ 19.82	$ 396.40	1509	20	13	2		B			Mini-Change 3 Pole Tee Adapter, Female to Male, with Female Drop
11	130035-0057		BRAD HARRISON CO DIV DANIEL WOODHEAD INC	0207-G87V	$ 38.32	$ 766.40	1329	20	13	2		B			DeviceNet 5 Pole, Tee Female to Male

Fig. 6 Matriz de clasificación de refacciones del área de control.

III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se realizó una gestión de inventarios en el área de carrocerías de la industria automotriz lo cual se obtuvo una capacidad de respuesta efectiva, un mantenimiento eficiente y un aprovechamiento del área de almacén confortable.

Con el fin de mantener un control dentro de la empresa de caso de estudio. Ayudando a la rotación de materiales efectivamente, evitando niveles de stock en la fluctuación de los inventarios y así disminuir y/o evadir costos generados por paros en línea y tener una capacidad de producción eficiente

IV. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

En agradecimiento a nuestra asesora la maestra Jeaneth y a el Ing. Fernando Villanueva por el tiempo, y por darnos la oportunidad de presentarnos en el 21° verano de la Ciencia ya que la constancia para la solución a esta temática fue muy gratificante, la dedicación a la resolución de nuestra dudas para que todo resultara salir de la mejor manera y se entendieran todas las partes de la misma.

A la directora del plantel, por el apoyo brindado durante toda la estadía del verano y brindarnos la más grande atención y tomarnos mucho en cuenta.

REFERENCIAS

Chiavenato, I. (1993). Iniciación de la Administración de Materiales . México: Mc Graw-Hill.

Granada, U. M. (2014). Gestión de Inventarios. Faedis, 16.

Kpmg. (2010). Competitive Alternatives (Guide To International Business Location).

INEGI. (2003-2014). En INEGI, Perfil de la Industria Automotriz en México. México.

Espinal, A. A. (2010). Gestión de Almacenes y Tecnologías de la Información y Comunicación. Estudios Gerenciales.

INEGI. (2011). Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera. México: Secretaria de Economía.

Martinez, I. H. (2000). Sistema Integral de Control de Inventarios para Mantenimiento en Planta Industrial. Universida Autónoma de Nuevo León , Dirección General de Bibliotecas. San Nicolas de Los Garza, N.L.: Haam. Recuperado el 18 de Mayo de 2019, De Http://Eprints.Uanl.Mx/706/1/1020130058.Pdf

Ruiz, E. M. (2017). Propuesta para la Redefinición de los Parámetros de Inventario de Linea para la Empresa de Refacciones: Hacia la Optimización de la Movilidad de los Productos. Puebla.

Tecnología, D. G. (2012). Industria Automotriz. México: Secretaria de Economía.

Clasificación de refacciones en el área de carrocerías en la industria automotriz (B)

Olga Rocío Martínez Loredo
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Guardarrayas s/n
lrs15110208@purisima.tecnm.mx

Asesora: MIM. Jeaneth Elizabeth Hurtado Martínez
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Guardarrayas s/n
jeaneth.hm@purisima.tecnm.mx

Resumen — En esta primera parte de este proyecto se hizo un análisis general de la industria automotriz en México aterrizándolo a una empresa que autorizo se hiciera un estudio de la situación actual de su almacén de refacciones en el área de carrocerías. Al realizar el estudio se encontró los problemas potenciales que afectan la funcionalidad del almacén y sus tiempos de respuesta que impactan directamente al área de producción con paros de línea que cuestan miles de dólares para la empresa.
Es un momento importante el diseño de un sistema de gestión de refacciones que permita garantizar la disponibilidad de las maquinas en el área de carrocerías, se recomendó una primera etapa que consiste en la clasificación de refacciones.

Palabras clave — Inventario, Refacciones, Industria Automotriz.

Abstract — In this first part of this project a general analysis of the automotive industry in Mexico was made by landing it to a company that authorized a study of the current situation of its spare parts warehouse in the bodywork area. When carrying out the study, the potential problems affecting the functionality of the warehouse and its response times that directly impact the production area with line stoppages that cost thousands of dollars for the company were found.
It is an important moment the design of a spare parts management system that allows to guarantee the availability of the machines in the bodywork area, a first stage which consists in the classification of spare parts was recommended.

Keywords — Inventory, Spare parts, Automotive industry.

I. INTRODUCCIÓN

La situación de la industria automotriz se basa en una buena gestión de los diferentes departamentos aunado de la gran colaboración de la administración, manipulación y control de los inventarios de refacciones dentro de los almacenes en el área de carrocerías de la industria en cuestión.

En la actualidad la toma de decisiones del almacén se hace en base a la experiencia de los encargados de los almacenes de refacciones, lo que ocasiona que el sistema dependa por completo del recurso humano en la industria caso de estudio; considerando el impacto del almacén de refacciones al área de producción es importante iniciar por su clasificación para poder diseñar posteriormente un sistema de gestión de refacciones que permita administrar apropiadamente el departamento sin depender en su totalidad de los conocimientos de la persona a cargo del área, si no porqué esta bien estructurado el sistema.

II. MARCO TEÓRICO

La industria automotriz en México ha logrado un gran crecimiento de manera significativa, y el estado de Guanajuato ocupa el 6to lugar.

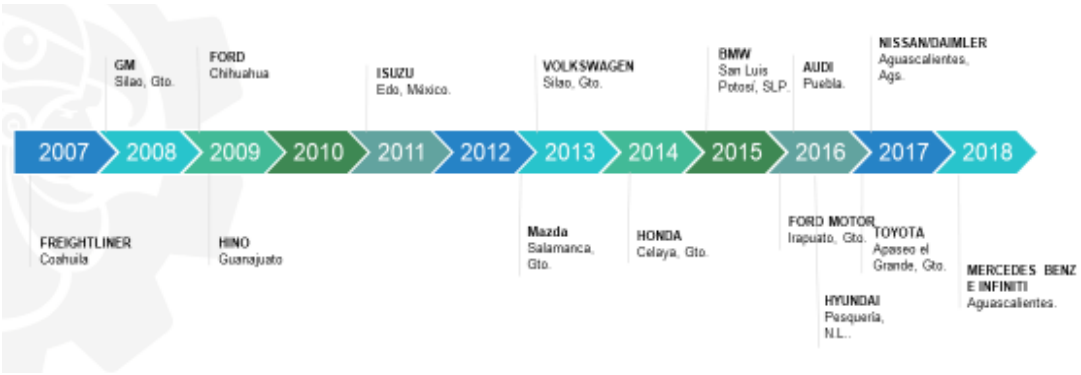


Fig. 1 Línea de tiempo de la industria automotriz (elaboración propia).

Los inventarios son parte del proceso productivo de la empresa porque son una forma de evitar escases y en su lugar proveer suministros necesarios en el momento indicado.

Existen dos razones fundamentales por las que se mantienen las cuales son, por economía y seguridad. Económicamente, por la compra del material suficiente en grandes cantidades y disminuyen costos, por otro lado de seguridad prevén los costos elevados. (Chiavenato, 1993).

La situación actual en la industria automotriz en el almacén de refacciones del área de carrocerías es que debido a la mala administración de las refacciones tiende a ocasionar una alta rotación de personal y saldos de piezas obsoletas.

Fig. 2 Situación actual del almacén del área de carrocerías.

La clasificación ABC es una segmentación de productos de acuerdo a criterios preestablecidos, tales como el costo unitario y el volumen anual demandado. (Granada, 2014).

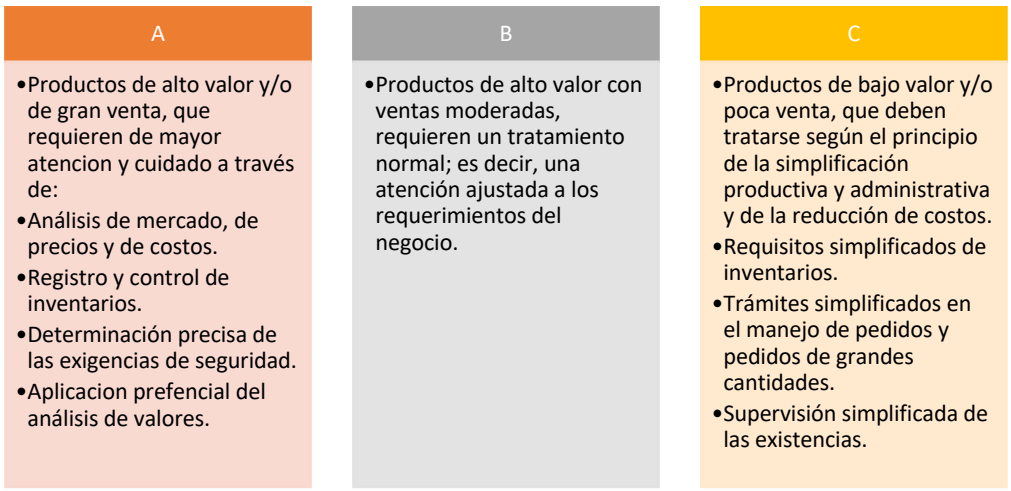


Fig. 2 Clasificación ABC

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Análisis de la problemática

La administración de inventarios es fundamental para el sector automotriz, debido a la relación con el proceso de producción, es decir, tienen una relación directa con el volumen de producción.

Dentro de los riesgos que se pretenden evitar están:

- Paro de línea
- Valores alto de costos por unidad
- Afectación a la calidad del producto

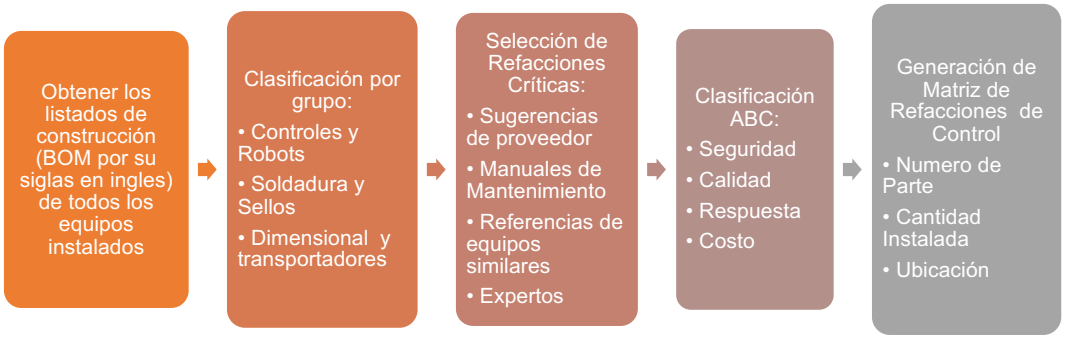


Fig. 4 Procedimiento de las refacciones. Fuente: Elaboración propia.

En los materiales se requirió la consulta de bases de datos de las refacciones automotrices en caso de estudio, consulta de los OEMS (Original Equipment Manufacturer) de distintos artículos de internet, libros y revistas para la elaboración del marco teórico.

IV. RESULTADOS (PARTE I)

Selección de refacciones por personal de mantenimiento, OEM/Experto y Refacciones sugeridas.

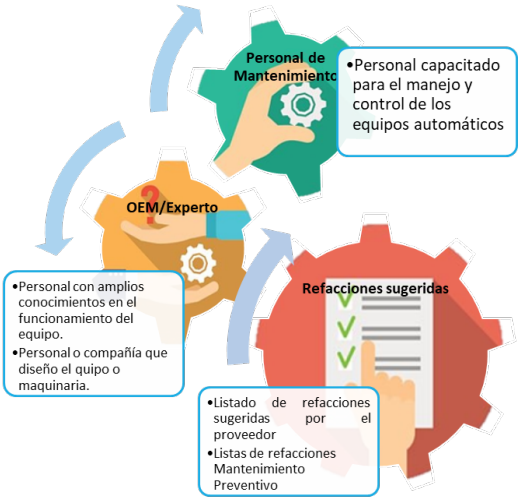


Fig. 3 Selección de refacciones.

Clasificación de refacciones por grado de impacto.

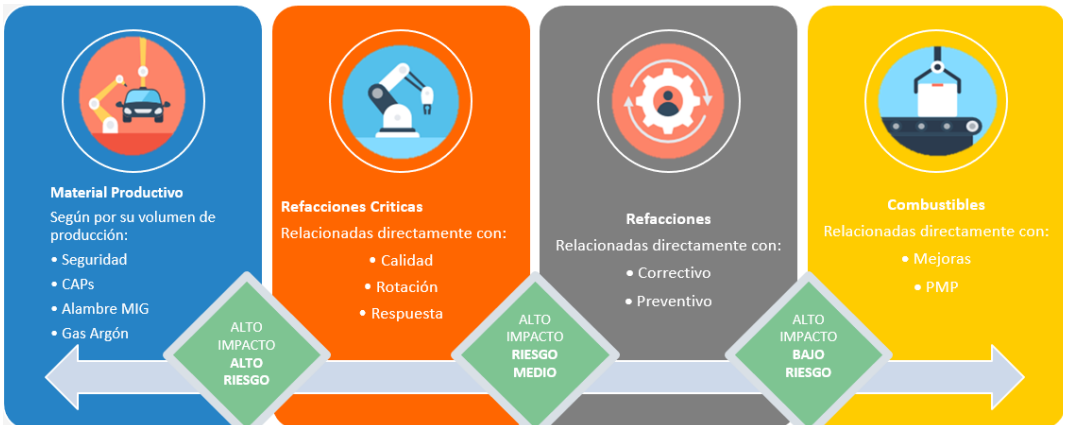


Fig. 4 Clasificación de refacciones

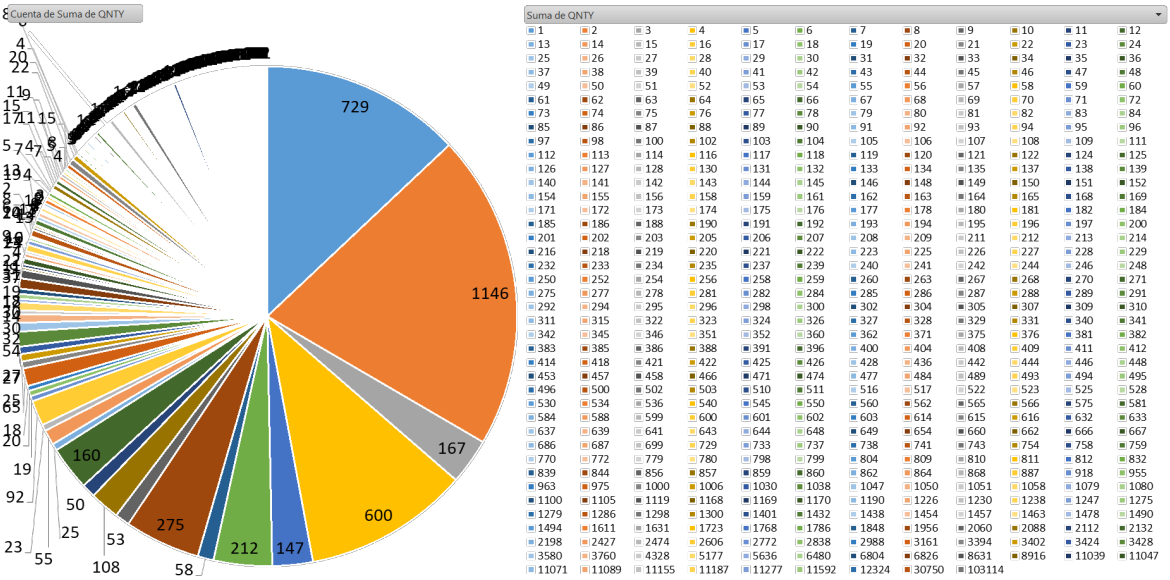


Fig. 5 Partes Instaladas

En la figura 8, muestra el total de todas las partes instaladas que son 103,114 piezas dentro de la planta armadora. De las 103,114 de partes en el inventario 385 refacciones de la empresa de estudio se conoce que pertenecen al grupo de Control.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se realizó una gestión de la situación actual de la industria automotriz dándole un grado de importancia al almacén del área de carrocerías lo cual se obtuvo una capacidad de respuesta efectiva.

Con el fin de tener un ambiente laboral efectivo, manteniendo una fluctuación del manejo, control y mantenimiento de los diferentes departamentos. Ayudando a la evolución de la industria, generando nuevos proyectos, nuevos campos de ejecución y generando más y mejores áreas de oportunidad.

VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

En agradecimiento a nuestra asesora la maestra Jeaneth, por el tiempo y la constancia que tubo hacia nosotras para que todo resultara salir de la mejor manera y se entendieran todas las partes de la misma.

A la directora del plantel, por el apoyo brindado durante toda la estadía del verano y brindarnos la mas grande atención y tomarnos mucho en cuenta.

REFERENCIAS

Chiavenato, I. (1993). Iniciación De La Administración De Materiales . México: Mc Graw-Hill.

Granada, U. M. (2014). Gestión De Inventarios. Faedis, 16.

Kpmg. (2010). Competitive Alternatives (Guide To International Business location).

Inegi. (2003-2014). En Inegi, Perfil De La Industria Automotriz En México. Mexico.

Espinal, A. A. (2010). Gestión De Almacenes Y Tecnologías De La Información Y Comunicación. Estudios Gerenciales.

Inegi. (2011). Encuesta Mensual De La Industria Manufacturera. México: Secretaria De Economia.

Martinez, I. H. (2000). Sistema Integral De Control De Inventarios Para Mantenimiento En Planta Industrial. Universida Autónoma De Nuevo León , Dirección General De Bibliotecas. San Nicolas De Los Garza, N.L.: Haam. Recuperado El 18 De Mayo De 2019, De Http://Eprints.Uanl.Mx/706/1/1020130058.Pdf

Ruiz, E. M. (2017). Propuesta Para La Redefinición De Los Parámetros De Inventario De Linea Para La Empresa De Refacciones: Hacia La Optimización De La Movilidad De Los Productos. Puebla.

Tecnología, D. G. (2012). Industria Automotriz. México: Secretaria De Economia.

Clasificador de imágenes médicas contemplando aspectos de heridas diversas (I)

Armando Rodarte Rodríguez
Universidad Autónoma de Zacatecas
Ingeniería de software
Campus UAZ siglo XXI Ed No. 13
C.P. 98169, Carr ZAC-GDL km 6.
mando_19_7@hotmail.com

Asesor: Aldonso Becerra Sánchez
Universidad Autónoma de Zacatecas
Ingeniería de software
Campus UAZ siglo XXI Ed No. 13
C.P. 98169, Carr ZAC-GDL km 6
a7donso@uaz.edu.mx

Resumen — En situaciones puede resultar difícil para un médico poder dar un diagnóstico certero y además en poco tiempo, sin olvidar que este diagnóstico puede ser algo subjetivo. Existen diversos factores (experiencia, espacialidad, conocimientos, grado de estudios, etc.) que pueden complicar esta valoración médica, como clasificar una herida e incluso en detectar si ha tenido alguna mejoría, ya que a veces para el ojo humano es difícil observar pequeños cambios. Hoy en día no existe una aplicación móvil basada en Inteligencia artificial que permita clasificar varios tipos de heridas de manera rápida y precisa. El objetivo es desarrollar una aplicación móvil que de soporte a personal médico permitiéndole clasificar de una forma precisa y rápida los tipos más comunes de heridas.

Palabras clave — Inteligencia artificial, clasificación de heridas, visión artificial en clasificación heridas.

Abstract — Sometimes it can be rather difficult for a physician to give the proper diagnosis in a limited time frame keeping in mind that the diagnosis can be somewhat subjective. There are several factors (experience, specialty, knowledge, educational background, etc.) that can complicate this medical evaluation, such as classifying a wound wrongly or even in detecting whether there is improvement since it's oftentimes difficult for the human eye to spot small changes. there isn't a mobil app based on artificial intelligence nowaday that let's classify a range of wounds quickly and precisely. The aim is to develop a mobil app to give support to medical personal allowing them to classify the most common types of wounds quickly and precisely.

Keywords — artificial intelligence, wound classification, artificial vision in classifying wounds.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la tecnología comienza a tener un impacto mayor en la vida cotidiana de las personas, desplazando cada vez más al ser humano en el desarrollo de tareas. Esto era imposible de imaginar hace una década debido a las limitantes de la época. Existen cada vez más sistemas, aplicaciones, robots basados en inteligencia artificial (IA) con el propósito de sustituir o apoyar al ser humano en la realización de ciertas actividades.

La visión por computadora o visión artificial es una de las disciplinas de la IA, la cual nos permite procesar, analizar e interpretar imágenes, textos, videos y audios del mundo real de forma automática, no existe unanimidad para la definición de este término [1]. Si bien puede resultar sumamente fácil para un humano encontrar un elemento en una fotografía, por ejemplo, encontrar los botes salvavidas en la fotografía de un buque, aunque lamentablemente para una computadora no es tan sencillo, la gran diferencia reside en que para una computadora una imagen nos es más que una matriz bidimensional de pixeles, donde cada píxel de una imagen es representado con 3 valores numéricos los cuales determinan su color, estos valores representan el modelo de color RGB(Red, Green, Blue),

cuando una computadora busca un objeto dentro una imagen, en realidad lo que realiza es obtener puntos de interés y sus descriptores de la imagen, estos puntos y descriptores son vectores numéricos los cuales son representes de la matriz (imagen) y después realiza una búsqueda de patrones coincidentes con el objeto en los vectores numéricos representantes de esa matriz bidimensional. Pero el problema no termina aquí, la variabilidad de un elemento es uno de los grandes problemas en la visión por computadora, por ejemplo, si buscamos una silla dentro de una imagen, existen sillas de todo tipo, colores y posiciones. Aunque existen grandes avances en la detección automática aún estamos lejos del sistema visual humano con los métodos tradicionales de IA.

Por otra parte, el uso de las redes neuronales artificiales (RNA) han venido a solucionar los problemas en los que una computadora suele ser menos eficiente que el cerebro humano ya que la computadora fue creada para resolver tareas de alto nivel, como el razonamiento y el cálculo, siendo más eficaz que el cerebro humano. Y en las tareas de bajo nivel como el reconocimiento de patrones, percepción y control el cerebro es más eficiente, esto debido que la arquitectura en la que ha sido diseñada la computadora es diferente a la arquitectura biológica en la cual trabaja el cerebro, por lo que las RNA buscan emular la arquitectura biológica del cerebro humano. Este proceso hace posible de manera más fácil y eficaz el resolver estos problemas para una computadora, siendo así las RNA más eficientes sobre la IA tradicional, ya que ambas tienen enfoques y características diferentes [2]. Las RNA emulan el hardware del cerebro [3]. Las redes neuronales convolucionales (CNN) son un tipo de RNA que tratan de emular las neuronas de la corteza visual del cerebro humano, son usadas en la visión artificial ya que este modelo aprende a encontrar patrones y a realizar tareas de clasificación directamente a partir de imágenes, videos, textos y audios.

El objetivo del trabajo presentado es diseñar una aplicación móvil y un esquema de aplicación que de soporte a médicos o inclusive a personas permitiéndoles clasificar una herida de una forma más rápida y precisa que el criterio humano a través de imágenes.

Si bien existen varios proyectos para clasificar diferentes tipos de imágenes, al enfocarnos precisamente hacia el rubro de la medicina, se encuentra con varios sistemas desarrollados para clasificar imágenes de este rubro, como el desarrollado “The Degree of Skin Burns Images Recognition using Convolutional Neural Network” por Hai Son Tran, Thai Hoang Lee y Thuy Thanh Nguyen [3], el cual permite clasificar una quemadura de piel de acuerdo al grado que pertenece mediante el uso de Redes Neuronales Convolucionales.

Viendo estos trabajos entonces debería ser posible llevar este tipo de clasificación no solo a casos específicos sino llevarlos a un nivel más alto de abstracción, donde se pueda clasificar varios tipos de heridas como quemaduras, ulceras, mordeduras etc.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

En la figura 1 se muestra el esquema de clasificación propuesto para este proyecto.

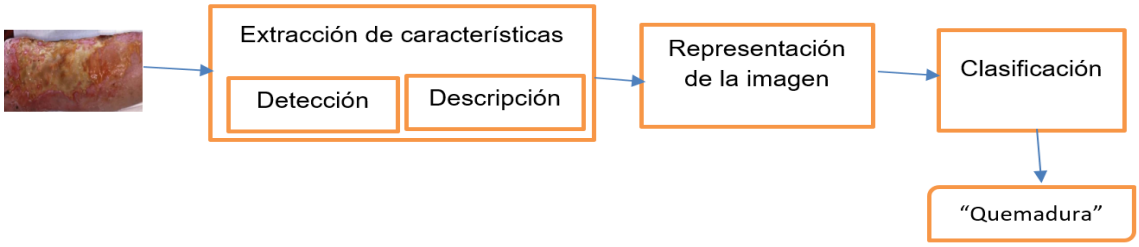


Fig. 1. Esquema de clasificación propuesto [4].

A. Extracción de características

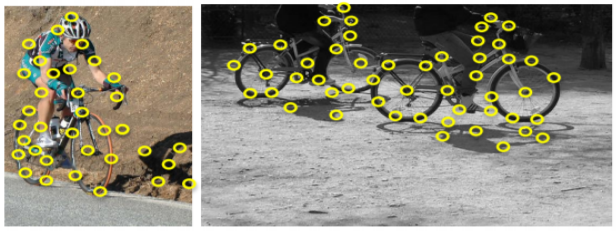


Fig. 2. Detección de puntos de interés [4].

El primer paso consiste en la extracción de características figura 2, el cual permite extraer características visuales de la imagen, estas deben ser repetitivas en varias imágenes y discriminativas, cada característica es un vector matemático que describe una región de la imagen, esta propiedad nos describe las propiedades de un pixel en relación a sus pixeles vecinos, nos da información sobre estructuras relevantes de la imagen, tales como regiones o contornos de la imagen, obtenidas mediante un análisis matemático. Este paso se divide en dos procesos diferentes, el primero es la detección de puntos de interés; zonas que pueden dar información relevante sobre el contenido de la imagen, estarán localizados en zonas significativas de la imagen, los algoritmos implantados son SIFT Y SURF [5, 6].

Los puntos de interés pueden encontrarse en cambios significativos de contraste o bien en los contornos de los objetos como no lo muestra en la figura 1. El segundo proceso consiste en la descripción de estos puntos de interés (cada punto de interés tendrá su descriptor), es decir, una descripción visual de una región de la imagen, igualmente el descriptor será un vector matemático como en la Ec. (1).

$$\begin{aligned} p_1 &= (p_{11}, p_{12}, \cdots, p_{1n}) \\ p_2 &= (p_{21}, p_{22}, \cdots, p_{2n}) \\ &\vdots \\ p_m &= (p_{m1}, p_{m2}, \cdots, p_{mn}) \end{aligned} \tag{1}$$

Algunos esquemas de clasificación trabajan con la imagen de intensidad, la cual es una matriz de datos cuyos valores han sido escalados para que representen intensidades de una escala de grises. Esta imagen se relaciona con la cantidad de luz que cada punto de la

escena emite, la intensidad de cada pixel se representa en escala de grises, intensidades menores corresponden a zonas oscuras y las mayores a zonas claras.

Se estima a partir del sistema RGB de manera muy fácil, con la siguiente formula:

$$\frac{(verde + rojo + azul)}{3} \tag{2}$$

Simplemente se suma el valor en rojo, verde y azul y lo dividimos entre 3, así por cada pixel de la imagen. El resultado de la formula anterior nos dará un valor en la escala de grises, donde el rojo, verde y azul tendrán el mismo valor obtenido por la formula anterior para que el resultado sea gris, es la forma más sencilla conseguir una imagen a escala de grises.

B. Representación de la imagen

El segundo paso será obtener una representación única de la imagen mediante un vector numérico, cambiando o agregando los puntos de interés más relevantes de la imagen, Ec. (3) mostrada a continuación.

$$x = (x_1, x_2, \cdots, x_n) \tag{3}$$

C. Clasificación de la imagen

El paso final es la clasificación, este paso consiste en aprender a partir de un dataset de aprendizaje cómo distinguir la imagen de las diferentes categorías, a partir de su representación visual, asignando la etiqueta o etiquetas correspondientes que nos describan la imagen.

El objetivo es poder asignar la etiqueta correspondiente a la herida a la cual se quiere saber su tipo a partir una imagen de esa herida, como en la imagen donde presentamos el esquema de clasificación figua 1, tenemos una imagen de quemadura donde se le asigna correctamente la etiqueta de “quemadura”, la cual indica el tipo de herida.

En la actualidad existen muchos algoritmos genéricos para cada parte del esquema de clasificación **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**: para la detección de características, para la descripción de características, la representación de la imagen, y clasificadores. Se aplicaron varios de estos algoritmos especializándose en la clasificación de heridas médicas, seleccionando los que den mejores resultados en cada etapa para el clasificador de heridas médicas.

Se muestran en la tabla 1 los algoritmos propuestos e implementados para el esquema de clasificación.

Tabla 1. Algoritmos para la clasificación de imágenes [4]

Clasificación de imágenes			
Detector de caractrísticas	**Descriptor de características**	**Representación de la imagen**	**Clasificación**
SIFT	SIFT	Conjunto de puntos	K-NN
SURF	SURF	BoW, descripción de color	SVM
CNN	CNN	Fusión de representaciones	Combinación de clasificadores
		CNN	CNN

III. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

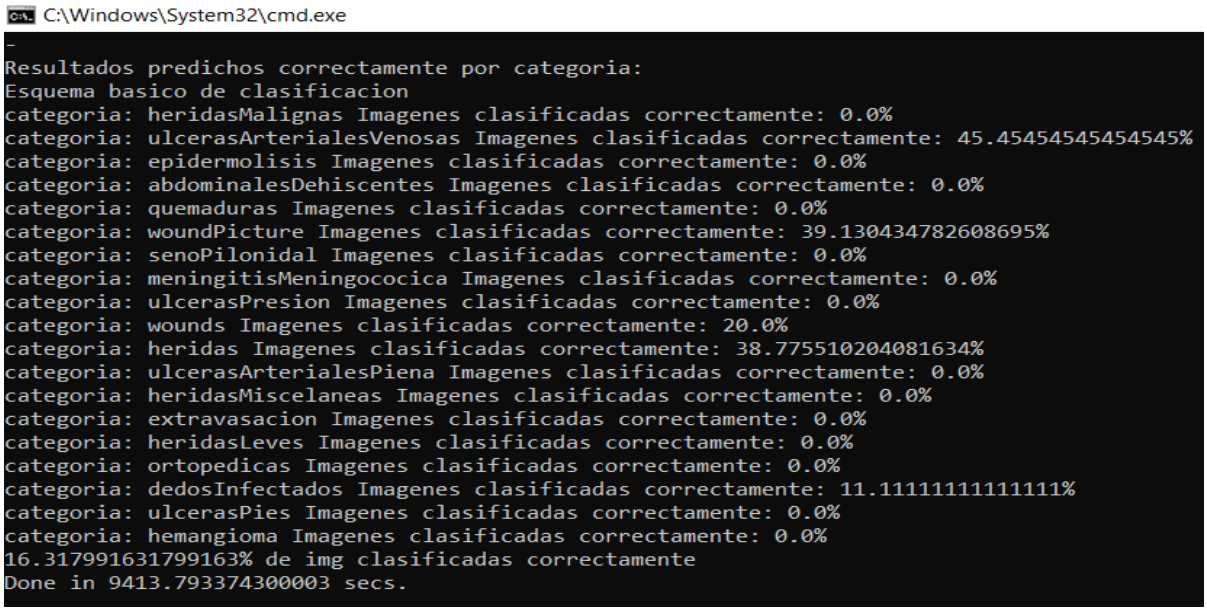


Fig. 3. Resultados del primer esquema de clasificación (SURF, Representación de puntos y KNN).

La figura 3 representa los resultados del primer esquema básico de clasificación. Se usó SURF para la extracción de características, la técnica de representación de puntos para obtener un único representante de la imagen y KNN como clasificador obteniendo una exactitud de 16.31%. Para cierto tipo de imágenes este clasificador básico puede resultar muy efectivo, sin embargo, no es el caso, por lo cual es necesario buscar otros esquemas de clasificación. Estos resultados nos hacen considerar si sería necesario tomar características espaciales, tales como color, ubicación etc.

El conjunto de imágenes fue dividió en dos conjuntos (entrenamiento y prueba), el conjunto de entrenamiento que contiene el 75% de las imágenes del conjunto original y el conjunto de prueba contiene el 25% de las imágenes del conjunto original. Este proceso se realizó por cada categoría de heridas del conjunto original. Estos datos fueron usados para entrenar y probar los dos esquemas de clasificación implementados.

En el segundo esquema de clasificación figura 4 se usó SURF para la extracción de características, BOVW para la parte de representación de la imagen y SVM como clasificador obteniendo una exactitud del 26%, siendo más alta que el primer esquema.

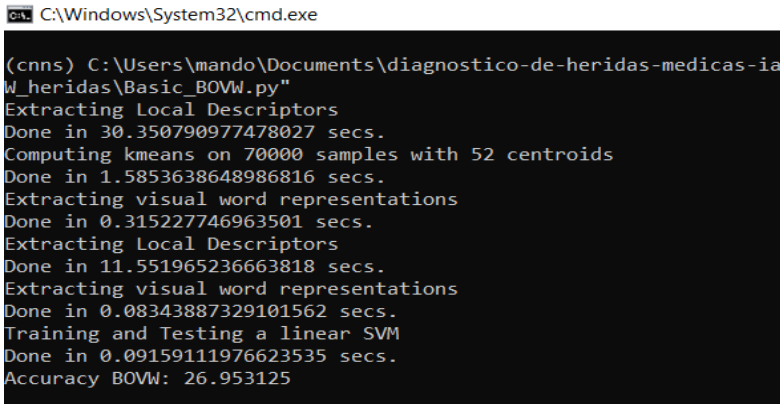


Fig. 4. Resultados del segundo esquema de clasificación (SURF, BOVW y SVM).

El segundo esquema es más rápido en obtener los resultados y con una exactitud de resultados positivos casi el doble comparado con el primer esquema. Ambos algoritmos han proporcionado resultados muy por debajo de los esperados, siendo ineficientes para este tipo de imágenes, por lo cual nos hace plantearnos que es necesario formar un conjunto de datos más representativo y robusto además de probar con otros modelos como las CNN por sus siglas en ingles.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este proyecto se propuso la realización de un clasificador de heridas médicas, se realizaron diferentes esquemas de clasificación comparando sus resultados con el objetivo de encontrar el esquema más óptimo en cuando a exactitud y rapidez. Se hizo uso de un conjunto abierto de imágenes médicas con 800 imágenes para entrenamiento de los algoritmos y para sus pruebas. Dado a los resultados de los esquemas implementados no cumplen las expectativas se planteó a futuro proponer nuevos esquemas e implementar los esquemas pendientes que no pudieron llevarse a cabo por cuestiones de tiempo, como las CNN asi también como la construcción de un nuevo conjunto de datos más robusto.

V. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de Zacatecas, al investigador Aldonso Becerra Sánchez, al verano de la ciencia y al CONACyT por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

REFERENCIAS

[1] E. Alegre, G. Pajares, y E. Junio, *Conceptos y Métodos en VISIÓN POR COMPUTADOR*, 1a ed. España: junio 2016, 2016.

[2] P. D. E. L. A. Zadeh, F. By, y L. A. Zadeh, “Redes neuronales y logica borrosa”.

[3] H. S. Tran, T. H. Le, y T. T. Nguyen, “The Degree of Skin Burns Images Recognition using Convolutional Neural Network”, *Indian J. Sci. Technol.*, vol. 9, núm. December, p. 6, 2016.

[4] Universitat Autònoma de Barcelona, “Clasificación de imágenes ¿cómo reconocer el contenido de una imagen”. [En línea]. Disponible en: https://www.coursera.org/learn/clasificacion-imagenes.

[5] D. G. Lowe, “Object Recognition from Local Scale-Invariant Features”.

[6] H. Bay, T. Tuytelaars, y L. Van Gool, “SURF : Speeded Up Robust Features”.

Clasificador de imágenes médicas contemplando aspectos de heridas diversas (II)

Alejandro Pinedo Barrios
Universidad Autónoma de Zacatecas
Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica,
Av. Ramón López Velarde 801. Col. Centro,
C.P. 98000. Zacatecas,
apinedobarrios@live.com

Asesor: Aldonso Becerra Sánchez
Universidad Autónoma de Zacatecas
Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica,
Av. Ramón López Velarde 801. Col. Centro,
C.P. 98000. Zacatecas,
a7donso@uaz.edu.mx

Resumen — En este trabajo se presenta la implementación de un sistema de clasificación de imágenes de heridas médicas diversas , en el cual se utilizan los algoritmo Speeded-Up Robust Features (SURF) para la extracción de características y el algoritmo de clasificación K-Nearest Neighbourn (KNN), el cual utilizando los datos obtenidos de los algoritmos anteriores, permiten la clasificación de imágenes. El sistema de clasificación funciona con imágenes que son convertidas a escalas de grises. Para la clasificación de imágenes se requiere un conjunto de datos de entrenamiento que consta de más de 400 imágenes; estas se dividen en 20 categorías diferentes, lo que permite clasificar una imagen comparándola con las diferentes imágenes de este dataset.

Palabras clave — clasificación, imágenes, medicina.

Abstract — This paper presents the implementation of an image classification system for various medical wounds, in which the Speeded-Up Robust Features (SURF) algorithm is used for feature extraction and the K-Neighbors Neighbor (KNN) classification algorithm), which using the data obtained from the previous algorithms, allows the classification of images. The classification system works with images that are converted to gray scales. For the classification of images, a training data set consisting of more than 400 images is required; these are divided into 20 different categories, allowing you to classify an image by comparing it with the different images in this dataset.

Keywords — classification, images, medicine.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la tecnología empieza a ocupar día con día un espacio en nuestra vida cotidiana, dando lugar al desplazamiento de la actividad humana en el desarrollo de algunas actividades que pueden resultar peligrosas para sí mismo. Existen cada vez más sistemas basados en Inteligencia Artificial, los cuales tienen el propósito de brindar apoyo o directamente sustituir la actividad humana en ciertas actividades.

Una de las ramas a las que actualmente se busca apoyar más utilizando la tecnología, es a la medicina. Tal es el caso del sistema desarrollado por Natalia Muñoz donde el objetivo de este proyecto fue la implementación de un *sistema de clasificación automática de imágenes médicas basado en contenido*, codificadas mediante un código denominado IRMA, de estructura mono-jerárquica, completo e inequívoco, mediante el uso del algoritmo clasificador KNN, donde se utilizaron 10 000 imágenes donde se conocía el código IRMA para el entrenamiento del algoritmo y 1 000 imágenes para la prueba del sistema, donde no se conocía el código IRMA, utilizando un valor de k=5 se obtuvo una tasa de error de 35% [1].

Si bien el proyecto estuvo orientado a imágenes médicas como rayos x, también es posible utilizar la IA para enfermedades o heridas que afectan al cuerpo humano un ejemplo de esta es sistema de reconocimiento de grados de imágenes de quemaduras en piel utilizando redes neuronales convolucionales realizada por Hal Son Tran, Thai Hoang Le y Thuy Thanh Nguyen, donde al utilizar una CNN en imágenes, se logró obtener una taza de error de 0.0094% [2].

Investigando estos trabajos, entonces debería ser posible llevar este tipo de clasificación no solo a casos específicos, sino llevarse a un nivel más alto de abstracción, donde se podrá clasificar heridas entre muchos tipos, tal es el caso del proyecto propuesto para esta estancia, el cual consiste en implementar un sistema que permita clasificar heridas médicas mediante una fotografía utilizando inteligencia artificial.

II. MARCO TEÓRICO

A. Speeded-Up Robust Features

El método SURF (Speeded-Up Robust Features): Es un descriptor el cual fue desarrollado por Herbert Bay, está inspirado en el descriptor SIFT, pero presentando dos grandes mejoras.

a) Velocidad de cálculo considerablemente superior sin ocasionar perdida del rendimiento.

b) Mayor robustez ante posibles transformaciones de imágenes.

SURF hace uso de una matriz Hessiana, más concretamente del valor del determinante de la matriz, para la localización y la escala de los puntos. SURF no utiliza diferentes medidas para el cálculo de la posición y la escala de los puntos de interés individualmente, sino que utiliza el valor del determinante de la matriz Hessiana en ambos casos Ec (1).

$$H(x,\sigma) = \begin{bmatrix} L_{xx}(x,\sigma) & L_{xy}(x,\sigma) \\ L_{xy}(x,\sigma) & L_{yy}(x,\sigma) \end{bmatrix} \quad (1)$$

donde $L_{xx}(x,\sigma)$ representa una convolución de la derivada de segundo orden de la Gaussiana $\frac{\sigma^2}{\sigma x^2} g(\sigma)$ con la imagen I en el punto x [3].

B. K- Nearest Neighbour (K-NN)

K-NN es un algoritmo de aprendizaje supervisado, es decir, que a partir de un juego de datos inicial su objetivo será el clasificar correctamente todas las instancias nuevas. Es un método que simplemente busca en las observaciones más cercanas a la que se está tratando de predecir y clasifica el punto de interés basado en la mayoría de datos que lo rodean.

K-NN se compone de 3 pasos, en el primero se calcula la distancia entre el ítem a clasificar y el resto de ítems del dataset de entrenamiento, después selecciona a los K elementos más cercanos y al final realiza una votación entre los k puntos, los k dominantes decidirán su clasificación final [4].

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El sistema de clasificación implementado consta de 3 etapas. El sistema tiene como entrada una imagen, la cual se transforma a escala de grises y obtiene como salida su etiqueta de clasificación.

Como se muestra en la figura 1 la primera etapa consiste en el proceso de extracción de características, el cual nos permite extraer características visuales de una imagen; cada característica es un vector matemático que describe una región de la imagen. Esto proporciona información sobre estructuras relevantes de la imagen como regiones o contornos de la imagen. Este paso se divide en dos procesos: el primero es la detección de puntos de interés, los cuales pueden encontrarse en cambios significativos de contraste o bien en los contornos de los objetos. El segundo proceso consiste en la descripción de estos puntos de interés. Una manera de detectar los puntos de interés de una forma genérica es mediante la aplicación de un filtro a cada pixel de la imagen, este nos define una serie de pesos, los cuales se aplicaran a los vecinos de un determinado pixel.

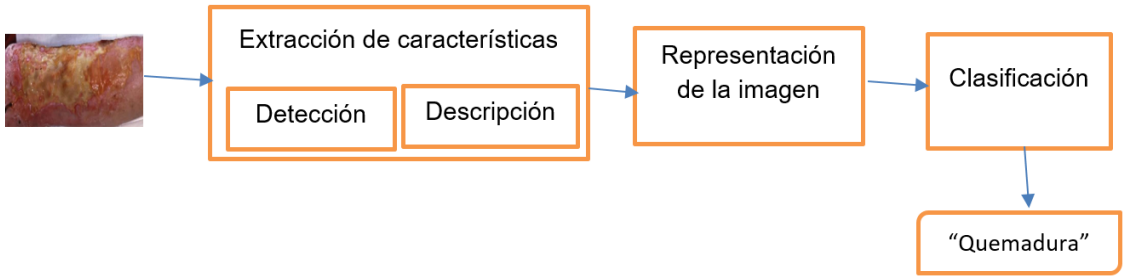


Fig. 1. Sistema de clasificación propuesto

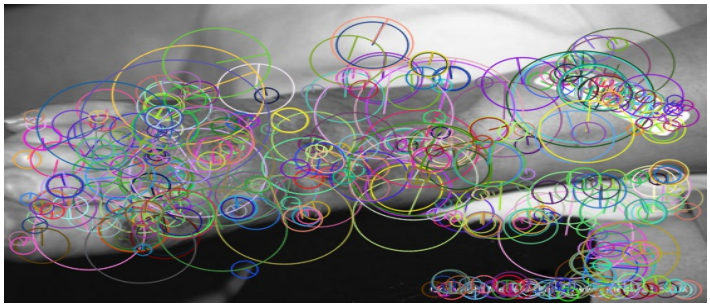


Fig. 2. Puntos de interés obtenidos con el algoritmo SURF

Para la detección de puntos de interés se hizo uso del descriptor SURF, como se muestra en la figura 2, trabaja con zonas más grandes de representación de la imagen.

En la segunda etapa se obtiene una representación única de la imagen mediante un vector numérico, cambiando o agregando los puntos de interés más relevantes de la imagen. Para esto se hace uso de la representación de puntos, primero debemos encontrar puntos de interés en correspondencia que sigan un patrón de correspondencia. Una vez obtenidos los puntos de correspondencia, necesitamos obtener la representación de la imagen, la cual

se hace obteniendo la distancia de una imagen a otra imagen a partir de los K mejores puntos de correspondencia; esta primera representación se hace construyendo una lista con la descripción de todos los puntos de interés que se han detectado en la imagen, cada imagen queda representada por una lista de vectores. Como cada vector es la concatenación de los histogramas de orientación, esto nos genera una gran cantidad de puntos de interés por cada imagen, para resolver estos detalles obtenemos la distancia de una imagen respecto a otra, teniendo un único valor representativo de la imagen, como se muestra en la Ec (2).

$$d\left(H_i^1, l_2\right) = \min_{j=1,\ldots,n2} d\left(H_i^1, H_j^2\right) \quad (2)$$

donde H es el vector que representa el punto de interés y l es la lista de puntos de interés de la imagen.

Para obtener la distancia una imagen respeto a otra imagen se toma cada punto de interés de la primera imagen y se saca la distancia euclidiana contra todos los puntos de interés de la segunda imagen, escogiendo la distancia mínima. Este proceso se repite con todos los puntos de interés de la primera imagen, después simplemente se obtiene el promedio de las distancias el cual será la representación de la primera imagen.

La tercera etapa consiste en la clasificación, donde apoyándose de un dataset de aprendizaje se puede aprender a distinguir una imagen de las diferentes categorías, a partir de su representación visual asignando la etiqueta correspondiente. Las categorías utilizadas son epidermólisis, ulceras arteriales de pierna, ulceras de pies, quemaduras, abdominales dehiscentes, heridas ortopédicas, dedos infectados, heridas malignas, hemangioma, heridas misceláneas. Para esta etapa se usa el clasificador el algoritmo de KNN.

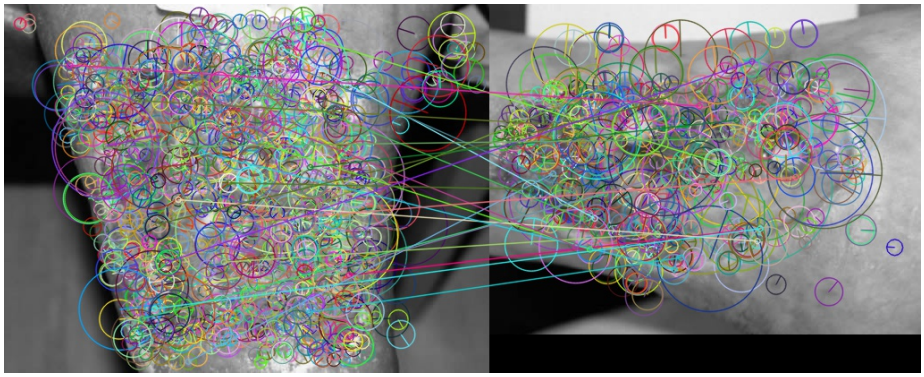


Fig. 3. Representación de puntos (en correspondencia)

IV. RESULTADOS

Tabla 1. Resultados del esquema de clasificación

Categoría	Cantidad de imágenes	Cantidad de imágenes predichas correctamente
Heridas Misceláneas	8	0
Epidermólisis	2	0
Ulceras Arteriales de Pierna	24	0
Ulceras Pies	14	0
Wounds	23	9

Quemaduras	5	0
Abdominales Dehiscentes	3	0
Heridas Ortopédicas	8	0
Dedos Infectados	9	2
Heridas Malignas	2	0
Hemangioma	2	0
Extravasación	4	0
Heridas Leves	19	2
Heridas Generales	49	19
Seno Pilonidal	1	0
Ulceras de Presión	25	0
Heridas Graves	25	5
Ulceras Arteriales Venosas	11	3
Exactitud del algoritmo		16.736401%

Para las pruebas se divide en dos partes el dataset, dividimos las imágenes de sus categorías en 75% de las imágenes para entrenamiento y el 25% para prueba. Si bien, cada tipo de imágenes requiere de diferentes técnicas para lograr una excelente clasificación, para cierto tipo de imágenes este clasificador sería más que suficiente para obtener buenos resultados de clasificación, pero lamentablemente como se muestra en la tabla 1 este no fue el caso, ya que el clasificador solo pudo predecir correctamente el 16.7% de las imágenes del conjunto de pruebas. Esto se originó debido a varios factores, resaltando dos principalmente, el primero fue por no tomar en cuenta en su momento factores como color, posición del objeto, entre otras características espaciales, el segundo fue que la gran mayoría de imágenes se encontraba en secciones las cuales aún no habían tenido una clasificación, debido a la falta de un apoyo de un médico para apoyarnos con esa clasificación manual antes de someterlo al clasificador, ligado a esto se detectó otro detalle, el cual fue que varias categorías de las imágenes ya encontradas en el dataset contaban con pocas muestras las cuales no eran suficientes para otorgar una clasificación más precisa de esa categoría.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este proyecto se propuso y se implementó un sistema clasificador de imágenes médicas contemplado aspectos de heridas diversas, a pesar de que los resultados obtenidos. Se concluyó que para próximas pruebas es necesario hacer un análisis de las categorías del dataset de pruebas para encontrar nuevas categorías que le permitan mejorar la precisión del algoritmo, además de añadir más imágenes a las categorías ya incluidas en él mismo, y por ultimo obtener el apoyo de algún médico para que le ayude a clasificar las imágenes de manera manual antes de mandarlas al sistema, para poder crear un dataset de aprendizaje más robusto y más preciso, lo cual le apoyara a subir la precisión del algoritmo. Otra opción a considerar será utilizar otro tipo de clasificador como por ejemplo Convolutional Neural Networks (CNN) o Bag of Words (BOW) los cuales le podran proporcionar mejores resultados, debido a que su clasificación toma en consideración más características

espaciales y se a demostrado en otras investigaciones que su capacidad de clasificación son más eficaces.

VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de Zacatecas, a mi asesor Aldonso Becerra Sánchez por el apoyo otorgado para realizar esta estancia.

REFERENCIAS

[1] *N. Muñoz, "Sistema de Clasificación Automática de Imágenes Médicas Basado en Contenido," Universidad Carlos III De Madrid, 2010.*

[2] *H. S. Tran, T. H. Le, and T. T. Nguyen, "The Degree of Skin Burns Images Recognition using Convolutional Neural Network," Indian J. Sci. Technol., vol. 9, no. December, 2016.*

[3] *T. Srivastava. (2018, Mar 26). Introduction to k-Nearest Neighbors: A powerful Machine Learning Algorithm (with implementation in Python & R) [Online]. Available: https://www.analyticsvidhya.com/blog/2018/03/introduction-k-neighbours-algorithm-clustering/*

[4] *H. Bay, A. Ess, T. Tuytelaars y L. V. G., "Speeded-Up Robust Features (SURF)" Computer Vision and Image Understanding., Vol. 110, pp. 346–359, Dec. 2007.*

Computationally-efficient algorithm for applying motion-controlled kinematics in stepper motors

Rigoberto Rafyani Torres Camacho
Frías Fonseca Héctor Román
Instituto Tecnológico de Querétaro
Av. Tecnológico s/n esq. Gral. Mariano Escobedo. Colonia Centro Histórico
rafyani@hotmail.com
hromanfrias@gmail.com

Asesor: Jesús Rooney Rivera Guillén
Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ingeniería-Campus San Juan del Río
Av. Río Moctezuma 249, San Cayetano
jesus.rooney.rivera@uaq.mx

Abstract — The motion control of most industrial systems (such as Computer Numerical Control (CNC) machines and robots) require to consider the physical limitations in position, speed and acceleration. A kinematic motion profile describes the desired movement considering such constraints. The profile generator is in charge of generating the motion controlled kinematics for being applied to the mechatronic system. Several works have been proposed for achieving this task; however, most of them use either complex algorithms or pre-calculated profiles. In this work a low-computational-cost algorithm for the generation of motion-controlled kinematics that can be implemented in low-cost microcontrollers is proposed. The effectiveness of the proposed algorithm is validates through simulation and experimentation.

Keywords — Motor, kinematics, motion profile.

I. INTRODUCTION

Most of the mechatronic systems are affected by vibrations or mechanical wear which decrease its performance and its time life [1]. For this reason, the use of motion-controlled movements is necessary. This can be achieved through considering the kinematics of the motors. The Kinematics studies the motion of the motor without considering the forces that cause it [2]. Basically, position, speed and acceleration define the motor kinematics. The motion-controlled kinematics are defined by considering the physical constraints in speed and acceleration of the motor.

Several works have been proposed in the field of motion-controlled kinematics, the work presented in [3] proposes a FPGA-Based motion control chip for generating arbitrary function profiles for being applied to servomotors, the profiles are pre-calculated and posteriorly sent to the motion chip. Another related work is the presented by [4] in which a trapezoidal-speed profile generator is proposed for driving a stepper motor. The implementation is carried out in FPGA and no information is given about the representation of the binary numbers. In [1] the importance of using kinematic controlled movements is proved. The system's natural frequency is analyzed for this purpose. They state that kinematic controlled profiles help to reduce the mechanical vibrations. Finally, in [5] a speed profile generator based on a neuro-fuzzy approximation is proposed. The proposal is applied to Computer Numerical Control (CNC) machines where the generated speed profile is parameterized into the tool trajectory.

All the discussed works highlight the importance of using motion-controlled kinematics. Also, many functions have been proposed for being used in the profile generation.

Nevertheless, most of the proposal only uses pre-calculated profiles or in some cases the algorithm for the profile generator is barely described.

The contribution of this work is to propose a low-computational-cost algorithm for the generation of motion-controlled kinematics that can be implemented in low-cost microcontrollers and can be applied to both servomotors and stepper motors.

II. METHODOLOGY

The proposed methodology is presented in Fig. 1. It consists of an input parameter stage where the parameters of the movement are defined; next the geometrical characteristics of the motion profile are computed; it is followed by a pulse profile generator for iteratively constructing the desired kinematic profile. Finally, the pulse profile is sent to a power driver for being applied to the motor. Following subsections, describe each step of the methodology.

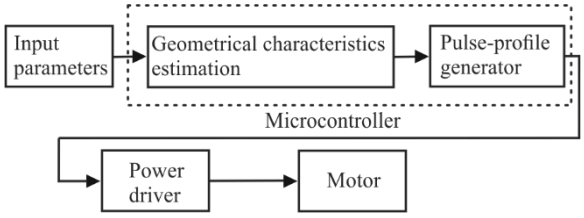


Fig. 1. Proposed methodology.

A. Trapezoidal-speed profile

A trapezoidal-speed profile is divided into three sections, an acceleration interval, a constant-speed section and a deceleration time. Fig. 2a shows the position profile, Fig. 2b shows the speed profile and finally in Fig. 2c the acceleration profile is depicted. a_m is the maximum acceleration, v_m is the maximum speed and x_f is the final position. Considering a symmetric profile, K_1, K_2, K_3 and K_T define the time, in samples, that the motion will last. The period time that each sample will last depends on the sampling frequency F_s utilized in the microcontroller.

In order to calculate such values, it is required to know a priori the input parameters a_m, v_m and x_f. Once the input parameters are set, the equations (1) to (4) are used.

$$K_3 = \frac{x_f}{v_m} \tag{1}$$

$$K_1 = \frac{v_m}{a_m} \tag{2}$$

$$K_3 = K_1 + K_2 \tag{3}$$

$$K_T = K_3 + K_1 \tag{4}$$

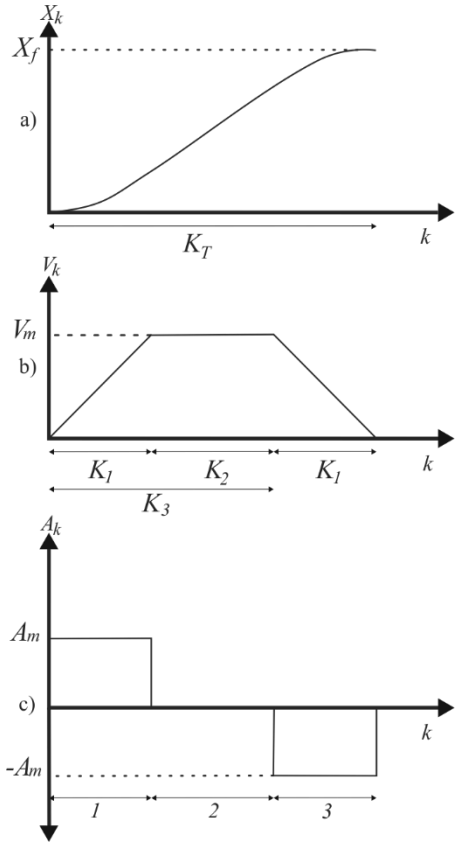


Fig. 2. Trapezoidal speed motion profile.

It is important to mention that the input parameters depend on the stepper-motor constraints and the selected configuration of micro-steps in the power driver. Such parameters are set by the user in the interface and the values required for executing the movement are calculated in the microcontroller.

So as to construct the motion profile in the microcontroller to define the equations required for the algorithm is necessary. The algorithm is based on [6] where an iterative method for estimating the discrete integration starting from n-the derivative is defined. In this case, the position will be obtained through the acceleration by means of the Eq. (5) and Eq. (6).

$$V_k = A_k + V_{k-1} \tag{5}$$

$$X_k = V_k + X_{k-1} \tag{6}$$

where A_k, V_k and X_k are the acceleration, speed and position each sample k.

B. Geometrical characteristics estimation

Once the equations for the desired kinematic profile are stablished it is necessary to calculate the characteristics that define the movement.

Starting from the input parameters (obtained from a user interface) a_m, v_m and x_f, using the units ($steps, {}^{steps}/_{sample}\ and\ {}^{steps}/_{sample^2}$), the values of K_3, K_1 are calculated through the following steps.

Step 1. To calculate K_3 using Equation (7). It is observed that the calculated value is rounded up to the bigger integer, since this value is discrete and can only take integer values.

$$K_3 = \left\lceil \frac{x_f}{v_m} \right\rceil \tag{7}$$

Step 2. To recalculate v_m using K_3 obtained in step 1. The new value of v_m^* is obtained using (8).

$$v_m^* = \frac{x_f}{K_3} \tag{8}$$

Step 3. To obtain K_1 by means of equation (9).

$$K_1 = \left\lceil \frac{v_m}{a_m} \right\rceil \tag{9}$$

Step 4. To recalculate a_m using (10). The new value is named a_m^*.

$$a_m^* = \frac{v_m}{K_1} \tag{10}$$

Step 5. To determine K_2 and K_T by means of equations (3) and (4) respectively.

The calculated values of K_1, K_2, K_3 and K_T and the recalculated values of a_m^* and v_m^* are necessary for generating the motion profile featuring controlled-kinematics.

C. Pulse-profile generator

The algorithm for constructing iteratively the motion profile is presented in Fig. 3. First the input parameters that describe the desired kinematic profile are set. Next, the geometrical characteristics are computed. In next stage the initial conditions of the kinematic profile are established. Next, depending of the discrete-time value k, the acceleration can take three values following (11).

$$A_k = \begin{cases} a_m, & 1 \le k < K_1 \\ 0, & K_1 \le k < K_3 \\ -a_m, & K_3 \le k < K_T \end{cases} \tag{11}$$

Then, the profile in speed and position are iteratively constructed using (5) and (6) and finally the pulse train necessary for applying the controlled kinematics to the stepper motor, is generated by means of (12).

$$P_k = \lfloor X_k \rfloor - \lfloor X_{k-1} \rfloor \tag{12}$$

where P_k contains the desired trapezoidal-speed pulse profile.

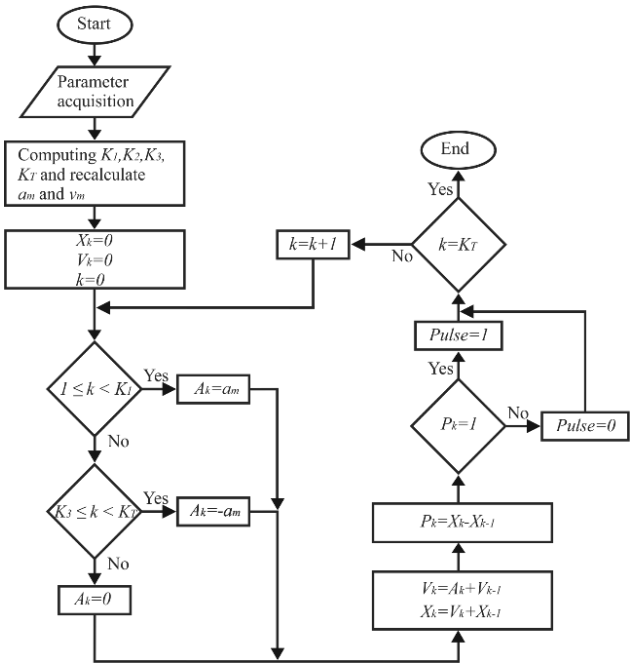


Fig. 3. Algorithm for the pulse profile generator.

III. EXPERIMENTATION AND RESULTS

The experimental setup is shown in Fig. 4. It consists of a computer where the Input Parameters are established by the user through a user interface. The geometrical characteristics estimation and the pulse profile generator are implemented in a low cost microcontroller PIC 16F887 which work at a maximum frequency of 20Mhz. The implementation is carried out using the software CCS C compiler. The proposed algorithm is implemented in the microcontroller using the standard of 32 bits floating point IEEE 754-2008 [7]. The power driver is the model A4988 which can handle up to 35 volts and peak currents of 2A. It also features the microstepping function. Finally, the stepper motor is a NEMA 17 model with a operating voltage of 12V and a current of 330mA, it features 200 steps per revolution and a stall torque of 2.3kg-cm. The used input parameters are the same that the used in the simulation section. The output of the microcontroller is monitored using an oscilloscope model Siglent SDS 1102CML.

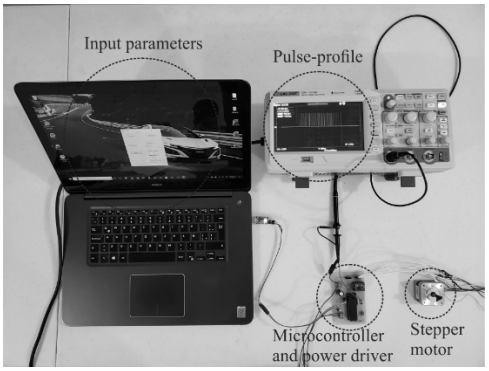


Fig. 4. Experimental setup.

The pulse profile, generated using the proposed algorithm and implemented in the low-cost microcontroller is shown in Fig. 5. As can be observed the pulse profile is effectively generated without errors.

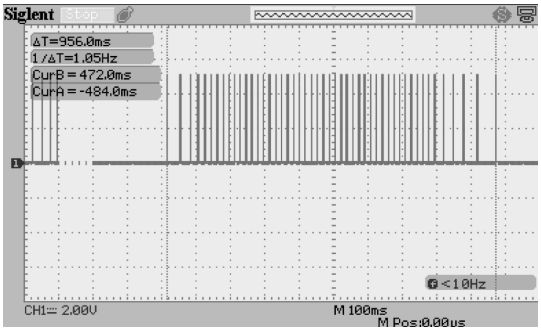


Fig. 5. Pulse profile applied to the stepper motor.

IV. CONCLUSION

In this work a computationally-efficient algorithm for applying motion-controlled kinematics in stepper motors is proposed. The algorithm is implemented in a low-cost microcontroller validating the simplicity of the proposal. Moreover, it was also possible to manage a number format of standard 32-bit floating point without compromising the sampling frequency of the pulse profile generator.

For future work, the equations and algorithm for trapezoidal acceleration profile will be designed for being implemented in the low-cost microprocessor.

REFERENCES

[1] Yoon, H.; Chung, S.; Kang, H.; Hwang, M. Trapezoidal Motion Profile to Suppress Residual Vibration of Flexible Object Moved by Robot. Electronics 2019, 8, 30.

[2] Russell, K., Shen, Q. and Sodhi, R. S.. Kinematics and Dynamics of Mechanical systems. Second Edition: Implementation in MATLAB and SimMechanics. (2a ed.). CRC Press. 2018.

[3] J.U. Cho , J.W. Jeon . A motion-control chip to generate velocity profiles of desired characteristics. ETRI J , 5 , 563 – 568.

[4] Wang Bangji, Liu Qingxiang, Zhou Lei, Zhang Yanrong, Li Xiangqiang and Zhang Jianqiong, "Velocity profile algorithm realization on FPGA for stepper motor controller," 2011 2nd International Conference on Artificial Intelligence, Management Science and Electronic Commerce (AIMSEC), Dengleng, 2011, pp. 6072-6075.

[5] L. Rutkowski, A. Przybyl and K. Cpalka, "Novel Online Speed Profile Generation for Industrial Machine Tool Based on Flexible Neuro-Fuzzy Approximation," in IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 59, no. 2, pp. 1238-1247, Feb. 2012.

[6] Rivera-Guillen, Jesus & Romero-Troncoso, René & Osornio-Rios, Roque & Garcia-Perez, Arturo & Herrera-Ruiz, Gilberto. (2010). Design methodology for fully dynamic-controlled polynomial profiles and reduced tracking error in CNC machines. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 51. 723-737. 10.1007/s00170-010-2650-2.

[7] IEEE Standard for Floating-Point Arithmetic," in IEEE Std 754-2008 , vol., no., pp.1-70, 29 Aug. 2008.

Consumo de energía eléctrica por el uso de los equipos de cómputo y fotocopiadoras en áreas de laboratorio del edificio 1 y áreas de oficinas del edificios 1 y 2

Julio César Hernández García
Instituto Tecnológico Superior de Monclova
Ejercito Mexicano: Carretera 57km 4.5
CP 257001. Monclova, Coahuila.
cesar.in.game@gmail.com

Asesora: Norma Araceli Aguilar Covarrubias
Instituto Tecnológico Superior de Monclova
Ejercito Mexicano: Carretera 57km 4.5
CP 257001. Monclova, Coahuila.
norma.aguilar@itsmva.edu.mx

Resumen — El presente trabajo de investigación, consiste en analizar y determinar el consumo en kilowatts de los aparatos electrónicos de trabajo de las distintas áreas de nuestra institución, con el fin de tener un promedio de consumo eléctrico de las oficinas, aulas de computación, áreas de impresión, etc. Y así obtener un estimado de consumo de toda la institución. Todo esto mediante el uso de un medidor de consumo eléctrico. Partiendo de la línea base de energía, se realizo una regla de tres simple para obtener el % de consumo de energía eléctrica por el uso de los equipos de computo y fotocopiadoras en áreas de laboratorio del edificio 1 y áreas de oficina del edificio 1 y 2.

Palabras clave — Kilowatt, Consumo, Energía, Computadora, Fotocopiadora, Medición

Abstract — The present work of investigation, consist of analyzing and determining the consumption in kilowatts of the electronic devices of work of the distintc áreas of our institution,with the end to have an average of electrical consuption of the offices, classroms of computing,impression áreas, etc. And so get an estimating of consumption of entire institution. All this trough the use of an electrcical consuumption meter.

Keywords — Kilowatt, Consumption, Energy, Computer, Photocopier, Measurement

I. INTRODUCCIÓN

La producción y el consumo de energía eléctrica son estratégicos para el desarrollo, desde el ámbito económico, financiero, social, así como al funcionamiento de las actividades y de bienestar; esto ha generado enormes costos ambientales que a su vez ha generado proceso de contaminación, ya que la necesidad de confort de la sociedad, así como el crecimiento y desarrollo económico de las organizaciones, derivan en mayores niveles de consumo energético.

Actualmente el consumo de energía implica necesariamente un análisis sobre los equipos de aprovechamiento, formas y usos finales, así como, de los problemas ambientales que encierra su utilización, la energía se encuentra inmersa en todas las dimensiones de la actividad humana. En México, la energía es una necesidad en cada vivienda y parte esencial de la economía y una de las causas principales de contaminación.

El fin de esta investigación es crear un antecedente sobre el Consumo de energía eléctrica (kilowatts) por el uso de los equipos de cómputo, en áreas de laboratorio del edificio 1 y áreas de oficinas del edificio 1 y edificio 2. Se cuenta con 3 aulas de computo, en las cuales se utilizan 112 computadoras de escritorio, que a simple vista pueden parecer similares pero en realidad están construidas con diferentes dispositivos, ya sea que se diferencien en su capacidad de memoria RAM, en el procesador, estos pequeños detalles

hacen que las computadoras trabajen diferente, una con un mejor procesador hace menos esfuerzo al realizar las tareas por lo que su consumo se vuelve menor, a diferencia de una con un procesador menos eficiente, que se esfuerza más al realizar los procesos y aumenta el consumo de kilowatts. Y de las áreas de oficinas 48 computadoras personales y 3 impresoras.

II. MARCO TEÓRICO

En diciembre de 2013 mediante la aprobación de la reforma Constitucional en Materia Energética, se presentó uno de los mayores cambios en el sector en la historia. Fue el primer paso para contar con un sector energético competitivo y eficiente, que acelere el desarrollo del país. Provee de mejores instrumentos al sector energético para que éste apoye el crecimiento y desarrollo económico y social del país, promoviendo la participación social de la población a los beneficios que derivan del crecimiento del sector, uso de la energía, la sustentabilidad a largo plazo y la mitigación de los impactos negativos que la producción y el consumo de energéticos puedan tener sobre la salud y el medio ambiente.

Conocer las necesidades energéticas de la población y sus formas de satisfacción, conllevan a una adecuada planeación energética ya que esta información es un instrumento fundamental para conocer la formación de la demanda y los factores que influyen en ella. Uno de los objetivos de la estadística energética consiste en proporcionar información sustentada en el análisis y lo más fiable posible sobre la forma en que se consume la energía. Actualmente, México cuenta con importantes fuentes de información estadística sobre algunos sectores, pero aún se tienen deficiencias por su grado de heterogeneidad y son difíciles de obtener.

Históricamente, México ha contado con estadísticas nacionales que permiten conocer y hacer estimaciones del total de energía que se consume en el sector residencial y determinar que el total de los energéticos que dispone este sector en el país son: gas LP, electricidad, leña, gas natural, querosenos y energía solar.

Las estadísticas de consumo eléctrico del sector residencial han sido proporcionadas por el suministrador básico, en este caso la Comisión Federal de Electricidad, empresa productiva del estado que reporta a la Secretaría de Energía el total de la facturación de las tarifas residenciales. Sin embargo, el auge por la energía renovable y en particular el interés de la población por la instalación de paneles fotovoltaicos viene en ascenso.

En el caso del gas LP y gas natural, los registros sectoriales provienen de las facturas que compañías distribuidoras reportan como parte de sus ventas a este sector. Sin embargo, también el auge por los sistemas de calentamiento solar, vienen desplazando la necesidad de estos gases, con la complejidad que existe el seguimiento de estadísticas en cuanto a los sistemas instalados en los hogares del país.

De esta manera, los estudios para conocer el comportamiento del gasto y consumo de los energéticos son relevantes, ya que reflejan los hábitos de la población y sus preferencias, identificar el uso y características de los aparatos que utilizan energía en la vivienda, y centros educativos dada la diversidad en el equipamiento y la variabilidad en su utilización y potencia.

Algunos estudios previos dirigen su objetivo al aspecto medioambiental y la relación con la parte de eficiencia energética en el uso de la energía. Ha sido complicado encontrar en la literatura especializada documentos que doten de numeraria como referencia para tener parámetros de los usos y consumo de energía eléctrica en estudiantes de nivel medio superior. Se debe mencionar que es complicado determinar un dato exacto de los consumos de energía por alumno, debido a que se vuelven un elemento multifactorial, por mencionar algunos factores: la temperatura ambiental de la zona geográfica, el tipo de construcción, la constante evolución tecnológica, entre otros.

Por ello, se plantea por primera vez realizar un análisis sobre el tema, con la cual se busca obtener y proporcionar información necesaria a investigadores, académicos, instancias reguladoras, fabricantes, empresas energéticas, y tomadores de decisión para la definición de políticas públicas multisectoriales, entre ellas las de eficiencia energética dirigidas al sector educativo.

III. METODOLOGÍA

A. Ubicación y descripción de los edificios del ITSM

El Instituto Tecnológico Superior de Monclova Ejercito Mexicano, es una institución educativa de nivel superior de carácter público. Surgió en 1996 ante los requerimientos de la Región Centro de Coahuila de contar con una institución superior que formara profesionales en los campos de la ciencia y la tecnología. Actualmente el Instituto Tecnológico Superior de Monclova Ejército Mexicano ha logrado consolidarse, contando actualmente con las carreras de nivel licenciatura: Ingeniería Informática, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Industrial, Ingeniería Electrónica e Ingeniería en gestión empresarial e ingeniería en energías renovables. Su infraestructura fue modificada a lo largo de los años actualmente posee 4 edificios, dos de dos plantas y 2 más de una sola planta. En edificio 1 planta alta se encuentran ubicado las oficinas de dirección general, áreas y cubículos de planeación, vinculación, gestión de la calidad, también se encuentra ubicado el área de servicios financieros y servicios escolares. Además de 3 laboratorios de cómputo para las prácticas de clases, un área de centro de copiado. En la planta baja se encuentra localizado el departamento de compras, comunicación y área de gestión tecnológica y vinculación. En edificio 2 planta alta se encuentran localizados las áreas correspondientes a dirección académica, cubículos de maestros y salones de clases. En planta baja está el área de prefectura, enfermería, área de papelería y salones de clases.

B. Periodos y horarios de ocupación

El año lectivo comienza a principios de enero con la reincorporación del personal docente y administrativo. Las clases propiamente dichas del comienzan a mediados del mes de enero y finalizan la primer semana de julio, procede las vacaciones de verano y se reincorpora nuevamente a las labores la tercer semana se agosto y finaliza a mediados del mes de diciembre.

El horario de inicio de actividades es de las 7:00 a.m. y finaliza a las 22:00 p.m. de lunes a viernes. Los sábados y domingos los edificios permanecen cerrados.

C. Norma ISO 50001:2015

Esta norma internacional tiene como objetivo bridar a las organizaciones los lineamientos necesarios para eficientica el uso y consumo eficiente de la energía. Para esto se especifican los requisitos de un sistema de gestión de la energía (SGEn) que se define como el "conjunto de elementos de una organización interrelacionados o que interactúan entre sí para establecer políticas y objetivos y los procesos para el logro de dichos objetivos" (3.2.1 sistema de gestión). La norma se basa en el ciclo de mejora continua: Planear, hacer, verificar y actuar.

D. Planificación en los edificios 1 y 2 del ITSM

Sobre esta primer etapa se basó en el análisis de los equipos y fotocopiadoras de ambos edificios como complemento de los recursos tecnológicos de la institución. Se revisó de las actividades del instituto que pueden afectar al desempeño energético. Consistió en identificar como punto de partida el consumo de energía eléctrica por el uso de los equipos de cómputo, fotocopiadoras en áreas de laboratorio del edificio 1 y áreas de oficinas del edificio 1 y edificio 2.

Análisis del consumo de energía eléctrica histórico del 2018 y primer semestre del 2019 del ITSM por medio de la facturación de la empresa CFE. Se solicitó esta información a través del departamento de gestión de calidad. Registrar los valores continuamente en un intervalo de tiempo establecido. Entrevista con los encargados de los laboratorios de cómputo y observaciones de los hábitos y conductas referentes al consumo energético del personal que trabaja en el ITSM y de los alumnos que asisten a ella, así como entrevistas con responsables en el área de mantenimiento.

E. Mediciones con un medidor de consumo eléctrico (Electricity usage Monitor).

Para monitorear los equipos y recabar información detallada cerca de los consumos energéticos se utilizó un Electricity usage Monitor de redes eléctricas marca P3 International Corporation, Modelo P4400 (figura 1). Este instrumento es un medidor de consumo de energía creado y comercializado por la empresa P3 International (Figura 2. Dimensiones), de fácil instalación (Figura 3). Cuenta con una gran pantalla LCD y permite medir todos los gastos de los dispositivos electrónicos utilizados en el hogar. Este dispositivo electrónico permite mostrar los voltios, amperios, vatios y hasta el factor de potencia, así como otros datos sobre la corriente y potencia máxima. Funciona tomando datos en tiempo real. Los datos se registraron en una bitácora y se observaron tabulados en una hoja de cálculo.

El analizador se conectó en los dispositivos en distintos periodos de tiempo durante varias semanas. El periodo para la recolección de datos se adecuo al uso y consumo de energía eléctrica utilizando todas las aplicaciones instaladas en la computadora como lo es: ofimática, autocad, visual studio, my sql server, entre otros, y otros como redes sociales: Facebook, Messenger, etc.

Fig. 1.- Electricity usage Monitor de redes eléctricas marca P3 International Corporation, Modelo P4400. Fuente: elaboración propia

Fig. 2.- Dimensiones del instrumento. Fuente: elaboración propia

Fig. 3.- Instalación marca P3 International Corporation, Modelo P4400. Fuente: elaboración propia

IV. RESULTADOS

Consumo histórico según CFE

Con los valores obtenidos del proveedor de energía se elaboró una gráfica de los costos mensuales históricos en kWh (figura 4).

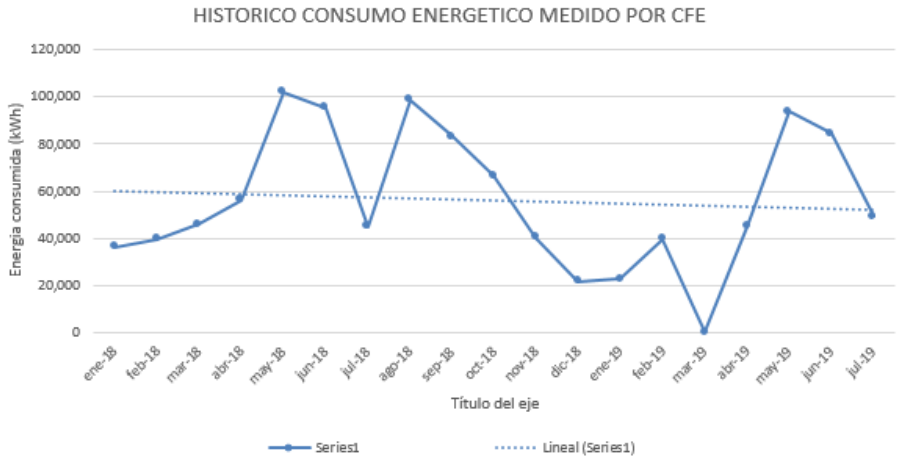


Fig. 4.- Consumo de energía eléctrica en kWh, periodo de enero a diciembre del 2018 y de enero a Julio 2019. Fuente: elaboración propia en base de datos de CFE.

A lo largo de la lectura sobre el consumo de energía eléctrica, se observan picos elevados de consumo alto que superan el promedio como son los meses de mayo, junio para posteriormente bajar considerablemente por el mes de julio en el que es el periodo vacacional, luego en agosto del año 2018 vuelve a incrementarse se mantiene sin

incrementos hasta el mes de mayo del 2019. Sin embargo, considerando todo el periodo informado, se trazó una línea de tendencia sobre la cual se hizo una proyección que indicaría un consumo en disminución. Para establecer la *línea base de energía* se toma en cuenta la sumatoria del recibo anual año del 2018 (∑ recibo anual 2018/12), siendo de la siguiente manera:

$$\frac{\sum \quad 730{,}800}{12} = 60900\ kwH$$

Tabla 1. Consumo de energía eléctrica en kWh en las computadoras personales e impresoras de laboratorios del edificio 1 y 2. Fuente: elaboración propia.

Consumo de energía eléctrica por el uso de los equipos de cómputo, fotocopiadoras en áreas de laboratorio del edificio 1 y áreas de oficinas del edificio 1 y edificio 2

Area / Edificio	Sub Area	Equipos / Maquinas / Articulos Describir el equipo que consume energia	Tipo de energia	Uso de la Energia (Categoria)	Potencia nominal de Consumo del Equipo (Watts)	Cantidad de equipos	Utilización de los equipos (Horas)	Utilización de los equipo (Dias al mes)	Consumo base de energía mensual (KW)
EDIFICIO 1	DIRECCION GENERAL	COMPUTADORA PERSONAL	Eléctrica	Uso de laboratorios	230	2	8	20	73.6
PLANTA ALTA	AREA DE PLANEACION Y VINCULACION	COMPUTADORA PERSONAL	Eléctrica	Uso de laboratorios	230	2	8	20	73.6
	SUBDIRECTOR DE VINCULACION	COMPUTADORA PERSONAL	Eléctrica	Uso de laboratorios	230	4	8	20	147.2
	LABORATORIO 1	COMPUTADORA PERSONAL	Eléctrica	Uso de laboratorios	230	44	10	20	2024
	LABORATORIO 2	COMPUTADORA PERSONAL	Eléctrica	Uso de laboratorios	230	34	10	20	1564
	LABORATORIO 3	COMPUTADORA PERSONAL	Eléctrica	Uso de laboratorios	230	34	10	20	1564
	AREA DE COPIADO COMPUTADORAS	COMPUTADORA PERSONAL	Eléctrica	Uso de laboratorios	230	6	8	20	220.8
	AREA DE COPIADO IMPRESORAS	IMPRESORA/SCANNER/FOTOCO	Eléctrica	copias/scanner/im	700	1	8	20	112
	CALL CENTER	COMPUTADORA PERSONAL	Eléctrica	Uso de laboratorios	230	2	8	20	73.6
	JEFATURA DE SERVICIOS ESCOLARES	COMPUTADORA PERSONAL	Eléctrica	Uso de laboratorios	230	6	8	20	220.8
	FINANCIEROS	COMPUTADORA PERSONAL	Eléctrica	Uso de laboratorios	230	6	8	20	220.8
PLANTA BAJA	COMPRAS	COMPUTADORA PERSONAL	Eléctrica	Uso de laboratorios	230	1	8	20	36.8
	COMUNICACIÓN	COMPUTADORA PERSONAL	Eléctrica	Uso de laboratorios	230	3	8	20	110.4
	VINCULACION	COMPUTADORA PERSONAL	Eléctrica	Uso de laboratorios	230	3	8	20	110.4
	JEFATURA DE CENTRO DE COMPUTO	COMPUTADORA PERSONAL	Eléctrica	Uso de laboratorios	230	1	8	20	36.8
EDIFICIO 2	PREFECTURA COMPUTADORA	COMPUTADORA PERSONAL	Eléctrica	Uso de laboratorios	230	1	8	20	36.8
PLANTA BAJA	PREFECTURA IMPRESORA	IMPRESORA/SCANNER/FOTOCO	Eléctrica	copias/scanner/im	700	1	8	20	112
	ENFERMERIA	COMPUTADORA PERSONAL	Eléctrica	Uso de laboratorios	230	1	8	20	36.8
PLANTA ALTA	SUBDIRECCION DE DESARROLLO ACADEN	COMPUTADORA PERSONAL	Eléctrica	Uso de laboratorios	230	1	8	20	36.8
	SUBDIRECTOR ACADEMICO	COMPUTADORA PERSONAL	Eléctrica	Uso de laboratorios	230	1	8	20	36.8
	DIRECCION ACADEMICA	COMPUTADORA PERSONAL	Eléctrica	Uso de laboratorios	230	1	8	20	36.8
	SECRETARIO	COMPUTADORA PERSONAL	Eléctrica	Uso de laboratorios	230	1	8	20	36.8
	COORDINADORA 1	COMPUTADORA PERSONAL	Eléctrica	Uso de laboratorios	230	1	8	20	36.8
	COORDINADORA 2	COMPUTADORA PERSONAL	Eléctrica	Uso de laboratorios	230	1	8	20	36.8
	COORDINADORA 3	COMPUTADORA PERSONAL	Eléctrica	Uso de laboratorios	230	1	8	20	36.8
	AREA DE COPIADO COORDINADORAS	IMPRESORA/SCANNER/FOTOCO	Eléctrica	copias/scanner/im	700	1	8	20	112
					7390	160	214	520	7144

De acuerdo a la categorización de energía en los aspectos de: climatización, iluminación, Equipo de TICS, Equipo de Laboratorio, Servicios Generales y Electrodomésticos. Los resultados obtenidos el Equipo de TICS, representa el 12.13% del consumo total de energía.

V. CONCLUSIONES

El hecho de que exista un consumo energético base intermedio alto en algunos meses del año significa que no se está haciendo un uso eficiente de la energía en este periodo. En este sentido se comprueba que la aplicación de norma ISO 50001 es completamente valida y posible en el ITSM, ya que sus lineamientos permiten establecer las pautas para lograr la eficiencia energética buscada. Por ello se recomienda continuar con las fases de a mejora continua que son: hacer-verificar-actuar.

El planteamiento se hace extensivo al relevamiento de los equipos de cómputo que se consideren obsoletos, principalmente por el alto consumo de energía eléctrica. Deberá ampliarse hacia el edificio 3 y 4 respectivamente, así como a los demás cubículos no contemplados en el presente estudio, ya que representan una gran oportunidad para la aplicación de la norma ISO 50001.

Como consecuencia del estudio se proponen la aplicación de buenas prácticas y la concientización para eficientizar hacia el consumo responsable.

VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al Tecnológico Nacional de México Campus Monclova y al CONACyT por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

REFERENCIAS

Secretaría de Energía (SENER). (2014). Estrategia Nacional de Energía 2014-2028. En: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/214/ENE.pdf

CONUEE/ GIZ. (2014). Diseño de encuesta energética para caracterizar el uso de equipos y sistemas consumidores de energía en el sector residencial de México.

Mora Granados Naylea Kassandra: http://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/download/2054/1549.

Jesus A. Calderon-Vielma Escuela de Ingenierıa Electrica Departamento de Circuitos y Medidas Universidad de Los Andes http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/damarquezg/LIBFUND1.pdf

SENER Secretaría de Energía https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/315523/4_ESCUELAS.pdf

Norma Española. UNE-EN ISO 50001. Septiembre 2018. Sistemas de gestión de la energía

Requisitos con orientación para su uso (ISO 50001:2018). www.une.org.

Contador universal

Luis Gerardo Rueda Marez
Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Coordinación Académica Región Altiplano
Carretera Cedral km 5+600, Ejido San José de las Trojes, Matehuala, S.L.P. C.P. 78700
luisyyn@hotmail.com

Asesor: Luis Alejandro Flores Oropeza
Universidad Autónoma de Aguascalientes
Av. Universidad # 940, Ciudad Universitaria, Aguascalientes, Ags. MÉXICO, C. P. 20131.
alejandro.floreso@edu.uaa.mx

Resumen — El uso de contadores, temporizadores y cronómetros es muy importante en el día a día de las personas, desde su uso para controlar el tiempo de cocción de un platillo en la cocina hasta el conteo preciso de tiempo o para su uso en competencias deportivas profesionales y semi profesionales.
En este proyecto se desarrollará un mecanismo físico-digital que permitirá tener un contador universal todo en uno, es decir, desde él mismo tener la posibilidad de tener un contador digital temporizador/cronómetro, un contador de eventos y un contador para juegos, todos programables a diferentes opciones como cuentas ascendentes o descendientes y tiempos fijos, todo sin la necesidad de algún elemento externo y dando oportunidad de ser utilizado para más aplicaciones.

Palabras clave — Contador, Cronómetro, Electrónica.

Abstract — The use of counters, timers and stopwatches is very important in people's daily lives, from their use to control the cooking time of a dish in the kitchen to the precise count of time or for use in professional and semi-professional sports competitions.
In this project a physical-digital mechanism will be developed that will allow having a universal all-in-one counter, that is, from it having the possibility of having a digital timer / stopwatch, an event counter and a counter for games, all programmable to different options such as ascending or descending accounts and fixed times, all without the need of any external element and giving opportunity to be used for more applications.

Keywords — Electronics, Counter, Stopwatch.

I. INTRODUCCIÓN

Un contador digital es un circuito digital que registra el número de eventos (por lo general un flanco ascendente) que se produce en su terminal de entrada. Un contador tendrá un conteo máximo permitido, después del cual el conteo dará la vuelta y volverá a empezar de cero. Algunos contadores pueden ser programados para que cuenten hacia atrás en lugar de hacia adelante (predeterminada). Un contador se puede resetear a cero al permitir su pin de re inicialización. La velocidad de conteo máximo del contador determina la rapidez con que la entrada se puede cambiar antes de que el contador comience a perder los eventos de entrada.

Los temporizadores funcionan de una manera similar a los contadores. Sin embargo, un temporizador contiene un reloj de referencia que se utiliza para determinar el paso del tiempo. Mientras esté habilitado el pin de entrada en el temporizador, registrará los segundos que han transcurrido. Un temporizador también tiene un conteo de tiempo máximo que se puede grabar antes de rodar. Todavía hay algunos temporizadores analógicos en uso, pero los temporizadores disponibles comercialmente serán digitales. [©Arrow Electronics, Inc. (2019)]

En el mercado actual existen varias marcas como es el caso de Taylor®, marca que desarrolla y produce cronómetros y temporizadores, digitales y mecánicos. Inclusive hoy en día un Smartphone contiene cronómetros digitales y temporizadores, y la posibilidad de descargar aplicaciones que ayuden a llevar un conteo de eventos, sin embargo, ese no es su uso principal y para competencias o aplicaciones más precisas o demandantes estos no son utilizados, con esto en mente se desarrolló el proyecto.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo del proyecto se llevó a cabo en 3 etapas:

1) La primera etapa constó de decidir las múltiples funciones que podría tener el contador universal y qué se utilizaría para su desarrollo. Se decidió que tendría tres modos principales Contador Digital Temporizador/Cronometro, Contador de Eventos y Contador para Juegos. Se decidió utilizar un microcontrolador PIC para el desarrollo del proyecto.
2) La segunda etapa fue de documentación sobre los distintos contadores de uso cotidiano y deportivo que existen en la actualidad, y experimentación con códigos de ejemplos de pruebas donde se hicieran labores de conteo parecido a los buscados como resultado final del proyecto. Durante el desarrollo se dio con la problemática de cuántos displays se podrían controlar máximo con el uso de un Microcontrolador PIC en este caso el 18F4550, para lo cual con apoyo de un maestro de la universidad se pensó en la implementación de un driver en este caso el Driver MAX7219 el cual permite por medio de solamente tres pines el control de hasta 8 displays LED de 7 segmentos.
3) En la última etapa se desarrolló el código correspondiente, junto a un diseño eléctrico para la implementación de un prototipo físico del proyecto. La implementación del código se hizo en lenguaje C y en base a los ejemplos utilizados en la etapa 2.

III. RESULTADOS

El proyecto se concluyó con un diseño como el que se muestra en la figura 1, donde se tiene el microcontrolador PIC 18F4550 el cual es manejado por cuatro botones y a su vez por medio de tres pines el microcontrolador envía datos al driver MAX7219 el cual gracias a la librería creada por Freddy Quispe Tello [3] para el control y manejo de este driver desde el lenguaje C permite él envió de datos a los 8 displays de 7 segmentos disponibles.

En la figura 2 se muestra el diseño digital de la placa PCB construida para el circuito mostrado en la figura 1, con esta se permite la impresión de la misma para su armado en físico.

Para el armado físico del proyecto se diseñó un prototipo en modelado 3D el cual serviría como carcasa para el circuito electrónico, figura 3 y figura 4.

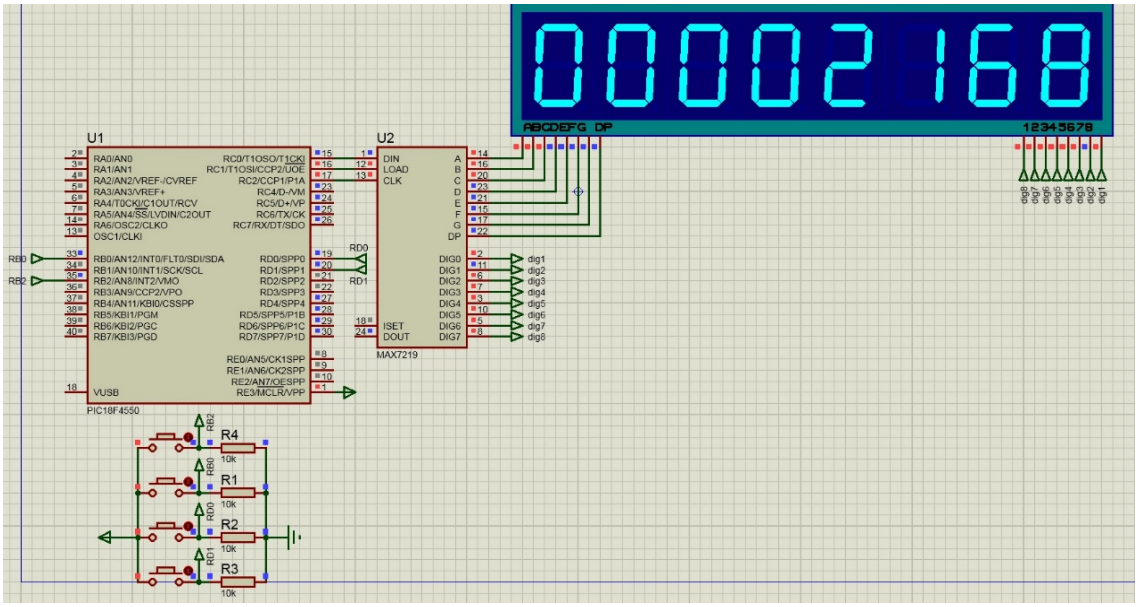


Figura 1. Diseño digital del circuito electrónico utilizado.

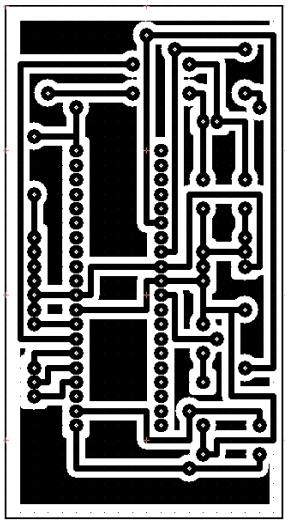


Figura 2. Diseño PCB de la placa para el armado físico del circuito electrónico.

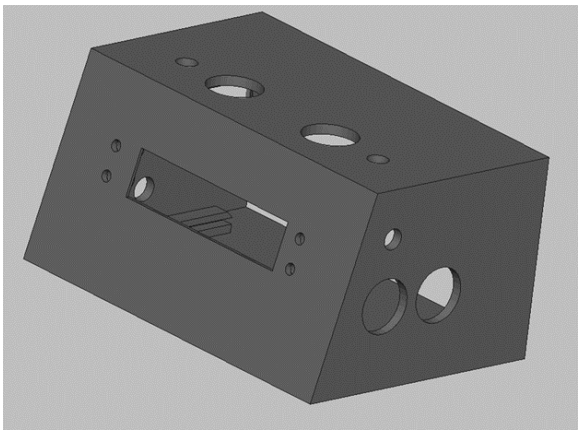


Figura 3. Diseño 3D del cuerpo principal.

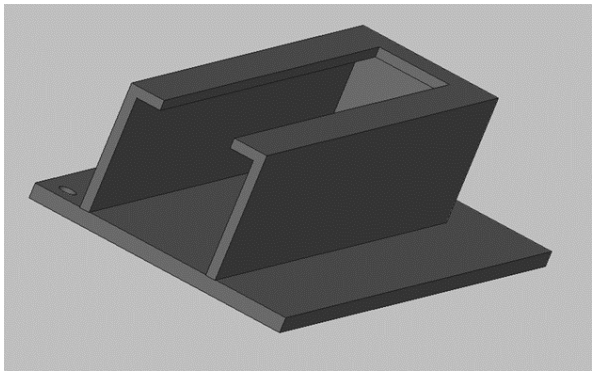


Figura 4. Diseño 3D de la tapa trasera del cuerpo principal.

Como resultado final al armar el prototipo con todos los elementos se obtiene el contador universal pensado en este proyecto, figura 5.

Figura 5. Prototipo final armado en físico.

IV. DISCUSIÓN

A pesar de la gran diversidad de contadores digitales, temporizadores, cronometro, contadores de eventos, contadores deportivos y contadores para juegos que existen en el mercado no se han encontrado investigaciones previas o desarrollos del estilo del proyecto en cuestión, logrando el objetivo planteado en la primera parte de la metodología y cumpliendo con las expectativas básicas de la misma.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como se menciona en el apartado de discusión, la variedad de dispositivos contadores en el mercado es bastan, sin embargo, el desarrollo del proyecto permitió generar un dispositivo físico-digital con múltiples funciones de conteo desde eventos o sucesos en cuentas numéricas hasta el contado de tiempo estilo temporizador/cronometro tanto ascendente como descendente e incluso el conteo de tiempo para competencias de estilo ajedrez o shogi japones, el prototipo del proyecto permite tener todas las funciones mencionadas todo en uno, es decir, el presente proyecto presenta un dispositivo que sin la necesidad de alguna programación externa o algún elemento externo programar todos los modos disponibles del mismo para sus múltiples aplicaciones.

VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradecemos en especial a los distintos profesores y maestros de la UAA que brindaron su apoyo en la realización del proyecto y por su retroalimentación del mismo. Así también a las entidades administrativas y directivas del programa del verano de la ciencia región centro, la UASLP y la UAA, por su apoyo para la realización del programa y el proyecto.

REFERENCIAS

[1] ©Arrow Electronics, Inc. (2019). Temporizadores y contadores. 15/06/2019, de Arrow, Sitio web: https://www.arrow.com/es-mx/categories/counters-and-timers.

[2] Maxim Integrated™. (2003). MAX7219/MAX7221. 20/06/2019, de Datasheets, Sitio web: https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX7219-MAX7221.pdf.

[3] Quispe Tello Freddy. (2015). Librería MAX7219. 22/06/2019, de Microstronic, Sitio web: https://drive.google.com/file/d/0B0czAwaf5gDQd0hRQlJ5ekZrYk0/view.

Control de luces de auto usando un teléfono celular

Alan Macoy Ortiz Aguilar
Universidad Politécnica de Querétaro
Carretera Estatal 420 S/N El Rosario, 76240
QUERETARO, Querétaro
macoyoz99@gmail.com

Asesora: Gloria Flor Mata Donjuan
Universidad Politécnica de Querétaro
Carretera Estatal 420 S/N El Rosario, 76240
QUERETARO, Querétaro
gloria.mata@upq.mx

Resumen — Dentro del desarrollo de este proyecto se estableció un objetivo, el cual fue implementar un control de luces de automóvil desde un dispositivo con el que se busca sustituir un sistema mecánico ya rezagado a un sistema digitalizado y vanguardista. Este se consiguió con la transmisión de datos de manera remota desde una interfaz gráfica totalmente amigable a un sistema de recepción el cual estaba sincronizado con los actuadores del sistema, en este caso los faros del vehículo. Los resultados fueron positivos ya que se consiguió alcanzar el control de luces de automóvil. Se considera que este es un gran campo de desarrollo tecnológico el cual se presta a proyectos de este carácter.

Palabras clave — Vanguardia, luces de automóvil, Sistema digital.

Abstract —Within the development of this project a goal was established, which was to implement a car lights controller from a device that seeks to replace a mechanical system already lagging behind a digitalized and avant-garde system, which was achieved with the transmission of data remotely from a fully friendly graphical interface to a reception system which was synchronized with the system actuators, in this case the headlights of the vehicle. The results were positive as car light control was achieved, it is considered that this is a great field of technological development which lends itself to projects of this nature.

Keywords - Vanguard, car lights, Digital System.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la industria automotriz ha crecido de una manera exponencial en todo el mundo. En México la manufactura automotriz representa el 16.9 %. Querétaro cuenta con un centro de distribución nacional, siete fabricantes de equipo original y cuatro de desarrollo e investigación. Continental Automotive es un ejemplo en Querétaro de centro de investigación, desarrollo e innovación [1,2].

Dentro del sector automotriz se han realizado diversas innovaciones con la finalidad de ayudar al usuario a facilitar el estilo de manejo, sin embargo, dentro de estas innovaciones aún existen áreas de oportunidad para el continuo mejoramiento del confort del usuario. Tal es el caso de del control de luces que actualmente se sigue usando de manera convencional [2].

Actualmente lo último en tecnología de iluminación es Digital Light el cual es un sistema desarrollado por Mercedes Benz actualmente utilizado solamente en el modelo Maybach. Este es un sistema que consiste en detectar objetos y mandar una alerta indicando la posición del objeto mediante una flecha sobre el suelo y otra dentro del vehículo [4].

Y como parte de estas innovaciones se propone la idea de controlar las luces del auto de manera digital usando una pantalla.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales utilizados dentro del desarrollo del proyecto fueron los siguientes:

- Prototipo de vehículo con faros de auto
- 1 Arduino uno
- 1 Modulo Bluetooth HC-05
- 20 Cable Dupont
- 4 Relevadores 5v
- 1 Placa PCB perforada
- 1 Celular con Bluetooth
- 1 computadora
- 1 Batería 12 V
- Software App Inventor y Arduino

El desarrollo del proyecto se dividió en cuatro etapas para una mejor organización.

A. *Investigación*

Esta etapa consistió en la investigación previa al desarrollo del proyecto la cual se enfocó en el tipo de programación que se utilizaría y el programa, el cual que se adaptará a la necesidad, así como una breve investigación del software para desarrollar la aplicación y su lenguaje de programación.

B. Conexiones

En la segunda etapa se realizaron las conexiones del sistema. Lo primero que se realizo fue buscar la hoja de datos del relevador para identificar cada uno de sus pines, ya con esto se montaron sobre la placa PCB de manera que el pin común del relevador se conmutaran entre todos los relevadores y se conectaran al positivo de la batería, de la misma manera se buscó conmutar la tierra de los faros de automóvil, para después conectar los a la tierra de la batería, se conmutaran de igual manera uno de los pines de la bobina de cada uno de los relevadores y de igual manera se llevara esta conexión a tierra pero del Arduino. Se asignó cada relevador a un actuador y la señal saldrá del pin normalmente abierto del relevador y se conectará al faro. De esta misma manera se conectó cada relevador con su respectivo actuador y finalmente se conecta el otro pin de la bobina de los relevadores a uno de los pines de salida del Arduino dejando libre el 0 y 1.

Por último, se conectará el modulo Bluetooth no olvidando que los pines RX y TX se conectaran de manera cruzada al Arduino y que se alimentara de manera preferente a los 3.3 volts que proporciona el mismo Arduino.

C. *Diseño de la aplicación*

Para realizar con esta etapa con éxito primero se estableció un fondo bastante enfocado al entorno, seguido de un atractivo visual, así como símbolos sincronizados a cada una de

las funciones de los faros como lo son direccional izquierda y derecha, altas, cuartos y bajas.

Una vez visualizada una interfaz familiar se procedió a usar el software App Inventor, donde se programó y diseñó la aplicación e interfaz de esta. Lo primero que se realizó fue colocar el fondo de la interfaz, seguido del posicionamiento de los pulsadores, en una ubicación donde se pueda relacionar con la vida real, así como un símbolo exclusivo para la conexión vía Bluetooth.

Después del diseño de la interfaz se continuo con pasar a la sección de programación de bloques donde lo primero que se hizo fue establecer una conexión vía Bluetooth, a continuación, se buscó enviar un carácter por medio de la conexión anterior el cual fue relacionado con cada símbolo de la interfaz, por lo cual cada uno tendría un carácter especial, previo a esto se programó una señal que realice el cambio del símbolo en la interfaz para visualizar gráficamente que se realizó un cambio de estado.

Finalmente, lo que se realizo fue construir la aplicación, descargarla e instalarla dentro del dispositivo con acceso a Bluetooth.

D. *Programación*

Dentro de esta etapa se realizó la aplicación que se va a encargar de la recepción de información, la cual se hizo dentro del software Arduino.

Su objetivo principal es recibir los caracteres de la aplicación por via Bluetooth, procesarlos y según sea el valor, enviar una señal de salida por los pines físicos del Arduino para que la señal proceda a la activación de los actuadores. En la Fig. 1, se muestra un diagrama de bloques del funcionamiento del sistema.

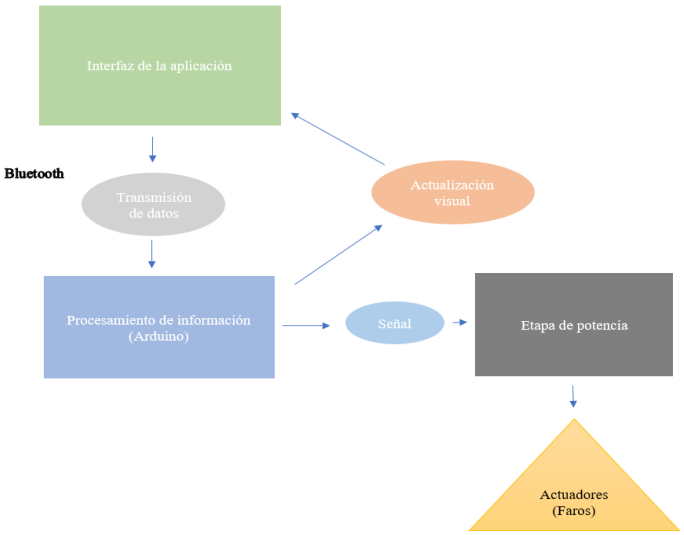


Fig. 1. Proceso del sistema

III. RESULTADOS

Gracias a la investigación previa los resultados fueron acertados y positivos cumpliendo así el objetivo. El circuito eléctrico y electrónico se conectó de una manera eficaz y su

funcionamiento es totalmente eficiente. No presento ningún problema durante las pruebas y presentaciones. Se puede apreciar en la Fig. 2.

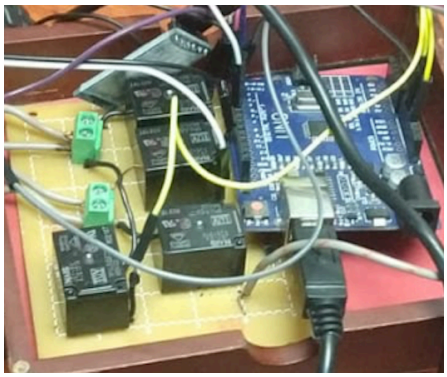


Fig. 2. Circuito del sistema.

La aplicación logro totalmente su objetivo, ya que se ve bien y funciona bien, tuvo un excelente atractivo visual, sumándole el hecho de que es totalmente intuitiva para el usuario, la respuesta que tuvo a la conexión fue bastante corta y los intervalos de tiempo para la transmisión de datos fueron de igual manera cortos. Como se puede apreciar en la Fig. 3.

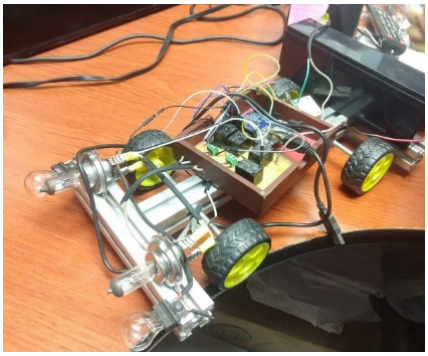
a) b)

Fig. 3. Interfaz de la aplicación a) Interfaz desactivada y b) interfaz con todo encendido.

Como un resultado final, el prototipo funciona bien y es totalmente amigable al usuario, práctico y sencillo de usar. Esto se puede apreciar de una mejor manera en la Fig.4.

IV. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

A pesar de que al día de hoy ya hay autos en el mercado que disponen con este tipo de sistema y tecnología como lo es el Maybach de Mercedes Benz, este tipo de vehículos son de un costo elevado y no soy muy accesibles. Entonces siendo esta una propuesta para adoptar la tecnología a vehículos de modelos antiguos o por ser modelos austeros no poseen estas características.



c)

d)

Fig. 4. c) Prototipo usado en las pruebas y d) aplicación desarrollada y probada desde un celular

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El desarrollo de esta etapa del proyecto se alcanzó totalmente con éxito, ya que se logró el diseño y desarrollo de una aplicación para la interacción entre el usuario y el sistema, así como la comunicación inalámbrica y la transición y recepción de datos para habilitar los actuadores. También se alcanzó con éxito la implementación del sistema en el prototipo vehicular.

Con una pequeña vista al futuro del proyecto se prevé implementarlo en un vehículo real e investigar para implementar un sistema de voz para el control de luces.

VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Se agradece a la Universidad Politécnica de Querétaro por brindarnos la facilidad de ocupar sus instalaciones y el equipo necesario para el desarrollo del proyecto, así mismo se le agradece al alumno Felipe de Jesús Saavedra por proporcionar el prototipo vehicular, así como también se le agradece a la maestra Gloria Flor Mata Donjuan por aportar su conocimiento para el desarrollo del proyecto.

REFERENCIAS

[1] Forbes staff(2018) Los 5 estados con mayor crecimiento automotriz, Forbes. Disponible en: https://www.forbes.com.mx/los-5-estados-con-mayor-crecimiento-automotriz/ [Consultado en julio 2019].

[2] La AMIA, la Secretaría de Economía y el INEGI (2016) La producción automotriz representa el 16.9% de las manufacturas en México, Expansion. Disponible en: https://expansion.mx/empresas/2016/05/19/la-produccion-automotriz-representa-el-169-de-las-manufacturas-en-mexico [Consultado en julio 2019].

[3] Luis Hernández (2018) LED, Láser, OLED, Digital Light: Los últimos avances en iluminación automotriz, autocosmos.com. Disponible en: https://especiales.autocosmos.com.ar/tecnologia/noticias/2018/03/20/led-laser-oled-digital-light-los-ultimos-avances-en-iluminacion-automotriz [Consultado en julio 2019].

Crecimiento de nanopartículas de ZnO por vía química para sustratos de Acero API X70

Vanessa Abigail Jiménez González
Universidad Autónoma de Coahuila
Carretera 57 Km. 4.5 Zona Universitaria,
C.P. 25750. Monclova, Coahuila.
vanessa.jmz96@outlook.com

Asesora: Gloria Guadalupe Treviño Vera
Universidad Autónoma de Coahuila
Carretera 57 Km. 4.5 Zona Universitaria,
C.P. 25750. Monclova, Coahuila.
gloriatrevinovera@uadec.edu.mx

Resumen —El peróxido de zinc (ZnO_2) fue sintetizado en forma de nanopartículas por medio de la ruta sol-gel, por la que se obtuvo un gel particulado. Para la síntesis se empleó cloruro de zinc ($ZnCl_2$) y peróxido de hidrógeno (H_2O_2) al 30% en un medio acuoso sometido a sonicación ultrasónica. Se sometieron dos pruebas en las que se varió el tiempo de sonicación de 60 y 80 min para observar las diferencias que estas presentasen. Las nanopartículas de ZnO_2 obtenidas fueron caracterizadas estructuralmente mediante la técnica de difracción de rayos-X. Posterior a esto una de las muestras se sometió a tratamiento térmico para generar oxígeno y así obtener óxido de zinc (ZnO).

Palabras clave — Síntesis, nanopartículas, Óxido de zinc, sol-gel.

Abstract — Zinc peroxide (ZnO_2) nanoparticles were synthesized by sol-gel technique. The chemicals used for the synthesis were zinc chloride ($ZnCl_2$) and hydrogen peroxide (H_2O_2) at 30% in an aqueous solution with sonication. Two tests were submitted in which the sonication time was varied from 60 and 80 min to observe the differences that they presented. The structure of the ZnO_2 nanoparticles was characterized by the X-ray diffraction. After this, one of the samples was subjected to heat treatment to generate oxygen and thereby obtain zinc oxide (ZnO).

Keywords — Synthesis, nanoparticles, zinc oxide, sol-gel.

I. INTRODUCCIÓN

El óxido de zinc es un compuesto químico que se encuentra en la naturaleza en el mineral llamado zincita. El ZnO es insoluble en agua y etanol pero es soluble en ácidos minerales diluidos, es un polvo fino, blanco o ligeramente amarillento [1]. El óxido de zinc es un metal de transición y un semimetal que puede reaccionar con ácidos y bases generando agua y sal, es relativamente barato y presenta una baja toxicidad.

Los polvos nanocristalinos debido a su tamaño de partícula (por debajo de 100 nm) pueden presentar diferentes comportamientos a causa de una elevada área superficial y el hueco más grande entre la banda de valencia y la banda de conducción [2]. Estos fenómenos pueden incrementar los usos potenciales del material, incluyendo propiedades ópticas, químicas y electromagnéticas entre otras [3]. Por lo tanto, debido a sus excepcionales características físicas y químicas, el óxido de zinc (ZnO) nanométrico es una importante materia prima para muchas aplicaciones como el diseño de varistores, sensores de gas, óxidos luminiscentes, caucho, pinturas, cerámicas u otros [4].

La búsqueda de materiales cerámicos nanoestructurados que generen materiales de altas prestaciones ha llevado al desarrollo de varios métodos químicos a escala de laboratorio. Entre los diferentes métodos de síntesis química están el método sol-gel,

pirolisis por pulverización, reacción de combustión líquida, síntesis hidrotérmica, atomización y el método Pechini [2].

El método sol-gel es atractivo porque involucra procesos a baja temperatura, se obtiene una alta pureza y homogeneidad. En el 2010, B. Martinello y colaboradores, realizaron la síntesis y caracterización de NPs-ZnO por la técnica sol-gel y utilizaron $ZnCl_2$, $Zn(NO_3)_2$ y NaOH como precursores a una temperatura de 50°C y 90°C [2].

Davood Raoufi obtuvo exitosamente nanopartículas por el método de precipitación utilizando $Zn(NO_3)_2$, $(NH_4)_2\,CO_3$, CH_3CH_2OH y agua desionizada. La solución de $Zn(NO_3)_2$ se dejó caer lentamente en la solución de $(NH_4)_2\,CO_3$ que se encontraba en agitación, produciendo precipitados blancos [5].

R. Colonia y colaboradores siguieron el método de síntesis de nanopartículas de ZnO_2 por la ruta sol-gel utilizando H_2O_2, $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$. La solución se dejó sonicar para obtener una solución homogénea. Después se procedió a la sonicación de la solución precursora por un tiempo determinado, se centrifugó el coloide para poder separar las partículas del gel formadas y se dejo secar el gel a 80°C durante 12 h [6].

Este trabajo, inspirado del trabajo de los autores mencionados, propone el uso de la síntesis sol-gel para la producción de nanopartículas de óxido de zinc empleando Cloruro de zinc ($ZnCl_2$) y peróxido de hidrógeno (H_2O_2) al 30% en un medio acuoso sometido en función del tiempo de sonicación.

II. MARCO TEÓRICO

Uno de los objetivos centrales de la nanociencia es construir pequeñas estructuras para el diseño de materiales avanzados, nanodispositivos de alto rendimiento y miniaturización de dispositivos electrónicos.

Los métodos de síntesis de nanopartículas suelen agruparse en dos categorías, las aproximaciones «de arriba hacia abajo» que consiste en la división de sólidos másicos en porciones más pequeñas y las «de abajo hacia arriba» que consiste en la fabricación de nanopartículas a través de la condensación de átomos o entidades moleculares en una fase gaseosa o en solución [7].

El método sol-gel es un proceso químico en fase húmeda de la segunda categoría. Este método parte de una solución química o sol que actúa como precursor de una red integrada ya sea de partículas discretas o de una red de polímeros [6]. Los precursores típicos del proceso sol-gel son los alcóxidos metálicos y los cloruros metálicos, que sufren varias reacciones de hidrólisis y policondensación para formar una dispersión coloidal, que luego de una polimerización lenta forma un gel. En general, los alcóxidos son muy sensibles a la humedad (se descomponen muy fácilmente ante la presencia de ésta), es por ello que la hidrólisis para la formación del gel es llevada a cabo usando alcoholes como un solvente común para los diferentes líquidos inmiscibles [8]. Un gel polimérico es una red macromolecular infinita, la cual está hinchada por solvente. Un gel puede ser creado cuando la concentración de la especie dispersa aumenta. El solvente es atrapado en la red de partículas y así la red polimérica impide que el líquido se separe. La deshidratación parcial de un gel produce un residuo sólido elástico que se conoce como xerogel [9]. Finalmente,

este material es completamente deshidratado y eventualmente tratado térmicamente en flujo de gas para obtener el material nanoestructurado final. El método es atractivo porque involucra procesos a baja temperatura. También la alta pureza y homogeneidad son atribuibles a su forma de preparación en sistemas multicomponente [10].

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la síntesis de las nanopartículas de ZnO_2 se utilizó la ruta sol-gel, para ello se preparó una solución precursora empleando 5 ml de H_2O_2 al 30% con 50 ml de H_2O y se dejó sonicar la solución por un periodo de 2 min. Luego se disolvió 1 gr de $ZnCl_2$ en la solución de H_2O_2, e igualmente se dejó sonicar por un periodo de 5 min hasta obtener una solución homogénea. Con esta solución se procedió a la sonicación de la solución precursora por 60 y 80 minutos; para esto se posicionó el matraz dentro del sonicador de tal forma que se genere el mayor número de implosiones.

Luego de un tiempo determinado de sonicación se centrifugó el coloide para poder separar las partículas del gel formadas. El proceso de centrifugación se realizó durante 20 min a 5000 rpm. Las partículas obtenidas fueron lavadas dos veces con agua destilada. Para secar el gel se dejó a 80°C durante 4 h en mufla. Ya que el ZnO_2 es un tipo de peróxido muy estable en condiciones normales, se sometió a un tratamiento térmico a 140°C por 2 h para descomponerse y generar oxígeno y así formar ZnO. En la figura 1 se muestra el diagrama de flujo del proceso.

Para la síntesis de las nanopartículas de ZnO_2 se utilizó el sonicador ultrasónico marca Cole-Parmer 8892 y la mufla marca Terlab.

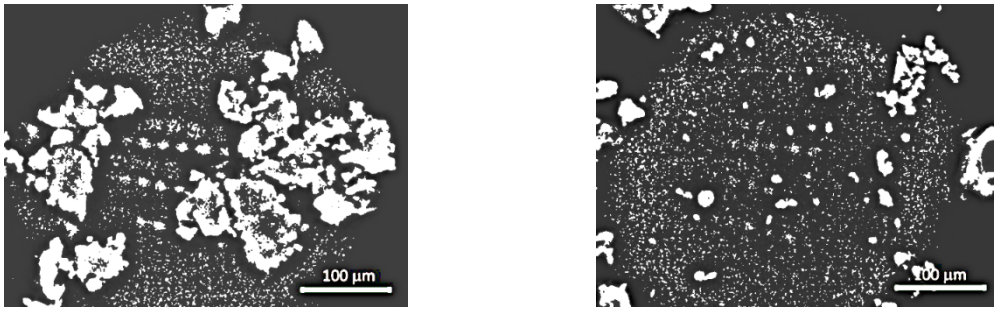
a) b) c) d) e)

Fig. 1. Diagrama de flujo del proceso. a) Solución precursora, b) ZnCl2 en solución, c) solución después de sonicación, d) solucion despues de centrifugación y e) particulas despues de secado.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

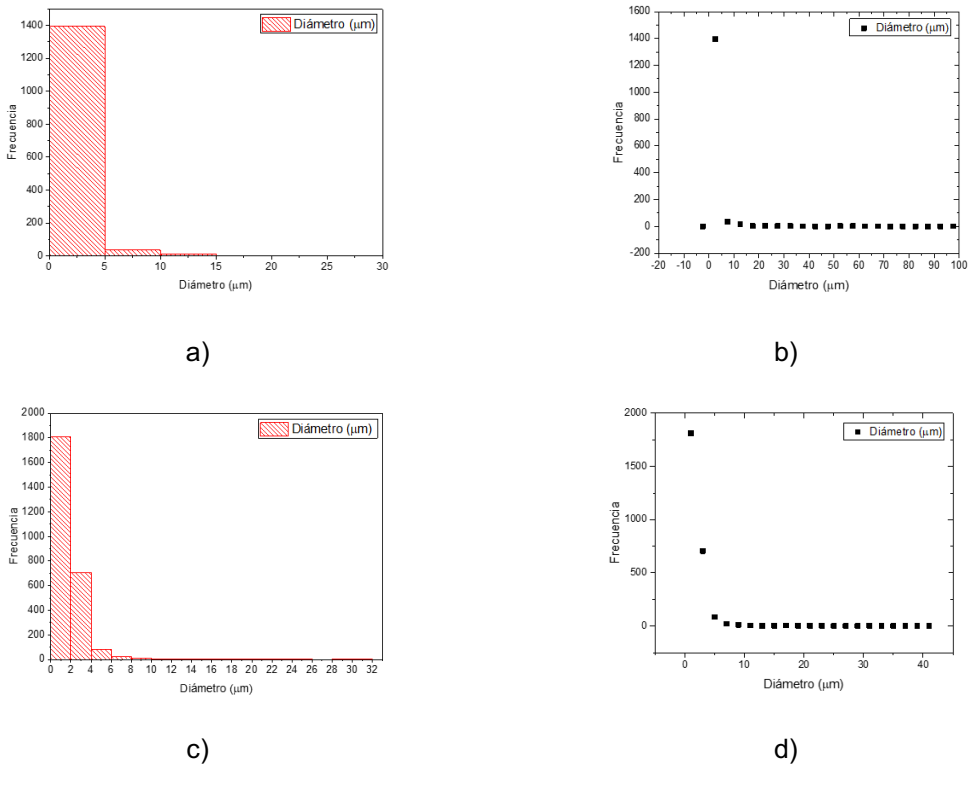
A. Microscopio Óptico

La morfología de las nanopartículas fue estudiada por microscopio óptico marca OLYMPUS modelo GX41. La figura 2 muestra las micrografías de las muestra con 60 min de sonicacion (muestra A) y la muestra con 80 min de sonicacion y tratamiento térmico (muestra B). Para el análisis y medida de las partículas se utilizó el programa ImageJ y Origin Pro 2016 de los cuales en la figura 3 se muestra el histograma y la campana de Gauss de dichas mediciones. A partir de estos se obtuvieron los datos que se muestran en la tabla 1.



a) b)

Fig. 2. Micrografías obtenidas de coloides de la a) muestra A con 60 min de sonicación térmico y b) muestra C de 80 min de sonicación y con tratamiento térmico.



a) b)

c) d)

Fig. 3. Resultados medición de partículas, a) histograma de muestra A, b) campana de Gauss de muestra A y c) histograma de muestra C y d) campana de Gauss de muestra C.

Tabla 1. Resultados de tamaño de partícula.

Resultados de tamaño de partícula	**Muestra A**	**Muestra C**
Promedio de tamaño de partícula	2.5 micras	27 micras
Desviación estándar	1.756545	12.25181
Tamaño promedio con error	2.5 ± 1.7	27 ± 12.25181
Polidispersión	70.2618	45.3770

B. Difracción de rayos X

Para observar la cristalinidad y distinguir los patrones de difracción y picos característicos del ZnO, se procedió a caracterizar las muestras por DRX empleando un difractómetro de marca Bruker D8 ADVANCE en un rango de 2θ de 10 a 80°, con un incremento de 0.02 y tiempos de 1.2 segundos (step time) a temperatura ambiente. Se analizaron tres muestras; con 60 min y 80 min de sonicación y 80 min de sonicación con tratamiento térmico, muestras A, B y C respectivamente.

La figura 4 se observa notoriamente los tres picos característicos asignados a las reflexiones [100], [002] y [101] del ZnO. Para el análisis de los difractogramas se utilizó el programa Origin Pro 8 y se tomó como base el patrón de difracción de la base de datos VESTA-RRUFF.

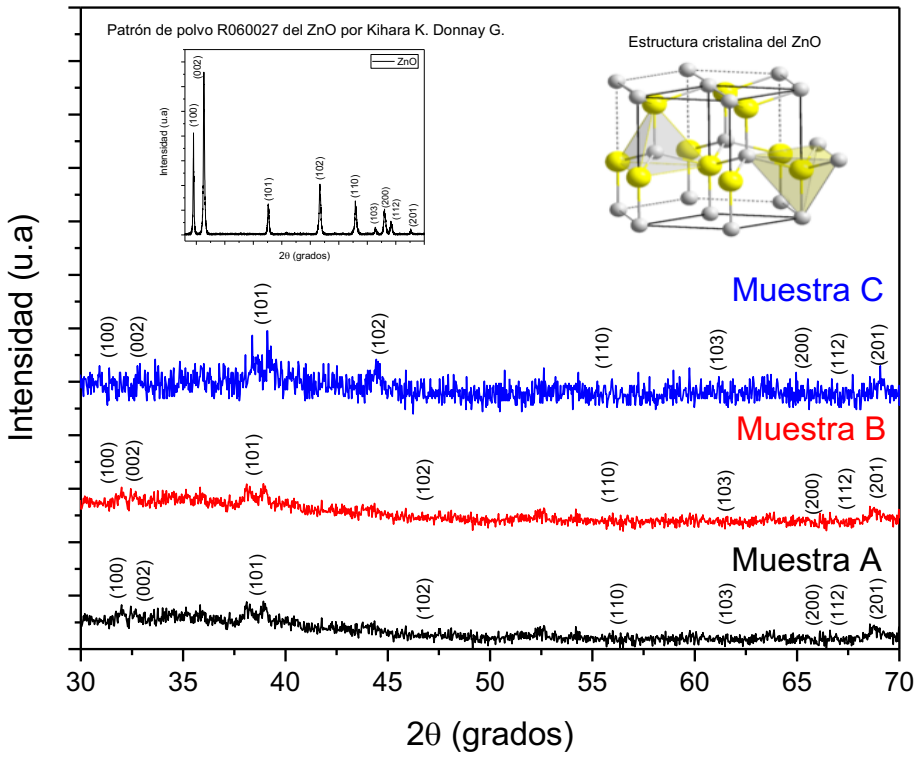


Fig. 4. Difractograma de Rayos-X de partículas de ZnO

V. CONCLUSIONES

Se han obtenido micropartículas de ZnO rápidamente y fácilmente a partir de una ruta sol-gel, utilizando cloruro de zinc y peróxido de hidrógeno como precursores. Los resultados de los cálculos del tamaño del cristalito indicaron que el tamaño más pequeño se obtuvo en un tiempo de sonicación a 60 min y sin tratamiento térmico. Ocurrió un crecimiento de partículas al aplicarse tratamiento térmico a 140°C por 2 horas a los cristalitos.

VI. AGRADECIMIENTOS

El más profundo agradecimiento a mis asesores en este proyecto, MI. Gloria Guadalupe Treviño Vera, Dra. Josefina García Guerra y Dra. María de Lourdes Hernández Rodríguez por su guía, sus consejos, sus enseñanzas y su paciencia.

REFERENCIAS

[1] Koudelka, L., Horak, J., & Jariabka, P. (1994). Morphology of polycrystalline ZnO and its physical properties. *Journal of materials science*, 29(6), 1497-1500.

[2] Martinello B., Rodríguez L. y Michael A., “Síntesis de nanopartículas de ZnO por el proceso sol-gel”, Qualicer 12, pp 1-9. 2009

[3] Kwon, Y. J., Kim, K. H., Lim, C. S., & Shim, K. B. (2002). Characterization of ZnO nanopowders synthesized by the polymerized complex method via an organochemical route. *Journal of ceramic processing research*, *3*(3 PART 2), 146-149.

[4] Dhage, S. R., Pasricha, R., & Ravi, V. (2005). Synthesis of fine particles of ZnO at 100 C. *Materials Letters*, *59*(7), 779-781.

[5] Raoufi D., “Synthesis and microstructural properties of ZnO nanoparticles prepared by precipitation method”, Renewable Energy”, Vol. 50, pp 932-937, 2013

[6] Colonia R., Martínez V., Solís J. y Gómez M., “Síntesis de nanopartículas de ZnO2 empleando ultrasonido: caracterización estructural y morfológica para aplicaciones bactericidas”, Revista de la sociedad química del Perú”, Vol. 79, No. 2, pp 126-135, Abril-Junio 2013.

[7] Zanella R., “Metodologías para la síntesis de nanopartículas: controlando forma y tamaño”, *Mundo Nano, Revista Interdisciplinaria en Nanociencias y Nanotecnología,* Vol. 5, No. 1, Enero-Junio 2012.

[8] Airoldi, C., & Farias, R. F. D. (2004). Alcóxidos como precursores na síntese de novos materiais através do processo sol-gel. *Química Nova*.

[9] Lin, C., Ritter, J. A., & Popov, B. N. (1998). Characterization of sol-gel-derived cobalt oxide xerogels as electrochemical capacitors. *Journal of the Electrochemical Society*, *145*(12), 4097-4103.

[10] P. Alquino, *Síntesis y caracterización de nanopartículas de oxido de zinc por el método de precipitación para su aplicación en pintura esmalte* [Tesis profesional]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú, 2016.

Crecimiento de nanopartículas de ZnO sobre sustratos de acero API X70 obtenidos por vía química

Juan Emilio Rey Castañeda
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de Metalurgia
Carretera 57 Km 5, Los Bosques, 25710
Monclova, Coah.
emiliorey@uadec.edu.mx

Asesora: Gloria Guadalupe Treviño Vera
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de Metalurgia
Carretera 57 Km 5, Los Bosques, 25710
Monclova, Coah.
gloriatrevinovera@uadec.edu.mx

Resumen — En este trabajo se muestra la aplicación de la técnica por ultrasonido para la síntesis de nanopartículas de peróxido de zinc (ZnO_2). Para esto se empleó cloruro de zinc ($ZnCl_2$) y peróxido de hidrógeno (H_2O_2) al 30 % en un medio acuoso sometido a sonicación. Posteriormente se aplicó un tratamiento térmico adicional a las nanopartículas de ZnO_2 obtenidas para la liberación de oxígeno, y así, lograr la descomposición para finalmente formar ZnO. Las nanopartículas creadas fueron caracterizadas por medio de difracción de rayos-X y microscopía óptica, haciendo una comparación de la forma obtenida antes y después de dicho tratamiento.

Palabras clave — nanopartículas, peróxido de hidrógeno, sonicación, óxido de zinc.

Abstract — This work shows the application of the ultrasound technique for the synthesis of zinc peroxide nanoparticles (ZnO_2). Zinc chloride ($ZnCl_2$) and hydrogen peroxide (H_2O_2) at 30% were used for this in an aqueous medium with sonication. Subsequently an additional heat treatment was applied to the ZnO_2 nanoparticles obtained for oxygen release, and thus, achieve decomposition to finally form ZnO. The nanoparticles created were characterized by X-ray diffraction and optical microscopy, making a comparison of the form obtained before and after such treatment.

Keywords — nanoparticles, hydrogen peroxide, sonication, zinc oxide.

I. INTRODUCCIÓN

El ZnO_2 es un polvo sin olor, de color blanco o ligeramente amarillento, casi insoluble en agua y soluble en ácido. El ZnO_2 es un tipo de peróxido muy estable en condiciones normales, pero cuando llega a 150°C empieza a descomponerse y generar oxígeno, para formar ZnO.

El ZnO_2 es un material semiconductor con un ancho de banda prohibida de 4,5 eV1, además, es ampliamente utilizado en la industria, tal como la del caucho, el procesamiento de plásticos, como oxidante para explosivos y mezclas pirotécnicas, y en los últimos años, en la industria cosmética y farmacéutica, como un aditivo antiséptico en el tratamiento de las enfermedades de la piel. También el ZnO_2 puede usarse en procesos de fotocatálisis y como precursor para la preparación de nanopartículas de ZnO.

La preparación de ZnO2 es producida principalmente a partir de los siguientes reactivos: ZnO, $Zn(OH)_2$, $ZnEt_2$, $Zn(NO_3)_2$, $ZnCl_2$ o $ZnCO_3$. [1]

El método sol-gel es un proceso químico en fase húmeda ampliamente utilizado en la ciencia de los materiales. Este método se utiliza principalmente para la fabricación de nanomateriales (normalmente un óxido metálico). Se parte de una solución química o sol que actúa como precursor de una red integrada ya sea de partículas discretas o de una red de polímeros. Los precursores típicos del proceso sol-gel son los alcóxidos metálicos y los cloruros metálicos, que sufren varias reacciones de hidrólisis y policondensación para formar una dispersión coloidal, que luego de una polimerización lenta forma un gel. [2]

En particular, es uno de los métodos que ofrecen mayores ventajas cuando se trata de producir estructuras homogéneas a escalas extremadamente finas, es decir, del orden de nanómetros. [3]

En el presente trabajo se reporta la síntesis de nanopartículas de ZnO_2 mediante la técnica de sol-gel, empleando cloruro de zinc $ZnCl_2$ y peróxido de hidrógeno (H_2O_2) al 30 % en un medio acuoso, para posteriormente formar las nanopartículas de ZnO por medio de descomposición. Durante la síntesis, el sol fue expuesto a sonicación durante diferentes periodos de tiempo.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de la síntesis de nanopartículas de ZnO_2 se utilizó la técnica de sol-gel. Para esto, se inició preparando una solución precursora empleando 5 mL de peróxido de hidrógeno al 30 % con 50 mL de H_2O y se dejó sonicar por 2 minutos. Posteriormente se agregó a la solución 1 gr de cloruro de zinc y de igual manera se dejó sonicar por 5 minutos hasta obtener una solución homogénea. Con esta solución se procedió a la sonicación de la solución precursora; para esto se posicionó el matraz Erlenmeyer dentro del sonicador de tal forma que se genere el mayor número de implosiones (figura 1). El tiempo de sonicación utilizados para cada solución empleada fueron 10, 30 y 40 minutos.

Fig. 1. Montaje experimental utilizado para la síntesis de nanopartículas de ZnO_2 por ultrasonido.

Luego del tiempo determinado de sonicación se centrifugó el coloide para poder separar las partículas del gel formadas. El proceso de centrifugación se realizó durante 20 min a

5000 rpm. Las partículas obtenidas fueron lavadas dos veces con agua destilada. Para secar el gel se dejó a 80°C durante 4 horas.

Posteriormente con el uso de un mortero, se procedió a moler la muestra lo más fina posible, para después someterla a descomposición para generar las nanopartículas de ZnO. Para esto, se introdujeron cada una de las muestras en una mufla a 150°C por 2 horas.

Para la síntesis de las nanopartículas de ZnO_2 se utilizó el sonicador ultrasónico marca Cole-Parmer modelo 8892.

III. RESULTADOS

En la figura 2 se muestra el polvo de las nanopartículas de ZnO formadas una vez sometidas a la descomposición térmica en el horno de mufla.

Fig. 2. Polvo sintetizado de nanopartículas de ZnO.

1) Difracción de Rayos X

Las muestras de nanopartículas de ZnO2 fueron caracterizadas por medio de difracción de rayos X, en donde se recabaron los patrones de difracción observados en la figura 3. Para el análisis de los difractogramas se utilizó el programa Match! 3.

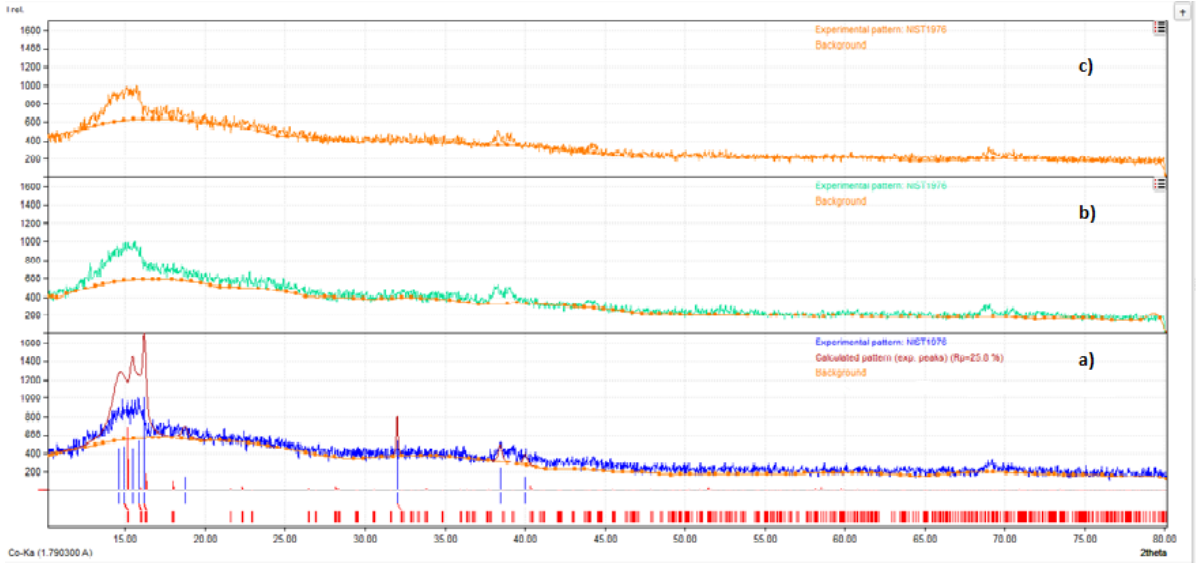


Fig. 3. Difractogramas de nanopartículas de ZnO2 con sonicación a a) 10 minutos, b) 30 minutos y c) 40 minutos.

Como análisis adicional, se compararon los patrones de difracción de la muestra sometida a sonicación por 40 minutos antes y después de ser sometida a descomposición (figura 4).

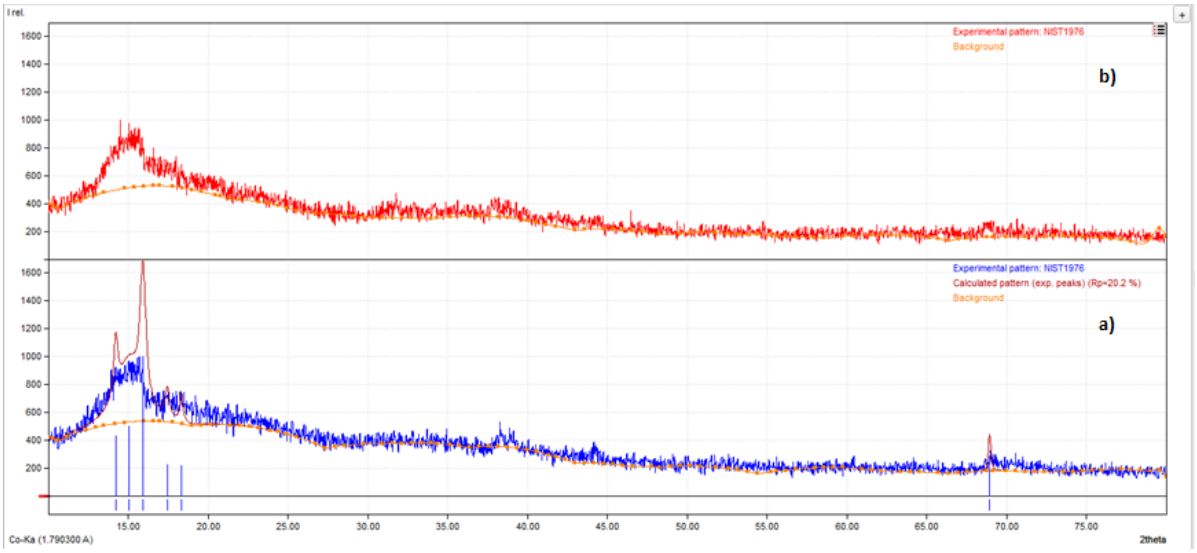


Fig. 4. Difractogramas de muestra sometida a sonicación por 40 minutos a) antes y b) después de ser sometida a descomposición térmica.

2) Microscopía óptica

Para el análisis de la forma que presentaron dichas nanopartículas, se recurrió al microscopio óptico. Para esto, se analizaron solamente las muestras de 40 minutos, antes y después de someterlas al tratamiento térmico. Las micrografías son presentadas en la figura 5.

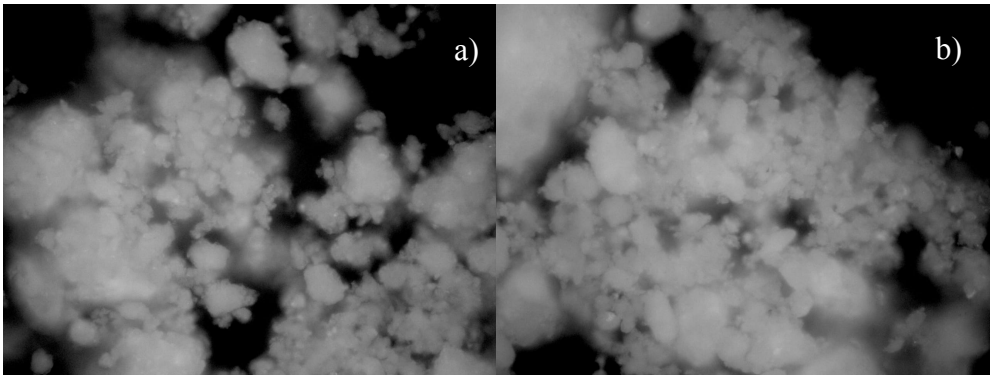


Fig. 5. Micrografías a 500X de la muestra de ZnO con 40 minutos de sonicación a) antes y b) después de someterse a 150 °C por 2 horas.

IV. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

La síntesis de las nanopartículas de ZnO_2 debe proceder de la siguiente reacción química:

$$ZnCl_2 + H_2O_2 \xrightarrow{Ultrasonido} ZnO_2\downarrow + 2HCl$$

Los coloides formados desde la centrifugación y secado ya presentaban una tonalidad blanca, color característico de las nanopartículas de ZnO_2. Una vez molidos y puestos en tratamiento térmico de descomposición, se notó un ligero cambio de tonalidad, se presentaron un poco más blancas.

Este proceso de liberación de oxígeno para la creación de las nanopartículas de ZnO siguió la siguiente reacción:

$$ZnO_2 \xrightarrow{150\ °C,\ 2\ hrs} ZnO + ½O_2$$

La figura 2 muestra el polvo formado después de dichos tratamientos aplicados, notándose que tomó una tonalidad blanca anteriormente mencionada, característica distintiva de las nanopartículas de ZnO.

En la figura 3 se pueden apreciar los diferentes difractogramas obtenidos de cada una de las muestras con diferentes tiempos de sonicación, los picos significativos se mostraron en los mismos ángulos de difracción (32, 36 y 69).

El comparativo de los difractogramas mostrados en la figura 4 detalla los picos antes y después de ser sometidos a tratamiento térmico, notándose se que se presentaron aproximadamente en los mismos ángulos de difracción.

Por último, la figura 5, detalla las micrografías nanopartículas creadas a partir de 40 minutos de sonicación de la muestra. En la figura a) se puede observar que las nanopartículas, en este caso de ZnO_2, se presentaron de una manera de esferas con algunos pequeños picos, mientras que en b) las nanopartículas de ZnO ya se mostraron más globulares.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El tiempo de sonicación aplicado a cada solución precursora fue factor importante para la creación de cantidad de coloide formado; mientras que en la solución de 10 minutos de sonicación se recababa muy poca muestra debido al poco tiempo de reacción, en la de 40 minutos en ultrasonido ya se formaba un poco más por reacción producida.

Otro factor que determina la creación exacta de las nanopartículas de ZnO_2 y posteriormente las de ZnO, fue la exactitud de los reactivos utilizados, ya que si se presentaban variaciones de gramos de $ZnCl_2$ o de H_2O_2 podría influir en la forma y color de la muestra formada.

Por último, se debe de tener especial cuidado en el control de la temperatura utilizada tanto para el proceso de secado y de liberación de oxígeno de las muestras, mayores o menores temperaturas a las indicadas podrían ser factor inexacto durante el proceso de síntesis.

VI. AGRADECIMIENTOS

En agradecimiento a mi compañera y amiga Yoselline Estefanía de Luna Moreno por ser de gran ayuda a lo largo del desarrollo del proyecto. A la Dra. Josefina García Guerra por brindar su apoyo. A la Dra. Ma. Gloria Rosales Sosa por los análisis de difracción de rayos-

X. A la Dra. Ma. de Lourdes Hernández Rodríguez por los análisis de microscopía óptica. Y a la Universidad Autónoma de Coahuila por brindarnos el apoyo con el uso de los laboratorios, material y reactivos para el impulso de esta investigación.

REFERENCIAS

[1] Colonia, Roberto, Martínez, Vanessa C., Solís, José L., & Gómez, Mónica M.. (2013). "Síntesis de nanopartículas de ZnO2 empleando ultrasonido: caracterización estructural y morfológica para aplicaciones bactericidas". *Revista de la Sociedad Química del Perú*, *79*(2), 126-135. Recuperado en 09 de agosto de 2019, de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2013000200005&lng=es&tlng=es.

[2] Zanella, Rodolfo. "Metodologías para la síntesis de nanopartículas: controlando forma y tamaño". Mundo Nano. Revista Interdisciplinaria en Nanociencias y Nanotecnología, [S.l.], v. 5, n. 1, mar. 2014. ISSN 2448-5691. Disponible en: <http://www.revistas.unam.mx/index.php/nano/article/view/45167>. Fecha de acceso: 09 ago. 2019 doi:http://dx.doi.org/10.22201/ceiich.24485691e.2012.1.45167.

[3] Gutiérrez, M. P.; Castellanos, M. A.; Castellanos, M. A.. "Síntesis por el método sol-gel aplicado al estudio del polimorfismo en nanopartículas de TiO2". Mundo Nano. Revista Interdisciplinaria en Nanociencias y Nanotecnología, [S.l.], v. 4, n. 1, abr. 2015. ISSN 2448-5691. Disponible en: <http://www.revistas.unam.mx/index.php/nano/article/view/50990>. Fecha de acceso: 09 ago. 2019 doi:http://dx.doi.org/10.22201/ceiich.24485691e.2011.1.50990.

Desarrollo de hardware de análisis de signos vitales prenatales

Manuel Gutiérrez Lemus
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón,
Departamento de Ingeniería en Informática
Blvd. Del Valle #2301, Guardarrayas,
C.P. 36413 Purísima del Rincón, Guanajuato,
lrs15110099@purisima.tecnm.mx

Asesor: Diego Eduardo Morales López
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón,
Departamento de Ingeniería en Informática
Blvd. Del Valle #2301, Guardarrayas,
C.P. 36413 Purísima del Rincón, Guanajuato,
diego.ml@purisima.tecnm.mx

Resumen — Hasta el momento no existe una forma casera de monitorizar el embarazo y por esto se toman los signos de maneras muy subjetiva, actualmente los primeros sintomas de sufrimiento fetal se suelen detectar con menor movimiento o leves espasmos, lo que supone que sea imperceptible para la madre y solamente detectable en citas medicas.
Por lo que se ha planteado el desarrollo de una herramienta casera que monitorice el estado del embrion en tiempo real, esto a base de sensores de ritmo cardiaco y tono muscular que repocilaran datos para, posteriormente ser analizados por una aplicación movil.

Abstract — So far there is no way to monitor pregnancy and therefore the signs are taken in very subjective ways, currently the first symptoms of fetal damage are detected with less movement or slight spasms, which means that it is imperceptible to the mother and only detectable in medical appointments.
For what has been raised the development of a homemade tool that monitors the state of the embryo in real time, this is a base of heart rate and muscle tone sensors that will repopulate data to later be analyzed by a mobile application.

I. INTRODUCCIÓN

Un gran problema que tenemos como sociedad es la atenciyn que se le ha dado al control prenatal, desafortunadamente los centros de salud sobrepasan, se estima que un 70% de visitas al ginecylogo son innecesarias puesto que se confunden con mal estar gastrico y signos normales, asi como existe un porcentaje de personas que no acuden al medico por minimizar sintomas que en realidad son de riesgo tanto es asi que en el ultimo ano se han presentado 22,336 abortos espontaneos segun cifras obtenidas por INEGI.

En la actualidad no contamos con un dispositivo completo capaz de monitorizar el embarazo de forma regular y casera, por lo que el control en el embarazo se ha vuelto constoso e insuficiente. Con lo anterior en mente, se ha diseñado un dispositivo con los cuales las pacientes pueden llevar a cabo un monitoreo pormenorizado de su embarazo.

Esto tiene relevancia en un país como México, ya que muchas mujeres viven en localidades de difícil acceso y no cuentan con la atención médica inmediata, lo que puede ocasionar que tanto ellas como sus bebés pierdan la vida por complicaciones que pudieron ser atendidas.

II. MARCO TEÓRICO

A. Definición de signos vitales

Los signos vitales son indicadores que reflejan el estado fisiológico de los órganos vitales (cerebro, corazón, pulmones). Expresan de manera inmediata los cambios funcionales que suceden en el organismo, cambios que de otra manera no podrían ser cualificados ni cuantificados. Los cuatros principales signos vitales son: Frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, presión arterial y temperatura [1].

B. Pulso arterial/ Frecuencia cardiaca

Es la onda pulsátil de la sangre, originada en la contracción del ventrículo izquierdo del corazón y que resulta en la expansión y contracción regular del calibre de las arterias. La onda pulsátil representa el rendimiento del latido cardiaco, que es la cantidad de sangre que entra en las arterias con cada contracción ventricular y la adaptación de las arterias, o sea, su capacidad de contraerse y dilatarse. Asimismo, proporciona información sobre el funcionamiento de la válvula aórtica. El en el embarazo debe ser de 60 a 100 latidos por minuto [1].

C. Sensor de ritmo cardiaco

El medidor de ritmo cardíaco es un componente que está apareciendo cada vez en más dispositivo. Un sensor de este tipo está formado por una serie de fotodiodos (sensores que emiten luz, ni más ni menos) que cumplen funciones distintas. Por un lado, están los diodos cuya principal función consiste en emitir luz infrarroja, mientras que los otros diodos se encargarán de recibir la luz que es reflejada.

El medidor de ritmo cardíaco se debe de colocar cerca de nuestra piel. Esta distancia tan corta entre el sensor y nuestra piel hace posible que la luz sea capaz de llegar a las venas. Una vez entra en marcha el sensor, la luz emite un reflejo de vuelta que indica al sensor el nivel de sangre en ese lugar en concreto.

Al bombear nuestro corazón la sangre varias decenas de veces al minuto, en cada segundo el nivel de sangre de la Funcionamiento de un sensor de ritmo cardíaco zona concreta que estamos midiendo varía.

El propio bombeo de sangre de nuestro corazón hace que la luz reflejada varíe en cada instante. Estos cambios permiten a nuestro dispositivo realizar una medida estimada de nuestras pulsaciones por minuto, todo ello con un nivel de precisión bastante aceptable [2].

D. El monitor de ritmo cardiaco AD8232

El monitor de ritmo cardiaco AD8232 de Sparkfun es una tarjeta de bajo costo usada para medir la actividad eléctrica del corazón. Esta actividad eléctrica puede ser registrada como un electrocardiograma -ECG- o una salida como una lectura analógica. Los electrocardiogramas pueden ser extremadamente ruidosos, por lo que el AD8232 actúa como un amplificador operacional que ayuda a obtener una señal clara de los intervalosPR y QT fácilmente.

El AD8232 es un bloque de señales integradas condicionadas para ECG y otras aplicaciones de medición biopotenciales. Está diseñado para extraer, amplificar y filtrar pequeñas señales biopotenciales en presencia de condiciones ruidosas, así como aquellas creadas por el movimiento o la colocación de electrodos [3].

E. Monitor Holter

Puede registrar la frecuencia y el ritmo cardíaco cuando el paciente siente dolor en el pecho o presenta síntomas de latidos irregulares (que se conocen como «arritmia»). El médico puede examinar luego los datos correspondientes al momento en que el paciente sintió los síntomas. El examen de estos datos le dará al médico información acerca de la naturaleza del problema cardíaco del paciente..

El monitor Holter es un dispositivo de grabación. Funciona con pilas y se lleva en un bolsillo o en una bolsa. De él salen entre 5 y 7 cables llamados «derivaciones» que se conectan a unos discos de metal llamados «electrodos», los cuales se colocan en el pecho del paciente. Los electrodos son muy sensibles y pueden captar los impulsos eléctricos del corazón. El monitor graba los impulsos y le proporciona al médico un registro de la actividad cardíaca del paciente durante 24 horas. [4].

III. METODOLOGÍA

A. Desarrollo de Monitor

Análisis: Se realizó una lista de los requerimientos de signos relevantes, tanto los de la madre como del embrión, esto basándonos en la Norma Oficial Mexicana (NOM-007- SSA2-2016 Para la atención de la mujer durante el embarazo, parto y puerperio, y de la persona recién nacida), a partir de ahí se seleccionaron los sensores de grado medico idóneos para el monitor.

Tabla 1. Lista de Materiales

Sensor cardiaco Ad8232
Batería Welch-allyn 74054
Arduino nano
Modulo Bluetooth HC-06
Carcasa

Se determinó que, mediante la lectura de ritmo cardiaco, es posible determinar el estado de excitación del embrión, el estrés y sufrimiento fetal, por este motivo y debido al tiempo, el monitor se basa en la detección del ritmo cardiaco prenatal para la obtención de un valor limpio y fiable para su posterior análisis.

Diseño: Se realizó el diagrama de conexión y diseño del dispositivo de forma ergonómica para su fácil uso (observe figura 1), ya que se pretende una funcionalidad con opciones de monitoreo tipo holter.

a) b) c)

Fig. 1. a) Forma de uso, b) diseño de Dispositivo y c) Diagrama de conexión.

Desarrollo: Ya con los diseños y los materiales, se procedió a presentar el circuito en una placa de prototipado para probar el correcto funcionamiento del sensor Ad8232 (sección a), una vez hecho funcionar el circuito, se programó el arduino para realizar las lecturas de forma periódica en formato ECG (ElectroCardioGrama), esto quiere decir que mandara 3 valores por segundo, cada valor representa un numero entero 0>n>720 que se debe leer como la intensidad del pulso, esto se probó de forma alámbrica en terminal de puerto COM (sección b). Por último, se soldó el circuito y se introdujo en un cilindro anillado de madera sección c. (ver Figura 3)

a) b)

c)

Fig. 2. a) Circuito Presentado, b) Pruebas de funcionamiento, c) Prototipo.

Pruebas de funcionamiento: Las pruebas de funcionamiento que se realizaron fueron de forma alámbrica para revisar el funcionamiento de los sensores y las lecturas de tipo Holter, esto consiste en dejarlo tomar lecturas continuas por al menos 24h. Por último, se realizaron las pruebas de comunicación inalámbrica, durante esta prueba se utilizó la terminal bluetooth como aplicación de testeo.

B. Integración de la aplicación con el sensor

Análisis: como parte de la integración del sensor con la aplicación de análisis, se revisaron los requerimientos de ambas partes en cuestión de variables y rangos aceptados, así como velocidades de comunicación, en la figura 3 se muestra el diagrama de flujo de datos desaseado en la integración.

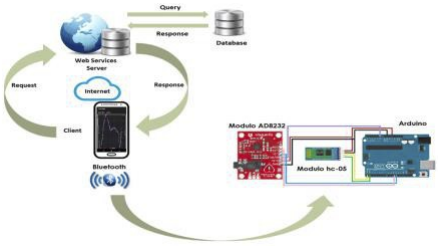


Fig. 3. Diagrama de conexión

En el diagrama se muestra el funcionamiento del dispositivo que establececomunicación única con un Smartphone Android con la aplicación instalada, de esta forma se hace uso de la red móvil para acceder a servicios en la nube que ayudaran a dividir la carga de procesamientos y mostraran el resultado de análisis y la toma de datos del dispositivo en tiempo real vía internet.

Diseño: Para el diseño de los módulos de comunicación se revisó la nomenclatura para ambas partes y se definieron las vías de comunicación, dejando como resultado de esto una variable única que sería solicitada por la aplicación una vez realizada la conexión , esta contendría el valor del sensor ECG y seria variable con una frecuencia de 3Hz.

Desarrollo: Por parte del software, únicamente se delimito el rango de las variables y las licencias de conexión para la terminal bluetooth

IV. RESULTADOS

En la Figura 4 se muestra el funcionamiento del proyecto integrado, el dispositivo realiza de forma exitosa la comunicación y la aplicación grafica el resultado y despliga un esquema de las tomas realizadas en orden cronologico.

a) b) c)

Fig. 4. a) tomas, b) grafica y c) Monitor.

V. CONCLUSIONES

El proyecto fue integrado en ambas partes de forma exitosa y su funcionamiento fue correcto y estable, sin embrago se sugiere la implementacion de nuevos sensores al monitor, tales como tono muscular y presion arterial, esto haria del proyecto una herramienta mas completa, eficiente y atractiva en su integracion a la sociedad.

VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a mi asesor ISC. Diego Eduardo Morales quien siempre mostro su apoyo y entusiasmo total en el proyecto.

REFERENCIAS

[1] Penagos, S. P., Salazar, L. D. y Vera, F.E. (2009). Guías para Manejo de Urgencias. Bogotá, Colombia (Ministerio de la Protección Socia).

[2] El Android Libre. (2016). Cómo miden las pulseras deportivas nuestro ritmo cardíaco.El español. Recuperado de https://elandroidelibre.elespanol.com/2016/06/como-miden-pulseras- deportivas-ritmo-cardiaco.html

[3] SparkFun Electronics (2019). AD8232 Heart Rate Monitor Hookup Guide Recuperado de https://learn.sparkfun.com/tutorials/ad8232-heart- rate-monitor-hookup-guide/all

[4] Texas Heart Institute (2019). El estudio Holter Recuperado de https://www.texasheart.org/heart-health/heart-information-center/topics/estudio-holter/

Desarrollo de Hidrogeles de Nopal

Nallely Guadalupe Hernández Hernández
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de Ciencias Químicas
Blvd. Venustiano Carranza s/n
C.P. 78290, Saltillo, Coahuila México.
nallelyhernandezher@uadec.edu.mx

Asesor: Ricardo Acosta Ortíz
Centro de Investigación en Química Aplicada
Departamento de Síntesis de Polímeros
Blvd. Enrique Reyna Hermosillo No. 140
Saltillo, Coahuila México. C.P. 25294.
ricardo.acosta@ciqa.edu.mx

Resumen — Durante la realización de este proyecto se pretendió obtener compuestos fenolicos de la biomasa del nopal mediante extracción con solventes dado la estructura presentada en el nopal Una vez concluido con ello se llevó a cabo la funcionalización del acrilato con la biomasa para llevar a cabo la formación del hidrogel. Como resultado se requiere más tiempo para estandarizar la técnica de extracción y optimizar la reacción con el anhídrido metacrilico y su posterior polimerización para obtener los hidrogeles deseados.

Palabras clave — Biomasa, nopal, hidrogel, funcionalización, acrilato.

Abstract — During the realization of this project is intended to obtain compounds phenolic of the biomass of the Cactus by solvent extraction given the structures presented in the Cactus once this took place the Functionalization of acrylate with the biomass to carry out the formation of Hydrogel. As a result, it requires more time to standardize the extraction technique and optimize the reaction with the methacrylic anhydride and its subsequent polymerization for desired hydrogels.

Keywords: biomass, nopal, Hydrogel, Functionalization and acrylate.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se han desarrollado una gran infinidad de materiales poliméricos que suelen ser usados para aplicaciones biomédicas, dentro de estas investigaciones existe un material que es conocido como hidrogel. los cuales han demostrado tener una gran gama de aplicaciones debido a su alta biocompatibilidad y su capacidad de encapsular la muestra en la que se encuentra. El hidrogel se conoce como redes tridimensionales formadas a partir de homopolímeros hidrófilos, copolímeros o macrómeros reticulados para formar matrices de polímeros insolubles en agua. Existen distintos tipos de hidrogeles como los físicos los cuales responden a los cambios de temperatura y generalmente se someten a un sólido-gel, ocurre una fase cuando la temperatura cambia de ambiente a temperatura controlada y esto hace que sean muy útil su manipulación. Algunas de las aplicaciones biomédicas que se han llevado a cabo con estos materiales son aplicaciones como vendajes para heridas, lentes de contacto blandos y sustitutos de tejidos blandos.[1–3]

El nopal es una cactácea con una gran importancia en a nivel nacional ya que es consumido en cientos de hogares mexicanos y se emplea para fines de salud, nutrición y cosméticas puede presentarse en forma de té, mermelada, zumo y aceites extraídos del mismo.[4,5]

En base a todas las propiedades que posee el nopal se realizó un estudio en Química Aplicada se determinó que la biomasa de nopal contiene ciertos compuestos fenólicos en baja proporción. Conociendo que ciertos componentes del nopal tienen ciertas propiedades

curativas, se realizó un análisis cualitativo en el que se determinó la presencia de los siguientes compuestos fenólicos. Estos compuestos se muestran en la figura 1

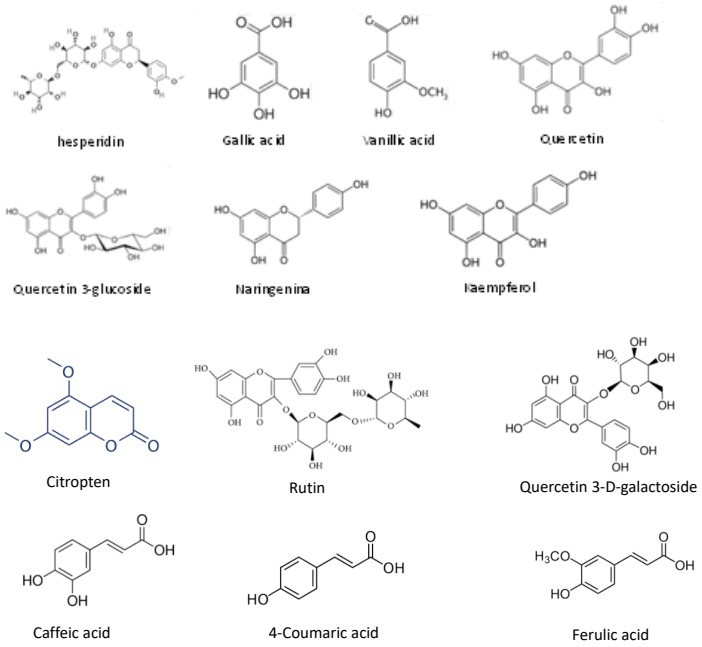


Fig. 1. Estructura química de los compuestos fenólicos presentes en la biomasa de nopal

Con esto en mente la intención de este estudio de verano de la ciencia fue la de obtener estos compuestos fenólicos de la biomasa del nopal mediante extracción con solventes, dada su estructura orgánica y posteriormente hacerlos reaccionar con anhídrido metacrílico apara funcionalizar con grupos metacrilato. Una vez funcionalizados se polimerizarían para obtener los hidrogeles correspondientes.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Extracción de compuestos fenólicos de la biomasa del nopal usando solventes orgánicos

Para extraer los compuestos fenólicos de la biomasa de nopal se utilizaron diferentes solventes como cloroformo, diclorometano, éter etílico, acetato de etilo y metanol. Se evaluó su extractabilidad en estos solventes usando 50 mg de biomasa los cuales se colocó en un matraz de dos bocas provisto con condensador, termómetro y agitación magnética al cual se añadieron 10 mililitros del solvente. El equipo utilizado se muestra en la figura 2:

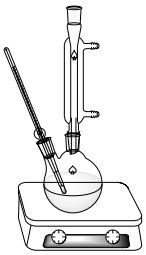


Fig. 2. Equipo usado para la extracción de los compuestos fenolicos presentes en la biomasa de nopal

Al concluir con las pruebas anteriores se llevó a cabo en microondas una reacción el cual se colocó 1 g de la biomasa de nopal, pero esta vez solo se utilizaron los solventes de éter etílico y metanol. Las condiciones de reacción utilizadas fueron:

Tabla 1. Condiciones de reacción en microondas

Solvente	Rapa de tiempo	Tiempo mantenimiento	Temperatura(°C)	Presión	Potencia
Éter etílico	15:00	15:00	40	800	300
Metanol	15:00	15:00	40	800	300

B. Funcionalizacion de compuesto fenolicos con grupos acrilato usando anhídrido metacrilico

El extracto se sometió a una reacción de acrilacion usando anhídrido metacrílico en presencia de 4-DMAP como catalizador para funcionalizar los grupos fenolicos con grupo metacrilato. El anhidrido metacrilico se agregó en una proporción en peso de 20 % en peso con respecto al peso del extracto. En este caso se llevó a cabo la reacción de acrilación en agua. Después de cuatro horas de reacción a 50 °C la mezcla de reacción se extrajo con cloroformo para eliminar el posible anhídrido metacrilico sin reaccionar. Después se evaporo el agua en el rotavapor a 60 °C. El residuo obtenido se analizó por RMN de protón

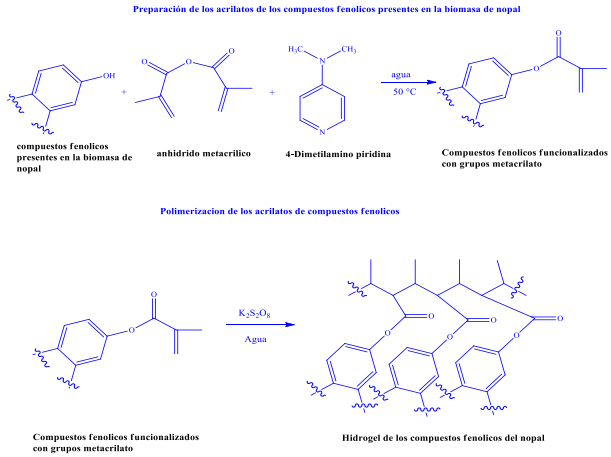


Fig. 3. Reacción de acrilación de los compuestos fenolicos extraídos de la biomasa de nopal y su posterior polimerización para obtener los hidrogeles de nopal.

En este esquema se puede ver que se utilizó la 4-dimetilamino piridina la cual es una base fuerte como catalizado con la finalidad de formar el fenolato el cual atacará al anhídrido metacrilico, en cualquiera de los dos grupos carbonilicos, liberando la sal de amonio del ácido metacilico como subproducto.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primera estancia se llevó a cabo las pruebas de solubilidad de la biomasa del nopal ya que eran de vital importancia para conocer en cual de los solventes mencionados con anterioridad seria el adecuado para llevar a cabo la reacción adecuado para llevar a cabo la reacción a continuación se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 2. Prueba de solubilidad

Solvente	Solubilidad
Cloroformo	Ligeramente soluble
Acetato de etilo	Ligeramente soluble
Metanol	Ligeramente Soluble
Éter etílico	Ligeramente Soluble

Como se logra observar la biomasa del nopal no logro disolverse por completo en los solventes tanto a temperatura ambiente como al calentar las misma. Se parecía como al reaccionar cambia a un color amarillo pero la biomasa sedimenta.

Después se probó cada uno de los solventes y se analizaron por medio de espectroscopia de RMN de proton. En la Figura 4 se muestra el espectro de RMN de proton del extracto de cloroformo. Se puede ver que no se encontraron señales arriba de 5.5 ppm lo que implica que no se extrajeron compuestos fenolicos. La señal a 7.28 ppm corresponde al solvente deutero cloroformo

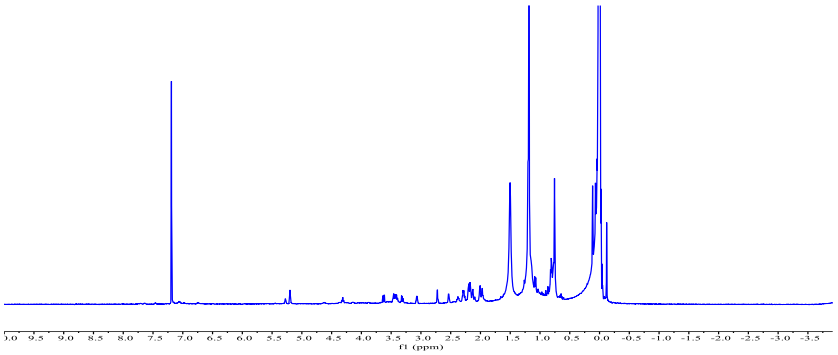


Fig. 4. Extracto de cloroformo

En la Figura 5 se puede observar el extracto de acetato de etilo el cual no presenta señales arriba de 2.0 ppm. Lo que indica que no hubo una buena extracción de los compuestos fenolicos de interés. Aunque es posible observar señales muy pequeñas en el interavlo de 7.0 a 8.0 ppm y entre 4.5 y 4.0 ppm lo que indica que solo se extrajeron trazas del compuesto fenolicos

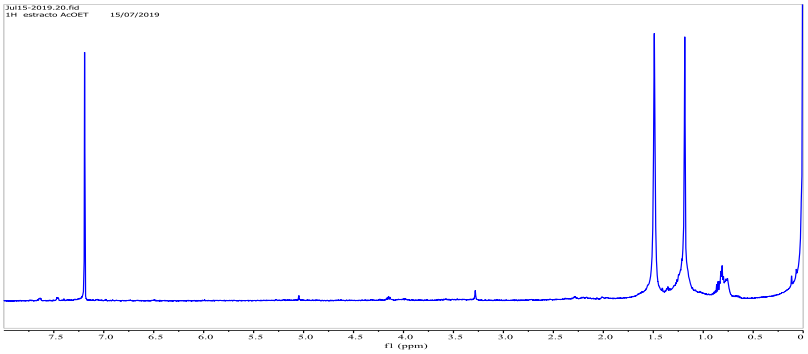


Fig. 5. Extracto de acetato de etilo de la biomasa de nopal

En la figura 6 se observa el espectro de proton del extracto de éter etílico. En este caso se observa dos señales entre 7.0 y 7.5 ppm, lo cual conjuntado con las señales entre 4.0 y 4.5 nos indica que, si se extrajeron compuesto fenolicos, sin embargo, la eficiencia de extracción fue muy baja.

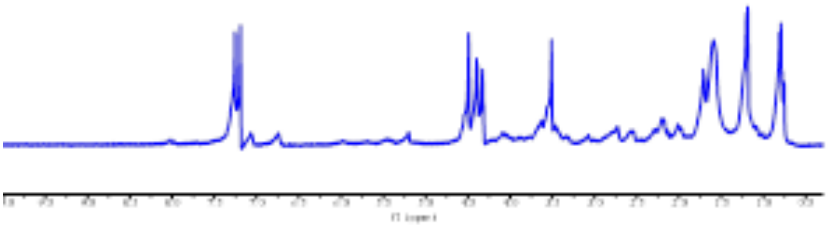


Fig. 6. Extracto de éter etílico de la biomasa de nopal.

A. Extracto de metanol en microondas

La extracción en metanol usando un horno de microondas resultó ser la mejor opción para extraer los compuestos fenolicos de la biomasa de nopal. En este proceso se introdujo un 1 g de biomasa y se recuperaron 200 mg de extracto. En la figura 5 se muestra el espectro de este extracto. Se pueden observar señales entre 6.5 ppm y 7.25 ppm que corresponden a compuesto aromáticos. Así mismo se observan señales en el intervalo de 3.5 y 4.5 que corresponden a grupos metileno unidos a fenoles. Además, también se observan picos entre 2.0 y 2.5 ppm que corresponden a compuestos con grupos alilicos. Esto nos confirma que mediante la extracción con metanol se extrajeron los compuestos fenolicos deseados en aproximadamente un 20 % de eficiencia.

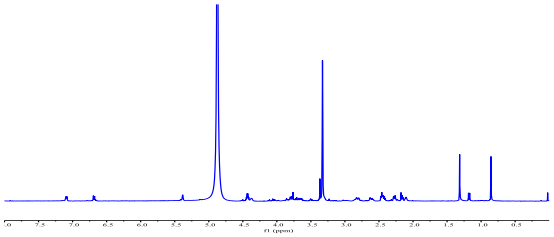


Fig. 7. Extracto de metanol de la biomasa de nopal

B. Funcionalizacion con acrilato

En este espectro se pueden observar todavía las señales entre 6.5 y 7.0 ppm lo que indica que aún tenemos lo compuesto fenolicos. Tambien se oberva que no hay señales entre 5.0 y 6.0 ppm que estarían presentes si los compustos fenolicos se hubieran funcionalizado con grupos acrílicos. Sin embargo, esto significa que, debido a la temperatura usada al eliminar el agua, los grupos metacrilato polimerizaron obteniendo el hidrogel directamente.

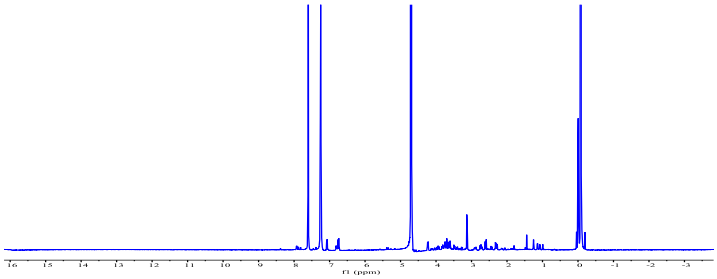


Fig. 8. Espectro de RMN de proton de la reacción de acrilacion del extracto metanolico de nopal.

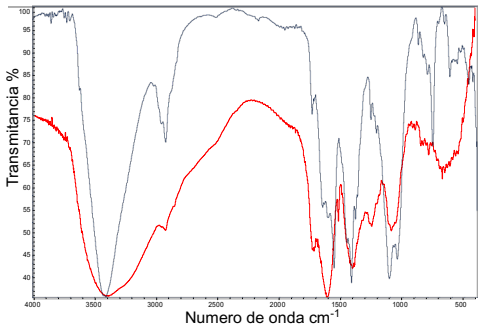


Fig. 9. Espectro IR de biomasa de nopal y biomasa funcionalizado.

Tabla 3. Bandas características de la biomasa

Grupos Funcionales	N° onda
Estiramiento -OH	3600-3200cm^{-1}
C-H aromático	3150-3050 cm^{-1}
C=O (OH)	1740-1720 cm^{-1}
C=O (O)	1725-1700 cm^{-1}
C=O	1650-1600 cm^{-1}
C=C Aromático	1600-1475 cm^{-1}

Se muestra los grupos funcionales presentes en la biomasa de nopal tanto original como ya funcionalizada, corroborando la estructura química presentes en la biomasa del nopal.

IV. CONCLUSIONES

Se desarrolló una metodología para extraer los compuestos fenólicos de la biomasa de nopal mediante extracción con metanol usando un equipo de microondas con una eficiencia de 20 %. Después se llevó a cabo la reacción de acrilacion de los grupos fenólicos. Sin embargo, estos polimerizaran in situ obteniendo el hidrogel directamente. Se requiere más tiempo para estandarizar la técnica de extracción y optimizar la reacción con el anhídrido metacrilico y su posterior polimerización para obtener los hidrogeles deseados.

V. RECONOCIMIENTO

Este trabajo fue realizado gracias al apoyo brindado por el comité organizador del 21° Verano de la Ciencia de la Región Centro 2019, al Centro de Investigación en Química Aplicada por la facilidad de prestar sus instalaciones, Del mismo modo agradezco al Dr. Ricardo Acosta Ortiz por el apoyo y el tiempo brindado,

REFERENCIAS

[1] Jerca, F. A.; Anghelache, A. M.; Ghibu, E.; Cecoltan, S.; Stancu, I.-C.; Trusca, R.; Vasile, E.; Teodorescu, M.; Vuluga, D. M.; Hoogenboom, R.; et al. Poly(2-Isopropenyl-2-Oxazoline) Hydrogels for Biomedical Applications. Chem. Mater. 2018, 30 (21), 7938–7949. https://doi.org/10.1021/acs.chemmater.8b03545.

[2] Lau, H. K.; Kiick, K. L. Opportunities for Multicomponent Hybrid Hydrogels in Biomedical Applications. Biomacromolecules 2015, 16 (1), 28–42. https://doi.org/10.1021/bm501361c.

[3] Jun Loh, X.; Lee, T.-C.; Ito, Y. CHAPTER 8. Hydrogels for Biomedical Applications. In Monographs in Supramolecular Chemistry; Loh, X. J., Scherman, O. A., Eds.; Royal Society of Chemistry: Cambridge, 2012; pp 167–209. https://doi.org/10.1039/9781849735629-00167.

[4] El-Mostafa, K.; El Kharrassi, Y.; Badreddine, A.; Andreoletti, P.; Vamecq, J.; El Kebbaj, M.; Latruffe, N.; Lizard, G.; Nasser, B.; Cherkaoui-Malki, M. Nopal Cactus (Opuntia Ficus-Indica) as a Source of Bioactive Compounds for Nutrition, Health and Disease. Molecules 2014, 19 (9), 14879–14901. https://doi.org/10.3390/molecules190914879.

[5] Torres-Ponce, R. L.; Morales-Corral, D.; Ballinas-Casarrubias, M. de L. El nopal: planta del semidesierto con aplicaciones en farmacia, alimentos y nutrición animal* Nopal: semi-desert plant with applications in pharmaceuticals, food and animal nutrition. 14.

Desarrollo de material didáctico como mejora en la enseñanza-aprendizaje de la Física para estudiantes de ingeniería en la UPSLP

José Luis Zorrilla Alfaro
Universidad Autónoma de Zacatecas
Jardín Juárez 147, Zacatecas Centro, 98000
Zacatecas, Zac.
29105138@uaz.edu.mx

Asesor: Martín Hernández Sustaita
Universidad Politécnica de San Luis Potosí
Urbano Villalón 500, Col la Ladrillera, San Luis
Potosí, S. L. P., C P. 78163
martin.hernandez@upslp.edu.mx

Resumen — En este trabajo se desarrolla un prototipo didáctico para mejorar la enseñanza de las ciencias implementando sensores con tecnología Arduino, tecnología Android para el desarrollo de una aplicación móvil y creación de un material para la realización de pruebas de medición, para el desarrollo de la aplicación móvil se implementaron algoritmos en lenguaje java que son necesarios para realizar un ajuste polinomial de curvas para obtener la ecuación posición tiempo de un objeto, con el fin de obtener su grafica Velocidad vs. Tiempo.

Palabras clave — Física, TIC, Material Didáctico, Algoritmos, java, android, arduino.

Abstract — In this work a didactic prototype is developed to improve the teaching of science by implementing sensors with Arduino technology, Android technology for the development of a mobile application and creation of a material for the realization of measurement tests, for the development of the mobile application algorithms were implemented in java language that are necessary to perform a polynomial adjustment of curves to obtain the time position equation of an object, in order to obtain its velocity vs. velocity graph. Weather.

Keywords — Physics, ICT, Teaching Materials, Algorithms, java, android, arduino.

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo tecnológico que se ha experimentado recientemente en todos los ámbitos del quehacer cotidiano nos permite introducirlo en el aula a través de dispositivos móviles, plataformas digitales, sensores electrónicos, etc que le permitan al estudiante desarrollar las habilidades digitales que necesitará en su vida profesional y al docente le permite contar con una herramienta para el trabajo experimental en el aula.

La justificación de este proyecto se encuentra en los altos índices de reprobación que tienen las materias de ciencias básicas en las carreras de ingeniería y cuya problemática ha sido abordada desde diferentes perspectivas. Para afrontar el reto de la mejora de enseñanza se puede recurrir a las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) como lo son una cantidad infinita de material el cual apoya a la mejora de la enseñanza, desde plataformas web diseñadas para mejorar la interacción maestro-alumno, inclusive en la compra de equipo para realizar experimentos sencillos o el uso de aplicaciones móviles. Sin embargo, lo cierto es que con la mayoría de las opciones disponibles siempre se encontrara un pero valido para no usarla. Por lo que al momento de pensar en la creación de una herramienta basada en las TIC es importante que sea de fácil acceso, costos bajos, que pueda tener una alta usabilidad para el usuario (que sea fácil de utilizar) y sobre todo diseñada para crear un nuevo conocimiento en un espacio de aprendizaje amplio, el cual incluye el aula de clases.

II. MARCO TEÓRICO

Para el diseño de este prototipo se decidió acotar el tema de prueba al movimiento rectilíneo uniforme (MRU) y al movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA) que se encuentran en los cursos básicos de las carreras de ciencias e ingeniería, pero que se abordan en el aula desde un enfoque teórico y se deja para el laboratorio (en caso de contar la institución con este espacio) el momento en el cual los estudiantes diseñen y efectúen experimentos y adquieran los datos que representar mediante gráficos de movimiento: posición vs tiempo, velocidad vs tiempo y aceleración vs tiempo

Para el desarrollo de un prototipo que cumpla con las características mencionadas anteriormente se requirió resolver las siguientes etapas:

A. Datos posición tiempo

El obtener la gráfica o puntos de un objeto con una relación posición tiempo nos permite explicar y analizar su grafica velocidad vs. tiempo el cual es un tema difícil de entender al exponer sólo la parte teórica de la situación física y no la parte gráfica o real de ésta lo que provoca que los estudiantes no relacionen la gráfica con el movimiento real. En la Fig. 1 se muestra una gráfica posición vs tiempo obtenida por medio de un sensor arduino.

B. Ajuste a un polinomio mediante mínimos cuadrados

Conocido como ajuste de curvas es un método implementado para obtener la ecuación que mejor describa el comportamiento de una relación entre una variable independiente con una dependiente, es decir una ecuación de tiempo a través de una ecuación polinómica [1] Pn(x). Fig. (2)

El ajuste de curvas de un conjunto de puntos dispersos se define matemáticamente de la siguiente manera. Fig. (3)

Donde **x** son los puntos de la variable independiente es decir el tiempo y **XF*i*** es la matriz relación variable independiente-dependiente es decir la distancia. Para poder obtener la matriz de

$$a_i = \frac{XF_i}{X^{-1}} \tag{1}$$

donde:

a_i = Matriz de coeficientes

x =Matriz de variable independiente

XFi =Matriz de relación de variable independiente con dependiente.

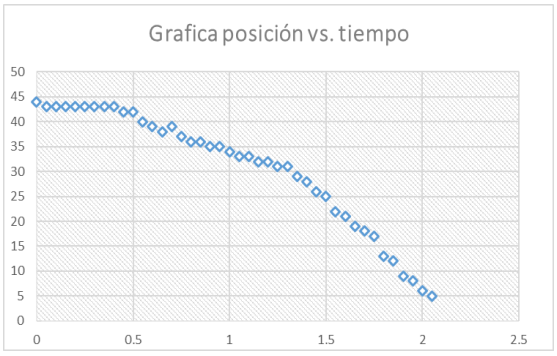


Fig 1. a) Gráfica de posición-tiempo de un móvil.

$$P_n(x) = a_1 x^n + a_2 x^{n-1} + \cdots a_n x + a_{n+1} = \sum_{i=1}^{n+1} a_i x^{n-i+1}$$

Fig 2. Ecuación polinómica general.

$$\begin{bmatrix} N & \sum x_j & \cdots & \sum x_j^{n-1} & \sum x_j^n \\ \sum x_j & \sum x_j^2 & \cdots & \sum x_j^n & \sum x_j^{n+1} \\ \vdots & & & & \\ \sum x_j^{n-1} & \sum x_j^n & \cdots & \sum x_j^{2n-2} & \sum x_j^{2n-1} \\ \sum x_j^n & \sum x_j^{n+1} & \cdots & \sum x_j^{2n-1} & \sum x_j^{2n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{n+1} \\ a_n \\ \vdots \\ a_2 \\ a_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum f_j \\ \sum x_j f_j \\ \vdots \\ \sum x_j^{n-1} f_j \\ \sum x_j^n f_j \end{bmatrix}$$

Fig 3. Ajuste de curvas de un conjunto de puntos dispersos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de este proyecto se utilizó el siguiente material:

a) Placa arduino UNO.
b) Sensor ultrasónico de arduino.
c) Adaptador arduino Bluetooth HC-05.
d) Computadora portátil con IDE Android, JDK y SDK de java.
e) Rampa Generada manualmente.
f) Carro de juguete.
g) Hoja de Cálculo Excel

IV. METODOLOGÍA

La herramienta didáctica implementada TIC se realizó en 3 fases.

a) En la primera etapa se realizó la aplicación móvil Herramienta Didáctica UPSLP Fig. (2) la cual contiene el código necesario para realizar una comunicación entre la placa arduino uno y el celular por medio de tecnología Bluetooth basado en el código del desarrollador Waseem Mirza [2].

De manera paralela al desarrollo de esta aplicación se realiza el código del dispositivo arduino. A continuación, se muestra el enlace del código de la aplicación móvil y de la placa arduino en mi repositorio personal de gitlab:

https://gitlab.com/zorrillalol/app_herramientadeaprendizaje_upslp

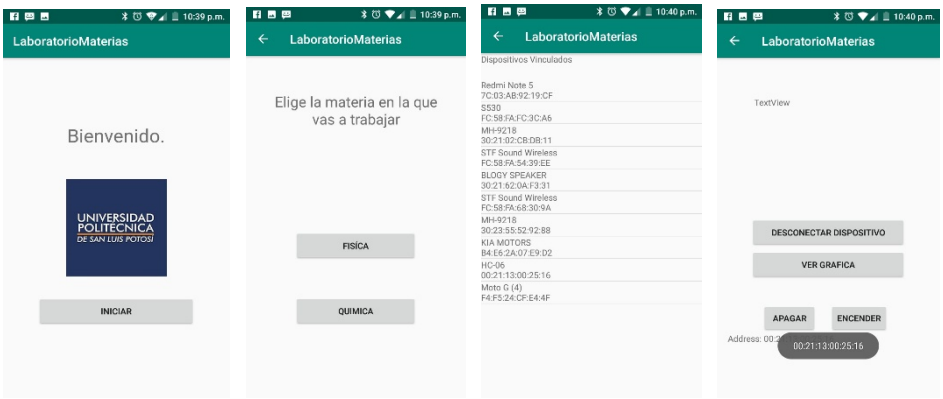
b) En la segunda fase se realizó el desarrollo del algoritmo para realizar el ajuste de curvas sobre los datos obtenidos por el sensor arduino dicho algoritmo es implementado en el lenguaje de programación Java.

El algoritmo realizado para dicha labor se muestra en la Fig. (4)

Después de obtener el polinomio que represente el movimiento del objeto se muestra gráficamente el movimiento generado por el movimiento y la gráfica creada por el ajuste. El código del algoritmo implementado en java se encuentra en el siguiente repositorio personal de gitlab:

https://gitlab.com/zorrillalol/ajuste-polinomial

c) Como última fase se realizaron algunas pruebas con ayuda de una rampa creada a mano y un carro de juguete Fig. (3) donde se capturaron datos del movimiento generado por medio del sensor arduino para realizar un análisis y comparación utilizando una hoja de cálculo Excel.



a) b) c) d)

d) **Fig 2.** Aplicación Móvil a) inicio, b) menú selección, c) conexión a dispositivo y d) inicio experimento.

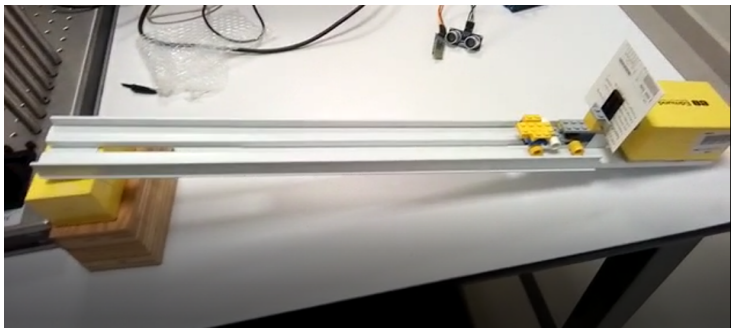


Fig 3. Prototipo físico

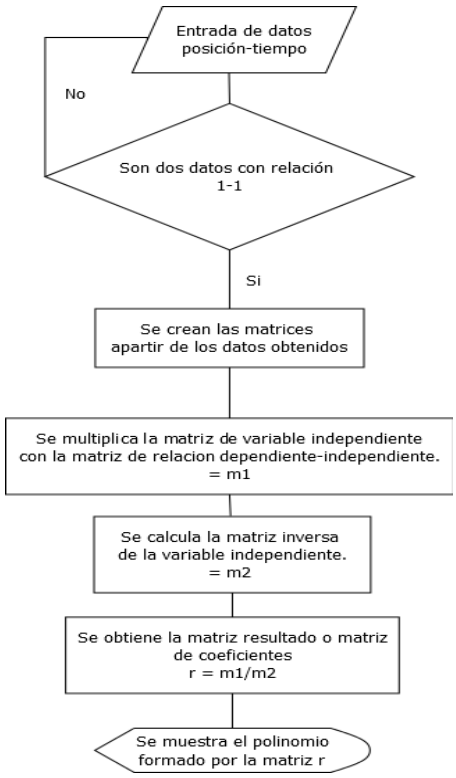


Fig 4. Algoritmo de Ajuste Polinómica

V. RESULTADOS

Para estar seguros de que los cálculos generados por el algoritmo diseñado se tomaron los datos con el equipo arduino y los datos generados fueron analizados con una hoja de cálculo Excel y con el programa desarrollado durante esta investigación. Fig. (5)

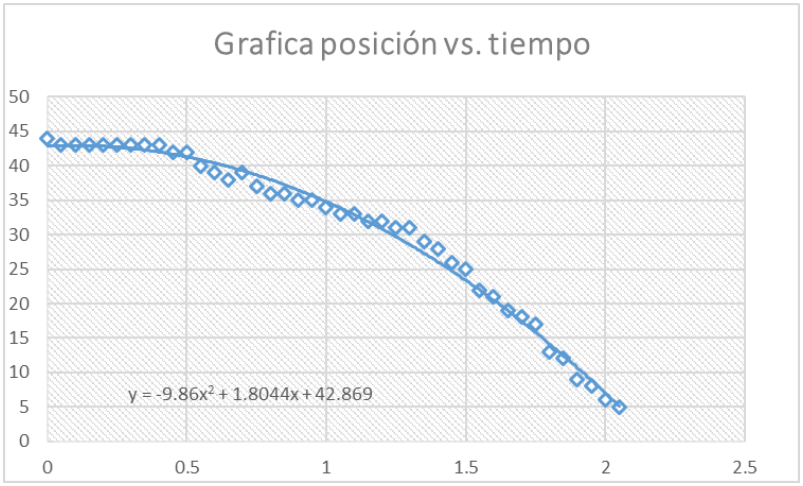


Fig 5. Gráfica datos posición vs tiempo con línea de ajuste polinómica generada por Excel

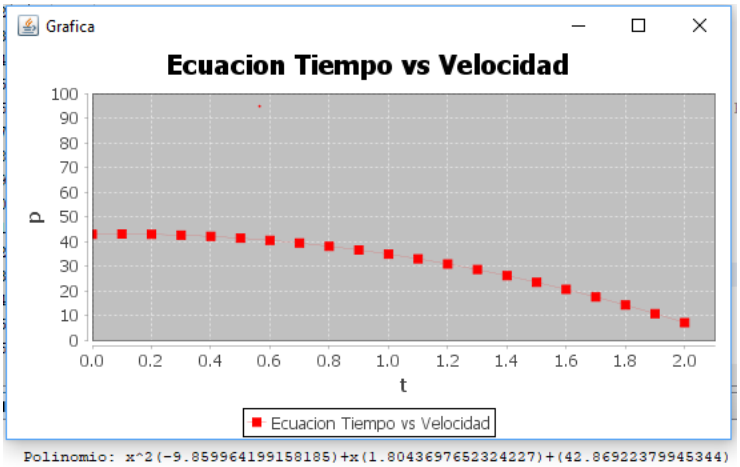


Fig 6. Análisis de datos con algoritmo en Java

Después obtuvimos el mismo análisis, pero con los cálculos realizados por nuestro código para poder validar que el ajuste es creado de manera correcta y que puede ser usado para explicar el fenómeno. Fig. 68)

VI. CONCLUSIONES

Se diseñó y construyó un prototipo basado en TIC con el objetivo de mejorar el aprendizaje en las aulas. Para verificar la utilidad de este proyecto es necesaria una 2ª. etapa en la cual se realice una prueba real en aula y un estudio final para ver la comprensión de los estudiantes sobre los fenómenos físicos estudiados con apoyo de esta herramienta.

VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Se agradece a la Universidad Politécnica de San Luis Potosí y al Ing. Rubén Martínez del Laboratorio de Ciencias de la UPSLP por el apoyo técnico recibido. Agradezco, a mi familia por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

REFERENCIAS

[1] M. Valenzuela, Métodos Numéricos (SC–854) , Ajuste a curvas, 2008.J. A. Aboytes-González, J.

Desarrollo de materiales poliméricos e híbridos para su uso en membranas para enriquecimiento de metano

Sergio Arturo Coronado Contreras
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de Ciencias Químicas
Blvd. Venustiano Carranza s/n
C.P. 78290, Saltillo, Coah.
scoronado@uadec.edu.mx

Asesora: Griselda Castruita de León
Centro de Investigación en Química Aplicada
Departamento de Materiales Avanzados
Blvd. Enrique Reyna Hermosillo 140
C.P. 76140, Saltillo, Coah.
griselda.castruita@ciqa.edu.mx

Resumen — En este trabajo se reporta la funcionalización de zeolita NaY con polietilenglicol por dos metodologías: i) un método directo donde se utilizó $SnCl_2$ como catalizador y ii) un método de dos etapas que consistió en la funcionalización con un organosilano y luego con polietilenglicol, variándose la concentración. Las muestras se analizaron por espectroscopia de infrarrojo y análisis termogravimétrico. La funcionalización de la zeolita se logró con ambas metodologías, calculándose un contenido de alrededor del 20% de compuesto orgánico injertado. Las membranas híbridas se prepararon por casting con una poliéteramida comercial y las zeolitas funcionalizadas con polietilenglicol. Estas membranas híbridas tienen potencial aplicación en separación de gases (CO_2, CH_4, N_2) y podrían ser aprovechadas para enriquecimiento de metano.

Palabras clave — Zeolita NaY, Membranas, Separación de gases.

Abstract — In this work, the functionalization of zeolite NaY with polyethylene glycol through two methodologies is reported: i) a direct method using $SnCl_2$ as catalyst and ii) two-step method consisting on the functionalization with an organosilane and then with polyethylene glycol, varying concentration. Samples were analyzed by infrared spectroscopy and thermogravimetric analysis. The functionalization of zeolite was achieved with both methodologies, and a content of about 20% grafted organic compound was calculated. Mixed matrix membranes were prepared by casting using a commercial polyetheramide and the zeolites functionalized with polyethylene glycol. These mixed matrix membranes have potential application on gas separation (CO_2, CH_4, N_2) and they could be used for methane enrichment.

Keywords — NaY zeolite, Membrane, Gas separation

I. INTRODUCCIÓN

Las zeolitas son aluminosilicatos microporosos que debido a ésta cualidad tienen muchas aplicaciones ya que en dichos poros se pueden adsorber iones grandes y también moléculas de agua. Además son empleadas como sólidos adsorbentes de gases como el CO_2 y el H_2S [1] que las hace útiles en proceso de separación y purificación de gases. Gracias a esta propiedad, estos materiales también pueden ser utilizados como rellenos en membranas para la permeación y separación de gases [2].

Las membranas son hechas generalmente de un material polimérico, por lo cual se busca el generar nuevos materiales con mejores resultados para separar gases o en su defecto a dichos polímeros añadirles partículas que optimicen su funcionamiento y así generar membranas híbridas. Para dicha aplicación, es recomendable realizar una funcionalización de la zeolita para generar un material hibrido [3] que favorezca su compatibilidad con la

matriz polimérica de la membrana y además de proveer de grupos funcionales que beneficien la separación de los gases deseados. En el presente trabajo se desarrolló una zeolita híbrida funcionalizadas con polietilenglicol por 2 metodologías para implementarla en una membrana para enriquecimiento de metano.

II. METODOLOGÍA

Para la funcionalización de la zeolita NaY con polietilenglicol se siguieron dos diferentes metodologías. El primer método consistió en una funcionalización directa de una etapa, basada en el trabajo de Azizi y col. [4]. Se colocaron 0.5 g de zeolita seca en 12 mL de acetona en agitación magnética. Posteriormente, se añadió el polietilenglicol diglicidil éter (PEGDE, PM.- 500 g/mol) en una relación en peso zeolita/PEGDE (80/20, 60/40, 40/60) [5] y se agregaron 12.7 mg de de $SnCl_2$ como catalizador. La reacción se dejó a en reflujo por 3 h. Después, el material se filtró (figura 1a) para obtener un sólido que se lavó con acetona para después secarse a 80°C en una estufa de vacío por 12 h.

El segundo método se realizó en dos etapas. Primeramente se llevó a cabo la funcionalización de la zeolita con un organoaminosilano y posteriormente, esta zeolita amino-funcionalizada se hizo reaccionar con polietilenglicol digicidil éter. El procedimientose describe a continuación: Se colocó en un matraz bola 1 g de zeolita en 25 mL de tolueno seco bajo agitación magnética. Luego se añadió (3-aminopropil)trimetoxisilano (APTMS) en la cantidad suficiente para tener una concentración 0.2M y 0.4M. La mezcla se dejó en reflujo por 16 h. Después de dicho tiempo, la zeolita se filtró y se lavó con tolueno e isopropanol para posteriormente secarse a 80 °C en una estufa de vacío por 12.

Una vez seco el material se continuó con la segunda etapa de la metodología la cual consistió en colocar en un matraz bola 0.5 g de zeolita amino-funcionalizada y 12 mL de tolueno seco. El sistema se desgasificó y se dejó en atmosfera inerte (N_2) en agitación magnética constante (figura 1b). Posteriormente se añadió polietilenglicol digicidil éter (PEGDE) en la cantidad necesaria para obtener una solución de concentración 0.2 M y 0.4 M. La reacción se dejó en reflujo por 24 h en atmosfera inerte (figura 1c). Una vez terminada la reacción el material se filtró para obtener el sólido y lavarlo con tolueno e isopropanol, después se secó a 80°C en una estufa de vacío por 12 h. Las zeolitas funcionalizadas por ambas metodologías se analizaron por espectroscopia de infrarrojo y análisis termogravimétrico.

Para la preparación de las membranas híbridas se siguió la metodología que a continuación se describe. Se preparó una solución de polieteramida comercial Pebax® dividida en dos porciones: en un vial se colocaron 0.03 g de Pebax y 1 mL de $CHCl_3$ y en otro vial se colocaron 0.27 g de Pebax y 3 mL de $CHCl_3$. Ambas se dejaron en agitación magnética a 40°C por 12 h o hasta la completa disolución. Posteriormente, 30 mg de zeolita funcionalizada seca se añadieron a la solución de menor concentración y se sonicó por 30 min para posteriormente dejar en agitación por 12 h más. Después se sonicó de nuevo por 30 min y luego se le incorporó la otra solución polimérica para formar una sola mezcla conformada por 0.3 g de Pebax y 30 mg de zeolita. La mezcla se homogenizó mediante agitación magnética por 3 h y sonicación por 30 min. Finalmente, la mezcla se vació una caja Petri de 56 mm de diámetro y 10 mm de altura la cual se cubrió con un embudo. El

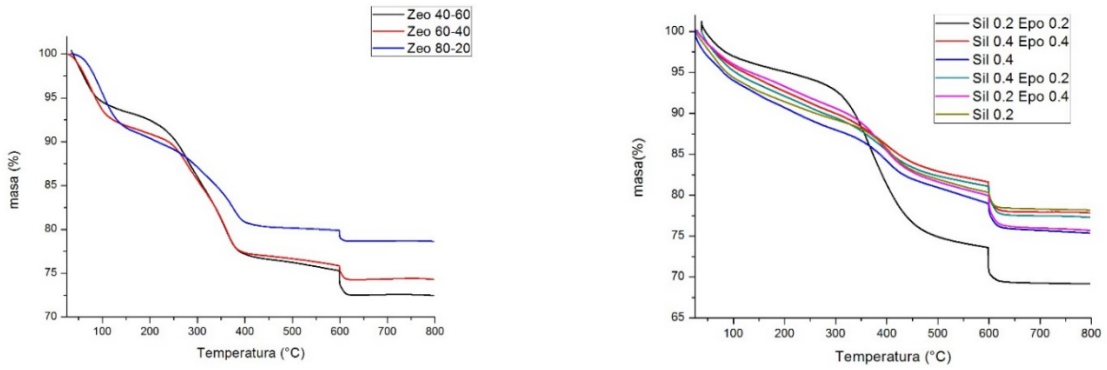
disolverte se evaporó a temperatura ambiente por 48 h. Una vez evaporado el disolvente, la membrana se desmoldó y se secó en estufa a vacío en rampa de 40-60°C para remover por completo el disolvente residual.

a) b) c)

Figura 1. Fotografías de la reacción de funcionalización de las zeolitas

III. RESULTADOS

Las diferentes zeolitas funcionalizadas por ambas metodologías de una y dos etapas se analizaron por FT-IR y TGA para comprobar así la presencia del polietlineglicol injertado en las mismas, así como observar el efecto de la proporción de reactivos sobre el contenido de material orgánico en las muestras. Con base a los resultados observados se pudo seleccionar la metodología que ofrece mejor rendimiento y a partir de la cual se pudieran elegir las zeolitas funcionalizadas para generar las membranas híbridas.



a) b)

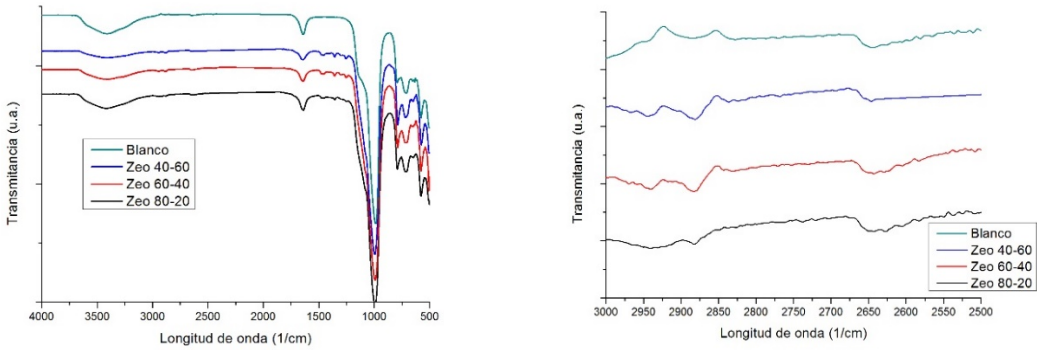
Figura 2 a) Termogramas de TGA de zeolitas funcionalizadas por metodología de una etapa, b) Termogramas de TGA de zeolitas funcionalizadas por metodología a dos etapas

En la figura 2a se presenta los termogramas de las zeolitas funcionalizadas con la metodología de un solo paso. Se observa una pérdida de masa inicial debida al agua adsorbida superficialmente ya que las zeolitas son materiales higroscópicos. La pérdida de

masa atribuida al material orgánico injertado durante la funcionalización a la que fueron sometidas dichas zeolitas se presentó después de los 200 °C.

En el caso de la figura 2b se observan los termogramas de las zeolitas funcionalizadas a dos pasos. De igual forma que en el caso anterior, la pérdida de masa que se puede observar después de los 200 °C se atribuye una vez más a la funcionalización con los compuestos orgánicos APTMS y posteriormente con PEGDE. Se aprecia que durante el primer paso, al incrementar la concentración del APTMS (Muestras Sil 0.2 y Sil 0.4), se logró un mayor contenido de compuesto orgánico injertado. Sin embargo, se aprecia que al llevar a cabo la segunda etapa de la funcionalización con PEGDE, solamente en la muestra Sil 0.2 Epo 0.2 se incrementó el contenido de material orgánico asumiéndose la adición de cadenas de polietilenglicol a la zeolita. Por el contrario en las otras tres muestras tal tendencia no fue observada.

Los resultados de la espectroscopia de infrarrojo de las zeolitas funcionalizadas en una etapa y dos etapas se muestran en las figuras 3 y 4, respectivamente. En los espectros 3a, 4a y 4c es evidente una banda intensa alrededor de 1000 cm^{-1} correspondiente a la vibración de estiramiento Si-O característica de la zeolita. La banda que se encuentra entre 2960-2859 cm^{-1} era esperada debida a la funcionalización de la zeolita los compuestos orgánicos y es atribuida a la vibración de estiramiento C-H de CH_3/CH_2.



a) b)

Figura 3 a) Espectros de infrarrojo de zeolitas funcionalizadas en una etapa. b) Acercamiento de la región 3000-2500 cm^{-1}

Como se observa en la figura 3 a y b de las muestras funcionalizadas en una etapa, la intensidad de dicha señal se incrementó a medida que la proporción de PEGDE con respecto a la zeolita aumentó (Zeo 40-60), lo cual se puede interpretar como a cantidad mayor de reactivo orgánico con respecto a la zeolita mayor porcentaje de contenido orgánico injertado resultado de la funcionalización, tal u como se apreció en los termogramas de TGA de las muestras correspondientes.

Por otra parte, en la figura 4 se muestran los espectros de las muestras funcionalizadas en dos etapas. En la figura 4 b) y e) se observa que la señal esperada entre 2960-2859 cm^{-1} es visible en las muestras funcionalizadas con el organosilano (Sil 0.2 y Sil 0.4) debido a la cadena aminopropil. En las zeolitas funcionalizadas que fueron obtenidas después de la reacción con PEGDE se observa que esta misma señal es más intensa en las muestras

sintetizadas con la concentración 0.2M, siendo mucho más evidente en la muestra Sil 0.2 Epo 0.2 corroborando la información de los termogramas de TGA.

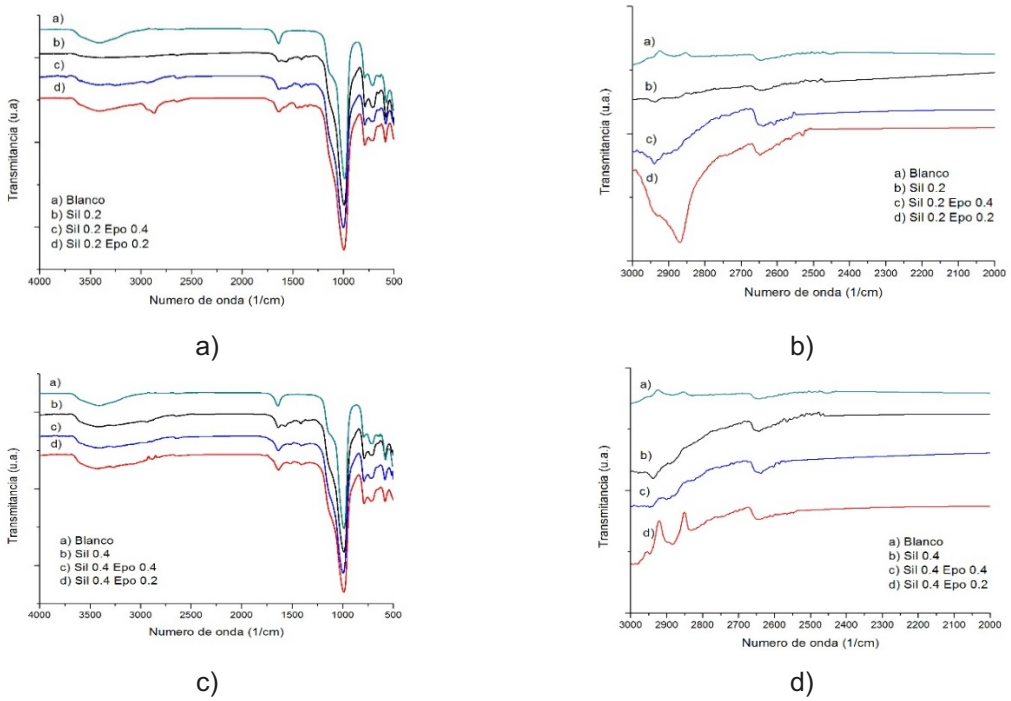
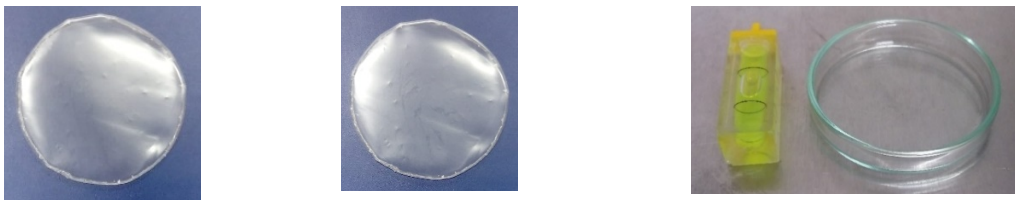


Figura 4 a) Espectros de infrarrojo de zeolitas funcionalizadas en dos etapas con 0.2M de APTMS c) Espectros de infrarrojo de zeolitas funcionalizadas con 0.4M de APTMS. b) y d) Acercamiento a la región 3000-2000 cm^{-1}

Para fabricar las membranas híbridas se seleccionan las zeolitas de la funcionalización de una y dos etapas que mostraron un mejor resultado, es decir las muestras etiquetadas como Zeo 40-60 y Sil 0.2 Epo 0.2. En la figura 5 se muestran las fotografias representativas de las membranas híbridas preparadas con Pebax y 10% en peso de dichas zeolitas funcionalizadas, así como el proceso donde se preparaba la membrana Zeo 40-60.

Se puede apreciar que hubo una buena dispersión y compatibilidad entre las partículas y la matriz polimérica al observarse una coloración blanquecina homogénea en ambas membranas, que pudo ser promovida por la presencia de los grupos orgánicos injertados en la zeolita. Las propiedades de transporte de gases de estas membranas posteriormente se analizarán para estudiar el efecto de la zeolita NaY funcionalizada con polietilenglicol y determinar si los grupos éter mejoran la capacidad de permeación y la separación selectiva de una mezcla de CO_2 y CH_4.



a) b) c)

Figura 5 a) Membrana de Pebax con zeolita funcionalizada Zeo 40-60 b) Membrana de Pebax con Zeolita Sil 0.2 Epo 0.2 c) Molde para la preparación de membrana

IV. CONCLUSIONES

Con base en los análisis fisicoquímicos realizados ambas metodologías fueron exitosas para la funcionalización de la zeolita NaY con polietilenglicol y se logró el objetivo de generar un material hibrido. En el caso del primer método un mayor grado de funcionalización se logró cuando la cantidad de reactivo fue cercana en masa a la cantidad de zeolita, por lo cual la relación de zeolita/epóxido con mejor resultado fue 40-60. Por otra parte con la segunda metodología solamente se logró la adición del polietilenglicol a una concentración de silano y PEGDE de 0.2M. Por esta razón, se llega a la conclusión que la funcionalización en una etapa es la conveniente para funcionalizar la zeolita NaY con polietilenglicol pues exhibió un buen rendimiento y la reacción se llevó a cabo en tiempos de reacción mucho más cortos y sin requerimiento de atmósfera inerte comparado con la funcionalización en dos etapas. Las membranas híbridas preparadas a partir de las zeolitas funcionalizadas serán evaluados posteriormente para estudiar su posible aplicación como membranas para el enriquecimiento de metano.

V. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al Centro de Investigación en Química Aplicada y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Proyecto CB 255743) por permitirme el uso de sus instalaciones y el apoyo otorgado para la realización de la estancia. Así mismo a la Dra. Griselda Castruita de León por apoyarme y guiarme en la realización de este proyecto. Al Dr. German Alvarado por el apoyo en el desarrollo experimental. A la Lic. Guadalupe Méndez, Lic. Julieta Sánchez y QFB Bertha Puente por la caracterización de los materiales y asistencia técnica. A mis compañeros Juanita, Karam, Karla y Yureysis.

REFERENCIAS

[1]. De Oliveira, L. H., Meneguin, J. G., Pereira, M. V., Da Silva, E. A., Grava, W. M., Do Nascimento, J. F., & Arroyo, P. A. (2019). H_2S adsorption on NaY zeolite. *Microporous and Mesoporous Materials, 284*, 247–257.

[2]. Goh, P., & Ismail, A. (2018). A review on inorganic membranes for desalination and wastewater treatment. *Desalination, 434*, 60–80.

[3]. Rożek, P., Król, M., & Mozgawa, W. (2019). Geopolymer-zeolite composites: *A review. Journal of Cleaner Production, 230*, 557–579.

[4]. Azizi, N., & Batebi, E. (2012). Highly efficient deep eutectic solvent catalyzed ring opening of epoxides. *Catalysis Science & Technology,* 2(12), 2445.

[5]. Liu, Y. L., Hsu, C. Y., & Hsu, K. Y. (2005). Poly(methylmethacrylate)-silica nanocomposites films from surface-functionalized silica nanoparticles. *Polymer,* 46, 1851–1856

Desarrollo de nuevos dispositivos fotovoltaicos y materiales semi-superconductores

Analuisa Guadalupe Pérez Calvillo
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de Ciencias Químicas
Ing J. Cárdenas Valdez S/N, Republica 25280
Saltillo, Coahuila.
aniluperez97@gmail.com

Asesor: Francisco Javier de Moure Flores
Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Química
Cerro de las campanas S/N, Centro universitario
76010 Santiago de Querétaro, Qro.
fcomoure@hotmail.com

Resumen — El contenido de este trabajo presenta el desarrollo de películas de sulfuro de cadmio depositadas sobre sustratos de vidrio conductor FTO (SnO_2:F) por la técnica de baño químico (CBD). El objetivo principal fue obtener películas semiconductoras tipo n de CdS que puedan ser utilizadas en el procesamiento de celdas solares. Se realizaron diferentes experimentos variando la concentración de cloruro de amonio y Tiourea con el fin de obtener la película más eficiente, y se mantuvo constante el tiempo de 1 hora y la temperatura de 90ºC. Las muestras obtenidas se caracterizaron por difracción de rayos X y espectroscopia Uv-vis para obtener la estructura cristalina, transmitancia y absorbancia. También se les realizó efecto Hall para conocer el número de portadores, movilidad y resistividad y pruebas de perfilometría para obtener el espesor de la película delgada de CdS.

Palabras clave — Baño químico, CdS, semiconductores tipo n

Abstract — The content of this work presents the developing of cadmium sulfide films deposited on FTO glass substrate by chemical bath deposition (CBD). The principal objective was to obtain semiconductors films type n of CdS that can be used in the processing of solar cells. Different experiments were realized changing the concentration of ammonium chloride and Thiourea to obtain the most efficient film and keeping constant the time of 1 hour and the temperature of 90ºC. The final samples were characterized by X-ray diffraction and spectroscopy UV-vis to find the crystalline structure, transmittance and absorbance. Also the effect Hall were realized to know the number of bearers, mobility and resistance and profilometry test to obtain the thickness of the CdS thin film.

Keywords — Chemical bath deposition, CdS, semiconductor type n

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día la mayor parte de la energía utilizada proviene de fuentes no renovables, las cuales, además de que en algún momento se van a agotar, contaminan el medio ambiente con su explotación y uso. Las energías limpias son aquellas que provienen de fuentes renovables como lo son la energía eólica, hidráulica, la biomasa o bio gas, geotérmica, mareomotriz y en la que se enfoca este trabajo, la energía solar, esta se puede aprovechar de dos maneras; **fotovoltaica**, que aprovecha la luz solar y **térmica** que usa el calor del sol. La energía fotovoltaica es el proceso de convertir directamente la energía proveniente del Sol en electricidad mediante el uso de las celdas solares, el rendimiento de una celda solar fotovoltaica está íntimamente relacionado a las propiedades de los materiales a partir de los cuales están hechas. La fabricación de celdas solares de película delgada con eficiencias altas es una de las formas más utilizadas para reducir costos de producción de electricidad usando dispositivos fotovoltaicos. La estructura básica de una celda solar, está conformada por un óxido conductor transparente (que tiene la función de electrodo transparente), un semiconductor tipo n que actúa como ventana óptica, un semiconductor tipo p que tiene la

función de absorber la luz del sol y un contacto metálico. Debido a su fotoconductividad y alta afinidad electrónica, el CdS ha sido ampliamente utilizado como ventana óptica en las celdas solares basadas en CdTe y CuIn(Ga)Se_2. [1]

Por años, las películas delgadas de CdS han sido intensamente investigadas, por su band gap directo de aproximadamente 2.42 eV han sido usadas en muchas aplicaciones, incluyendo dispositivos electrónicos y opto electrónicos, como un prometedor elemento en capas tipo n de película delgada en ventanas de celdas solares, también actua como semiconductor en componentes flexibles como circuitos electrónicos integrados en textiles, entre otros. La hetero unión de celdas solares basadas en CdS con capas absorbentes de CdTe (Teluro de Cadmio), CIGS (Sulfuro o Selenuro de cobre, indio y galio), y perovskita exhiben buenas conversiones de eficiencias de 11%,20.3% y 9.9% respectivamente. Una gran variedad de métodos pueden ser aplicados para sintetizar películas delgadas de CdS como lo son: sputtering, pirolisis spray, sol-gel, electro deposito, sucesiva capa de absorción y reacción iónica, y baño químico que es la técnica empleada en este trabajo. El baño químico ha sido probado como el método más adecuado para producir películas delgadas de CdS para aplicaciones fotovoltaicas porque es un método eficiente, efectivo en el costo y a grande escala. [2] [3]

El objetivo principal de este trabajo es obtener películas semiconductoras tipo n de Sulfuro de Cadmio por medio de la técnica de baño químico para ser utilizadas posteriormente como dispositivos en celdas solares, por la investigación previamente realizada se sabe que este desarrollo es viable, eficiente y de bajo costo. Se realizaron distintos experimentos cambiando la concentración de los reactivos para obtener películas mas gruesas, mas obscuras entre otras propiedades.

II. MARCO TEÓRICO

Los materiales semiconductores, son elementos con los que se construye gran parte de los dispositivos electrónicos de uso común. Estos materiales tienen una conductividad eléctrica fácilmente controlable y cuando se combinan apropiadamente pueden actuar como interruptores, amplificadores o dispositivos de almacenamiento. [4] Dichos semiconductores se dividen en intrínsecos y extrínsecos, y la diferencia entre estos es que los extrínsecos están impurificados de manera intencional con un pequeño número de átomos de otro material, eso con el fin de controlar su conductividad. A su vez los materiales semiconductores se dividen también en tipo n y tipo p, el tipo n es el que está saturado con un mayor número de electrones en su banda de valencia y el tipo p es el que le faltan electrones en su banda de valencia por lo que se dice que tiene mayor número de huecos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El depósito de las películas de CdS sobre vidrio conductor se realizó mediante la técnica de baño químico a una temperatura de 90ºC durante todo el proceso empleando una parrilla de calentamiento, en la cual se colocó un vaso precipitado de 250 ml y se introdujo un porta sustratos con 4 sustratos y un agitador a velocidad moderada. Se vaciaron 100 ml de agua desionizada al vaso y al llegar a la temperatura deseada se agregaron las soluciones previamente preparadas de cloruro de cadmio, hidróxido de amonio, cloruro de amonio y

tiourea en ese orden esperando un minuto entre cada una y cuidando la temperatura en todo momento, después se tapó con plástico y se tomó el tiempo de 1 hora. Al finalizar se tiraron los residuos y el vaso se volvió a llenar con agua desionizada para darle un tratamiento de ultrasonido a los sustratos durante 15 minutos y después se pusieron a secar.

Tabla 1. Concentración de las soluciones.

REACTIVO	CONCENTRACION (M)	PESO (gr)	VOLUMEN (ml)
CdCl2	0.025	0.1142	20
NH4OH			10
NH4Cl	0.075	0.0802	20
Tiourea	0.05	0.0761	20

Tabla 2. Número de muestra y sus condiciones.

MUESTRA	Concentración	
	NH_4Cl	Tiourea
AP-01	0.075M	0.05M
AP-05	0.075M	0.075M
AP-06	0.075M	0.1M
AP-07	0.05M	0.05M
AP-08	0.1M	0.05M
AP-09	0.125M	0.05M
AP-10	0.05M	0.075M
AP-11	0.1M	0.075M
AP-12	0.125M	0.075M
AP-13	0.05M	0.1M
AP-14	0.1M	0.1M
AP-15	0.125M	0.1M
AP-16	0.125M	0.05M
AP-17	0.125M	0.075M
AP-18	0.15M	0.05M
AP-19	0.175M	0.05M

IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se realizaron estudios de difracción de rayos X y espectroscopia Uv-vis para la caracterización de las muestras de la AP-01 a la AP-15 a excepción de las muestras AP-02 y AP-04 ya que estas salieron defectuosas y su procedimiento no fue el adecuado. Los resultados obtenidos fueron la identificación de la estructura cristalina, absorbancia y transmitancia.

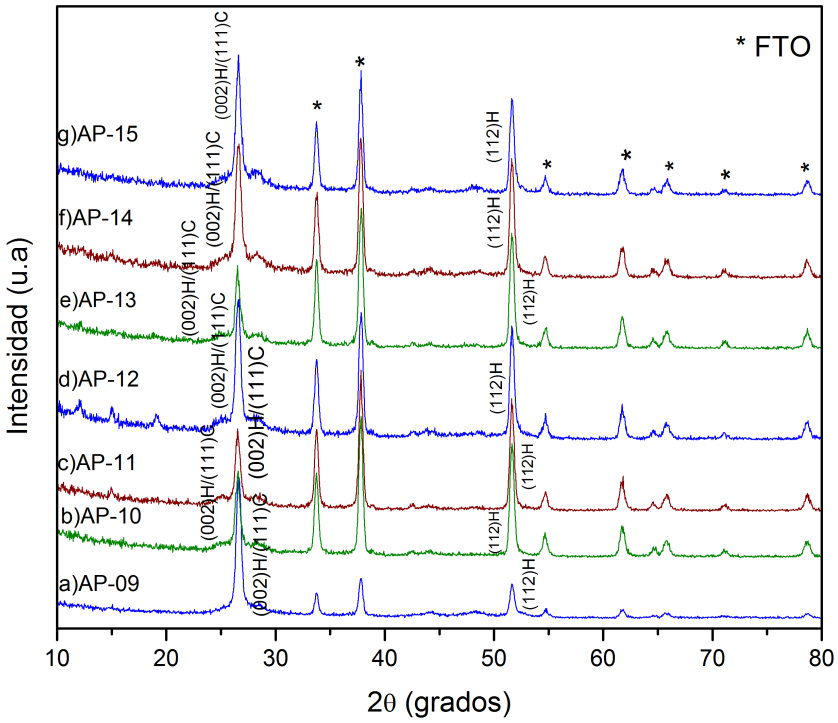


Fig. 1. Difracción de rayos X

En la figura 1 se presentan los patrones de difracción de rayos X de las películas de CdS obtenidas en este trabajo. Del difractograma de rayos X podemos observar que las muestras obtenidas presentan una estructura cristalina cúbica o hexagonal del CdS. Es complicado identificar con precisión a que plano cristalográfico pertenecen, pero como se observa en el pico ubicado en 51.7° corresponde a la estructura hexagonal, por lo que podemos inferir que las muestras presentan dicha estructura y los demás picos corresponden al vidrio conductor.

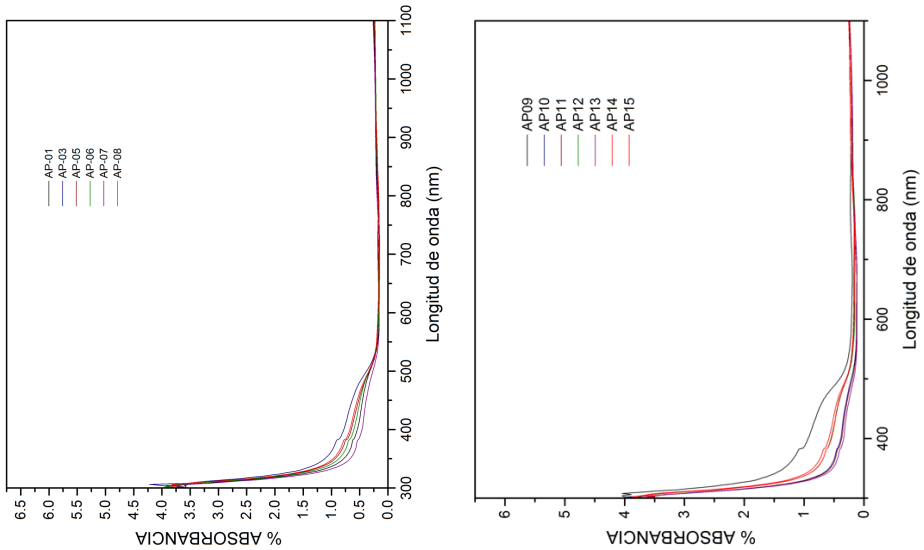


Fig. 2. Absorbancia

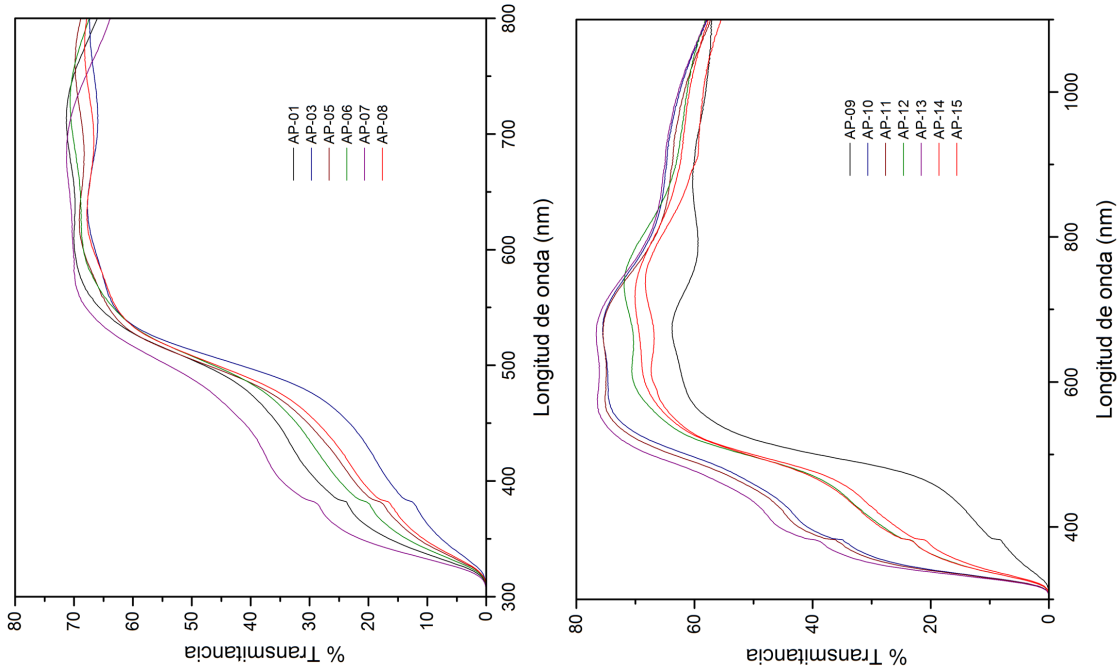


Fig. 3. Transmitancia

La Fig 2. y Fig 3. representan los resultados de transmitancia y absorbancia de las muestras, donde podemos encontrar un alto porcentaje de transmitancia entre 60% y 80% los cuales son altos valores y nos indican el porcentaje de luz que atraviesa la película de CdS, también podemos observar que este porcentaje es mayor cuando aumenta el agente complejante NH_4Cl, por lo que se debe tomar en cuenta si se desea reproducir las películas y esperar resultados similares. La absorbancia y transmitancia son dos aspectos del mismo fenómeno, por lo que al obtener altos valores de transmitancia nuestra película también tendrá gran capacidad de abosrción.

Las pruebas realizadas de perfilometria y Efecto Hall nos permiten conocer el espesor de la película, el número de portadores negativos, la movilidad y la resistividad y se les realizo este estudio a las pruebas AP-16, AP-17, AP-18 y AP-19.

Tabla 3. Resultados Efecto Hall y Perfilometria.

MUESTRA	Concentración		RESULTADOS			
	NH_4CL	Tiourea	ESPESOR (nm)	MOV (cm^3/Vs)	N($/cm^3$)	RESISTIVIDAD $x10^5(\Omega$ cm)
AP-16	0.125M	0.05M	92.15	27.64	-1.59E+13	2.5798925
AP-17	0.125M	0.075M	116.26	461.28	-5.52E+13	0.0318144
AP-18	0.15M	0.05M	183.23	4.75	-2.45E+16	0.2350406
AP-19	0.175M	0.05M	218.3	7.683	-1.14E+17	0.0001494

La tabla 3 anterior también nos indica que a mayor concentración del reactivo complejante se obtienen mejores y mayores resultados, por ejemplo, el espesor de la película y el número de portadores negativos son mayores en las muestras más concentradas.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se obtuvieron películas semiconductoras de CdS mediante la técnica de baño químico variando las concentraciones de NH_4Cl y tiourea. Las películas mostraron buena adherencia y uniformidad. La caracterización estructural realizada mediante difracción de rayos X mostro que las películas tienen una estructura hexagonal. Las mediciones de perfilometria indicaron que las películas tienen un espesor entre 92 y 218 nm. Las mediciones de transmitancia muestran que las películas de CdS tienen una transmisión óptica entre 55-80% en la región visible del espectro electromagnético.

Las películas de CdS fueron preparadas exitosamente por el método de baño químico el cual requiere de atención y cuidado por parte de la persona que lo realiza. La revisión bibliográfica ayudo a tener una visión más amplia de los resultados que esperábamos si modificábamos las concentraciones de los reactivos, obteniendo películas con mejores propiedades, mayor grosor y más obscuras a simple vista.

Las películas semiconductoras desarrolladas en este trabajo son una parte clave en la construcción de celdas solares, por lo que en un futuro se pueden realizar una gran variedad de experimentos utilizando películas de CdS hasta llegar a una celda solar realizada bajo las condiciones más optimas y que sea de igual modo eficiente.

VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco al Comité del Verano Regional por haberme dado la oportunidad de realizar mi estancia, al Dr. Francisco de Moure y a mis compañeros por orientarme en mi investigación y a mi familia por apoyarme en mi desarrollo.

REFERENCIAS

[1] K. Rodriguez, *OBTENCIÓN DE PELÍCULAS SEMICONDUCTORAS NANOESTRUCTURADAS DE CdS Y CdSe POR BAÑO QUÍMICO.* Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, 2016.

[2] M. Ouafi, B. Jaber and L. Laânab, "*Low temperature CBD growth of CdS on flexible substrates: Structural and optical characterization"* 0749-6036/ © 2019 Elsevier Ltd. Disponible en https://doi.org/10.1016/j.spmi.2019.03.024

[3] H. Zhang, X. Ma, and D. Yang, "*Effects of complexing agent on CdS thin films prepared by chemical bath deposition"* 0167-577X/$ - see front matter D 2003 Elsevier B.V. doi:10.1016/S0167-577X(03)00394-X

[4] D. R. Askeland, *Ciencia e ingeniería de los materiales,* Ed. International Thomson editors, Universidad de Missouri-Rolla, 1998

Desarrollo de sistema de manufactura flexible mediante impresión 3D

Carlos Enrique Guzmán Alvarado
Coordinación Académica Región Altiplano
Carretera Cedral km 5+600,
Ejido San José de las Trojes, Matehuala, S.L.P.
charliecega97@gmail.com

Asesor: Javier Cruz Salgado
Universidad Politécnica del Bicentenario
Carretera Silao – Romita Km. 2 Col.
San Juan de los Durán C.P. 36283
jcruzs@upbicentenario.edu.mx

Resumen — Se presentará las fases del proyecto desde diseño, impresión 3D, programación, construcción del prototipo e implementación para un sistema de manufactura flexible (FMS) utilizando un brazo robotico el cual será manipulado vía teléfono celular, el objetivo es hacer un kit didáctico donde las personas que no conozcan mucho de programación, rutinas, impresión 3D y diseños aprendan lo básico de una forma sencilla. Se utilizara el lenguaje de programación que se usa en Arduino (c++) y para la aplicación se utilizara la página MIT App Inventor 2. Se aprenderá a como pasar un diseño a código para la impresora 3D.

Palabras clave — Brazo robótico, Sistema de manufactura flexible, Impresión 3D, App inventor 2.

Abstract — The phases of the project will be presented from design, 3D printing, programming, construction of the prototype and implementation for a flexible manufacturing system (FMS) using a robotic arm which will be manipulated via cell phone, the objective is to make a didactic kit where people that they do not know much of programming, routines, 3D printing and designs learn the basics in a simple way. The programming language used in Arduino (c ++) will be used and for the application the MIT App Inventor 2 page will be used. You will learn how to pass a design to code for the 3D printer.

Keywords — Robotic arm, flexible manufacturing system, 3D printing, Inventor App 2.

I. INTRODUCCIÓN

En este proyecto se buscará enseñar a los estudiantes de nivel preparatoria acerca de varios temas, entre ellos: Que es un sistema de manufactura flexible, Que es la impresión 3D y un poco de introducción a la programación en Arduino, se imprimirán las partes del brazo robótico y la parte de la mesa giratoria para simular un sistema de manufactura flexible, el brazo robótico será controlado vía bluetooth del teléfono celular y permitirá guardar posiciones para hacer rutinas de trabajo.

II. MARCO TEÓRICO

Un sistema flexible de manufactura (FMS, por sus siglas en inglés) integra todos los elementos importantes de la manufactura en un sistema altamente automatizado (fig. 1). Utilizado por primera vez a finales de la década de 1960, un FMS consta de varias celdas de manufactura, cada una con un robot industrial (que da servicio a diversas máquinas CNC) y un sistema automatizado de manejo de materiales, todo conectado a la computadora central. Desde ésta se pueden descargar diferentes instrucciones para cada una de las partes sucesivas que pasan a través de una estación de trabajo en particular. El sistema puede manejar una variedad de configuraciones de partes y producirla en cualquier orden.

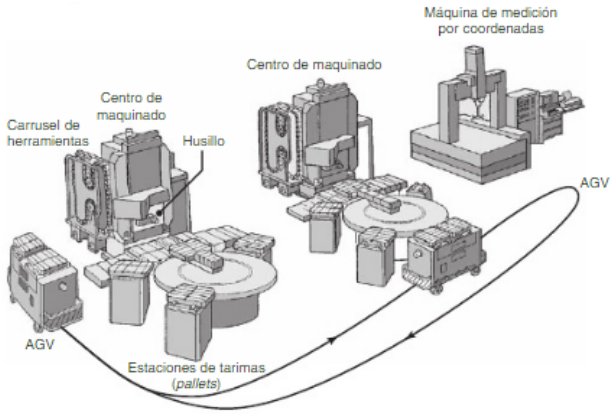


Fig. 1. Esquema de un sistema flexible de manufactura que muestra centros de maquinado, una estación de medición e inspección y vehículos guiados automáticamente.

Una impresora 3D no solo es capaz de fabricar formas complejas sino que también es capaz de fabricar un objeto dentro de otro, como por ejemplo fabricar un silbato con la bola dentro. Esto significa que una impresora 3D es capaz de fabricar objetos complejos que no requieren de pasos posteriores de ensamblaje. Es decir, fabricar una llave inglesa ya terminada y ensamblada: el cuerpo de la llave, el diente y la rosca todos impresos a la vez, totalmente ensamblados y funcionales.

“La posibilidad de imprimir objetos de forma aditiva en esencia supone la posibilidad de cambiar el mundo”.

La frase anterior quizá puede parecer un tanto optimista, pero realmente no lo es tanto. Si existiese una sola palabra con la que definir o enmarcar las virtudes de la impresión 3D como herramienta de fabricación esta sería libertad Una impresora 3D se caracteriza por tener un volumen de impresión dentro del cual se fabrican los objetos deseados. Este volumen de impresión es esencialmente un espacio, un espacio sobre una mesa, un espacio de infinitas posibilidades, un lugar en el que, en potencia, puede aparecer cualquier cosa que cualquier individuo sea capaz de imaginar.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la elaboración del proyecto se necesitó primordialmente de una impresora 3D, los diseños utilizados para fabricar la carcasa del brazo robótico se dividen en 3 partes, las cuales se consiguieron en la siguiente página:

Parte 1: https://www.thingiverse.com/thing:1748596

Parte 2: https://www.thingiverse.com/thing:1750025

Parte 3: https://www.thingiverse.com/thing:1838120

Dentro de las páginas de encuentran los links de descarga para que puedan imprimir el brazo robótico, para los demás materiales se hizo una lista de tornillos, Baleros, Servomotores y demás, la lista fue la siguiente:

Tabla 1. Lista de materiales

Cantidad	Tipo de tornillo/Servomotor/Balero	Medida
2	Cabeza redonda	M3 x 25mm
1	Avellanado	M3 x 10mm
61	Cabeza redonda	M3 x 10mm
34	Cabeza redonda	M3 x 8mm
4	Cabeza redonda	M3 x 16mm
4	Cabeza redonda	M4 x 16mm
5	Balero 68822	8mm x16mm x5mm
2	Cabeza redonda	M3 x 63mm
1	Cabeza redonda	M3 x 4mm
5	Pernos	La longitud de los pernos de la placa inferior dependerá del grosor de la placa base de madera
10	Balines (bolas de acero)	10mm
2	Tuerca	M3
1	Motor a pasos	Nema 17
6	Standard size servo (ejemplo: TowerPro M6995)	Tamaño estándar

En la parte de programación será necesario contar con un Arduino, puede ser Arduino Uno o Mega, también necesitaremos un Sensor de Distancia de Ultrasonido HC-SR05 / HY-SRF05, un Módulo Bluetooth HC-05 y un paquete de 15 jumpers macho-macho y una protoboard.

Teniendo todos estos materiales y ya haber impreso las piezas se deberá acoplar los servomotores, baleros y tornillos para crear el brazo robot, para ello deberás ir parte por parte y así lograr un trabajo bien hecho.

Para la parte de programación deberás de descargar el archivo BrazoRobot.ino y compilarlo en tu Arduino, también deberás de descargar la aplicación para celular que hemos diseñado al darle clic en KitBrazoRobot.apk, una vez tengas esto descargado, en la protoboard se deberá hacer la conexión como se muestra en la figura 2.

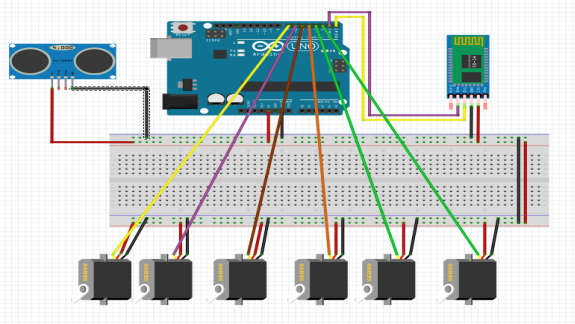


Fig. 2. Conexión en protoboard.

Una vez conectado todo correctamente se mostrara el uso de la aplicación móvil para guardar rutinas y conectar con el brazo.

Paso 1: Descargar la aplicación Kit brazo robótico

Paso 2: Abrir la App y activar el bluetooth

Paso 3: vincular el modulo bluetooth con tu celular, por lo general vienen nombrados como HC-05 y su contraseña es 0000 o 1234.

Paso 4: Dar clic en el icono de bluetooth y buscar el HC-05

Paso 5: Seleccionar el HC-05

Paso 6: Si se ha vinculado ya puede hacer las rutinas, para ello acomode el brazo en una posición y de clic en el botón “Save” para guardar la rutina, si quiere correr en la rutina de clic en el icono de correr, para borrar la rutina de clic en el botón de “Stop”.

IV. RESULTADOS

Después de muchas horas de impresión se logró realizar el armado del prototipo y montar el código hecho en arduino, los resultados fueron buenos pero los algunos tornillos ralentizaban al brazo robótico, pero por falta de tiempo se decidió dejar el prototipo así, cabe mencionar que el código y la aplicación del celular funcionaron de excelente manera haciendo los movimientos y guardando la rutina, a continuación, se mostrara el prototipo terminado.

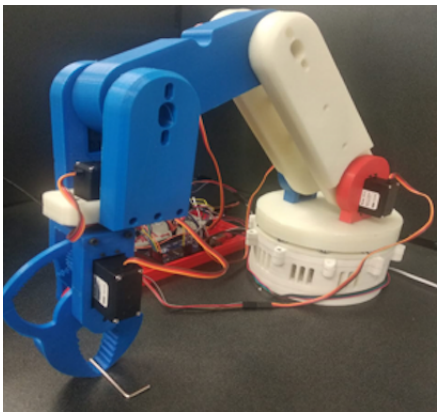


Fig. 3 Prototipo terminado.

V. DISCUSIÓN

Después de ver el resultado decidimos que lo mejor sería cambiar algunos tornillos o imprimir las piezas que van en el servo al brazo ya que por sí solo no aprieta bien, solo que por el tiempo de impresión y la duración del verano no se alcanzó a diseñar e imprimir. Para la aplicación solo vimos un inconveniente y es que si se apaga o desconecta la alimentación se deberá hacer la rutina una vez más, pero en si el proyecto de imprimir el brazo robótico fue un éxito.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Gracias a este proyecto pude ver lo amplio que se puede llegar con los conocimientos de mi carrera, ya que el proyecto solo era el imprimir un brazo robótico y armarlo de manera correcta, pero como tengo conocimientos de programación, electrónica digital y servomotores se logró hacer un mejor proyecto y un buen prototipo, como recomendaciones diría que tengan en cuenta el tiempo de impresión, ya que es considerable por la cantidad de las piezas utilizadas

VII. AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer principalmente a los encargados de realizar el verano de la ciencia 2019, a la Universidad Politécnica del bicentenario por la buena disposición y amabilidad en todo momento, a mi asesor Javier Cruz Salgado por estar apoyándome en todo momento en la realización del proyecto, a mis padres y familia por apoyarme en este proyecto y a la Coordinación Académica Región Altiplano por darme los conocimientos necesarios para hacer esto posible,

REFERENCIAS

Adam Jorquera Ortega, *Fabricación digital: introducción al modelado e impression 3D*, Ed. Aula mentor. España, 2015.

Desarrollo de software de escritorio para gestión de ventas directas a domicilio para la empresa Casa Mendoza

Benito Loera Mejía
Universidad Autónoma de Zacatecas
Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica Jalpa
Libramiento Jalpa Km. 156+380
Fraccionamiento Solidaridad,
Jalpa, Zac. C.P. 99601
benoloera13@hotmail.com

Asesor: Carlos Roberto Ordaz García
Universidad Autónoma de Zacatecas
Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica - Jalpa
Libramiento Jalpa Km. 156+380
Fraccionamiento Solidaridad,
Jalpa, Zac. C.P. 99601
carlos.ordaz@uaz.edu.mx

Resumen — En este trabajo se presenta el Desarrollo del Software de Escritorio para la empresa Casa Mendoza, el cual se desarrollaron los módulos de inventario, clientes, proveedores y devoluciones, así mismo se trabajó con las etapas de Pruebas e implementación, bajo las buenas prácticas de la Ingeniería de Software. Se utilizó la metodología RUP (Proceso Unificado Racional), ya que derivado de las fases de Análisis y Diseño se utilizaron el Diagrama UML (Lenguaje Unificado de Modelado), Diagrama ERD (Diagrama Entidad-Relación) y los Casos de Uso derivado de la fase de Requerimientos. Con este software el gerente de la empresa tendrá ahorro de tiempo y una excelente administración de inventario, pagos (abonos), clientes, proveedores y devoluciones.

Palabras clave — Ingeniería de Software, Base de Datos, Java.

Abstract — In this work presents the Desktop Software Development for the Casa Mendoza company, which developed the stocktaking modules, customers, provider and refund, as well as the Testing and implementation stages, under the good practices of the Software Engineering. The RUP (Rational Unified Process) methodology was used, since derived from the Analysis and Design phases, was used the UML Diagram (Unified Modeling Language), ERD Diagram (Entity Relationship Diagram) and the Cases of Use derived from the phase were used of Requirements. With this software, the company manager will have time savings and excellent stocktaking management, payments, customers, provider and refund.

Keywords — Software Engineering, Database, Java.

I. INTRODUCCIÓN

Es imposible imaginar el mundo contemporáneo sin software. Prácticamente en todos los sectores productivos y en la mayoría de los productos electrónicos se requiere éste. En la industria, el comercio, los sistemas financieros, el entretenimiento, la salud, la alimentación y muchos más, se usa software de manera intensiva.

Actualmente existe una gran diversidad de formas para clasificar el software en función de distintos factores. El software empresarial mejora la capacidad y gestión operativa tanto interna como externa de las compañías, y gracias a ellas el nivel de competitividad de los negocios se mantiene a la altura del mercado. Entre los beneficios están la automatización del proceso administrativo, es parte de la infraestructura necesaria para el control de la gestión y pieza clave en el diseño de la organización y de sus actividades empresariales.

La empresa Casa Mendoza se dedica a la venta directa a domicilio de artículos para el hogar como colchones, bases para colchones, baterías de cocina, cortinas, colchas, sillas, entre otros productos. Se entiende por venta directa o venta a domicilio la comercialización

fuera de un establecimiento comercial de bienes y servicios directamente al consumidor, mediante la demostración personalizada por parte de un representante de la empresa vendedora. Es la venta que implica una interacción cara a cara con el cliente, mediante el contacto personal, generalmente en los hogares, en el domicilio de otros, en su lugar de trabajo, fuera de un local comercial.

Las ventas a domicilio le dan la posibilidad a este negocio de contar con una base de datos completa de sus clientes ya que ellos le brindarán su nombre, dirección y otros datos. Además tiene información directa de qué productos compran, qué es lo que prefieren y con cuánta frecuencia.

Por lo anteriormente expuesto, la empresa Casa Mendoza se vio en la disyuntiva de elegir entre un software comercial también llamado generalizado o un software a la medida denominado personalizado, optando por esta última; por lo que ya cuenta con algunos módulos de una aplicación de escritorio que resuelva parcialmente algunas de las necesidades básicas desarrollada bajo el paradigma de la programación orientada a objetos en el lenguaje de programación java.

II. MARCO TEÓRICO

A. Ingeniería de Software

Disciplina de la ingeniería que comprende todos los aspectos de la producción de software desde las etapas iniciales de la especificación del sistema, hasta el mantenimiento de éste después de que se utiliza [1].

B. Aplicación de Escritorio

Una aplicación de escritorio (desktop) está pensada para ser utilizada por un usuario que está interconectado a un sistema común en una red LAN (Red de Área Local). La base de dataos se encuentra generalmente creada en un servidor común y los aplicativos en su propia máquina a través de un archivo ejecutable (exe) [2].

C. Lenguaje de Programación

Un lenguaje de programación es un lenguaje formal diseñado para realizar procesos que pueden ser llevados a cabo por máquinas como las computadoras. Pueden usarse para crear programas que controlen el comportamiento físico y lógico de una máquina, para expresar algoritmos con precisión, o como modo de comunicación humana. Está formado por un conjunto de símbolos y reglas sintácticas y semánticas que definen su estructura y el significado de sus elementos y expresiones. Al proceso por el cual se escribe, se prueba, se depura, se compila (de ser necesario) y se mantiene el código fuente de un programa informático se le llama programación [3].

D. Programación Orientada a Objetos (POO)

A diferencia de la programación tradicional, la programación orientada a objetos define una estructura de más alto nivel llamada objeto, que ofrece dos ventajas sobre la programación tradicional; la primera es permitir al programador que organice su programa de acuerdo con abstracciones de más alto nivel, siendo éstas más cercanas a la manera

de pensar de la gente. Y la segunda es que los datos globales desaparecen, siendo éstos junto con las funciones parte interna de los objetos [4].

E. Base de Datos

Las bases de datos son estructuras especializadas que permiten a sistemas computarizados guardar, manejar y recuperar datos con gran rapidez. Por lo tanto una base de datos es una estructura computarizada compartida e integrada que guarda un conjunto de: datos del usuario final y metadatos (datos acerca de datos) [5].

III. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología empleada para el desarrollo de este software fue la metodología RUP (Proceso Unificado Racional) es un ejemplo de un modelo de Proceso moderno que proviene del trabajo en el UML y el asociado Proceso Unificado de Desarrollo de Software. Esta metodología consta de cuatro fases (Figura 1).

1. Inicio. El objetivo de la fase de inicio es el de establecer un caso de negocio para el sistema. Se deben identificar todas las entidades externas (personas y sistemas) que interactuarán con el sistema y definir estas interacciones. Esta información se utiliza entonces para evaluar la aportación que el sistema hace al negocio. Si esta aportación es de poca importancia, se puede cancelar el proyecto después de esta fase.

2. Elaboración. Los objetivos de la fase elaboración son desarrollar una comprensión del dominio del problema, establecer un marco de trabajo arquitectónico para el sistema, desarrollar el plan de proyecto e identificar los riesgos clave del proyecto. Al terminar esta fase, se debe tener un modelo de los requerimientos del sistema (se especifican los casos de uso UML), una descripción arquitectónica y un plan de desarrollo de software.

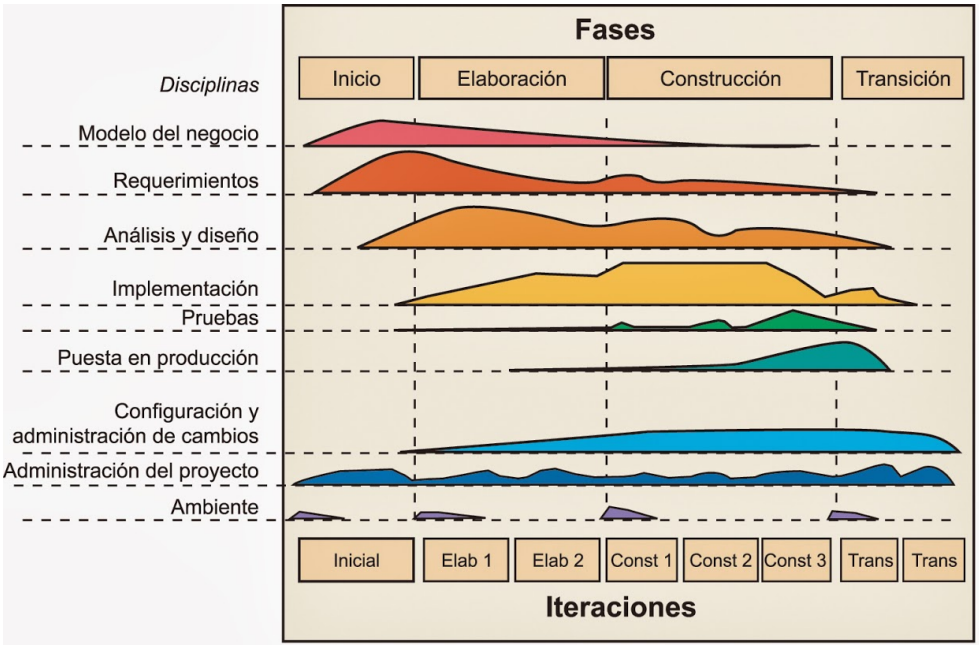


Fig. 1. Metodología RUP

3. Construcción. La fase de construcción fundamentalmente comprende el diseño del sistema, la programación y las pruebas. Durante esta fase se desarrollan e integran las partes del sistema. Al terminar esta fase, debe tener un sistema software operativo y la documentación correspondiente lista para entregarla a los usuarios.

4. Transición. La fase final del RUP se ocupa de mover el sistema desde la comunidad de desarrollo a la comunidad del usuario y hacerlo trabajar en un entorno real. Esto se deja de lado en la mayor parte de los modelos de procesos del software pero es, en realidad, una actividad de alto costo y a veces problemática. Al terminar esta fase, se debe tener un sistema software documentado que funciona correctamente en su entorno operativo [1].

Los materiales usados para el desarrollo de software fueron el lenguaje de programación Java, MariaDB para la administración de la base de datos, el IDE de NetBeans 8.0.2 para el desarrollo de la aplicación de escritorio y JasperSoft para la salida de reportes.

IV. RESULTADOS

En el desarrollo del Software de los módulos clientes, inventario, proveedores y devoluciones se trabajó arduamente en la codificación de estos. En la Figura 2 se muestra la interfaz de inicio de sesión o login (en inglés), nos pide un usuario y contraseña con el cual el gerente o secretaria tendrán acceso únicamente ellos, de lo contrario nadie más podrá tener acceso al sistema.

En la Figura 3 se muestra la pantalla principal en cuanto uno se haya iniciado sesión es la siguiente pantalla en mostrarse. En la parte superior se muestra varios iconos los cuales son los diferentes servicios con el que cuenta el sistema de los cuales los módulos anteriormente mencionados.

La Figura 4 se observa la interfaz de clientes en la cual se muestra en una tabla la información acerca del cliente por mencionar algunos; nombre, dirección, ciudad, etc. Para estos módulos se trabaja con las operaciones CRUD (crear, leer, actualizar y eliminar), es decir, se utilizar al momento de crear o insertar un nuevo cliente, realizar una consultar u observar datos de un cliente, actualizar algún dato del cliente o eliminar el cliente seleccionado.

En la Figura 5 se muestra la pantalla de la administración de inventario, que prácticamente también se realizan las operaciones CRUD. En toda empresa es esencial contar con un inventario ya que se sabe lo que se tiene en almacén. La Figura 7 tiene mucha relación con el inventario, ya que se trata de las devoluciones de productos de nuevo al almacén, y por lo cual se verá afectado a cuanto las existencias en productos.

Por ultimo en la figura 6 se muestra la interfaz de proveedores al igual se realizan las operaciones CRUD. Al momento de realizar la compra a proveedores saber la cantidad de productos que habrá en existencias y verse reflejado en el inventario.

Fig. 2. Interfaz de Inicio de Sesión

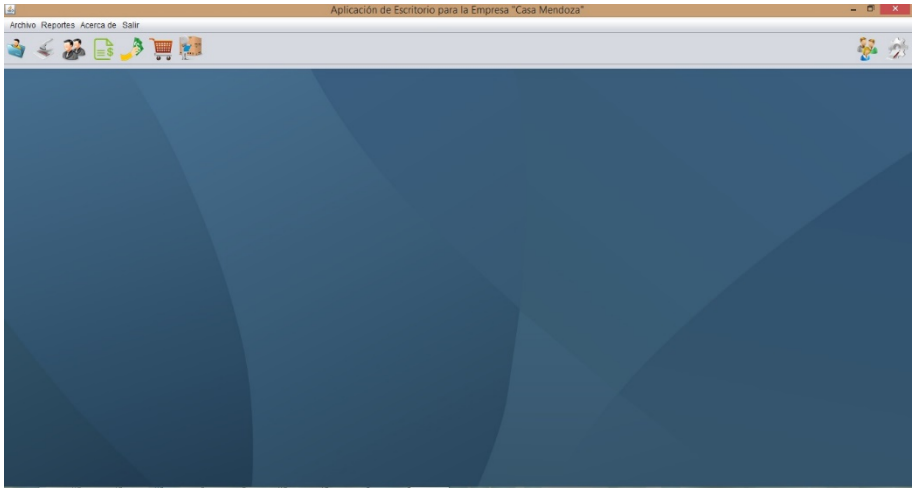


Fig. 3. Interfaz de la pantalla principal

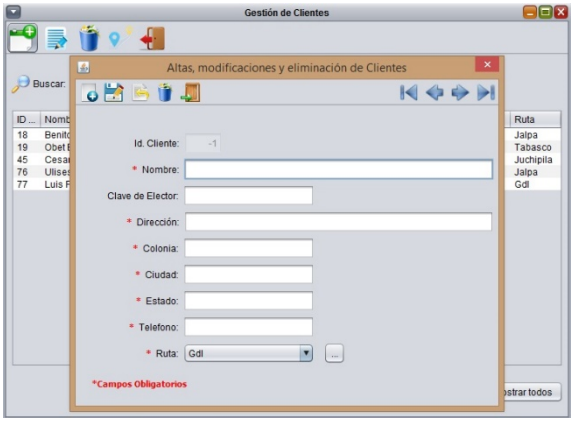


Fig. 4. Interfaz del módulo de Clientes

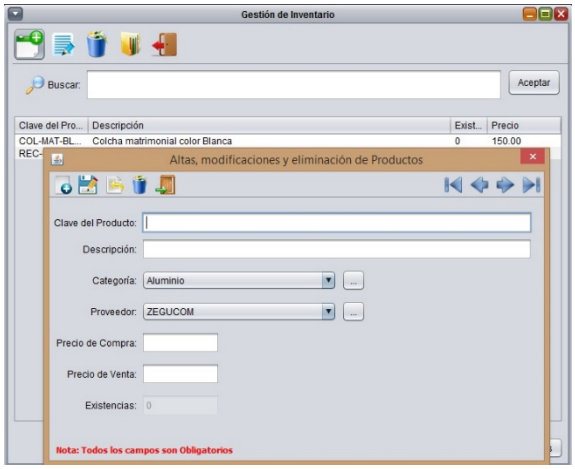


Fig. 5. Interfaz del módulo de Inventario

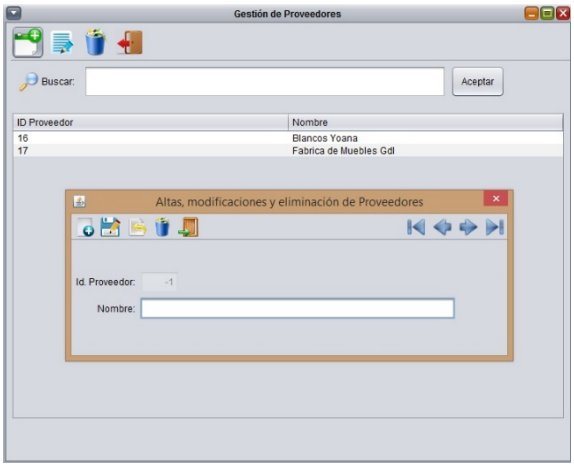


Fig. 6. Interfaz del módulo de Proveedores

Fig. 7. Interfaz del módulo de Devoluciones

V. CONCLUSIONES

Es importante mencionar que en un software hecho a la medida, aunque su costo y mantenimiento puede ser mayor que un software comercial, proporciona determinadas ventajas en comparación a este último, por ejemplo: se adapta y satisface funciones específicas de una empresa, no contiene módulos y funciones innecesarias, permite realizarle adecuaciones de nuevos módulos o modificaciones a los ya existentes y la innovación en sus funcionalidades puede resultar en una ventaja competitiva.

Por último, el Campus Jalpa derivado del Programa de Ingeniería en Computación tiene la pertinencia social, en la región del Sur del Estado de Zacatecas a atender y resolver las necesidades en relación con la demanda del software. Así demostrando la vinculación con el sector productivo.

VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de Zacatecas por las facilidades, y en especial al Maestro MTI. Carlos Roberto Ordaz García por su apoyo y atención durante la estancia.

REFERENCIAS

[1] I. Sommerville, *Ingeniería del Software.* Séptima ed. Madrid: Pearson Education, 2005.

[2] E. G. Jimenez, *Desarrollo de Software con NetBeans 7.1 ¡Programe para Escritorio, Web y dispositivos móviles!,* Primera ed. México: Alfaomega, 2012.

[3] L. O. Gervacio. (2018). Lenguaje de Programación. Disponible: http://conogasi.org/articulos/lenguaje-de-programacion/

[4] A. Weitzenfeld, *Ingeniería de Software Orientada a Objetos con UML, Java e Internet.* México: Thomson, 2005.

[5] C. Coronel, S. Morris, P. Rob, *Bases de Datos, Diseño, implementación y administración.* Novena ed. México: Cengage Learning, 2011.

Desarrollo de un algoritmo en Matlab para el procesamiento de datos eléctricos de celdas solares obtenidos en un simulador solar

Heber Ulises Moreno Arreola
TecNM / Instituto Tecnológico de Querétaro
Av. Tecnológico s/n esq. Gral. Mariano Escobedo. Colonia Centro Histórico
C.P. 76000, Querétaro, Querétaro
heber_sep_09@hotmail.com

Asesor: Francisco Javier de Moure Flores
Universidad Autónoma de Querétaro
Cerro de las Campanas s/n
C.P. 76100, Querétaro, Querétaro
fcomoure@hotmail.com

Resumen — El presente documento detalla los métodos para obtener un algoritmo que permita procesar los resultados obtenidos de pruebas eléctricas para celdas solares de película delgada por medio de un simulador solar, se pretende optimizar los tiempos de procesamiento y poder replicar el algoritmo en Matlab.

Palabras clave — Algoritmo, linealización, voltaje, corriente, potencia.

Abstract — This document details the methods for obtaining an algorithm to process the results obtained from electrical tests for thin film solar cells by means of a solar simulator, it is intended to optimize processing times and be able to replicate the algorithm in Matlab

Keywords — Algorithm, linearization, voltage, current, power.

I. INTRODUCCIÓN

Los dispositivos de obtención de datos eléctricos de celdas solares tienen limitaciones, para que esta información pueda ser utilizada y entendida, debe pasar por un procesamiento adecuado.

La introducción es la parte donde se expone una visión resumida y concisa del objetivo del trabajo, incluyendo información sobre trabajos previos relevantes realizados sobre el tema, de acuerdo con la literatura actualizada. En la introducción se debe indicar de manera clara el problema a resolver, pero no debe contener resultados o conclusiones.

II. MARCO TEÓRICO

Una celda solar es un dispositivo con la tecnología para convertir energía luminosa en corriente eléctrica. Esta es la base principal de la energía solar, tiene como ventajas el no producir emisiones de gases, tener un bajo costo de operación, no tener partes móviles, una durabilidad de hasta 30 años y fácil integración con edificios modernos; por otro lado, tenemos desventajas como alto costo de instalación inicial o dependencia de producción en condiciones de buena iluminación (no funcionan de noche) [1].

Existen una gran cantidad variables medibles en una celda solar, aquí nos concentraremos en seis de ellas: Voltaje en circuito abierto (Voc en Volts), Densidad de Corriente en corto circuito (Jsc en mA/cm^2), Potencia máxima (Pce en mW/cm^2), Factor de llenado (FF adimensional), Resistencia en serie (Rs en Ohms) y Resistencia en paralelo (Rp en Ohms).

El uso de un programa especializado para manipular datos eléctricos obtenidos por el equipo SourceMeter® SMU Instrument gracias al programa de cómputo KickStart facilita la interpretación de resultados para cualquier investigador. Matlab brinda un entorno de programación amigable que permite repetir un algoritmo de manera sencilla, además que, la manipulación de matrices se vuelve la especialidad de este programa [2].

El Voc y la Jsc los podremos obtener gracias a un método numérico de linealización, utilizando las ecuaciones (1) y (2) respectivamente [3]:

$$Voc= -J_1/m+V_1 \quad (1)$$

donde *m* es el cociente de la diferencia de densidad de corriente entre el punto positivo más cercano a cero y el punto negativo más cercano a cero, dividido entre la diferencia de los valores de voltaje correspondiente a estos puntos. J_1 y V_1 es uno de los pares ordenado de puntos relacionados entre la densidad de corriente y el voltaje usados para encontrar la *m*.

$$Jsc= -m*V_1+J_1 \quad (2)$$

En este caso, *m* es el cociente cuyo denominador es la diferencia entre el voltaje positivo más cercano a cero menos el negativo más cercano a cero, el numerados es la diferencia de los valores de densidad de corriente correspondientes a dichos valores de voltaje. J_1 y V_1 es uno de los pares ordenados de puntos relacionados entre la densidad de corriente y el voltaje usados para encontrar *m*.

La potencia máxima, como su nombre lo indica, es el valor máximo del producto del voltaje por la densidad de corriente en todos los puntos de la muestra.

El factor de llenado, es el cociente entre la potencia máxima y la potencia obtenida al multiplicar los valores de *Voc* por *Jsc.*

Los valores de la resistencia en serie y paralelo son las pendientes obtenidas para encontrar *Voc* y *Jsc,* es decir, las pendientes de la curva en el cruce del eje horizontal y vertical.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El equipo que se utilizó para obtener las características eléctricas fue un 2450 SourceMeter® SMU Instrument de la marca Keithley, una unidad que facilita las pruebas para obtener datos como corriente, voltaje y resistencia. Su forma de uso, características técnicas y métodos de obtención de datos se pueden encontrar en la hoja de datos del fabricante [4]. Se muestra una imagen del equipo antes mencionado y el programa que se usa para que funcione en cualquier computadora Fig. 1.

Como se había mencionado, una celda solar no puede funcionar en obscuridad, para poder medir sus características eléctricas es necesario exponerla a una fuente de iluminación semejante a la intensidad de los rayos solares. En este caso la fuente de iluminación es un simulador solar LCS-100 de la compañía Oriel Instruments Fig. 2.

a) b)

Fig. 1. a) Equipo de medición eléctrica b) Software KickStart.

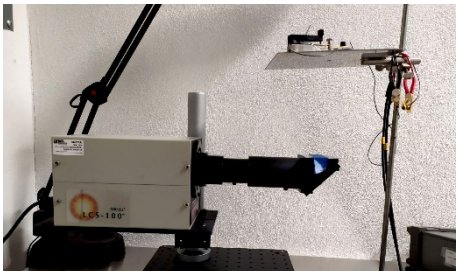


Fig. 2. Simulador Solar.

El software KickStart fue programado para hacer una medición en una región de voltaje de -1 a 1 V con 200 muestras entre estos valores. Cada uno de los contactos de la celda solar tendrán un vector de dimensión 1x200 para voltaje y otro asociado para corriente con la misma dimensión, cabe señalar que estos valores están coligados. Se mostrará paso a paso lo que el algoritmo realiza con ese vector en una celda con 10 contactos de medición. A partir de este momento la celda será denominada como FD3 y sus contactos serán A1, A2, A3, A4, A5, B1, B2, B3, B4 y B5.

Para comenzar, necesitamos exportar los vectores de corriente de cada contacto y un vector de voltaje. Esta es la información que necesita el programa para trabajar.

La primera pregunta del algoritmo es el diámetro del contacto, esto nos servirá para calcular el área y poder obtener a partir del vector de corriente un vector densidad de corriente, parámetro más utilizado en celdas fotovoltaicas.

Lo siguiente que se necesita saber es cuantos contactos se van a procesar y cual es el tamaño de cada vector. Posterior a esto, nos pedirá que ingresemos el nombre de la variable que contiene el vector de voltaje junto con cada una de las variables de corriente. Esta información es toda la que necesita el programa para trabajar.

El primer paso que realiza el algoritmo, es convertir todos los valores de corriente en densidad de corriente (*Jc*), dividiendo entre el área del contacto. Con los valores obtenidos se hace una gráfica de *Jc* contra voltaje, se puede apreciar en la Fig. 3 la gráfica obtenida para la muestra FD3.

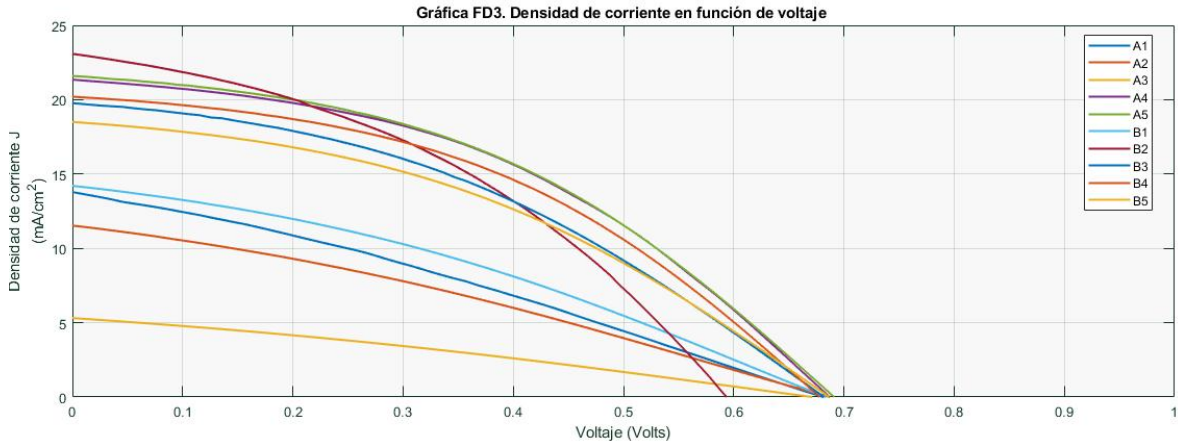


Fig. 3. Gráfica Jc contra Voltaje

La potencia se obtiene al hacer la multiplicación de los valores de Voltaje por el *Jc* que le corresponde, entre estos se encuentra un valor máximo de potencia, Pce, que se usa para caracterizar las celdas.

Para obtener el *Jsc* y el *Voc* se usan las ecuaciones (1) y (2), linealizando los valores que se acercan al cruce de los ejes. Esos valores nos permiten obtener una pendiente de la curva, dicha pendiente nos mostrará los valores de resistencias en serie y en paralelo del circuito representativo de una celda, valores importantes para la implementación de un sistema [5]. El FF se encuentra al dividir el valor de la Pce entre el producto de *Jsc* y *Voc*.

IV. RESULTADOS

En la Tabla 1 se mostrarán los resultados de las pruebas, esta tabla fue adquirida gracias al algoritmo, este crea un archivo en formato .xlsx, un archivo de hoja de cálculo simple en el que se puede ver de mejor manera los datos y permite su fácil manejo e interpretación.

La Fig. 3 también es una muestra de los resultados obtenidos, esta gráfica es una parte crucial de la investigación sobre celdas solares y se encuentra en una gran parte de los artículos relacionados con el tema.

Se planteaba la idea de facilitar el trabajo del investigador para procesar los datos, anteriormente se gastaban alrededor de 45 minutos para obtener las tablas y las gráficas. Este programa tarda alrededor de 10 min. en realizar todo el proceso, la mayor parte del tiempo es en la importación de datos, puesto que, en los resultados de Matlab, observamos que el algoritmo tarda menos de un minuto en completarse en una computadora de laboratorio.

La celda utilizada para mostrar estos resultados ya había sido examinada con anterioridad y coincide con los datos obtenidos del programa. Los alcances de esta investigación no permiten determinar la calidad de la celda, únicamente nos centraremos en decir que el programa funciona como era de esperarse.

Tabla 1. Resultados de la muestra FD3

Contacto	PCE (mW/cm^2)	Voc (Volts)	Jsc (mA/cm^2)	FF (adimensional)	RSerie (Ω)	RParalelo (Ω)
A1	2.777	0.681	13.781	0.295	333.79	666.34
A2	2.429	0.686	11.529	0.306	381.42	1033.94
A3	1.060	0.671	5.3126	0.297	739.97	1561.96
A4	6.273	0.687	21.346	0.427	114.44	1438.17
A5	6.293	0.691	21.593	0.421	117.85	2198.26
B1	3.263	0.683	14.206	0.336	265.31	927.438
B2	5.404	0.593	23.081	0.394	94.063	829.080
B3	5.267	0.681	19.770	0.390	147.74	1191.98
B4	5.857	0.677	20.203	0.427	118.31	1618.72
B5	5.052	0.686	18.503	0.397	150.64	1618.05

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El algoritmo repite un procedimiento que se hacía continuamente cuando se trabaja con celdas fotovoltaicas, ahorrará tiempo en futuras investigaciones y puede ser modificado en cualquier momento para añadir más pruebas al método.

Se consiguió el objetivo planteado, pero se seguirá intentando mejorar continuamente el algoritmo.

VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco el apoyo del Dr. Francisco Javier de Moure Flores, por su constante apoyo al facilitar la información y los laboratorios para obtener los datos; a la Universidad Autónoma de Querétaro, por haberme recibido para hacer esta investigación y al comité organizador del verano de la ciencia, por trabajar para que los estudiantes de licenciatura podamos estar más apegados a la ciencia y la investigación.

REFERENCIAS

[1] A. Luque, S. Hegedus: Handbook of Photovoltaic Science and Engineering 2° edition. Ed. John Wiley & Sons, Ltd. United Kingdom, 2011

[2] H. Moore: MATLAB® for Engineering 3° edition. Ed. Pearson. USA, 2012.

[3] A. Nieves Hurtado: Métodos Numéricos Aplicados a la Ingeniería 2° edición. Ed. Continental. México, 2006.

[4] Tektronix Company, 2450 SourceMeter® SMU Instrument Datasheet, 2013.

[5] M. Dhankhar, O. Palm Singh, V. N. Singh: Physical principles of losses in thin film solar cells and efficiency enhancement methods. Volumen 40, Diciembre 2014, pp. 214-223. [Consultado en agosto de 2019],

Desarrollo de un prototipo para reutilización de aguas grises utilizando Arduino

Gómez Arrona Diego Alejandro
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. del Valle 2301, Guardarrayas, 36425 Gto.
.lrs16110196@purisima.tecnm.mx

Asesora: Dolores Ayala Muñoz
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. del Valle 2301, Guardarrayas, 36425 Gto
dolores.am@purisima.tecnm.mx

Resumen - El proyecto consiste en el tratamiento de las aguas grises y la automatización al momento de regar el agua solo cuando sea necesario por medio de sensores de humedad que serán los encargados de verificar si es necesario o no el riego. El usuario solo tiene que lavar como lo hace normalmente, y el agua queda almacenada se utilizara para el riego cuando se necesite. Previamente el agua tendrá que ser tratada con piedra alumbre para que no cause daño al jardín. Todo esto acompañado del gran impacto que lleva consigo el notable ahorro de agua que se tendrá ya que su aprovechamiento hará que la poca agua que se utilice sea de mayor rendimiento. Estamos en tiempos cruciales y el cuidado del agua es un tema de mucha importancia.

Palabras clave - Filtración, aguas grises, riego, automatización.

Abstract - The project consists of gray water treatment and automation when watering only when necessary by means of humidity sensors that will be in charge of verifying if irrigation is necessary or not. The user only has to wash as he normally does, and the water is stored and used for irrigation when needed. Previously the water will have to be treated with alum stone so that it does not cause damage to the garden. All this accompanied by the great impact that carries with it the remarkable saving of water that will be had since its use will cause that the little water that is used is of greater yield. We are in crucial times and taking care of water is a very important issue.

Keywords - Filtration, gray water, irrigation, automation.

I. INTRODUCCIÓN

El impacto que este proyecto tendrá puede llegar a ser muy grande, ya que si se logra que la mayoría de las viviendas cuenten con este sistema, se haría un ahorro y aprovechamiento muy notorio de agua, esto debido a que se desperdiciaría menos, sin mencionar que agilizaría el proceso de riego al ser automático, ayudando a los dueños de la vivienda a ahorrar tiempo y esfuerzo en el cuidado de su jardín, así como se haría un ahorro muy notable en el consumo del agua ya que la de riego estaría reutilizándose y aprovechándose de la mejor manera.

Cualquier hogar mientras tenga un jardín es candidato para implementar el sistema, esto debido a que en los hogares se lava ropa y el agua después de este proceso no es aprovechada. Al estar utilizando el sistema mejoran su calidad de vida debido a la innovación y automatización del mismo, ademas de la ayuda ecológica que generan inconscientemente al aprovechar el agua que ya fue utilizada con anterioridad.

II. MARCO TEÓRICO

A. Tratamiento de agua con piedra alumbre

Los componentes de este sulfato suelen ser el aluminio, por su condición de metal trivalente, y cualquier otro metal monovalente. Una de las mayores y más efectivas presentaciones que tiene es en la conocida como piedra de alumbre (Figura 1), la cual es de

un color blanco translúcido. Esta se suele fabricar, principalmente, después del procesamiento del alumbre de potasio.

Figura 1. Piedra Alumbre

Esta piedra es ampliamente conocida por la medicina tradicional gracias a todas las utilidades que tiene para el beneficio del cuerpo, especialmente en la parte estética, también sirve como floculante y también tiene aplicaciones en el organismo interno**.** (mejorconsalud, 2018)

B. ¿Qué es un floculante?

Los floculantes son sustancias químicas que aglutinan sólidos en suspensión en el agua, provocando su precipitación, con lo que se la aclara, se eliminan turbiedades y minerales no recomendables para el consumo humano, como por ejemplo el hierro, que da al agua un sabor desagradable característico y un aspecto rojizo.

Son productos destinados a favorecer las diferentes operaciones en que interviene el coagulante. La acción puede ejercerse al nivel de la velocidad de reacción (floculación más rápida) o al nivel de la calidad del flóculo (flóculo más pesado, más voluminoso y más coherente).

Los floculantes pueden clasificarse por su naturaleza (minera u orgánica), su origen (sintético o natural) o el signo de su carga eléctrica (aniónico, catiónico o no iónico). Los primeros floculantes utilizados fueron los polímeros inorgánicos (sílice activado, el ya mencionado alumbre) y los polímeros naturales (almidones, alginato). Hoy en día, sin embargo, existen en el mercado una gran cantidad de floculantes sintéticos, de gran efectividad, ya que a menudo da como resultado una cantidad mínima de lodo. Combinados con técnicas modernas de separación, los floculantes sintéticos pueden permitir producir un lodo muy denso que se puede tratar directamente en una unidad de desecación.

La sílice activada fue el primer floculante que se empleó, y sigue siendo, en la actualidad, el que mejores resultados puede dar, principalmente si se utiliza juntamente con sulfato de alúmina. Se introduce generalmente después del coagulante, y se prepara neutralizando parcialmente la alcalinidad de una solución de silicato sódico. (interempresas, 2010).

C. Malla de aluminio para filtro

Las mallas son un producto cilíndrico que tiene en su interior un elemento filtrante perforado y metálico, por lo general la malla es fabricada con acero inoxidable estas mallas ayudan a filtrar fluidos y se obtienen muchos beneficios, se utiliza para separar, cribar o tamizar distintos fluidos.

La principal función de la malla es filtrar las partículas sólidas que se encuentran en el fluido dependiendo de la aplicación y necesidad que se requiere. Por lo general se utilizan en procesos de industria donde necesitan controlar el fluido de líquidos pastosos y a si eliminar las partículas que no se necesiten. (quima, 2018).

Figura 2. Malla de aluminio

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. ¿Cómo se usarán?

Una vez se termine de lavar, el agua de la lavadora se dirigirá al tambo, no se recomienda hacer el proceso de la piedra alumbre de inmediato ya que el PH del agua será muy elevado así que en este caso se dejara reposando al menos un día.

Para este proyecto se utilizó la piedra alumbre que sirvió como floculante. Los pasos que seguir fueron los siguientes.

En un pañuelo o cartón se colocó la piedra triturándola con un martillo o algún objeto pesado, Una vez que esté completamente triturado, lo ponemos en un colador casero. Eso es para que el polvo quede aún más fino. Por cada 55 litros de agua (que es la capacidad normal de la caneca) se verterán 50 gramos de este polvo. Se agitará el agua con un palo (o cualquier objeto que cumpla la misma función) en forma circulad durante unos 2 minutos para que la piedra este bien disuelta. Se tendrá que dejar sedimentar unas horas y notar que los elementos químicos usados al lavar la ropa se fueron al fondo del tambo.

Aunque ya se tiene todos los químicos usados para lavar la ropa separados, quedan residuos que deja la ropa, por ejemplo, pedazos de papel o pelusa, para esto se contempló poner una maya en la trompa del conducto por el cual se absorberá el agua, esto evitara que circulen residuos hacia la bomba de agua.

Se debe tener mucha precaución ya que el contenedor de agua tiene que ser lavado en cada uso, si no se lleva la limpieza adecuada se acumularan residuos que fueron separados y podría causar conflictos.

Resultados de experimentación con piedra alumbre

Como se puede ver en la ilustración 3, tenemos agua utilizada para lavar la ropa, esta agua se dejo reposando día y medio.

Ilustración 3 – Agua recién salida de la lavadora

En la ilustración 4 podemos apreciar como se ve la piedra alumbre ya molida, de preferencia se pone en un colador para que quede un polvo aun mas fino.

Ilustración 4 - Piedra alumbre molida

A continuación, en la ilustración 5, los residuos de la piedra se vertieron en el tambo y se agitó durante 2 minutos. Este fue el resultado de la experimentación, como se ve en la ilustración 7, los residuos químicos que fueron usados para lavar la ropa bajaron hasta el fondo y el agua cristalina esta lista para ser usada, aunque no es potable.

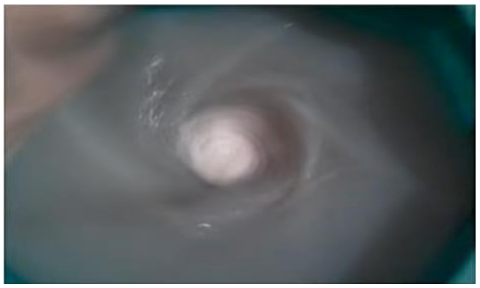


Ilustración 5 - Se agita el agua

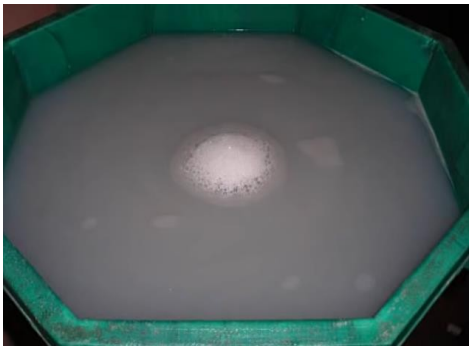


Ilustración 6 - Agua sedimentada

Ilustración 7 – Resultado

Al final tras la experimentación con la piedra alumbre, era notorio que es la más fácil de utilizar para tratar con aguas grises ya que cualquier otro método, ya que son mas complejos y se necesitaría dedicarles más tiempo y brindarles un mantenimiento mas laborioso, en cambio con este método, lo único que hay que hacer es verter la piedra, dejar reposar y al final solo lavar el tambo en cada descarga, también pudimos notar pequeñas pelusas de la misma ropa así que lo mas conveniente fue poner la pequeña malla de aluminio en la boquilla en donde ira conectada la bomba. Es una técnica muy poco conocida pero la más conveniente.

IV. CONCLUSIONES

Durante el periodo en el que estuvimos trabajando, pudimos lograr que el prototipo funcionara a la perfección, aunque no tiene el mejor aspecto, logra cumplir con nuestras expectativas. Una vez prendido y el sensor este seco, en la *pantalla* nos muestra que el sensor no detecta humedad, así que la pequeña bomba que usamos se enciende automáticamente. Cuando en sensor detecta humedad la bomba se apaga, pero para esto en la programación le dimos un cierto porcentaje al Arduino, así que el encendido depende de la variación del porcentaje de humedad.

Para la parte de la limpieza del agua, como ya lo mencionamos, usamos un método bastante satisfactorio ya que es muy fácil de realizar y eficiente para el riego de nuestras plantas.

V. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a el Tecnológico Superior de Purísima del Rincón por el apoyo económico que me brindaron.

REFERENCIAS

Piedra Alumbre. 28/Julio/2018, de Mejor con Salud Sitio web: https://mejorconsalud.com/5-remedios-con-piedra-de-alumbre-que-debes-conocer/

Xavier Barras. (02/12/10). Floculantes. 02/12/10, de Sustancias para el tratamiento de aguas grises Sitio web: http://www.interempresas.net/Agua/Articulos/45745-Sustancias-para-el-tratamiento-de-aguas-para-el-consumo-humano.html

Banjo B.. (20/03/18). Funcion de filtros. 20/03/18, de Quima Sitio web: https://quima.com/blogs/blog/mallas-para-filtros-en-linea-e-hidraulicos

Desarrollo de un prototipo para reutilización de aguas grises utilizando Arduino UNO

Juan Víctor Manuel Martínez Zermeño
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón.
Blvd. del Valle 2301, Guardarrayas, 36425 Gto.
lrs16110344@purisima.tecnm.mx

Asesor: Dolores Ayala Muñoz
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón.
Blvd. del Valle 2301, Guardarrayas, 36425 Gto.
doayala@tecpurisima.edu.mx

Resumen — En este trabajo se presenta la implementación de un sistema de riego automatizado con aguas residuales. La novedad en el proyecto es la filtración de las aguas grises y la automatización al momento de regar el agua solo cuando sea necesario por medio de sensores de humedad que serán los encargados de verificar si es necesario el riego. El usuario del sistema no tendrá que hacer más que lavar como lo hace normalmente, y el agua que va quedando almacenada se utilizara cuando se a merite automáticamente, claro que previamente el agua se filtrara para que no cause daño al jardín.

Palabras clave — Sistema de riego, filtración de agua, automatizada.

Abstract — This paper presents the implementation of an automated irrigation system with wastewater. The novelty in the project is the filtration of gray water and automation when watering only when necessary by means of humidity sensors that will be in charge of verifying if irrigation is necessary. The user of the system will not have to do more than to wash as he normally does, and the water that is being stored will be used when it is automatically allowed, of course previously the water will be filtered so that it does not cause damage to the garden

Keywords — Irrigation system, water filtration, automated.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la escasez del agua se ha convertido en un problema que va de mal en peor. Así mismo cada día se desperdicia mucha agua en grandes cantidades esto ha originado el problema de su escasez.

Este proyecto consiste en aprovechar al 100% todo este recurso de una manera innovadora, básicamente a partir de una vez que el agua es usada en alguna determinada actividad, esta será reutilizada nuevamente para aprovecharla en otra actividad.

Realmente este proyecto consistirá en filtrar el agua que se utiliza para la lavadora (aguas grises), la cual cuando se termine el proceso de filtrado pasará a regar el césped del jardín mediante el uso de una bomba de agua, sensores y una tarjeta inteligente programable, teniendo como resultado un césped en buen estado y un ahorro de agua considerable.

Todo esto proveerá un gran ahorro de agua, prolongado esta misma a un largo tiempo para las generaciones futuras ya que estamos en tiempos cruciales. Este es un tema de mucha delicadeza, haciendo caso omiso del gran problema que se tiene en 100 años podríamos llegar a un punto donde se agote este recurso haciendo inevitable la extinción del ser humano.

II. MARCO TEÓRICO

A. El sensor y módulo de medición

El módulo FC-28 que es la sonda que se utiliza para medir la humedad viene acompañado de otra board que es la que se encarga de entregar la medición del sensor de forma análoga o digital, esta board trae un circuito comparador LM393 y un potenciómetro. (MADNESS, 2016)

El sensor en conjunto con la board encargada de las mediciones entregara resultados análogos entre los valores 0 (suelo muy húmedo) y 1023 (suelo demasiado seco). La salida digital entregara valores de HIGH cuando se supera cierto nivel de humedad y LOW cuando la humedad del suelo está por debajo del nivel, estos valores se obtienen cuando el circuito detecta que se pasó cierto umbral de medición, dicho umbral se puede modificar a través del potenciómetro. (MADNESS, 2016)

Las conexiones de este sensor son bastante simples, la sonda no posee polaridad y por lo tanto es igual como la conectemos al módulo de medición, el resto de las conexiones son de alimentación y la salida del módulo que será análoga o digital dependiendo de cual queramos usar (en este caso usaremos la análoga). (MADNESS, 2016)

B. Arduino UNO

El Arduino UNO es un microcontrolador basado en el microchip ATmega328P y está desarrollado por Arduino.cc. La placa está equipada con varios pines digitales o analógicos de entrada/salida (I/O) que pueden estar interconectados a otras placas de expansión (shields) y otros circuitos. La tarjeta tiene 14 pines Digitales, 6 pines Analógicos, y es programable con el Arduino IDE (Integrated Development Environment) a través de un cable USB de tipo B. Puede ser alimentado con el cable USB o con una batería externa de 9 voltios. Aunque acepta voltajes entre 7 y 20 voltios. (MADNESS, 2016)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Pasos que se realizaron para empezar a trabajar con la placa Arduino

1. Conseguir una placa Arduino (Fig. 1) y el cable USB (Fig. 2)

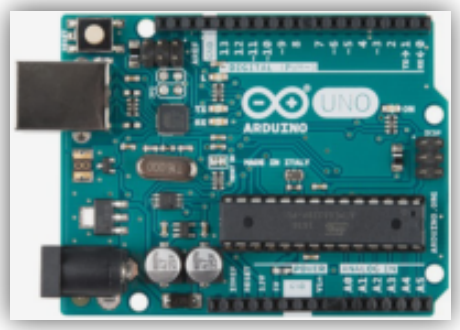


Fig. 1 Placa Arduino.

Fig. 2 Cable USB para la placa Arduino

2. Descargar el ambiente de desarrollo Arduino

   Para programar la tarjeta se necesito el entorno de desarrollo Arduino, el cual se descargó del siguiente enlace: https://www.arduino.cc/en/Main/Software

3. Instalar los drivers USB

   a) Se ejecutó el instalador del programa de la Fig. 3 y se siguieron los pasos de instalación.

Fig. 3. Instalador

   b) Se aceptaron los términos y condiciones de la licencia (Fig. 4).

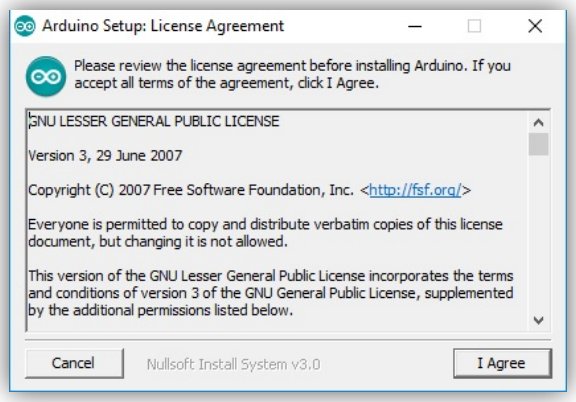


Fig. 4. Términos y condiciones de la licencia

   c) Se seleccionaron todas las opciones como se muestra en la figura 5 para que se instalaran todos los complementos y drivers necesarios.

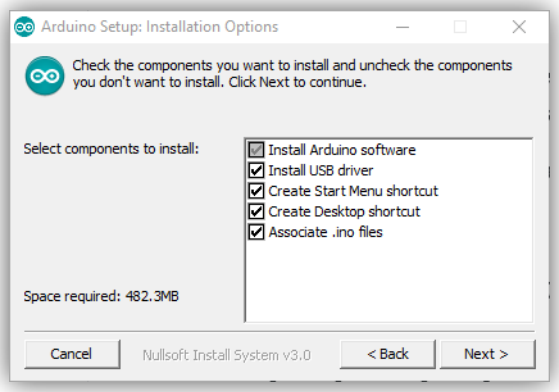


Fig. 5. Complementos y drivers necesarios

d) Se seleccionó la ruta donde se llevó a cabo la instalación y posteriormente se presionó «install» como se muestra en la figura 6

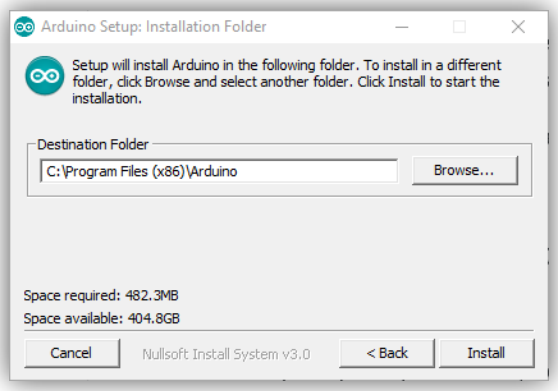


Fig. 6. Ruta de instalación

e) Se necesitó de esperar un par de minutos para que terminara el proceso de instalación (Fi.g 7).

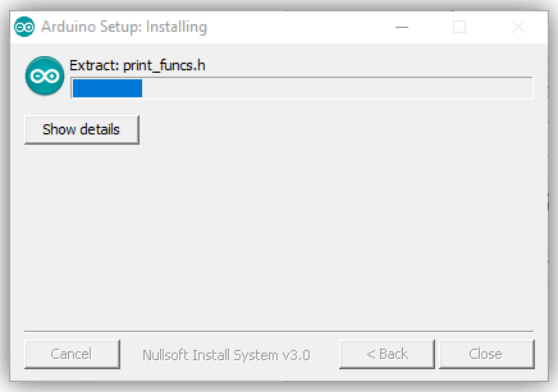


Fig. 7. Proceso de instalación

f) Se conectó la tarjeta Arduino (Fig. 8).

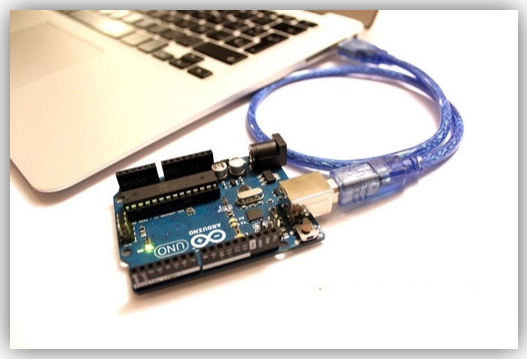


Fig. 8. Conexión de tarjeta Arduino con la pc

4. Se ejecutó el ambiente de desarrollo Arduino (Fig. 9).

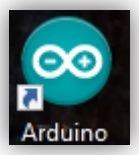


Fig. 9. Acceso directo Arduino IDE

5. Una vez abierta la aplicación, se comenzó con la programación haciendo una importación de librerías de las cuales se hará uso durante todo el programa. En la Fig. 10 se muestran cuatro líneas de código, las cuales son muy importantes ya que se importaron las librerías necesarias para que funcionara todo el código.

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include <SoftwareSerial.h>
```

Fig. 11. Importación de librerías.

En la Fig. 11 se declararon dos variables, las cuales fueron llamadas “sensor” y “bomba”. La primera variable se le asignó al pin analógico número cero, la segunda variable se le asignó al pin digital número 3, enseguida se hizo una instancia de unas de las librerías utilizadas la cual fue “LiquidCrystal_I2C” y esta sirvió para controlar una pantalla LCD.

Después, en la función void setup() se estableció lo que se ejecutaría primero dentro del programa, lo cual fue necesario primero iniciar la pantalla LCD utilizando dos funciones y también nuestra variable de salida que fue “bomba”.

```
#define sensor A0
#define bomba 3

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

void setup() {
   lcd.backlight();
  lcd.init();
//pinMode(4, INPUT);
pinMode(bomba,OUTPUT);

}
```

Fig. 11. Declaración e inicialización de variables

En la Fig. 12 se creó un método llamado lecturaSensor, el cual es de tipo entero, esto significa que regresa un numero el cual en este caso fue el porcentaje de humedad que posee el jardín con un intervalo de 0-100.

```
int lecturaSensor(){
    int valorHumedad = map(analogRead(sensor), 421, 1023, 100, 0);

  delay(400);
  return valorHumedad;
}
```

Fig. 12. Creación de método para lectura de sensor

En la Fig. 13 se creó un método llamado acción() el cual contiene varias funciones en las cuales una vez que se obtuvo la humedad del jardín mediante la utilización de otro método, al obtener ese valor de humedad, se crearon tres condiciones, las cuales fueron expresadas con “if” en la programación.

```
void accion(){
  if(lecturaSensor() < 20){
  lcd.clear();
    lcd.print("PASTO SECO ");

    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Humedad: ");
    lcd.print(lecturaSensor());
    lcd.print("%");
    digitalWrite(bomba,LOW);
  }else{
    if(lecturaSensor() < 70){
      lcd.clear();
    lcd.print("PASTO SEMI-HUMEDO ");

    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Humedad: ");
    lcd.print(lecturaSensor());
    lcd.print("%");
      }else{
        if(lecturaSensor() < 200){
      lcd.clear();
    lcd.print("PASTO HUMEDO ");

    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Humedad: ");
    lcd.print(lecturaSensor());
    lcd.print("%");

     digitalWrite(bomba,HIGH);
        }
    }
  }


}
```

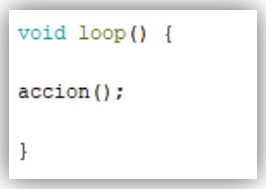
Fig. 13. Programación de condiciones mediante el uso de un método

Si el valor de la humedad era menor a 20, se mostraba un mensaje de que el pasto se encontraba seco y la bomba era prendida, para que se regara el jardín.

Si el valor de la humedad era menor a 70, se mostraba un mensaje de que el pasto se encontraba semihúmedo y la bomba aún seguía encendida.

Si el valor de la humedad era menor a 100 se mostraba un mensaje de que el pasto se encontraba húmedo y la bomba se apagaba para ya no regar el pasto, debido a que este se encontraba 100% húmedo.

Finalmente, en la Fig. 14 solo se agregó un método acción() en la función void loop() para que todo fuese ejecutado.



```
void loop() {

accion();

}
```

Fig. 14. Código para ejecutar el programa

IV. RESULTADOS

Básicamente como resultado de codificar la placa Arduino, al momento de recibir las lecturas que el sensor de humedad que le proporcionaba a dicha placa, mediante la pantalla LCD se podía apreciar la humedad del pasto con porcentaje de 0 a 100, además también se mostraba un mensaje si el pasto se encontraba húmedo, semihúmedo y/o seco, este ultimo mensaje se mostraba en base al porcentaje de humedad del pasto, también encendía la bomba de agua si el pasto se encontraba seco y se apagaba cuando el pasto llegaba al 100% de humedad.

V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se puede decir que, si una vivienda gastara en total 200 litros tan solo por lavar la ropa y además 200 litros por regar el jardín, todo esto por semana. Se estima que al mes serian 1,600 litros de agua gastados.

Al momento que se implementara este dispositivo, se tendría un ahorro de agua del 50%, solo hablando del consumo de agua en lavado de ropa y riego del jardín. La estimación de gasto de agua al mes ahora sería de 800 litros de agua.

VI. CONCLUSIONES

En este proyecto se realizó un sistema de para la reutilización de aguas grises utilizando Arduino uno el cual en conjunto de un sensor de humedad y una pantalla lcd, además de un relay realizaron la función de crear un sistema automatizado de riego, mediante la utilización de aguas grises.

Con la finalidad de un ahorro de agua considerable fue que se llevó a cabo dicho proyecto, así mismo hacer conciencia del gran problema que se tiene con el desperdicio del agua.

VII. AGREDECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, Gto. por el apoyo otorgado y a mi asesor que estuvo al pendiente de lo que se realizaba.

REFERENCIAS

1. MADNESS. (16 de 08 de 2016). *MADNESS ELECTRONICS*. Obtenido de MADNESS ELECTRONICS: http://www.madnesselectronics.com/tutorial-sensor-de-humedad-de-suelo/
2. ELECTRONICS, M. (01 de 07 de 2019). *Arduino.cl*. Obtenido de Arduino.cl: http://arduino.cl/como-instalar-arduino-en-windows/

Desarrollo de una aplicación de análisis de signos vitales prenatales

Susana Gutierrez Lemus
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Departamento de Ingeniería en Informática
Blvd. Del Valle #2301, Guardarrayas,
C.P. 36413, Purísima del Rincón, Guanajuato,
lrs14110212@purisima.tecnm.mx

Asesor: Diego Eduardo Morales López
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Departamento de Ingeniería en Informática
Blvd. Del Valle #2301, Guardarrayas,
C.P. 36413, Purísima del Rincón, Guanajuato,
diego.ml@purisima.tecnm.mx

Resumen — La falta de control prenatal es un problema que se tiene actualmente como país en México, esto ocasiona muchos abortos que se podrían evitar si se tuviera un mejor control en el embarazo, por se realizó una aplicación que ayudara a atacar este problema, usando la metodología para el desarrollo móvil, se midió el ritmo cardiaco con la ayuda de un sensor conectado a un Arduino uno y se representaron los resultados de manera gráfica en una aplicación móvil con sistema operativo Android, usando como medio de comunicación un módulo bluetooth, como resultado se obtuvo una aplicación que registra y representa en tiempo real el pulso cardiaco, se concluyó que es viable seguir con el proyecto.

Abstract — The lack of prenatal control is a problem that is currently being a country in Mexico, this causes many abortions that could be avoided if there was a better control in pregnancy, for an application was made to help attack this problem, using the methodology For mobile development, the heart rate was measured with the help of a sensor connected to an Arduino one and the results were plotted in a mobile application with Android operating system, using a bluetooth module as a means of communication, as a result obtained an application that records and represents in real time the cardiac pulse, it was concluded that it is feasible to continue with the project.

I. INTRODUCCIÓN

El control prenatal es el conjunto de actividades que se llevan a cabo de forma sistemática y periódica durante el embarazo esta destinados a la prevención, diagnóstico y tratamiento de los factores que pueden afectar un embarazo, se realiza con el fin de lograr una adecuada gestación.

Por falta de un adecuado control prenatal en el año 2017 se registraron 22,336 abortos espontáneos según el INEGI y cada día mueren 830 mujeres alrededor del mundo por causas prevenibles relacionadas con el embarazo y el parto según la OMS, también menciona que la atención especializada antes, durante y después del parto puede salvarles la vida a las embarazadas y a los recién nacidos, como podemos ver los problemas en el embarazo ocasionan muchas muertes, tanto de mujeres como de no natos.

Hasta el momento no existe una manera completa de monitorizar el embarazo desde casa, es por eso por lo que los signos de alarma se toman de manera subjetiva, los síntomas de sufrimiento fetal que generalmente detectan son menos movimiento fetal o leves espasmos, los cuales pueden llegar a ser impredecibles para la madre ocasionando la muerte fetal e incluso de la madre.

Por lo anterior en este proyecto se desarrollará una aplicación capas de analizar los signos vitales del feto y la madre, en concreto el ritmo cardiaco de forma fácil y cacera, de

esta manera será más sencillo y preciso el control prenatal, ayudando en gran medida a reducir las muertes durante el embarazo. Al detectar un ritmo cardiaco anormal se podrá acudir tempranamente al médico y este tomar las medidas pertinentes para salvaguardar la vida tanto de las mujeres como de los no natos.

Cabe mencionar que esta aplicación estará funcionando en conjunto con un dispositivo que se está desarrollando a la par de esta. Este conjunto además de reducir riesgos brindara un sentido de seguridad a la madre al saber que se hijo se encuentra en buen estado.

II. MARCO TEÓRICO

A. Definición de signos vitales

Los signos vitales son indicadores que reflejan el estado fisiológico de los órganos vitales (cerebro, corazón, pulmones). Expresan de manera inmediata los cambios funcionales que suceden en el organismo, cambios que de otra manera no podrían ser cualificados ni cuantificados. Los cuatros principales signos vitales son: Frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, presión arterial y temperatura [1].

B. Pulso arterial/ Frecuencia cardiaca

Es la onda pulsátil de la sangre, originada en la contracción del ventrículo izquierdo del corazón y que resulta en la expansión y contracción regular del calibre de las arterias. La onda pulsátil representa el rendimiento del latido cardiaco, que es la cantidad de sangre que entra en las arterias con cada contracción ventricular y la adaptación de las arterias, o sea, su capacidad de contraerse y dilatarse. Asimismo, proporciona información sobre el funcionamiento de la válvula aórtica. El en el embarazo debe ser de 60 a 100 latidos por minuto [1].

C. Sensor de ritmo cardiaco

El medidor de ritmo cardíaco es un componente que está apareciendo cada vez en más dispositivo. Un sensor de este tipo está formado por una serie de fotodiodos (sensores que emiten luz, ni más ni menos) que cumplen funciones distintas. Por un lado, están los diodos cuya principal función consiste en emitir luz infrarroja, mientras que los otros diodos se encargarán de recibir la luz que es reflejada.

El medidor de ritmo cardíaco se debe de colocar cerca de nuestra piel. Esta distancia tan corta entre el sensor y nuestra piel hace posible que la luz sea capaz de llegar a las venas. Una vez entra en marcha el sensor, la luz emite un reflejo de vuelta que indica al sensor el nivel de sangre en ese lugar en concreto.

Al bombear nuestro corazón la sangre varias decenas de veces al minuto, en cada segundo el nivel de sangre de la Funcionamiento de un sensor de ritmo cardíaco zona concreta que estamos midiendo varía.

El propio bombeo de sangre de nuestro corazón hace que la luz reflejada varíe en cada instante. Estos cambios permiten a nuestro dispositivo realizar una medida estimada de nuestras pulsaciones por minuto, todo ello con un nivel de precisión bastante aceptable [2].

D. El monitor de ritmo cardiaco AD8232

El monitor de ritmo cardiaco AD8232 de Sparkfun es una tarjeta de bajo costo usada para medir la actividad eléctrica del corazón. Esta actividad eléctrica puede ser registrada como un electrocardiograma -ECG- o una salida como una lectura analógica. Los electrocardiogramas pueden ser extremadamente ruidosos, por lo que el AD8232 actúa como un amplificador operacional que ayuda a obtener una señal clara de los intervalos PR y QT fácilmente.

El AD8232 es un bloque de señales integradas condicionadas para ECG y otras aplicaciones de medición biopotenciales. Está diseñado para extraer, amplificar y filtrar pequeñas señales biopotenciales en presencia de condiciones ruidosas, así como aquellas creadas por el movimiento o la colocación de electrodos [3].

E. Lenguaje Java para Android

Según el índice de TIOBE, Java es el lenguaje de programación más popular a partir de junio de 2017. Si quieres desarrollar apps Android, volverá probablemente a Java. Tiene una comunidad de desarrolladores grandes y establecidas, y eso significa que usted puede conseguir fácilmente la ayuda y soporte técnico.

Por lo tanto, cuando usted está desarrollando para móviles con Java, eres libre llegar a cualquier tipo de aplicación que usted puede pensar. El único límite será tu imaginación y el nivel de tus conocimientos de Java [4].

F. Metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles

La metodología propuesta para el desarrollo de aplicaciones para móviles se fundamenta en la experiencia de investigaciones previas en aplicaciones móviles, la evaluación del potencial de éxito para servicios de tercera generación denominada 6 M, la ingeniería de software educativo con modelado orientado por objetos (ISE-OO), y principalmente en los valores de las metodologías ágiles.

De la 6 M's se extrae la concepción de que las aplicaciones móviles deben garantizar el cumplimiento de las necesidades de los usuarios y al mismo tiempo generen ingresos. La metodología se encuentra enmarcada en cinco fases, denominadas: análisis, diseño, desarrollo, pruebas de funcionamiento y entrega [5].

III. METODOLOGÍA

A. Desarrollo de la aplicación móvil

Análisis: Se realizo una lista de los requerimientos que tenía la aplicación, tanto los funcionales, como los de entorno, aunque algunos ya se conocían como es el caso del entorno de desarrollo que se estableció desde un principio como Android, algunos otros no se tenían aun en cuenta y aquí se establecieron todos antes de empezar la codificación de la aplicación.

Fig. 1 Diagrama de conexión de la aplicación

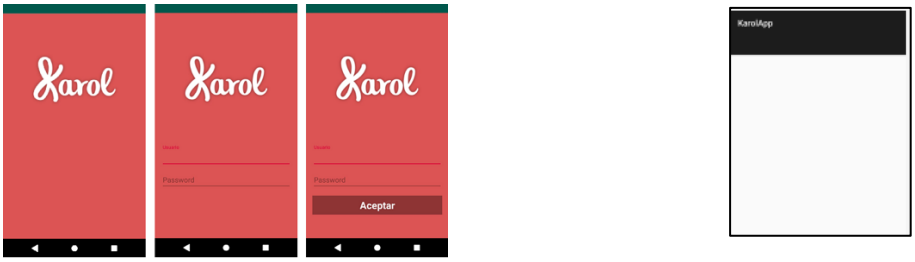
La propuesta para la aplicación es que esta esté conectada como cliente a un servidor web y este a su vez a una base de datos a la cual se le estarán enviando los registros para ser almacenados, la comunicación se realiza hacia el servicio web por medio de internet, como se muestra en la Figura 1.

Diseño: Se realizaron los correspondientes diagramas, que nos ayudaron a tener una visión más clara de lo que se esperaba para esta fase, también se establecieron los tiempos que serían necesarios para terminar a tiempo la aplicación. Y si determino que el mejor diseño para la pantalla de inicio fuera el que se muestra a continuación, asi como para la lista de monitoreos y para la gráfica como se muestra en la Figura 2.

a) b) c)

Fig. 2. a) Diseño inicio, b) diseño lista y c) diseño gráfica.

Desarrollo: Ya teniendo lo que se iba a realizar, se procedió a empezar la codificación, primero se creó el servicio web, después se empezó con el diseño de las interfaces, una para el inicio y se fue creando como se muestra en la sección a, otra para el main como se muestra en la b, un fragmento que muestra la lista de monitoreos como en la sección c y la otro para mostrar la gráfica como se muestra en la sección e , también se necesita la vista de cada fila de la lista como se ve en la e, se realizó el código correspondiente para cada una de las vistas utilizando datos aleatorios y se realizó la conexión con el servicio web agregando los permisos correspondientes como se muestra en la sección f. (ver Figura 3)



a) b)

c) d) e)

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<manifest xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    package="mx.com.gules.karolapp">

    <uses-permission android:name="android.permission.INTERNET" />
    <uses-permission android:name="android.permission.BLUETOOTH" />
    <uses-permission android:name="android.permission.GET_ACCOUNTS" />
    <uses-permission android:name="android.permission.READ_PROFILE" />
    <uses-permission android:name="android.permission.READ_CONTACTS" />
    <uses-permission android:name="android.permission.VIBRATE"/>
```

f)

Fig. 3. a) Codificación inicio, b) Codificación Main, c) Codificación lista. d)Codificación fila, e) Codificación gráfica y f) Permisos correspondientes.

Pruebas de funcionamiento: Las pruebas de funcionamiento que se realizaron fueron más que nada sobre la gráfica, se corrió la aplicación y se observó si esta mostraba una gráfica en tiempo real, se movieron los botones de esta para ver si funcionaba correctamente y también se probó la lista enviando un valor inventado a la base de datos y esperando que este se guardara en la nube y posteriormente se mostrara.

B. Integración de la aplicación con el sensor

Análisis: Se analizaron los requerimientos para ver si hacía falta alguno antes de empezar a realizar la programación faltante para unir el sensor con la aplicación, se repasó el análisis que se hiso en la etapa anterior y lo investigado, para tener una visión más amplia sobre lo requerido.

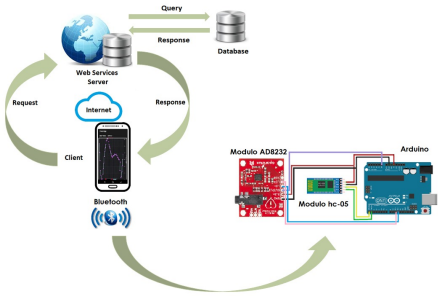
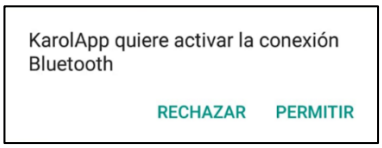


Fig. 4. Diagrama de conexión

La propuesta para este proyecto es una aplicación móvil conectada a una base de datos mediante un servicio web, el celular estará utilizando el bluetooth para conectarse a un módulo bluetooth que conectado con el Arduino y este con el sensor de ritmo cardiaco generarán los valores que se estarán manejando en la aplicación, esto lo podemos observar en la Figura 4.

Diseño: Se repaso lo del diseño anterior, ya que en él se habían definido los tiempos para esta etapa, además los casos de uso serían los mismos y solo fue necesario revisar lo previsto con anterioridad para apegarse a lo que ya se había establecido.

Desarrollo: Se realizo la codificación necesaria para activar el bluetooth del celular mostrando un mensaje como el que se muestra en la Figura 5 sección a y utilizando el código de la Figura 5 sección b ya que es el medio por el cual se estaría comunicando la aplicación con el sensor, también se agregó un método que ayudara a conectar el bluetooth del teléfono con el de la aplicación esto se realiza de forma automática, una vez con la conexión se recibió el valor y se guardó en el servicio web, estos valores se utilizaron para la lista y para mostrar la gráfica en tiempo real, dejando de utilizar valores aleatorios.



a)

```
BluetoothAdapter mBluetoothAdapter = BluetoothAdapter.getDefaultAdapter();
if (mBluetoothAdapter == null) {

}
if (!mBluetoothAdapter.isEnabled()) {
    Intent enableBtIntent = new Intent(BluetoothAdapter.ACTION_REQUEST_ENABLE);
    startActivityForResult(enableBtIntent, REQUEST_ENABLE_BT);
}
```

b)

Fig. 5. a) Bluetooth, b) Activar Bluetooth

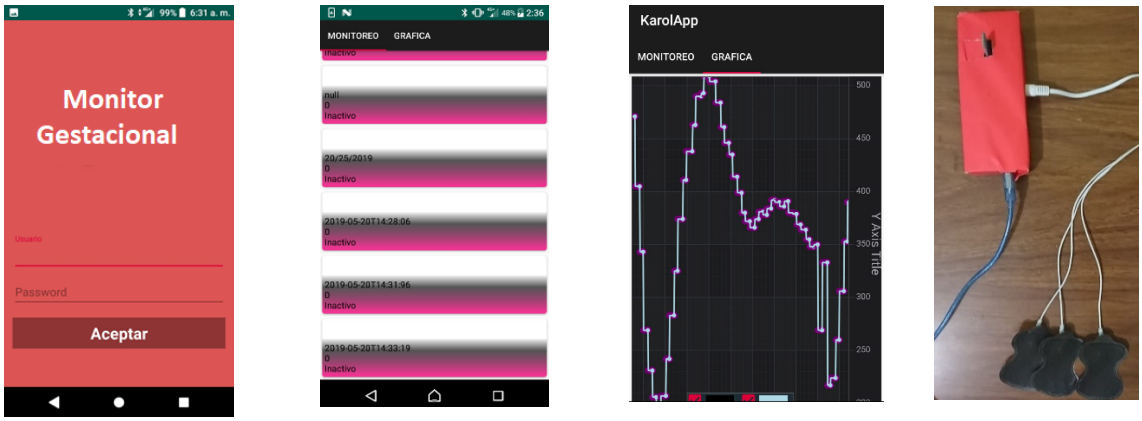
Pruebas de funcionamiento: Las pruebas que se hicieron fueron para verificar que los valores recibidos se estaban enviando al servicio web, también se verifico que la gráfica se actualizara de manera constante en relación con los valores que el sensor estaba enviando.

IV. RESULTADOS

Los resultados que se obtuvieron al integrar el sensor con la aplicación fueron satisfactorios, se pudo observar que efectivamente la aplicación recibe los valores de manera constante, estos se guardan en el servicio web y se muestran en una lista, también se grafican los valores de manera constante, con un retraso de menos de un segundo lo cual es bastante bueno.

En la Figura 6 sección a se muestra como quedo la ventana de inicio de la aplicación, en la sección b se observa una imagen de como se ve la lista, muestra valores que ha ido obteniendo de lo enviado por el sensor, estos valores son recibidos desde la lista guardada en el servicio web. En la sección c se muestra la gráfica recibiendo valores de forma constante desde el sensor, estos son recibidos de manera constante y se muestran en

tiempo real, por último, se muestra una fotografía del prototipo del monitor, el cual solo contiene el sensor de ritmo cardiaco, como se ve en la sección d.



a) b) c) d)

Fig. 6. a) Inicio, b) Lista, c) Grafica y d) Monitor.

V. CONCLUSIONES

El proyecto se concluyó satisfactoriamente, se logró programar el sensor de ritmo cardiaco, y desarrollas la aplicación en Android, así como la correcta integración de estas dos partes, lo cual dio como resultado una aplicación que en conjunto con un sensor de ritmo cardiaco nos muestra las variaciones en el pulso en tiempo real. También se llegó a la conclusión de que este proyecto es viable para continuar con él, si se implementan mas signos vitales llegara a ser una buena herramienta para complementar el control prenatal junto con las consultas médicas correspondientes.

VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón y al por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de este verano.

REFERENCIAS

[1] Penagos, S. P., Salazar, L. D. y Vera, F.E. (2009). Guías para Manejo de Urgencias. Bogotá, Colombia (Ministerio de la Protección Socia).

[2] El Android Libre. (2016). Cómo miden las pulseras deportivas nuestro ritmo cardíaco. El español. Recuperado de https://elandroidelibre.elespanol.com/2016/06/como-miden-pulseras- deportivas-ritmo-cardiaco.html

[3] SparkFun Electronics (2019). AD8232 Heart Rate Monitor Hookup Guide Recuperado de https://learn.sparkfun.com/tutorials/ad8232-heart- rate-monitor-hookup-guide/all

[4] Envato Pty Ltd (2019). Lenguajes de Desarrollo Para Móvil Recuperado de https://code.tutsplus.com/es/articles/mobile-development-languages-- cms-29138

[5] Gasca ,M.C.,Camargo,L.L. y Medina,B.(2013). Metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles (tesis de pregrado) Universidad del Magdalena, Magdalena, Colombia.

Desarrollo del sistema de información para el seguimiento de la intervención terapéutica en pacientes con TEA

Alain de Jesús Chávez Lozano
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato-Silao km. 12.5
C.P 36821, Irapuato, Gto.
achavezof@gmail.com

Asesor: David Antonio Torres Frausto
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato-Silao km. 12.5
C.P 36821, Irapuato, Gto.
datorres@itesi.edu.mx

Resumen — El presente proyecto presenta el desarrollo de un sistema de información para el seguimiento de la intervención terapéutica en pacientes con TEA para CLIMA (Clínica Mexicana de Autismo), el cual a través de una aplicación web recopila toda la información necesaria. Esta información es llenada por los psicólogos de la clínica, y cuando así requieran de algún reporte la aplicación web lo genera automáticamente reduciendo el tiempo empleado para dicho reporte. El proceso que lleva un paciente de esta clínica consta de cuatro etapas: valoración, canalización, diagnóstico y tratamiento. Para el desarrollo de este sistema se utilizó la metodología de desarrollo de software basada en prototipos. Este proyecto solo tuvo el alcance hasta la primera etapa, que es la valoración; y fue mostrada a la directora de la institución, quien se muestra satisfecha con la propuesta.

Palabras clave — TEA, Aplicación Web, Intervención Terapéutica.

Abstract — The present project presents the development of an information system for the follow-up of the therapeutic intervention in patients with TEA for CLIMA (Mexican Autism Clinic), which through a web application gathers all the necessary information. This information is filled in by the psychologists of the clinic, and when they require a report, the web application automatically generates it, reducing the time used for the report. The process carried out by a patient in this clinic consists of four stages: assessment, channelling, diagnosis and treatment. For the development of this system was used the methodology of software development based on prototypes. This project only had the scope up to the first stage, which is the evaluation, and was shown to the director of the institution, who is satisfied with the proposal.

Keywords — TEA, Web Application, Therapeutic Intervention

I. INTRODUCCIÓN

CLIMA (Clínica Mexicana de Autismo) es una Asociación Civil mexicana que fue fundada en 1990, integrada por especialistas y familiares de personas con Espectro Autista que opera a través de una red nacional de instituciones con programas y servicios para mejorar las condiciones de vida de las personas que viven con Espectro Autista y otras alteraciones del desarrollo neurológico.

Clima Irapuato ofrece sus servicios profesionales desde noviembre de 2010. Estos servicios son valoración, canalización (opcional), diagnóstico y tratamiento.

1. *Valoración:* Las personas acuden a CLIMA a una valoración de expertos tras hacer un o una predicción de la persona que suponen tiene este trastorno. A continuación, la Clínica se encarga de realizar la documentación; la cual consta de los siguientes datos:

Nombre del paciente, fecha de nacimiento, domicilio, Municipio, Teléfono de casa y celular los nombres de los padres o parientes que se encargaran del paciente, escolaridad.

En caso de un diagnostico anterior presentar fecha de estos y el diagnostico, nombre del psicólogo que lo atendió y qué tipo de terapias fueron las que se le asignaron.

Los documentos llenados en este proceso son almacenados para la creación de reportes. Esta valoración determina si el paciente es aceptado dentro de CLIMA o canalizado a otra institución.

2. Canalización (Opcional): Los pacientes se canalizan a la institución que se encargara de su problema. Sin embargo, CLIMA no se deslinda del paciente, ya que sigue su progreso durante toda la terapia en la otra clínica. También son canalizados a instituciones que apoyan de manera económica, no solo apoyo terapéutico.

3. Diagnóstico: Cuando el paciente es aceptado en CLIMA se realiza un diagnóstico para determinar el estado de su trastorno mental y conocer el tratamiento a realizar. Se utiliza el modelo DSM5 o el CIF, los cuales son metodologías utilizadas para ver qué tipo de trastorno mental tiene la persona.

La información obtenida es registrada en formularios en hojas impresas y almacenada en el expediente del paciente; y se genera un reporte que sirve para que los psicólogos sigan el tratamiento.

4. Tratamiento: Se da el tratamiento de acuerdo con cada paciente, dando sesiones de una a tres horas por semana; y algunas ocasiones con actividades en forma de tarea, para que los familiares (quienes en la mayoría de los casos son los padres) cuenten con las metodologías mencionadas con anterioridad.

Los registros de los pacientes que ingresan a CLIMA, así como el registro de la evolución de su tratamiento son registrados y almacenados en hojas impresas llenadas a mano. Lo anterior ocasiona que existan errores de información y pérdida de los documentos impresos, ya que no existe un control adecuado del llenado y resguardo de los archivos.

La falta de control en el manejo del llenado y el resguardo de los archivos provoca que la generación de reportes que son solicitados por el DIF Estatal para el otorgamiento de apoyos económicos a CLIMA, y los reportes que son entregados a los padres de familia sea tardado, inexacto y deficiente.

Además, la pérdida de información y el llenado incorrecto de los documentos de evolución de los pacientes, provoca que la atención en las consultas y el seguimiento de los pacientes no sea el adecuado; causando un retraso en el tratamiento. Hasta este momento, no se ha realizado ningún sistema de información para esta clínica. En la revisión documental que se hizo, previo al desarrollo del proyecto, se pudo comprobar que, si bien existen diferentes sistemas de información para administrar expedientes clínicos, éstos no cubren de manera específica las necesidades de CLIMA.

II. MARCO TEÓRICO

A. Aplicación web

Primeramente, es necesario saber que es una aplicación web: La Ingeniería del software, la cual es la encargada de estudiar los principios y metodologías para el desarrollo y mantenimiento de sistemas software, define aplicación web como el conjunto de herramientas que los usuarios pueden usar para acceder a un servidor web a través de Internet o Intranet mediante el uso de navegadores web. Una aplicación web consta de 3 capas, la capa 1 es el cliente de aplicaciones es decir los navegadores web. En la actualidad los usuarios pueden acceder a un navegador web a través de diferentes dispositivos como pueden ser celulares inteligentes, tabletas electrónicas, laptops, computadoras de escritorio, televisiones entre otros [1].

B. TEA

Los trastornos del espectro autista (TEA) son una discapacidad del desarrollo que puede provocar problemas sociales, comunicacionales y conductuales significativos. A menudo, no hay indicios en el aspecto de las personas con TEA que los diferencien de otras personas, pero es posible que quienes tienen un TEA se comuniquen, interactúen, se comporten y aprendan de maneras distintas a otras personas.[2]

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo de la aplicación web fue creada en base a una metodología de software llamada modelo basado en prototipos. Este diseño ayuda a la construcción de un prototipo, el cual es evaluado por el cliente para una retroalimentación; después de esto se refinan los requisitos del software que se desarrollará. La interacción ocurre cuando el prototipo se ajusta para satisfacer las necesidades del cliente. Esto permite que al mismo tiempo el desarrollador entienda mejor lo que se debe hacer y el cliente vea resultados a corto plazo.

Primero es necesario realizar una investigación preliminar para determinar el problema y ver los posibles efectos que tendría la solución. Como siguiente paso, se debe hacer el análisis de requerimientos, donde es necesario acercarse con el usuario para obtenerlos. Una vez obtenidos, se debe hacer el diseño y construcción del primer prototipo. Cuando éste está listo, es necesario realizar una evaluación por el usuario para retroalimentación y hacer las modificaciones necesarias.

Para la creación de la aplicación web se siguieron los pasos que se mencionan a continuación:

1. Análisis de requisitos:

Entrevistar directora CLIMA: Conocer las necesitas y problemáticas que se tienen en CLIMA para analizar los requisitos del software.

Documentar requisitos de software: Analizar y escribir los requerimientos de software para futuras referencias.

2. Diseño:

Diseño de interfaces: Diseñar las interfaces con las que los usuarios del sistema interactuaran.

Diseño de Base de datos en base a los requisitos documentados.

3. Desarrollo del software:

   Desarrollo prototipo 1:

   Programación prototipo 1: Desarrollo del software basado en los requisitos de software.

   Pruebas Unitarias: Probar el sistema antes de llevarlo con la directora de clima.

   Pruebas del usuario: Llevar el sistema con la directora de clima para realizar pruebas.

   Integrar nuevos requerimientos: Modificar el sistema con las observaciones del usuario.

IV. RESULTADOS

Con la finalidad de verificar si la aplicación web era eficaz y se reducía el tiempo en la generación de reportes, se realizaron varias pruebas; donde se pudo comprobar que efectivamente el tiempo se reducía, porque al dar clic se generan automáticamente. Es decir, solo se tendrá que invertir tiempo en capturar la información necesaria, y al generar el reporte automáticamente toma la información que necesita de los diferentes formatos y se genera el formato de reporte en un documento Word.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este proyecto se propuso una aplicación web como desarrollo del sistema de información para el seguimiento de la intervención terapéutica en pacientes con TEA.

Esta aplicación web tuvo como alcance la creación de un inicio de sesión y de la primera etapa de la intervención terapéutica que es la valoración; la cual fue satisfactoria, ya que al mostrarle la aplicación web a la directora de CLIMA para que la probara, ante lo cual expresó su aprobación.

VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al CONACyT, al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato y al investigador David Antonio Torres Frausto por su apoyo.

De igual manera, a la Clínica Mexicana de Autismo en Irapuato, por las facilidades prestadas para el desarrollo del proyecto.

REFERENCIAS

[1] A. C. Cabello, Implantación de aplicaciones web en entornos internet, intranet y extranet. IFCD0210, Málaga: IC Editorial, 2014, p. 25.

[2] Centro Nacional de Defectos Congénitos y Discapacidades del Desarrollo de los CDC, Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades, «Centro Nacional de Defectos Congénitos y Discapacidades del Desarrollo de los CDC, Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades,» 16 septiembre 2014. [En línea]. Available: https://www.cdc.gov/ncbddd/spanish/autism/facts.html. [Último acceso: 05 julio 2019].

Desarrollo y evaluación de la funcionalidad de compósitos biocompatibles

Itzy Guadalupe Zamarripa Gutiérrez
Instituto Tecnológico de Aguascalientes
Depto. de ingeniería química y bioquímica
Av. Adolfo López Mateos 1801 Ote. Bona Gens
C.P. 20256, Aguascalientes, Ags.
itzy_97@live.com.mx

Asesora: Rebeca Betancourt Galindo
Centro de Investigación en Química Aplicada
Materiales Avanzados
Enrique Reyna H. 140, San José de los Cerritos
Av. Adolfo López C.P. 25294, Saltillo, Coahuila.
rebeca.betancourt@ciqa.edu.mx

Resumen — En este trabajo se reporta la síntesis de la gelatina acrilada mediante la utilización de anhídrido metacrilico, como catalizador la piridina y en conjunto con hidroquinona actuando como inhibidor para la preparación de un hidrogel de aplicaciones cutáneas. Se hizo la preparación de la gelatina con diferentes variables para obtener cual sería la más óptima y así evitar su polimerización antes lo necesario. Para verificar que la síntesis de la gelatina acrilada correcta se llevó a cabo un análisis mediante espectroscopia de infrarrojo (FTIR) para la detección de los grupos funcionales del acrilato.

Palabras clave — Hidrogel, gelatina acrilada

Abstract - This work reports the synthesis of acrylated gelatin using methacrylic anhydride, as pydidine catalyst and inconjunction with hydroquinone acting as an inhibitor for theprep aration of a hydrogel of skin applications. Thepreparation of gelatin with different variables was made toobtain which would be the most optimal and thus avoid itspolymerization befor e what is necessary. To verify that thesynthesis of the correct acrylated gelatin was perform ed ananalysis using infrared spectroscopy (FTIR) for the detectionof the functional groups o f acrylate.

Keywords — Hydroge, acrilated gelatin.

I. INTRODUCCIÓN

Gelatina es el producto obtenido de la hidrólisis parcial del colágeno de la piel, tejido conectivo y huesos de animales. Gelatina obtenida a partir de un tejido precursor por tratamiento ácido es conocida como Tipo A y la obtenida por tratamiento con álcali es conocida como Tipo B. Al ser usada en cápsulas y cubiertas puede ser coloreada por colorantes certificados, puede contener no más de 0,15 por ciento de dióxido de azufre y puede contener una concentración apropiada de lauril sulfato de sodio y agentes antimicrobianos.

Los hidrogeles son materiales que forman una red entrecruzada con forma tridimensional, pueden ser de origen sintético o natural y tienen la capacidad de absorber el agua así como diferentes fluidos, formando un material blando. Debido a la capacidad que estos tienen de absorber agua se han convertido en los últimos años en materiales de gran interés por parte de la ciencia médica principalmente en la liberación controlada, en dispositivos para diagnóstico, en sistemas terapéuticos biodegradables, entre otros ya que pueden ser modificados o diseñados de acuerdo a los requerimientos (M. Carrillo, 2009). La tendencia es obtener sistemas inteligentes, cargados con el principio activo del medicamento, que respondan a estímulos del ambiente y puedan liberar su carga en el lugar, el tiempo y a la velocidad deseada. Los hidrogeles se obtienen a partir de la

polimerización y entrecruzamiento de uno o varios monómeros. Las características de estos monómeros y el grado de entrecruzamiento determinan las propiedades de hinchamiento, la densidad de entrecruzamiento, los parámetros de difusión, los cuales están relacionados con la estructura química. El ácido acrílico y el ácido Itacónico son fácilmente copolimerizables y tienen la capacidad de proveer las cadenas del polímero con los grupos carboxílicos, los cuales son altamente hidrofílicos y pueden reaccionar químicamente. Sin embrago algunas desventajas es que sus propiedades mecánicas tienden a disminuir debido al grado de hinchamiento.

Entre los productos o principios activos utilizados para la prevención y /o tratamiento de infecciones, así como para mejorar la cicatrización se aprecia que las diversas presentaciones de los productos, solo se han limitado a cambiar el uso de algunos antibióticos por algunos compuestos inorgánicos, entre ellos la plata y el óxido de zinc, los cuales poseen una mayor eficacia y no generan resistencia antimicrobiana, sin embargo debido a que no presentan muy buena absorción, la recuperación del paciente es también lenta y costosa, motivo por el cual actualmente diversas proponen el uso de nanotecnología (nanopartículas) en este como muchos otros productos, además de que se prevé que el uso de esta tecnología culminará en una nueva era de fármacos más competitivos, y de la cual se calcula que 65 mil millones de dólares de los ingresos anuales procedentes del mercado de medicamentos (casi 16 % de las ventas totales de la industria farmacéutica) provendrán de fármacos o productos con baja disponibilidad biológica (Ocaña-Palacios, 2009).

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Reactivos

Los reactivos que se utilizaron son gelatina tipo porcino al 98%, solución salina dulbecco´s, anhídrido metacrílico al 90% (AA), dimetilamino piridida, hidroquino al 99%, todos estos reactivos fueron provistos por Aldrich y como se observa con una pueza arriba del 90%.

Metodología

En este trabajo se llevaron a cabo una serie de reacciones para encontrar la metodología adecuada para la síntesis de gelatina acrilada para su uso en la preparación de hidrogeles para su aplicación en diferentes tipos de heridas como las producidas por quemaduras, pie diabético, quirúrgicas o heridas leves.

A. Síntesis de la gelatina acrilada con catalizador

La gelatina acrilada con catalizador fue sintetizada en un matraz bola, en el que se le agregaron 1 g de la gelatina y 10 mL de una solución salina tamponada con fosfato de dulbeco de pH 7, enseguida se puso en agitación constante hasta obtener una mezcla totalmente homogénea. Posteriormente se agregaron 400 mg del anhídrido metacrilico y 0.07 g de dimetilamino piridina como catalizador. Después la mezcla se dejó calentar a 60 °C por 6 h y se dializo a 40 °C por 1 semana en un tubo de diálisis. Finalmente se

agregaron 0.01 g de hidroquinona, para enseguida congelar y liofilizar la muestra para su posterior caracterización mediante FTIR.

B. Síntesis de la gelatina acrilada sin catalizador

La genatina acrilada sin catalizador fue preparada adicionando 1 g de la gelatina acrilada en un matraz de bola, después se adicionaron 10 mL de la solución salina tamponada con fosfato de dulbeco de pH 7 y se dejaron en agitación constante hasta obtener una mezcla totalmente homogénea, para enseguida adicionar 400 mg de anhídrido metacrilico. Después la mezcla se dejó calentar a 60 °C por 6 h y se dializo a 40 °C por 1 semana en un tubo de diálisis. Finalmente se agregaron 0.01 g de hidroquinona como inhibidor, a continuación la muestra fue congelada y liofilizada para su subsiguiente caracterización por FTIR.

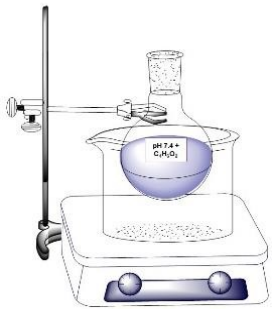


Fig 1. Ejemplo del sistema de reacción

C. Síntesis modificada de la gelatina acrilada con catalizador

1 g de la gelatina acrilada con catalizador fue adicionada en un matraz bola, enseguida se agregaron 10 mL de agua destilada y se pusieron en agitación constante hasta obtener una mezcla totalmente homogénea, inmediatamente se agregó 50 mg del anhídrido metacrilico y 0.07 g de dimetilamino piridina, utilizada como catalizador. Esta reacción se llevó a cabo en atmósfera de Nitrógeno N_2. a 60 °C durante 5 h. Una vez llevada a cabo la reacción, la mezcla se vertió en un embudo de separación y se realizaron 3 lavados con 10 mL de cloroformo. Una vez realizado este procedimiento se adicionaron 0.01 g de hidroquinona, después la muestra se congelo y se liofilizo durante 24 h para su posteriro caracterizaciçon mediante FTIR con el fin de detrminar los grupos funcionales presentes en la muestra.

D. Síntesis modificada de la gelatina acrilada sin catalizador

1 g de la gelatina acrilada sin catalizador fue adicionada en un matraz bola, enseguida se agregaron 10 mL de agua destilada y se pusieron en agitación constante hasta obtener una mezcla totalmente homogénea, enseguida se adicionaron 50 mg del anhídrido metacrilico Esta reacción se llevó a cabo en atmósfera de Nitrógeno N_2. a 60 °C durante 5 h. Una vez llevada a cabo la reacción, la mezcla se vertió en un embudo de separación y se realizaron 3 lavados con 10 mL de cloroformo. Una vez realizado este procedimiento se adicionaron 0.01 g de hidroquinona, después la muestra se congeló y se liofilizó durante

24 h para su posteriro caracterizaciçon mediante FTIR con el fin de detrminar los grupos funcionales presentes en la muestra.

III. RESULTADOS

Para evaluar la síntesis de la gelatina acrilada sin y con catalizador y sin y con atmósfera inerte se procedió a realizar la evaluación de cada una de las reacciones mediante FTIR. En la Figura 1 se muestran los espectros obtenidos del análisis de FTIR de la gelatina pura y el de la gelatina acrilada con catalizador, así como el de la gelatina acrilada sin catalizador ambas sin atmósfera inerte. En ambos espectros se observa la presencia del grupo C=O proveniente del acrílico

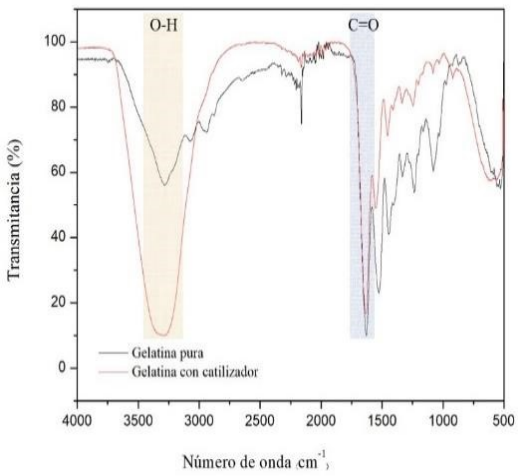


Fig 2. Espectro infrarrojo de la de la gelatina modifica con catalizador

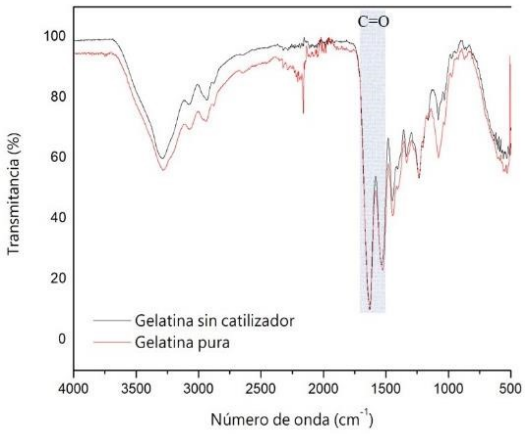


Fig 3. Espectro infrarrojo de la de la gelatina modifica sin catalizador

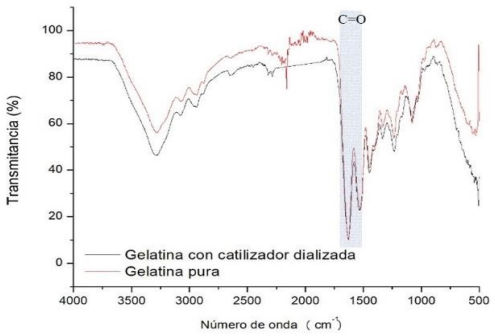


Fig. 4. Espectro infrarrojo de la síntesis modificada de la gelatina acrilada con catalizador

IV. DISCUSIÓN

Como se logró observan en los primero dos espectros infrarrojos (fig. 2 y fig. 3), la mezcla se polimerizo antes de tiempo, dando lugar a que no se pudiera llegar a la segunda etapa del proceso, por ese motivo se tuvo que hacer con una atmosfera inerte, agregando un baño de nitrógeno, para evitar que el oxígeno influyera en la polimerización de la reacción.

Cuando se hizo la atmosfera inerte (fig. 3 y fig. 4) existieron otras modificaciones, como por ejemplo se cambió la solución buffer por agua destilada, para que así la reacción no dudara 1 semana dializándose y fuera mucho más rápido hacer un análisis en el espectro infrarrojo para confirmar si la muestra se había polimerizado.

V. CONCLUSIONES

En este proyecto se hizo una experimentación sobre cómo sería la mejor manera de hacer una gelatina acrilada para aplicación de un hidrogel, sin embargo con las cuatro variantes que se realizaron no fueron suficiente, ya que la muestra seguía polimerizando y no dejaba continuar a la siguiente etapa.

VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al Centro de Investigación en Química Aplicada por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano y en especial a Dra. Rebeca Betancourt por su gran apoyo durante las 5 semanas.

REFERENCIAS

Alejandro Arredondo Penaranda, Marta Elena Londono Lopez(2009), “Hidrogeles.

Potenciales Biomateriales Para La Liberacion Controlada De Medicamentos” volumen 3, número 5, enero-junio 2009, [pp. 83-94].

Boucard N, Viton C, Agay D, Mari E, Roger T, Chancerelle Y, et al. “The Use Of Physical Hydrogels Of Chitosan For Skin Regeneration Following Third-Degree Burns”. Biomaterials 2007;28(24):3478–88. [PubMed: 17482258].

J.L. Escobar, D.M. García, D. Zaldivar e Issa Katime(2002), “Hidrogeles. Principales Características En El Diseño De Sistemas De Liberación Controlada De Fármacos”, Volumen 3(3) Julio 2002 [pp 2-19].

M. Carrillo, M. Vivas, L. Jiménez, L. Hernández, M. Ramirez, I. Katime (2009), “Síntesis De Hidrogeles De Poli(Ácido Itacónico-Co-Metacrilato De Metilo”), Volumen 10(4), Julio de 2009 [pp.1-8].

Ocaña Palacios B.O. “Estudio De La Toxicidad Sub-Crónica De La Nano Plata En Ratas Wistar.2009. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. Facultad De Ciencias Escuela De Bioquímica Y Farmacia. Tesis Licenciatura, Riobamba – Ecuador.

Hui-Kang, D.; Jesse, H.-C.; Lai, J.-Y.; Sun, C.-C.; Wang, S.-F.; Lin, K.-K.; Chen, J.-K. Matrix Revolution: Molecular Mechanism for Inflammatory Corneal Neovascularization and Restoration of Corneal Avascularity by Epithelial Stem Cell Transplantation. Ocul. Surf. 2009, 7, [pp. 128−144].

Tan, D. T. H.; Dart, J. K. G.; Holland, E. J.; Kinoshita, S. Corneal Transplantation. Lancet 2012, 379, [pp. 1749−1761].

Armitage, W. J.; Tullo, A. B.; Larkin, D. F. The first successful full-thickness corneal transplant: a commentary on Eduard Zirm’s landmark paper of 1906. Br. J. Ophthalmol. 2006, 90, [pp 1222−1223].

Melles, G. R. J.; Ong, T. S.; Ververs, B.; Van der Wees, J. Descemet Membrane Endothelial

Keratoplasty. Cornea 2006, 25, [pp. 987−990].

Desempeño académico en los primeros semestres de ingeniería con relación al diagnóstico de competencias previas

Natalia Perez Zamudio
Tecnológico Nacional de México en Celaya
16031119@itcelaya.edu.mx

Asesora: Ma. Guadalupe Medina Torres
Jefa de proyectos de vinculación
Departamento de Ciencias Básicas
Instituto Tecnológico de Celaya
guadalupe.medina@itcelaya.edu.mx

Resumen — El objetivo de este estudio fue investigar las competencias que se tienen en las áreas de matemáticas, física y química en los estudiantes que egresan del bachillerato y que aspiran a ingresar a universidades públicas. Se analizaron los resultados de 10 competencias en matemáticas, 8 en física y 9 en química en 2 escuelas de nivel medio superior mediante un examen previamente preparado por profesores del Tecnológico Nacional de México en Celaya. Los resultados confirman que los estudiantes: tienen un aprovechamiento bajo en todas las áreas mencionadas. Se concluye sobre la importancia que tiene el logro de las competencias en los estudiantes que desean ingresar en una ingeniería. Es urgente que el sistema educativo genere estrategias que mejoren sustancialmente la educación en estas áreas básicas matemáticas, física y química.

Palabras clave —competencias, química, física, matemáticas, educación media superior.

Abstract — The objective of this study was to investigate the competencies that are held in the areas of mathematics, physics and chemistry in students who graduate from high school and who aspire to enter public universities. The results of 10 competitions in mathematics, 8 in physics and 9 in chemistry in 2 high school education were analyzed by means of an exam previously prepared by professors of the National Technological Institute of Mexico in Celaya. The results confirm that the students: have a low achievement in all the mentioned areas. It concludes about the importance of the achievement of skills in students who wish to enter an engineering. It is urgent that the education system generates strategies that substantially improve education in these basic mathematical, physical and chemical areas.

Keywords — skills, chemistry, physics, mathematics, high school education.

I. INTRODUCCIÓN

Los problemas académicos como el bajo rendimiento académico, el bajo logro escolar, el fracaso escolar y la deserción académica son de interés para padres, maestros y profesionales en el campo educativo.

En México, la educación escolarizada se ha enfrentado a lo largo de la historia con problemas de grandes dimensiones que, hasta la fecha no se han podido resolver satisfactoriamente. Entre los principales problemas se encuentran, es que hay una gran deserción escolar que, de acuerdo con los datos oficiales, es directamente proporcional al aumento de la escolaridad, esto es, a mayor nivel escolar mayor deserción de alumnos. Otro problema de este rubro se refiere a el bajo rendimiento académico, el cual se atiende y remedia al inicio, se arrastra durante toda la educación escolar (Lugo, y col., 1996).

Las competencias académicas vinculadas con la educación media superior son recientes y han sido focalizadas para la selección de estudiantes de nuevo ingreso en bachillerato, tales como los exámenes EXANI I, EXANI II, el Examen Nacional de Ingreso a la Educación Media Superior, a la Educación Superior, y en evaluaciones terminales con la selección de alumnos de educación media superior, respectivamente, todas ellas avaladas y desarrolladas por el Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (CENEVAL) .Sin embargo, el entorno multidimensional que compete a una evaluación de competencias difícilmente es recogido por este tipo de instrumentos, con lo cual quedan fuera del alcance factores clave tales como el entorno docente, su vínculo familiar, así como con el patrimonio y acervo cultural de los estudiantes. (Vera, J.A. y col.,2011)

Sin embargo, son pocos los trabajos realizados en México sobre el logro educativo de los alumnos del nivel medio superior, razón por la cual se hace esta investigación cuyo propósito central es aportar información sobre las competencias de áreas básicas que, en teoría, deben adquirir los estudiantes que terminan el bachillerato, por lo cual se decidió llevar acabo un examen diagnóstico en 2 escuelas de nivel medio superior para el análisis de 3 áreas (matemáticas, física y química).

II. MATERIALES Y MÉTODO

Se cuenta con datos históricos de la población a estudiar. La muestra que se va a estudiar son alumnos del Nivel Medio Superior en el municipio de Celaya. Guanajuato. La muestra está conformada por 1,077 alumnos de dos Escuelas de Nivel Medio Superior (NMS) de quinto y sexto semestre en el periodo 2018-2019, 364 alumnos de la NMS1 y 713 alumnos de la NMS2, se utilizó un procedimiento de muestreo aleatorio y representativo. Para poder hacer la elección de estos alumnos deberían de cumplir con dos requisitos principalmente, haber contestado el examen diagnóstico y haber terminado la materia.

Se aplicó el examen diagnóstico para revisar con que competencias y conocimientos cuentan cada uno de ellos y de esta forma obtener un promedio general por especialidad y por materia. El examen está conformado por 120 preguntas de opción múltiple (40 de cada área matemáticas, física y química), el cual se aplicó en línea en condiciones similares a todos los estudiantes.

Una vez obtenida la muestra se procede a capturar y crear las bases de datos. Con esta información se deriva a realizar un análisis estadístico para obtener gráficos comparativos radiales y de columna para observar el comportamiento y la tendencia de los datos para llegar a resultados y conclusiones en este estudio.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cómo se puede observar en la **Fig. 1** se muestran las competencias que se evaluaron en cada área en el examen aplicado, según las competencias que son necesarias en los alumnos de primer semestre de superior. En el análisis del área de **química** en la NMS1, la mejor competencia en promedio fue diferenciar los diferentes tipos de reacciones con

un 61% en los laboratoristas químicos 6 A vespertino, así como, distinguir las diferencias básicas entre las propiedades de los compuestos inorgánicos, su estructura, nomenclatura y aplicaciones con un 60% en los laboratoristas químicos 6 A matutino, estas competencias corresponden a C8 y C6 respectivamente y como era de esperarse en esta área destacaron los laboratoristas químicos, sin embargo, se obtuvo un promedio bajo; por otro lado los promedios más bajos en esta área fueron del 20% en las especialidades de administración de recursos humanos y programación 6 A vespertino en las competencias C1- conocer y construir modelos atómicos y C4-describir los números cuánticos y proponer valores para los electrones de las diferentes capas de energía en el átomo.

Por otro lado la NMS2 en esta misma área obtuvo un mayor promedio en diferentes competencias, las cuales fueron C9- identificar las diversas formas de expresar las unidades de concentración química, mediante la preparación de disoluciones acuosas, sólidas y gaseosas con un 69% los laboratoristas químicos al igual que en la NMS1, sin embargo la otra competencia más alta en esta área la obtuvieron los mecatrónicos con un 62% en C5- reconocer los diferentes tipos de enlace químico, que generan variados compuestos químicos en la naturaleza, pero estos también obtuvieron uno de los menores porcentajes con la competencia C1, así como los de administración de recursos humanos obtuvieron el promedio más bajo con la competencia C9 con el 13%, esta última competencia fue de las mayores pero también de las menores, sin embargo el resultado es coherente ya que la mayor la obtuvo un laboratorista químico y la menor los administradores de recursos humanos donde en su especialidad no es de gran impacto esta área.

COMPETENCIAS EN MATEMÁTICAS	
M1	MENEJAR OPERACIONES ALGEBRAICAS
M2	SIMPLIFICACION Y RACIONALIZACION DE EXPRESIONES ALGEBRAICAS
M3	FACTORIZACION DE EXPRESIONES ALGEBRAICAS
M4	RESOLVER ECUACIONES DE PRIMER Y SEGUNDO GRADO CON UNA INCOGNITA
M5	REALIZAR CALCULO DE ANGULOS EN RADIANES Y GRADOS
M6	DEFINICION DE FUNCIONES TRIGONOMETRICAS Y SUS GRAFICAS (SENO Y COSENO)
M7	MANEJAR RAZONES TRIGONOMETRICAS E IDENTIDADES TRIGONOMETRICAS
M8	RESOLVER ECUACIONES LOGARITMICAS Y TRIGONOMETRICAS
M9	ECUACIONES DE RECTAS, CIRCUNFERENCIAS Y PARABOLAS (ASI COMO SUS GRAFICAS)
M10	TRANSCRIBIR UN PROBLEMA EN LENGUAJE MATEMATICO

a)

COMPETENCIAS EN QUÍMICA	
Q1	CONOCER Y CONSTRUIR MODELOS ATOMICOS
Q2	RECONOCER LA DIVERSIDAD DE LA COMPOSICION DE LA MATERIA
Q3	APRENDER LOS ELEMENTOS Y SU UBICACIÓN EN LA TABLA PERIODICA
Q4	DESCRIBIR LOS NUMEROS CUANTICOS Y PROPONER VALORES PARA LOS ELECTRONES DE LAS DIFERENTES CAPAS DE ENERGIA EN EL ATOMO
Q5	RECONOCER LOS DIFERENTES TIPOS DE ENLACE QUIMICO, QUE GENERAN VARIADOS COMPUESTOS QUIMICOS EN LA NATURALEZA
Q6	DISTINGUIR LAS DIFERENCIAS BASICAS ENTRE LAS PROPIEDADES DE LOS COMPUESTOS INORGANICOS, SU ESTRUCTURA, NOMENCLATURA Y APLICACIONES INDUSTRIALES
Q7	DISTINGUIR LAS DIFERENCIAS BASICAS ENTRE LAS PROPIEDADES DE LOS COMPUESTOS ORGANICOS, SU ESTRUCTURA, NOMENCLATURA Y APLICACIONES INDUSTRIALES
Q8	DIFERENCIAR LOS DIFERENTES TIPOS DE REACCIONES QUIMICAS
Q9	IDENTIFICAR LAS DIVERSAS FORMAS DE EXPRESAR LAS UNIDADES DE CONCENTRACION QUIMICA, MEDIANTE LA PREPARACION DE DISOLUCIONES ACUOSAS, SOLIDAS Y GASEOSAS

b)

COMPETENCIAS EN FÍSICA	
F1	IDENTIFICAR CANTIDADES VECTORIALES Y ESCALARES
F2	CONCEPTOS RELACIONADOS CON LA VELOLCIDAD Y ACELERACION DE PARTICULAS
F3	CONOCIMIENTO DE LAS LEYES DE NEWTON DE LA MECANICA CLASICA
F4	CONCEPTOS DE TERMODINAMICA
F5	CONCEPTOS RELACIONADOS CON EL TRABAJO, LA ENERGIA Y LA POTENCIA
F6	CONCEPTOS RELACIONADOS CON ELECTROSTATICA
F7	CALCULOS DE FRECUENCIA Y LONGITUD DE ONDA
F8	CONCEPTOS RELACIONADOS CON LOS TIPOS DE LENTES Y ESPEJOS

c)

Fig. 1. a) competencias en Matemáticas, b) competencias en Química y c) competencias en Física

Los promedios en el área de **física** por competencias en donde en la NMS1 obtuvo el mayor promedio en las competencias C6 y C1 por los eléctricos, laboratoristas químicos y soporte y mantenimiento de equipo de cómputo con un 53 y 46% respectivamente, al igual que la NMS1 la NMS2 obtuvo los mejores promedios en las mismas competencias, pero con un 49 y 45% respectivamente, pero estos por los mecatrónicos y contabilidad. Las competencias C8 y C2 fueron las que obtuvieron un menor promedio en las dos NMS sin embargo con diferentes promedios, en la NMS1 fueron de 11 y 12% por los de administración de recursos humanos y ofimática y en la NMS2 10% y 15% respectivamente por los de administración de recursos humanos y mecatrónicos.

Así como en las competencias en el área de **matemáticas**, en la cual es una de las áreas con mayor oportunidad de mejora, pues estas son esenciales en cualquier examen de admisión a una universidad en cualquier especialidad, las mejores competencias fueron C3 y C5 en ambas NMS sin embargo en esta ocasión la NMS2 obtuvo los mejores promedios con un 71% en C3 por los mecatrónicos y 69% en C5 por los de programación, siendo estas los mejores promedios en todo en análisis que se llevó a cabo, por otro lado la NMS1 obtuvo un 59% en C3 y 48% en C5 por los de programación ; sin embargo la NMS2 también obtuvo los promedios más bajos en matemáticas en las competencias C5 y C8 con 15 y 16% respectivamente por los de administración de recursos humanos y los promedios más bajos de la NMS1 fueron más altos que los de la NMS2 con 18% en C5 por electrónicos y C10 por los de administración de recursos humanos.

De los resultados expresados se pudo apreciar que la mayor parte de los estudiantes de ambas escuelas de nivel medio superior presentan un promedio bajo en todas las áreas.

Los promedios más altos en el NMS1 fueron:

- ✓ laboratoristas químicos 6 A matutino con 39%
- ✓ laboratoristas químicos 6 A vespertino con 37%
- ✓ programación 6 A matutino con 36%

Los promedios más altos en el NMS2 fueron:

- ✓ programación 5F matutino con 40%
- ✓ laboratoristas químicos 5E matutino con 37%
- ✓ mecatrónicos 5Q matutino con 37%

Los promedios globales para ambas instituciones se muestran en la **Fig. 2.**

a) b)

Fig. 2. Promedios globales a) NMS1 Y b) NMS2

IV. CONCLUSIONES

Se pudo observar que los promedios en general son bajos ya que ninguna de las dos escuelas de nivel medio superior tiene un promedio mayor al 40% lo cual hace que los estudiantes presentan áreas de oportunidad en las materias de ciencias básicas que propicien un buen desempeño académico en los primeros semestres de la universidad. Con la finalidad de mejorar estos promedios se recomienda a las instituciones de nivel medio superior implementar tutorías externas a clases como lo ha llevado a cabo la NMS2 y se logra apreciar una ligera mejoría en los promedios finales en comparación con la NMS1; esto quiere decir que los resultados obtenidos de las tutorías externas mostraron un buen desempeño comparados con los obtenidos en la NMS1 en el análisis estadístico, sin embargo aún no son los deseados.

V. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al Tecnológico Nacional de México en Celaya y al CONACyT por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

REFERENCIAS

[1] Vera, J.A. y Huesca, L. y Laborín, J.F. (2011). Logro y tasas de riesgo en alumnos de alto y bajo desempeño escolar en el nivel medio superior en Sonora. 1 de agosto de 2019, de IISUE-UNAM Sitio web: http://www.scielo.org.mx/pdf/peredu/v33n132/v33n132a4.pdf

[2] Lugo, E. K. L., Villatoro, J., Medina-Mora, M. E., & García, F. J. (1996). Autopercepción del rendimiento académico en estudiantes mexicanos. Rev Mex Psicol, 13(1), 37-47.

Detección de tumores en mamografías mediante máquina de soporte vectorial

Pedro Donaldo Sanchez Galvan
Universidad de Guanajuato
División de ingenierías
Carretera Salamanca - Valle de Santiago km 3.5 + 1.8 Comunidad de, Palo Blanco, 36885
Salamanca, Gto.
pd.sanchezgalvan@ugto.mx

Juan Gabriel Aviña Cervantes
Universidad de Guanajuato
División de ingenierías
Carretera Salamanca - Valle de Santiago km 3.5 + 1.8 Comunidad de, Palo Blanco, 36885
Salamanca, Gto.
avina@ugto.mx

Resumen — En este trabajo se presenta la detección de tumores cancerígenos en mamografías mediante la utilización de la máquina de soporte de vectores mediante la extracción de características de Haralick de las imágenes para las matrices de entrenamiento. El método propuesto utiliza imágenes en escala de grises donde los resultados presentan el reconocimiento de varias matrices dentro de esta que son partes del tumor y algunas que no lo son.

Palabras clave — Mamografías, Matriz de co-ocurrencia, máquina de soporte de vectores.

Abstract — This work presents the detection of cancer tumors in mammograms by using a support vector machine by extracting Haralick characteristics from the images for the trainning matrices. The proposed method uses grayscale images where the results present the recognition of several matrices within it that are parts of the tumor and some that are not.

Keywords — Mammographys, Co-occurrence matrix, support vector machine.

I. INTRODUCCIÓN

El cáncer de seno es una enfermedad en la que las células de alguna región del seno se multiplican sin control creando así una formación abultada irregular dentro de este formando los tumores malignos. Siendo esta la segunda causa de muertes por tumores malignos en el mundo y la primera en México en mujeres en el año 2018[1].

En los últimos años se han hecho uso de diferentes algoritmos y herramientas digitales para la detección de tumores y cáncer de diferentes tipos siendo el cáncer de seno uno de los más tratados por distintas organizaciones y proyectos internacionales a través del procesamiento de imágenes en su mayoría. Se han obtenido resultados muy significativos mediante métodos de clasificación y lógica difusa. Además, se sigue buscando la forma de eficientizar estos procesos de detección temprana para el mejoramiento de los tratamientos y lograr el mejor tratamiento posible para el paciente.

Existen diferentes técnicas para la detección de formas o frecuencias dentro de una imagen, siendo por ejemplo los métodos más usados los de lógica difusa. Sin embargo, existen muchas otras metodologías para el procesamiento y búsqueda de formas dentro de una imagen médica.

Las máquinas de soporte vectorial (SVM), es un algoritmo de entrenamiento para el aprendizaje automático supervisado usado para la regresión o la clasificación de dos grupos de datos. Construyendo un modelo para la predicción de un nuevo ejemplo del conjunto de clasificación. Se basa en encontrar la mejor forma de clasificar o separar los datos a través de una línea, plano o hiperplano de acuerdo con el número de datos.

Este método de clasificación pertenece a una clase de algoritmos de machine learning denominados como máquinas kernel en donde el número de características se determinará por el número de vectores.

Es utilizado frecuentemente en el procesamiento del lenguaje natural, procesamiento de imágenes y visión artificial. Entre las funciones kernel más utilizadas se encuentran las de **sigmoid**, **polinómico**, **lineal** y la función **gaussiana**.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para este trabajo se buscó una base de imágenes de mamografías de la cual se descargó 65 casos para el entrenamiento y diez para las pruebas de predicción. Dicha base de datos es la llamada CBIS-DDSM del archivo de imágenes de cáncer (TCIA) el cual maneja distintas colecciones de imágenes médicas, principalmente de formato DICOM y todas estas son de acceso público para el desarrollo científico en la medicina [2].

Para el desarrollo de la algoritmia y procesamiento se utilizó una computadora portátil con procesador Intel i5 y memorial de disco duro de estado sólido de 225Gb. Así para la parte de software se utilizó el proporcionado por la base de datos de TCIA para la descarga de dichas imágenes, el *NBIA Data Retriever 7.0* [3] y el software MATLAB [5] para la parte de adquisición, procesamiento de las imágenes, entrenamiento del clasificador y prueba de búsqueda.

El método utilizado en este trabajo fue la obtención de fragmentos de las imágenes DICOM en la parte donde se localiza el tumor para determinar sus 14 características de Haralick. entre las cuales se encuentran contraste, correlación, varianza, coeficiente de máxima relación [4]. Para esto primero se tuvo que obtener la matriz de co-ocurrencia de nivel de gris de los fragmentos de las imágenes seleccionadas utilizando la función de MATLAB *graycomatrix* [5]con las siguientes características de entrada:

- Argumentos de par nombre-valor: **‘offset’**
- Distancia entre el píxel de interés y su vecino: **[1,1]**
- Argumentos de par nombre-valor: **‘symmetric’**
- Orden de valores: **true**

Una vez obtenidas las características de Haralick [3] mediante la función de MATLAB *haralickTextureFeatures* [4] de cada fragmento de las mamografías se almacenaron en una matriz de tamaño 61x14 al igual para las imágenes de tumores como para los fragmentos de imágenes que se obtienen del seno sin tumor o de las regiones limites fuera del seno para crear la distinción entre las zonas de búsqueda que no eran de interés. Con estás matrices se crea la matriz que las contiene llamada “X” de tamaño 122x14 que contiene las características de las partes con tumor en primer lugar, de la posición 1 a la 61 en las filas y seguido de las partes sin tumor.

Para determinar el entrenamiento se crea la matriz “Y” de tamaño 122x1 que tienen los valores de 1 y -1. Siendo 1 para las características de las imágenes que contienen tumor en las primeras 61 posiciones y -1 para las que no. Estas matrices se introducen a la máquina

de suporte de vectores que entrenará para la predicción, la función de MATLAB *fitcsvm* [4], la cual tiene la función kernel **lineal** por defecto, mostrada a continuación:

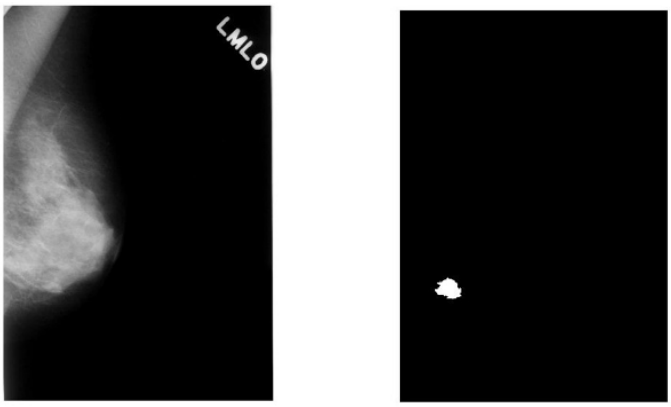
$$K(x_1, x_2) = x_1^T x_2 \quad \text{donde} \quad x_1, x_{2_1} \text{son vectores que representan las observaciones.} \tag{1}$$

Una vez obtenidos los valores de clasificación se procedió a almacenar los valores del objeto de la validación cruzada que regresa la función y utilizarlos en la etapa de pruebas sobre mamografías diferentes a las de entrenamiento.

Después de mantener los valores de clasificación se recorre la nueva mamografía mediante matrices de menor tamaño en forma de máscaras para obtener las características de Haralick de cada una en cada iteración y determinar mediante los valores del entrenamiento de la maquina si es valor de 1 o -1 mediante la función *predict* [4] y así determinar si es tumor o no. En dicha función se le introduce los valores del entrenamiento y la imagen como segundo argumento de la función.

III. RESULTADOS

Como se aprecia la detección del tumor fue fallida por diferentes causas posibles como la mala adquisición de los fragmentos de imágenes o por las imágenes y los tratamientos que pueden necesitar para una mejor caracterización.



a) b)

Fig. 1 a) Imagen original y b) Imagen groundtruth esperada.

a) b)

Fig. 2 a) Imagen del tumor buscado b) Imagen groundtruth encontrada.

IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la imagen del groundtruth encontrada de la figura 2 no se observa ninguna parte de segmentación que correspondería al tumor por lo que se deduce que el recorrer la imagen con las imágenes mascara ninguna acertó como parte de tumor o ninguna mostró las características que presentaba las imágenes de entrenamiento con tumor.

Se esperaba que se reconociera fácilmente el tumor creando una imagen binaria con valores 1 para la zona del tumor formando una forma circular en la zona con tumor.

En su lugar no se detectó ninguna parte con tumor dentro la imagen de la mamografía por causas desconocidas para mí.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Aún hay diferentes procesos que se pueden realizar a la imagen además de facilitar la búsqueda eliminando la parte del músculo de la mamografía y además de la parte de la etiqueta ya que puede confundir fácilmente al clasificador por sus características. También como la variación de diferentes parámetros en la clasificación y mejorar la búsqueda para obtener resultados en la detección del tumor. Es por esto que se continuará el mejoramiento del método por parte del estudiante.

La manipulación y procesamiento de imágenes médicas es una parte de la ciencia aplicada a la medicina que implica gran conocimiento de matemáticas, estadística y optimización, por lo que se requiere experiencia en métodos de procesamiento y matemáticas estadísticas aplicadas, así como algebra lineal y probabilidad.

VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

En Principalmente le agradezco al profesor Juan Gabriel Aviña Cervantes por el tiempo y la paciencia al enseñarnos y guiarnos durante el verano de investigación. También a la Universidad de Guanajuato por recibirnos en sus instalaciones y al comité organizador del verano de la ciencia región centro por la oportunidad.

REFERENCIAS

[1] *IARC (2018). Latest global cancer data:Cancer burden rises to 18.1 million new cases and 9.6 million cancer deaths in 2018. [ebook] Lyon, France, p.3. Disponible: https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/HYPERLINK "https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/09/pr263_E.pdf" [consultado: Ago- 2019].*

[2] "CBIS-DDSM - The Cancer Imaging Archive (TCIA) Public Access - Cancer Imaging Archive Wiki", *Wiki.cancerimagingarchive.net*, 2019. [Online]. Disponible: https://wiki.cancerimagingarchive.net/display/Public/CBIS-DDSM#48935cd2caa646e08611267097899b1a . [Consultado: 17- Ago- 2019].

[3] https://wiki.cancerimagingarchive.net/display/NBIA/Installing+the+NBIA+Data+Retriever+7.0

[4] R. Haralick, K. Shanmugam and I. Dinstein, *Texture Features for Image Classification*. 1973.

[5] "MathWorks - Creadores de MATLAB y Simulink - MATLAB y Simulink", *La.mathworks.com*, 2019. [Online]. Disponible: https://la.mathworks.com/ [Consultado: Jul- 2019].

Determinación de parámetros óptimos con Taguchi

Diego Guadalupe Rios Torres
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas, Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413
LRS15110135@purisima.tecnm.mx

Asesora: Nayeli Montalvo Romero
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas, Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413
nayeli.mr@purisima.tecnm.mx

Resumen — El presente trabajo de investigación aborda el desempeño de una formulación, que es empleada en el proceso de dope de sombrero. La determinación de las cantidades adecuadas de dope, se obtuvieron desarrollando corridas experimentales, empleando el enfoque de Ingeniería de Calidad del Dr. Genichi Taguchi, en específico se emplearon arreglos ortogonales. Se analizaron principalmente: un solvente y un soluto, como ingredientes del dope, a dos niveles. Se desarrolló el análisis de medias para determinar las cantidades que proveen la característica de calidad deseada. Los resultados obtenidos muestran la configuración propuesta para el desarrollo del dope, la cual, resulta ser factible y viable.

Palabras clave — Arreglos ortogonales, Taguchi, Formulación.

Abstract — This research paper addresses the performance of a formulation, which is used in the drug process. The determination of the appropriate amounts of drug, were obtained by developing experimental tests, using the quality engineering approach of Dr. Genichi Taguchi, specifically orthogonal arrangements were used. They were mainly analyzed: a solvent and a solute, as ingredients of the drug, at two levels. The analysis of means was developed to determine the quantities that provide the desired quality characteristic. The results obtained show the proposed configuration for the development of the drug, which is feasible and viable.

Keywords — Orthogonal arrays, Taguchi, Formulation.

I. INTRODUCCIÓN

La fabricación del sombrero es una actividad económica clave en México. Dentro de las fases del proceso de fabricación, se encuentra el dopado; el cual le provee al sombrero por medio del dope, la dureza deseada.

Generalmente, el dope se desarrolla empleando nitrocelulosa [1,2]. La nitrocelulosa, es un derivado de la celulosa que produce diversos productos, tales como explosivos, lacas, plásticos, entre otros.

El presente proyecto aborda una propuesta de baño sin emplear el dope a base de nitrocelulosa, sino emplear una formulación alterna a base de un solvente y un soluto, principalmente; y así desarrollar una nueva mezcla, empleando la Metodología de Taguchi, con un Arreglo Ortogonal de dos factores y dos niveles, economizando el presupuesto, el tiempo y los recursos humanos.

La significancia, y, por ende, la determinación de los niveles de los parámetros de la configuración de la formulación se analiza por medio del análisis de medias.

II. MARCO TEÓRICO

Para el Dr. Taguchi: “la calidad de un producto debe ser medida en términos de abatir al mínimo las pérdidas que ese producto le trae a la sociedad, desde que inicia su fabricación hasta que concluye su ciclo de vida; estas pérdidas sociales se traducen en pérdidas de la empresa en el mediano y largo plazos” [3].

El Design of Experiments (DOE) puede emplear Arreglos Ortogonales para establecer las combinaciones de las corridas experimentales. Los Arreglos Ortogonales son diseños propuestos por Taguchi que, como su nombre lo indica, tienen la propiedad de ortogonalidad, es decir que sus columnas son linealmente independientes, lo cual se tiene si la multiplicación de dos columnas cualesquiera es igual a cero, misma que también poseen los diseños factoriales clásicos [4-6].

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El análisis del proceso de dopado del sombrero, se desarrolló en la empresa Rocha Hats, una empresa ubicada en la llamada “capital mundial del sombrero” en San Francisco del Rincón-Guanajuato.

A. PROCESO DE FABRICACIÓN

Desarrollar un diagrama de flujo de los procesos en los que está inmerso el producto (sombrero). Una vez obtenido el diagrama de flujo, realizar un muestreo de la dureza con la que la empresa estaba trabajando, empleando un durómetro. Estableciendo con esto la característica de calidad a medir.

B. DEFINIR EL DISEÑO EXPERIMENTAL

El arreglo ortogonal a emplear corresponde a un $L_4\,(2)^2$ (ver Tabla 1), el cual corresponde a cuatro corridas empleando dos factores y cada uno de esos factores con dos niveles respectivamente. Con la finalidad de producir los mejores parámetros para el diseño óptimo del proceso, con el mínimo número de experimentos (pruebas). Y a su vez determinar la mejor combinación de factores que resulten aceptables en base a las mediciones realizadas en un inicio. Cabe mencionar que producto pasa a través del proceso de dopado en dos ocasiones en el transcurso de su transformación, por lo que las muestras que se someterán al modelo también serán bañadas en dos ocasiones, con la intención de replicar en la medida de lo posible las condiciones y operaciones que el producto sufre en su transformación.

Tabla 1. Arreglo Ortogonal $L_4\,(2)^2$.

Corrida	Factor A	Factor B
1	1	1
2	1	2
3	2	1
4	2	2

C. EFECTUAR LAS CORRIDAS

Desarrollar las formulaciones y, ejecutar las corridas experimentales.

D. ANÁLISIS DE MEDIAS

La información arrojada de las corridas experimentales se analiza por medio de la gráfica de medias.

IV. RESULTADOS

A. PROCESO DE FABRICACIÓN

En el diagrama de flujo que se obtuvo del proceso de producción, se puede apreciar que el baño de dopado se realiza en un total de dos ocasiones (ver Figura 1), del sombrero bajo estudio.

Posteriormente se realizó un muestreo para determinar la dureza promedio con la que se está trabajando en la empresa, en el cual se obtuvo una media de 61.98 HA, dicho valor es del producto terminado, es decir, una vez que el producto paso por los dos baños de dope.

#	Descripción del método actual	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenaje	Tiempo
1	Abrir prensa	1					7.74
2	Insertar sombrero	2					12.82
3	Cerrar prensa	3					8.13
4	Abrir prensa	4					7.87
5	Retirar sombrero	5					11.87
6	Apilar	6					4.78
7	Transportar a Endopado			1			25.47
8	Sumergir sombrero en mezcla	7					16.62
9	Retirar exceso de dopado	8					7.76
10	Acomodar sombrero para secar	9					23.16
11	Esperar a que se seque el sombrero				1		1800
12	Transportar a Maquinas			2			32.92
13	Recortar bordes	10					15.66
14	Alambrar bordes	11					27.66
15	Transportar a Endopado			3			19.43
16	Sumergir sombrero en mezcla	12					16.62
17	Retirar exceso de dopado	13					7.888
18	Acomodar sombrero para secar	14					23.16
19	Esperar a que se seque el sombrero				2		1800
20	Transportar a Pistolas			4			26.54
21	Pintar superficie superior	15					5.587
22	Esperar a que se seque el sombrero				3		86.2
23	Pintar superficie inferior	16					3.623
24	Esperar a que se seque el sombrero				4		82.42
25	Darle brillo al sombrero (laca)	17					6.31
26	Esperar a que se seque el sombrero				5		82.56
27	Transportar a Planchado			5			24.83
28	Planchar sombrero	18					45.64
29	Transportar a Maquinas			6			21.14
30	Poner filete	19					19.12
31	Transportar a Almacen			7			12.34
32	Alamcenar					1	-

Figura 1. Diagrama de flujo.

B. DEFINIR EL DISEÑO EXPERIMENTAL

Se configuró el Arreglo Ortogonal $L_4\,(2)^2$ con los niveles bajos y altos del solvente y del soluto.

C. EFECTUAR LAS CORRIDAS

Se desarrollaron las corridas correspondientes en el sombrero que fue proporcionado por la empresa, y así efectuar corridas sobre el producto que previamente ha sufrido cambios en el área de producción, con lo que se busca medir la variabilidad debida a los efectos de los factores y no a condiciones externas.

D. ANÁLISIS DE MEDIAS

Una vez realizadas las corridas, y haber estudiado y medido las muestras; se procedió a realizar el análisis estadístico (ver Figura 2). En la Figura 3, se presenta que el “Factor A” es preferible manejarlo en un nivel bajo, mientras que el “Factor B” se recomienda en un nivel alto, esto se debe a que en dichos niveles se obtuvieron los resultados con una dureza similar a la obtenida a la de la media de la muestra de sombraros obtenida en un inicio.

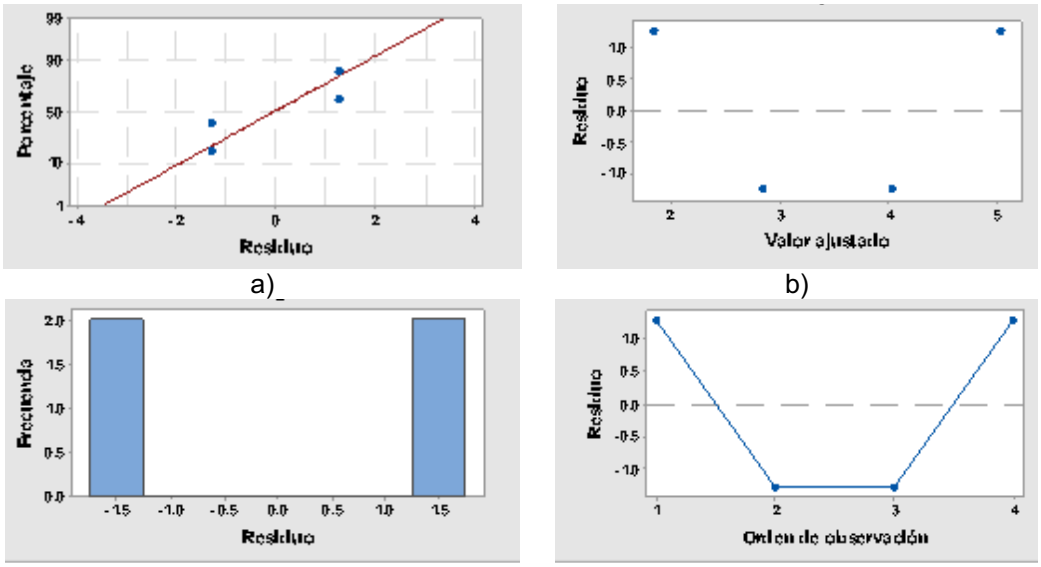


Figura 2. Gráfica de residuos para desviación estándar, a) probabilidad normal, b) vs. ajustes, c) histograma y c) vs. orden

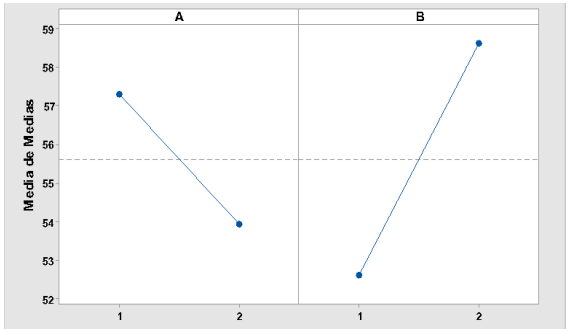


Figura 3. Gráfica de efectos principales para medias.

V. DISCUSIÓN

La formulación propuesta es factible, así como el uso de los Arreglos Ortogonales propuestos por el Dr. Genichi Taguchi; al permitir identificar los parámetros óptimos de la formulación de dope.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Reproduciendo las condiciones y operaciones que se realizan a cabo en el proceso de endopado; se obtuvo una mezcla cuyas cantidades óptimas se establecieron a partir de un diseño experimental de Taguchi, que permite que sombrero obtenga las propiedades de dureza que exige el mismo.

Una vez realizado el modelo, y después de haber realizado las pruebas en el sombrero, se llegó a una medición promedio de entre 55-59 HA con la mezcla propuesta, mientras que la media del muestro realizado arrojo como resultado una medición de 61.98 HA. Dando como viable la factibilidad de la formulación propuesta, al cumplir con las características de dureza que el producto final exige.

VII. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón y a la empresa Rocha Hats por las facilidades y el apoyo otorgado a lo largo del proyecto para la realización de la presente estancia de verano.

REFERENCIAS

[1] C. J. Kuntz, and S. Joseph, Washington, “Process of waterproofing straw hats and the like and product of the same”. *U.S. Patent 1566798*, Dec. 22, 1925.

[2] F. Royle, “Manufacture of felt and like hats”. *U.S. Patent 1043731*, Nov. 5, 1912.

[3] G. Taguchi, S. Chowdhury, and Y. Wu, *Taguchi´s Quality Engineering Handbook*, Ed. Wiley-Interscience, 2004. New York. Wiley. 1662 p.

[4] H. Gutiérrez, and S. De La Vara, *Análisis y diseño de experimentos*, Ed. Mc Graw Hill. México, 2008.

[5] J. Lawson, *Basic experimental strategies and date analisis for science and engineering*, 2017.

[6] C.-T. Su, *Quality Engeneering off-line Methods and Application*. CRC, 2013.

Determinación de perfiles de dureza en uniones soldadas de acero inoxidable ferrítico 439 adicionadas con nanopartículas de titanio, niobio y aluminio

María del Pilar de Urquijo Ventura
Instituto Tecnológico de Querétaro
Av. Tecnológico s/n
esq. Gral. Mariano Escobedo.
Colonia Centro Histórico
C.P. 76000, Querétaro, Querétaro
pilardeurquijov@gmail.com

Asesor: José Arturo Toscano Giles
Instituto Tecnológico de Querétaro
Av. Tecnológico s/n
esq. Gral. Mariano Escobedo.
Colonia Centro Histórico
C.P. 76000, Querétaro, Querétaro
jtoscano@mail.itq.edu.mx

Resumen **—**Se analizaron láminas de acero inoxidable Ferrítico 439 soldadas por el proceso GTAW que se les añadió nanopartículas de titanio, aluminio y niobio durante el proceso de soldadura con tres diferentes concentraciones, estos aceros tienen pobre soldabilidad ya que con el calor del proceso de unión los granos crecen demasiado, disminuyendo las propiedades mecánicas. A cada muestra se le realizaron mediciones de dureza y ataque químico para relacionar la microestructura con la dureza a lo largo de la región metal base-zona afectada por el calor-soldadura. Se encontró que las nanopartículas reducen la dureza de la zona afectada por el calor y en general en toda la pieza. La metalografía no revela una notoria reducción en el tamaño de grano.

Palabras clave **—** Dureza, Acero inoxidable, GTAW

Abstract **—** Ferritic 439 stainless steel sheets welded by the GTAW process were analyzed, titanium, aluminum and niobium nanoparticles were added during the welding process with three different concentrations, these steels have poor weldability since with the heat of the bonding process the grains they grow too much, decreasing mechanical properties. To each sample, hardness and chemical attack measurements were made to relate the microstructure to the hardness along the base-metal region affected by heat-welding. It was found that nanoparticles reduce the hardness of the area affected by heat and in general throughout the piece. The metallography does not reveal a notable reduction in grain size.

Keywords **—** Hardness, Stainless steel, GTAW.

I. INTRODUCCIÓN

La familia de aceros inoxidables ferríticos simples está principalmente formados por hierro y cromo. Estos materiales tienen mayor estabilidad de la fase ferrita, estructura BCC, por su contenido de cromo, y tienen poca solubilidad de elementos como carbono y otros elementos intersticiales. Estos aceros presentan propiedades magnéticas, son resistentes mecánicamente pero de baja ductilidad, se pueden endurecer a una temperatura relativamente alta y, si contiene altos porcentaje de cromo, carbón y nitrógeno es posible endurecerlo a temperatura ambiente. Los aceros de la serie 430 y 434 son muy usados por su resistencia a la corrosión, aunque en general son sensibles al tipo de corrosión intergranular generada por el proceso de soldado a altas temperaturas. Los efectos del nitrógeno y carbono se pueden reducir con niobio o titanio que estabilizan a los de la serie

444. Una de las principales razones por las que estos aceros no son buenos para soldar es que los granos crecen demasiado a elevadas temperaturas y tampoco se tiene un afinamiento de grano en este proceso, esto se traduce en una pérdida de la tenacidad. [1]

Los aceros de la serie 430 no se suelen usar en aplicaciones en las que se tenga que soldar, esto por las propiedades que pierde cuando crece el grano en el calentamiento, pero debido a su precio económico y sus buenas propiedades mecánicas es conveniente encontrar una manera para aumentar su soldabilidad, por esta razón se buscaron elementos limitantes del crecimiento del grano a altas temperaturas. Esta investigación se llevó acabo en base a la tesis de maestría "*estudiaron de propiedades mecánicas en unión soldada de acero inoxidable ferrítico 430 con la adición de nanopartículas de titanio, niobio y aluminio" [4]*, que determino cuales elemento se adicionarían en la soldadura. En este estudio se midieron perfiles de dureza para determinar el efecto del titanio aluminio y niobio en la soldadura con diferentes concentraciones de cada elemento. Las piezas se analizaron mediante microscopía óptica para observar la microestructura y relacionarla con los resultados de la microdureza.

II. MARCO TEÓRICO

Se puede encontrar en la literatura que los fenómenos que se pueden presentar en la soldadura de aceros ferríticos no sólo es el crecimiento de grano, que afecta a las propiedades del acero (en este caso del crecimiento de grano a la ductilidad), sino que también la formación de fase sigma (σ) FeCr que es un inter-metálico de cromo y hierro con una dureza de 900 Vickers y de gran fragilidad, o la precipitación de carburos M23C6. [2]

En los aceros ferríticos la fase sigma se forma cuando se mantiene al acero durante mucho tiempo a una temperatura entre 550 a 900 ˚C, también puede formarse en un enfriamiento lento. La precipitación de carburos se puede dar cuando el acero ferrítico presenta en su composición cardón y/o nitrógeno residual y con estos pueden el cromo formar carburo o nitruros, en el límite de grano, disminuyéndose con esto la cantidad de cromo disuelta en el metal afectando las propiedades anticorrosivas. A diferencia de los precipitados de cromo que se presenta como esferas, la fase sigma tiene una morfología completamente diferente que fragiliza al material y puede no presentarse en los límites de grano [2] [3].

III. MATERIALES

El material usado fue:

- Lijas de agua de 600 y 2000
- Alúmina de 0.25µm
- Paño de lana
- Alcohol
- Algodón
- Microdurómetro marca shimadzu

- Microscopio marca MEIJI TECHNO
- Glyceregia (35mL HCl ,10mL HNO_2 y 30mL glicerina)

IV. MÉTODO

Piezas soldadas mediante el proceso GTAW se montaron. Con el objetivo de eliminar las marcas con las que se recibieron las piezas se procedió a desbastarlas con las lijas 600 y 2000 para después pasar al pulido de las piezas y dejarlas con acabado espejo, de acuerdo a las técnicas metalograficas comunes utilizadas en metales [5].

Posteriormente se procedió a realizar los ensayos de dureza en el microdurómetro, en cada pieza se realizaron 40 identaciones utilizando un tiempo de penetración de10 segundos, con separación de 0.5 mm entre cada huella y una carga de 19,61 N. Los resultados del ensayo se utilizaron para graficar la dureza en función de la longitud de la pieza.

Después se preparó el reactivo de ataque *Glyceregia* con 35 mL HCl, 10 mL HNO_2 y 30 mL el cual se aplicó frotando 10 veces cada pieza y después se enjuagaron con alcohol. Finalmente se visualizó en el microscopio el resultado de este ataque y se tomaron imágenes de las zonas relevantes para el estudio.

V. RESULTADOS

Las imágenes obtenidas en el microscopio de las muestre y el patrón se observan en las figuras 2 y 1. Sí se compara la figura 1 con la a) o b) de la figura 2 se puede ver más claramente la reducción del grano que en las demás imágenes.

Las figuras 3 y 4 son los resultados de los ensayos de durezas, comparan las muestras con el patrón. Es clara la tendencia que tiene las nanopartículas a reducir la dureza. Tanto el patrón como las muestras tienden a aumentar su dureza en la zona afectada por el calor, pero en las piezas con nanopartículas se observa que este crecimiento de la dureza es menor.

Fig. 1. Zona afectada por el calor muestra patrón.

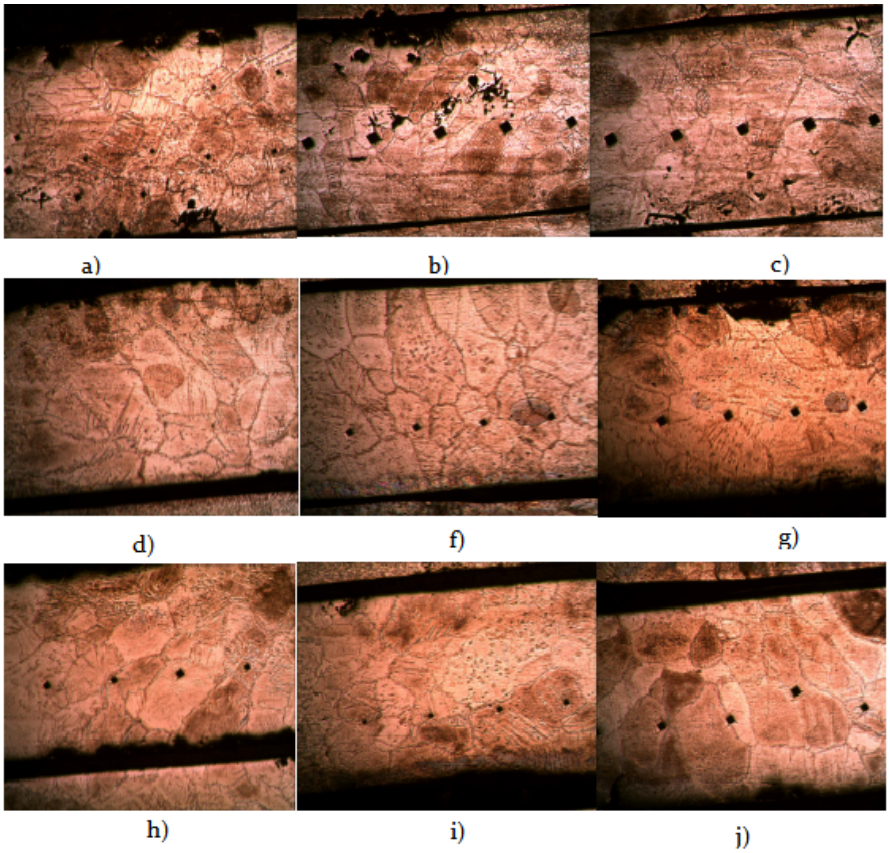


Fig. 3. Concentración al 0.75% de a) Nd, b) Al, c) Ti, 1% d) Nb, f) Al, g) Ti y 1.5% de h) Nb, i) Al y j) Ti a 40x.

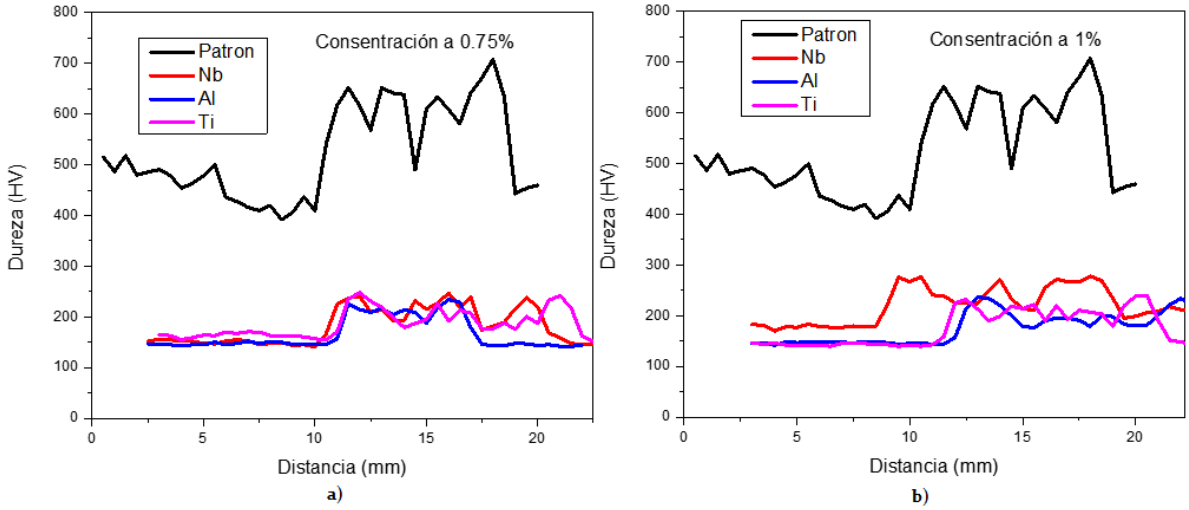


Fig. 4. a) Nb, Al y Ti al 0.75% con el patrón b) Nb, Al y Ti al 1% con el patrón.

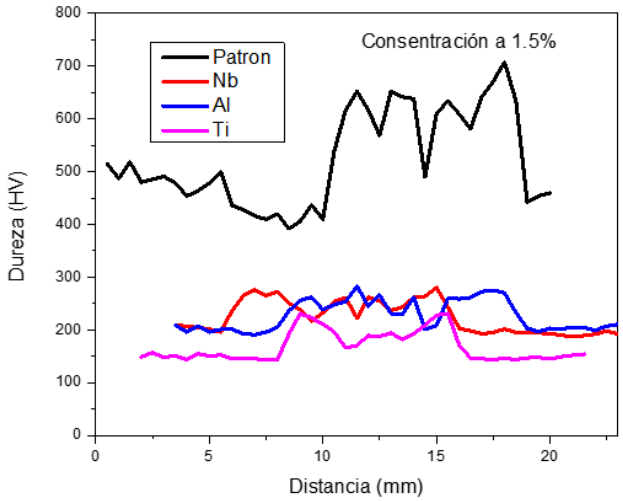


Fig. 5. Nb, Al y Ti al 1.5% con el patrón.

VI. DISCUSIÓN

Si comparamos las imágenes de la figura 3 se observa de la influencia de las nanopartículas en el tamaño del grano, pero en las muestras, que presentan un tamaño de grano menor, son claramente las de Nb y Al al 0,75%.

Con un tamaño de grano menor esperaríamos que la dureza aumente, pero las nanopartículas que tendrían que limitar el crecimiento de grano, notoriamente reducen la dureza, esto se puede deber a que las nanopartículas no permitan la formación de precipitados y fases más duras.

VII. CONCLUSIONES

El efecto de las nanopartículas sí es visible en la disminución del crecimiento del grano, pero se tendría que verificar con más pruebas en las que se tengan las mismas condiciones pero diferentes concentraciones ya que no es muy claro si el tamaño del grano sólo se vio afectado por el elemento y la concentración que se usaron en la muestra, ya que los efectos no se ven reflejados tan claramente en todas las piezas.

Se puede ver claramente que las nanopartículas causan un efecto de disminución de la durezas ya que se puede ver que recorre los valores en todas las concentraciones hacía abajo, también disminuye la dureza de la zona afectada por el calor, es decir no es los valores de dureza no cresen tan pronunciada en la zona afectada por el calor.

VIII. AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Querétaro por lo beca ortorgada para la realización del estudio. A los auxiliares del laboratorio tanto de materiales como de posgrado y mecánica del ITQ.

REFERENCIAS

[1] A.L Martín, “Propiedades y soldabilidad de los aceros inoxidables”, Lincoln Electric, 09/04/12

[2] Ingemecánica. (21, jun, 2019). Soldadura de los Aceros Inoxidables (nº 48.) [Online]. Available: https://ingemecanica.com.

[3] P. Molera Solà, Metales resistentes a la corrosión. Barcelona España: MARCOMBO, S.A, 1990.

[4] C. Ramírez García, “Estudio de propiedades mecánicas en unión soldada de acero inoxidable ferrítico 430 con la adición de nanopartículas de titanio, niobio y aluminio”, M.S tesis, Posgrado, ITQ, Querétaro, Qro, 2019.

[5] ASM international, Volume 9 Metallography And Microstructures. 9th Edition. USA: ASM Handbook Comummittee, 1992.

[6] R.E. Trevisan y H.C. Fals, “Influencia de la velocidad de soldadura del proceso MIG en la Corrosión Intergranular de Aceros Inoxidables Austeniticos AISI 316”, Información Tecnológica, vol 8, no 2, pp 59-65, 1997.

Determinación del perfil de esfuerzos residuales compresivos resultantes de un proceso de granallado interno a barras tubulares mediante el uso de software de análisis de elemento finito

Lucía Alicia Servín Constante
Universidad Politécnica de San Luis Potosí
Calle Urbano Villalón 500, La Ladrillera,
C.P.78369 San Luis, S.L.P
160704@upslp.edu.mx

Asesora: Ma. Guadalupe Ortiz López
Universidad Politécnica de San Luís Potosí
Calle Urbano Villalón 500, La Ladrillera,
C.P.78369 San Luis, S.L.P
guadalupe.ortiz@upslp.edu.mx

Resumen **—** El granallado es un proceso de trabajo en frio ampliamente utilizado para incrementar la resistencia mecánica superficial de los componentes metálicos en la industria aeroespacial y automotriz, e inhibir la propagación de micro-grietas. Ésta mejora en las propiedades de los materiales se logra al crear esfuerzos residuales compresivos que permanecen en la superficie de las piezas. Uno de los métodos para determinar los esfuerzos alcanzados se basa en el uso de software para Análisis de Elemento Finito. En éste trabajo, se usó el software ABAQUS para validar resultados previos basados en métodos analíticos y compararlos con los que se han obtenido experimentalmente. La influencia de ángulo de re-direccionamiento del chorro de granalla es el tema específico de estudio de éste trabajo.

Palabras clave **—** Granallado, análisis de elemento finito, esfuerzo residual.

Abstract **—** Shot peening is a cold working process widely used to increase the surface mechanical strength of metallic components in the aerospace and automobile industries and to inhibit the propagation of micro-cracks. This improvement is achieved by compressive residual stresses that counteract the tensile stress on the outer fibers of the piece. One of the methods used to determine the stresses generated is the Finite Element Analysis. The software used in this work is ABAQUS to validate previous results based on analytic methods and compare them with the ones that have been experimentally obtained. The influence of the re-directional angle of the shot blasting is the principal goal to study in this work.

Keywords **—** Shot blasting, finite element analysis, residual stress.

I. INTRODUCCIÓN

El proceso de granallado de superficies a través de la utilización de materiales abrasivos tuvo su inicio en 1870, cuándo Benjamin Chew Tilghman descubrió y patentó el principio de limpieza con chorro de arena. Los abrasivos metálicos fueron utilizados por primera vez en 1885, en Inglaterra, pero su aceptación industrial ocurrió solamente alrededor de 1920, cuando comenzaron a aparecer evidencias de las ventajas económicas y técnicas como: menor desgaste de los equipos, mejor acabado superficial y mayor productividad.

El granallado (shot peening) es un proceso de trabajo en frío usado principalmente para mejorar la vida a la fatiga de componentes metálicos [1].

Para la técnica de granallado, la superficie de una pieza de trabajo recibe impactos repetidos de una gran cantidad de granallas o esferas de acero fundido, vidrio o material cerámico que producen penetraciones traslapadas en ella, causando esta acción

deformación plástica de la superficie. Debido a que esta deformación no es uniforme a lo largo del espesor del componente, el granallado origina esfuerzos residuales compresivos sobre la superficie [2].

Las tendencias de los desarrollos de productos y la aplicación de nuevas tecnologías en la industria llevan a la fijación de objetivos de desempeño más exigentes tales como mayor flexibilidad, menor consumo de energía y reducción de peso, los cuales impactan en el diseño de los diversos componentes.

Hablando específicamente de la reducción de peso, se ve reflejada la disminución del espesor de las paredes, que da por resultado la sustitución de componentes cilíndricos solidos por elementos tubulares. En la superficie interna de estos elementos tubulares se requiere la creación de esfuerzos residuales compresivos para mejorar las expectativas de vida del producto [3]. Una solución a considerar es la aplicación de granallado por impacto de partículas en esta superficie.

II. MARCO TEÓRICO

A. Elemento finito

El método de elementos finitos (FEM), es un método comúnmente empleado para la solución de problemas de ingeniería que involucran un alto grado de complejidad de matemáticas aplicadas, así como las fisicomatemáticas, ya que gran parte de los problemas que se presentan en estas áreas involucran geometrías complejas, cargas no distribuidas y determinación de propiedades de materiales.

El uso del FEM es aplicado para el análisis de estructuras, problemas de transferencia de calor, flujo de fluidos, entre otros. Generalmente no es posible obtener una solución analítica directamente de expresiones matemáticas. Estas soluciones requieren la solución de ecuaciones diferenciales, las cuales, debido a las geometrías complejas que se analizan no son posibles de resolver.

Durante la aplicación del FEM, en lugar de intentar resolver el problema como un todo en una sola operación, se divide el cuerpo del problema en un numero finito de elementos, los cuales a su vez se resuelven simultáneamente y se obtiene el resultado de un todo conformado por cada resultado arrojado por los elementos finitos.

B. Software de análisis de elementos finitos

El análisis de elementos finitos (FEA) es un método computarizado para predecir cómo reaccionará un producto antes las fuerzas, la vibración, el calor, el flujo de fluidos y otros efectos físicos del mundo real.

FEA descompone un objeto real en un gran número (entre miles y cientos de miles) de elementos finitos, como pequeños cubos. Las ecuaciones matemáticas permiten predecir el comportamiento de cada elemento. Luego, una computadora suma todos los comportamientos individuales para predecir el comportamiento real del objeto.

Los softwares más utilizados para FEA son: Abaqus Simulia, ADINA, Siemens NX y ANSYS. Para fines de ésta investigación se usó el software Abaqus, ya que es el más utilizado para el estudio de impactos. El software consta de un preprocesador (CAE) que

genera unos archivos de entrada que posteriormente se tratan con el procesador. Finalmente, los resultados se pueden consultar con un postprocesador que permite ver los resultados en un entorno gráfico muy intuitivo.

C. Proceso de granallado

Entre los procesos de tratamiento mecánicos superficiales el más utilizado es el granallado, debido a que permite ajustar el incremento de resistencia del material, se alcanza un proceso de alta calidad y facilita la limpieza de las superficies.

Granallado (shot peening) es una operación de tratamiento superficial de los metales, en el cual, múltiples proyectiles de acero son dirigidos a la pieza de trabajo que está siendo tratada. El impacto del proyectil actúa como si fuera un pequeño martillo, producirá una deformación plástica desde la superficie de la pieza hasta una profundidad de capa desde los 5 hasta los 250 micrómetros.

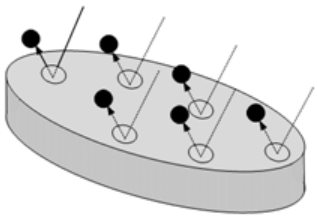


Figura 1 Proyectil esférico impactando la superficie de la pieza de trabajo

Después del impacto de un proyectil se identifican dos regiones de interacción con este: la región elástica que retorna al estado libre de esfuerzos y la región deformada plásticamente dónde el estado de esfuerzos de compresión permanece. Esto se conoce como perfil de esfuerzos residuales compresivos. Por otra parte, se logra un incremento en la dureza superficial del material a partir del trabajo mecánico de la pieza. Estos dos efectos dan como resultado una mayor resistencia de la pieza a la fatiga.

En la figura 2 se muestra como los esfuerzos de tensión generados bajo el estado de carga en funcionamiento de una barra cilíndrica son contrarrestados por los esfuerzos de compresión.

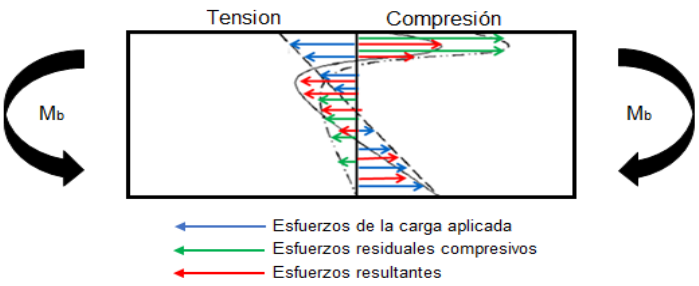


Figura 2 Superposición de los esfuerzos residuales compresivos al estado de esfuerzos bajo carga

D. Esfuerzos residuales compresivos

Esfuerzos residuales, son los esfuerzos que “encapsula” un material después de que la causa original de los esfuerzos ha sido removida. Las tensiones residuales se producen por una variedad de razones, incluyendo deformaciones inelásticas y el tratamiento térmico. Estos esfuerzos cierran las micro-grietas al contrarrestar los esfuerzos de tensión en las fibras externas de los componentes sometidos a flexión o torsión cíclica.

III. METODOLOGÍA

Primero se seleccionó el software más adecuado para la elaboración de la simulación, el cual, para los fines de esta investigación se eligió ABAQUS Simulia, ya que está enfocado principalmente en el estudio de impacto de piezas. Con él, se puede crear, editar, monitorear, diagnosticar y visualizar rápidamente el análisis de elemento finito del modelo con el que se trabaja.

Con el fin de conocer el manejo del software, se realizaron diferentes tutoriales. Los resultados se muestran en las figuras 3 y 4.

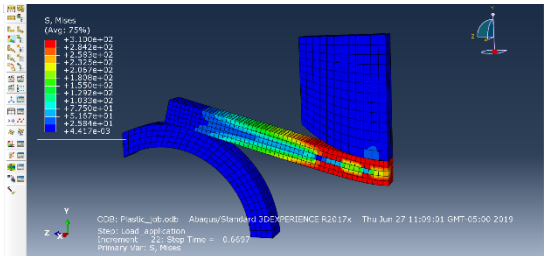


Figura 3 Tutorial "Plastic Deformation"

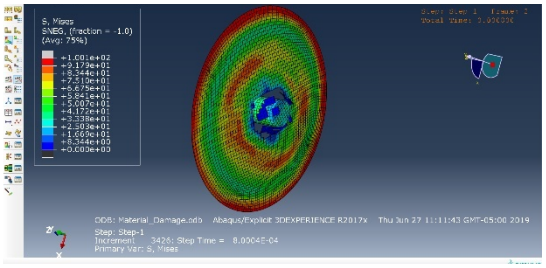


Figura 4 Tutorial "Ball to Plate Impact"

Para realizar el estudio es necesario analizar varios escenarios virtuales que sirvan para representarlo. Dentro de las propuestas que se encuentran en la literatura técnica se eligieron los dos más representativos en 3 Dimensiones para reproducir la situación a modelar. El primero basado en la superficie de dos simetrías [4] y el segundo, utilizando una superficie semicircular con una superficie de geometría [5].

Los modelos 3D presentados a continuación fueron elaborados en el software SOLIDWORKS.

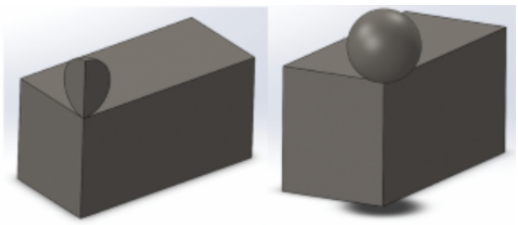


Figura 5 Modelos 3D propuestos

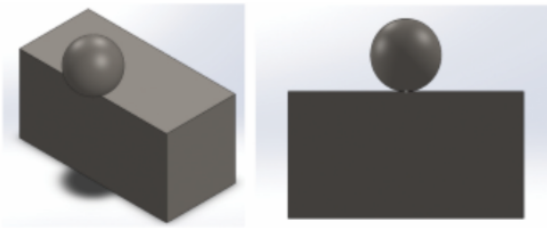


Figura 6 Modelo 3D seleccionado

Teniendo el modelo 3D listo, se comenzó a realizar la simulación en ABAQUS. Los primeros intentos no fueron exitosos, teniendo como resultado deformaciones exageradas de la granalla y la placa después del impacto (figura 7).

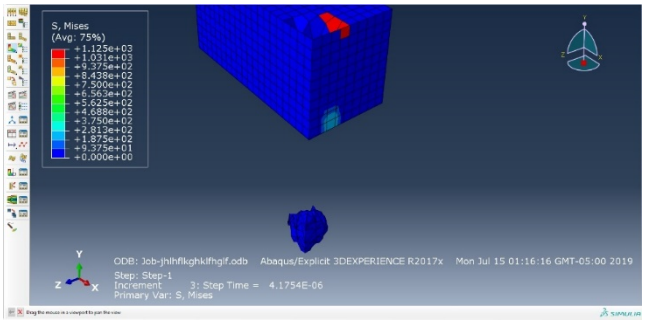


Figura 7 Simulación impacto de granalla en placa Almen

Después de preguntar en distintos foros de expertos en el manejo del software, se modificaron parámetros de la granalla y la placa; el mallado, parámetros que rigen el comportamiento de la simulación, condiciones de frontera y propiedades de los materiales. Con estos cambios se obtuvieron los resultados esperados.

Como se muestra en las ilustraciones anteriores, el impacto de la granalla es a 90° de la placa. Ahora, el objetivo era que la granalla impactara a 60°, 45° y 30°. No fue un trabajo sencillo debido a que el software no es muy flexible para la modificación del sistema de coordenadas o decidir una trayectoria con ángulo respecto a un plano.

IV. RESULTADOS

Todas las simulaciones se corrieron a una velocidad de impacto de la granalla de 170 m/s. Los resultados del impacto de granalla a diferentes ángulos se muestran en las figuras 8 a 11.

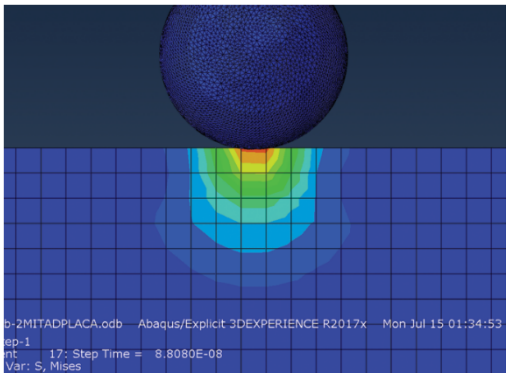


Figura 8 Ángulo de impacto de 90° de la granalla respecto a la placa

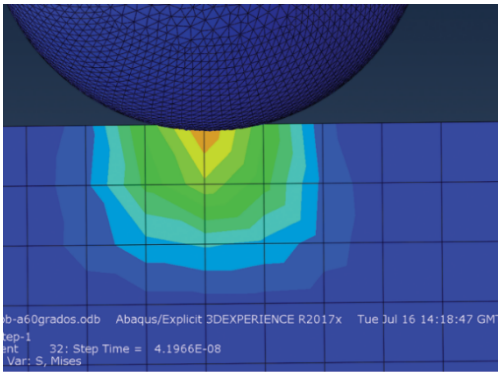


Figura 9 Ángulo de impacto de 60° de la granalla respecto a la placa

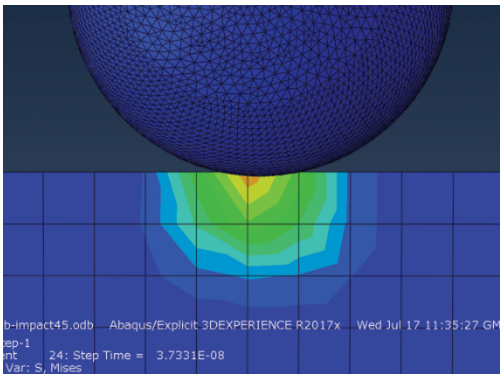


Figura 10 Ángulo de impacto de 45° de la granalla respecto a la placa

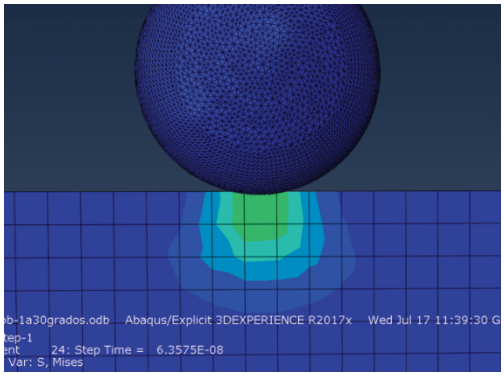


Figura 11 Ángulo de impacto de 30° de la granalla respecto a la placa

V. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos de las simulaciones realizadas, se puede concluir que, el ángulo, con el cual impacta la granalla, es determinante en la generación de los esfuerzos residuales. Además, se comprueba que, efectivamente, dichos esfuerzos se producen por la fuerza normal producto de la descomposición angular de la misma.

Cabe mencionar que, se ésta haciendo en colaboración con una investigación de tipo industrial y los resultados se incluirán en un artículo para un congreso de la especialidad.

REFERENCIAS

[1] Meguid, S. A., Shagal, G., Stranart, J. C., & Daly, J. (1999). Three-dimensional dynamic finite element analysis of shot-peening induced residual stresses. *Finite Elements in Analysis and Design*, 31(3), 179-191.

[2] Kalpakijan, S., & Schmid, S. R. (2008). Manufactura, ingeniería y tecnología. México: Paerson Prentice Hall.

[3] Y. Won Seo, J. Won Sur, W. Ki Lee, Y Kim, Effect of Inner Shot Penning Process for Tubular Stabilizer Bars, Trans. of the Korean Society of Mechanicals Engineers A, 41 (11), (2017) 1119-1124.

[4] Edberg J.; Lindgren L.; Mori K. Shot peening simulated by two different finite element formulations. Simulation of materials processing: theory, methods and applications. 1995. pp. 425-43.

[5] Al Hassani S.T.S.; Kormi.; Webb D.C. “Numerical sumulation of multiple shot impact”. Proceedings of 7th ICSP. Warsow, Poland, September 28-October 1

Diseño de dispositivo experimental para evaluar fluidos magnetoreológicos

Juan Demetrio Zúñiga Herrera
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica-U.N.
Av. Barranquilla, S/N.
C.P. 25750, Monclova, Coahuila.
demezuhe@gmail.com

Asesor: Jesús Emilio Camporredondo Saucedo
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica-U.N.
Av. Barranquilla, S/N.
C.P. 25750, Monclova, Coahuila
camporredondo05@gmail.com

Resumen —Los fluidos magnetorrelógicos han sido investigados por ser de mucha importancia debido a sus propiedades reológicas dependientes de la incidencia del campo magnético. Magnetoreológico es una rama de la reología que se ocupa del flujo y la deformación de los materiales bajo un campo magnético aplicado. Estos tipos de materiales cambian sus propiedades reológicas bajo la aplicación de campo magnético aplicado y se vuelven de líquido a sólido en tan sólo unos segundos. Fluido MR es la suspensión coloidal de partículas de tamaño micrométrico, polarizables magnéticas (partículas de metal de hierro) en el fluido portador magnéticamente neutro (parafina viscosidad del aceite bajo de aceite / silicio) cuya viscosidad se puede variar de líquido a semisólido con la ayuda de campo magnético. Magneto.

Fluido magnetoreológico (MR) la tecnología de fluidos se ha demostrado para muchas aplicaciones industriales como amortiguadores, actuadores, amortiguadores de asiento, etc.

Palabras clave—Fluido Magnetorelógico, Viscosidad, Campo magnético, Materiales inteligentes.

Abstract —Magneto rheological (MR) fluids have been investigated to be of much importance due to their magneto rheological dependent properties. Magneto Rheological is a branch of rheology that deals with the flow and deformation of the materials under an applied magnetic field. These types of materials change their rheological properties under the application of magnetic field applied and turn from liquid to solid in just few seconds. MR fluid is the colloidalsuspension of micron sized, polarizable magnetic particles (iron metal particle) in the magnetically neutral carrier fluid (low viscosity paraffin oil / silicon oil) whose viscosity can be varied from liquid to semisolid with the help of magnetic field. Magneto rheological (MR) fluid technology has been proven for many industrial applications like shock absorbers, actuators, seat dampers, etc.

Keywords— Magneto-logical fluid, Viscosity, Magnetic field, Intelligent materials.

I. INTRODUCCIÓN

El descubrimiento de fluidos magnetorreológicos (MR) se atribuye a Jacob Rabinow en 1940. Los fluidos magnetorreológicosson una clase de material inteligente que se puede denominar simplemente como un fluido controlable. Hoy en día son estables y tienen muchos la capacidad de influirpropiedades tales como una alta tensión de fluencia y baja viscosidad. Debido a esto los fluidos magnetorreológicos se utilizan recientemente en el sistema de suspensión del vehículo. Los fluidosMagnetoreológicos son mezcla de partículas de hierro de tamaño micrométrico (partícula ferromagnética) y un aceite portador apropiado. Los fluidos MR responden a un cambio en las propiedades reológicas durante la aplicación de un campo magnético externo.

La reología es la rama de la ciencia que se ocupa del estudio de la deformación y el flujo de la materia tales como fluidos magnetorreológicos, sangre, pintura, etc., bajo la influencia de un esfuerzo. La magnetorreología es una rama de la reología que se ocupa del flujo y la deformación de los materiales bajo un campo magnético aplicado. Estos tipos de materiales cambian sus propiedades reológicas bajo la aplicación de campo magnético aplicado y se vuelven de líquido a sólido en apenas pocos segundos.

Las partículas de hierro que tienen propiedades magnéticas (partículas ferromagnéticas) de tamaño micrométrico se suspenden libremente en el aceite de baja viscosidad, por lo general parafina. Estas partículas están suspendidas de forma aleatoria en el aceite en su condición normal que es antes de aplicar el campo magnético externo.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Cable de cobre, Multímetro marca Truper, Adaptador de voltaje marca ASSA ABLOY Modelo H48N7534 y con alimentación 127V CA 60 Hz 0.100A – Salida 12V CD 0.200A – Salida 12V CA 60 Hz 1.0A, vaso de precipitado, polvo de hierro, vidrio de reloj.

a) b) c) d)

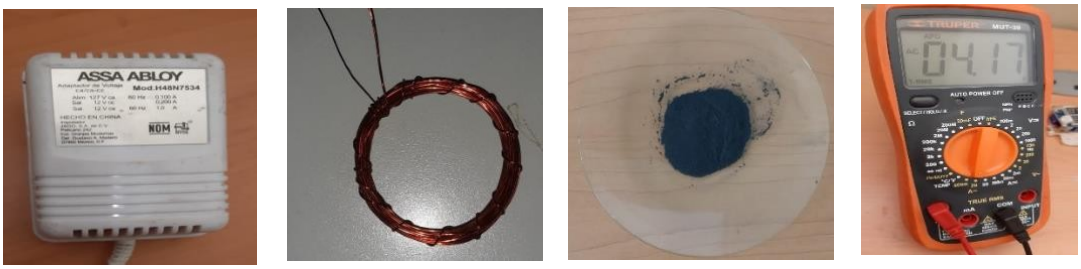


Fig. 1. Componentes empleados para integrar el dispositivo experimental (a) Eliminador CA, CD - 12V, 3A. (b) Bobina, (c) muestra de polvo de magnetita, (d) multímetro.

Primero se debe armar una bobina con alambre de cobre, calibre 0.70 mm, aproximadamente 4 metros. Utilizando un vaso de precipitado como base, se procede a armar la bobina.

Con el adaptador conectado a alimentación general de una habitación a 110V,se procede a conectar la bobina y en un extremo de la bobina se conecta el multímetro. Para observar los distintos resultados, se conecta la bobina a corriente directa y después a corriente alterna.

III. RESULTADOS

A. Corriente directa

Al utilizar la corriente directa se observó un campo magnético más débil y un consumo de 1.7 A, por lo cual el nivel de reacción del polvo de hierro fue menor y casi imperceptible.

a) b) c)

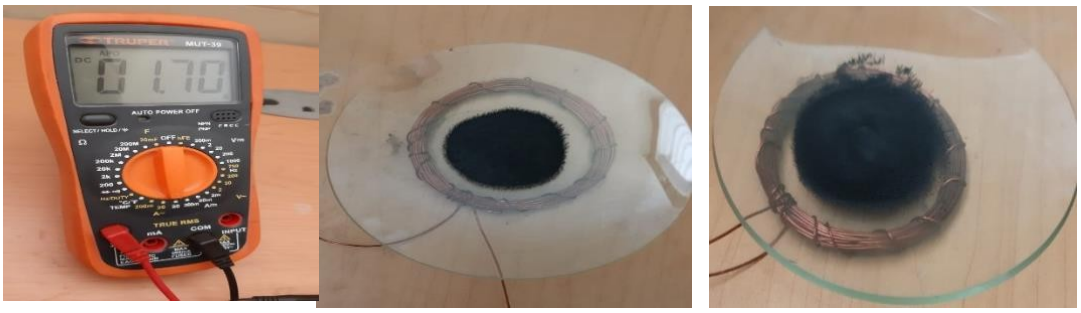


Fig. 2. (a) Consumo eléctrico en pruebas con corriente directa, (b) muestra sin campo magnético inducido, (c) muestra bajo campo magnético inducido.

B. Corriente alterna

Utilizando corriente alterna se observó un campo magnético más fuerte debido a un mayor consumo, 4.17A, como consecuencia el nivel de reacción fue mucho mayor. Fue más fácil apreciar la vibración y excitación del polvo de hierro, y la tendencia a unirse con la bobina.

a) b) c)

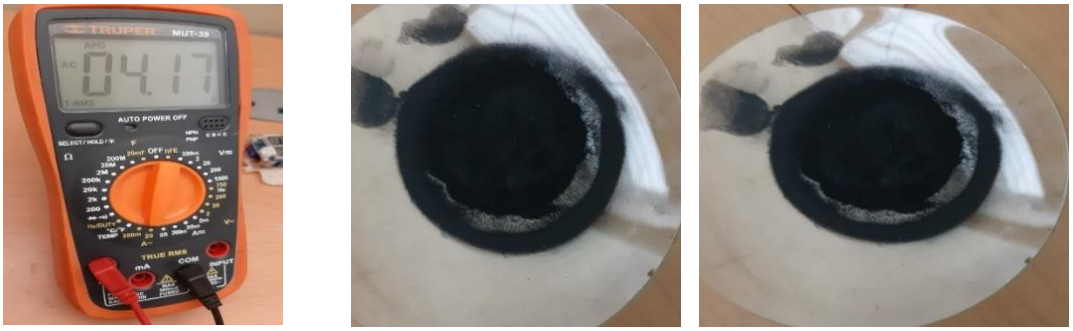


Fig. 3.(a) Consumo eléctrico en pruebas con corriente alterna, (b) muestra sin campo magnético inducido, (c) muestra bajo campo magnético inducido.

IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Como se pudo observar es mucho más eficiente utilizar la corriente alterna, ya que fuemuy sencillo apreciar la reacción del polvo de hierro.

También al estar trabajando con corriente directa es fácil notar la bobina más fría, a diferencia de estar trabajando con corriente alterna, se noto un mayor aumento de temperatura en la bobina.

V. CONCLUSIONES

En este proyecto se propuso como un prototipo base con materiales “caseros”, para seguir trabajando y desarrollando el producto final con mejores materiales, el cual se espera que se obtenga mejores resultados.

Se obtuvieron resultados positivos de este prototipo los cuales nos servirán como base para comprender mejor el objetivo del producto final, el cual se trabajará con aceite y polvo de hierro.

Una de las ventajas del método utilizado son los materiales de fácil acceso y bajo costo. Y es muy sencillo armar el prototipo sin la necesidad de tener amplios conocimientos eléctricos.

VI. AGRADECIMIENTOS

Al comité Organizador del Verano de la Ciencia Región Centro, por hacer posible este programa que nos incentiva a los jóvenes a la aplicación de la investigación. A nuestra casa de Estudios, la Universidad Autónoma de Coahuila por las facilidades otorgadas y a los miembros del Cuerpo Académico UACOAH-CA-124 “Metal Mecánica y Materiales avanzados” por la guía y el apoyo brindados.

REFERENCIAS

[1] Roszkowski, A., Bogdan, M., Skoczynski, W., &Marek, B. (2008). Testing viscosity of MR fluid in magnetic field. *MeasurementScienceReview*, *8*(3), 58-60.

[2] Kolekar, S. (2014). Preparation of magnetorheological fluid and study on its rheological properties. *International Journal of Nanoscience*, *13*(02), 1450009.

[3] Sonawane, A. V., More, C. S., Bhaskar, S. S., Sonawane, A. V., More, C. S., &Bhaskar, S S. (2016). A study of properties, preparation and testing of magneto-rheological (MR) fluid. *International JournalforInnovativeResearch in Science and Technology*, *2*(9), 82-86.

Diseño de prototipos experimentales bajo programación con arduino

Janis Paulina Lara Patiño
Universidad de Guanajuato
Av. Juárez 77. Centro. Guanajuato, Gto.
jp.larapatino@ugto.mx

Asesor: Francisco Antonio Horta Rangel
Universidad de Guanajuato
Av. Juárez 77. Centro. Guanajuato, Gto.
anthort@ugto.mx

Resumen Con el fin de evaluar la influencia de campo magnético sobre semillas de *Phaseolus vulgaris*, se construyó un prototipo de cámara de climatización mediante el uso de un microcontrolador ARDUINO. Se realizaron dos experimentos, el primero consistió de una exposición de 4 horas con 10 ciclos de medio segundo encendido y apagado cada 5 minutos; el segundo de una duración de 2 horas con pulsaciones de una décima de segundo. Mediante análisis estadístico de índice de velocidad de germinación (IVG), porcentaje final de germinación (FPG) y longitud media de radícula (LMR); los resultados indican que el efecto de campo magnético en ambos casos fortalece el desarrollo y crecimiento de las plántulas.

Palabras Clave Campo magnético ARDUINO, semillas, Phaseolus vulgaris,

Abstract In order to evaluate the influence of the magnetic field on seeds of Phaseolus vulgaris, a prototype of the air conditioning chamber was constructed through the use of an ARDUINO microcontroller. Two experiments were performed, the first consisting of a 4-hour exposure with 10 cycles of half a second on and off every 5 minutes; the second of a duration of 2 hours with pulsations of a tenth of a second. By means of statistical analysis of germination speed index (IVG), final germination percentage (FPG) and average radicle length (MRL); The results indicate that the magnetic field effect in both cases strengthens the development and growth of the seedlings.

Key words Magnetic field, ARDUINO, seeds, Phaseolus vulgaris.

I. INTRODUCCIÓN

El impacto que ha provocado la urbanización y el cambio climático están convergiendo en peligrosas direcciones que suponen una seria amenaza para la estabilidad medio ambiental, económica y social del mundo (ONU, 2011). Donde el sector agrícola se ve directamente afectado, con la disminución de áreas de cultivo, la erosión de los suelos y con la deficiencia en la calidad de las semillas con bajos porcentajes de germinación (Pietruzewski et al., 2007) dificultando cada vez más la producción de alimentos para abastecer a la población mundial actual.

Con relación a la adecuación biológica de plantas y los efectos negativos ocasionados por la urbanización y el cambio climático existe una reducción en la cantidad de semillas, debido a que en poblaciones más pequeñas y aisladas disminuyen la calidad y cantidad de polen que llega a los estigmas (Cunningham, 2000). Lo que disminuye la calidad de las semillas, reduciendo atributos como la viabilidad, tamaño o capacidad germinativa (Ramsey y Vaughton, 1996) que terminaría por reducir las poblaciones de plantas a largo plazo (Henríquez, 2004).

La forma para incrementar el rendimiento en las cosechas es con semillas de buena calidad, la cual se refiere al conjunto de atributos genéticos, físicos, fisiológicos y sanitarios que afectan a la capacidad de las plantas para producir altos rendimientos. En donde la

cualidad física comprende pureza, grado de humedad, tamaño, color, densidad, apariencia y daños externos, mientras que la fisiología evalúa la viabilidad y vigor de la semilla, determinantes del rendimiento de las cosechas. (Rico, 2014)

Las semillas con buena calidad fisiológica tienen un mayor porcentaje y velocidad de germinación, así como plántulas más altas con una buena capacidad de absorción de agua y mayor biomasa lo que proporciona un mayor rendimiento (Duran et al.,2011; Hussein et al.,2011; Hye Kim et al., 2004). Entre los métodos utilizados por el hombre para la obtención de semillas con calidad se encuentran el uso de agroquímicos, el cual consiste en la aplicación de abonos, fertilizantes, herbicidas, insecticidas o fungicidas que se ha comprobado el daño que causan a la tierra afectando los alimentos cosechados. Actualmente, la ingeniería genética ha aportado algunos descubrimientos para evitar los daños generados por los agroquímicos y generar plantas resistentes y con mayor producción, modificando el material genético de las semillas; introduciendo las semillas transgénicas. Sin embargo, existe aún mucha controversia en cuanto al uso de los productos transgénicos por sus posibles efectos en la salud y en el medio ambiente.

Por otro parte, existen métodos denominados biofísicos, en donde se estudia la biología con los principios y métodos de la física. Algunos ejemplos del empleo de este tipo de métodos son el pretratamiento mediante la estimulación de semillas con luz láser, campo magnético permanente, estático o variable producido con bobinas, agua tratada magnéticamente, entre otros que han tenido resultados favorables en la germinación de semillas. Sin embargo, aún se desconoce el fundamento de la técnica. (Rico, 2014). En el presente trabajo se expone la investigación y experimentación que se realizó sobre el método biofísico del efecto que tiene un campo magnético variable en la germinación de semillas de frijol (Phaseolus vulgaris L.).

II. MARCO TEÓRICO

El empleo de los métodos biofísicos se relaciona con los estudios realizados sobre el electromagnetismo y el biomagnetismo. Los cuales están directamente relacionados con el magnetismo de la Tierra, los primeros descubrimientos sobre el electromagnetismo se remontan a los 2000 años a.C., por lo chinos quienes fueron los primeros en usar la brújula y los griegos, específicamente a Tales de Mileto, por la observación de la roca magnetita (Fe_3O_4) y el descubrimiento de que el ámbar después de ser frotado atraía objetos livianos; introduciendo el término de electricidad. En 1600, William Gilbert descubrió que esa característica no era propia del ámbar y aplico el término de electricidad para la fuerza que ejercen estas sustancias después de ser frotadas, fue quien demostró experimentalmente la naturaleza electromagnética de la Tierra. (Rico, 2014)

El planeta Tierra contiene en el centro un núcleo de hierro fundido en movimiento (Rico, 2014) y genera un campo magnético que lo protege de la radiación y los vientos solares, este se formó hace 3450 millones de años, promoviendo la aparición de actividad biológica en el planeta (Tarduno et al.,2010). La intensidad del campo magnético terrestre es bastante débil y oscila entre 0.4-0.6 Gauss, dependiendo de la latitud (Álvarez, 2011). De igual forma existen campos magnéticos artificiales entre los cuales se encuentran los campos magnéticos constantes o estáticos (CME), producidos por imanes permanentes (CMP), por

bobinas alimentadas por corriente directa y campos magnéticos variables en el tiempo (CMV), producidos con bobinas alimentadas por corriente alterna. (Pietrusewsky y Kania, 2010).

A finales del siglo XVIII, Coulomb formula la ley que describe los fenómenos de las cargas eléctricas: “las fuerzas generadas entre dos polos magnéticos iguales u opuestos, es producto de sus cargas eléctricas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa” (Rico, 2014). En 1820, Christian Oersted instruyó la existencia de fenómenos electromagnéticos y André-Marie Ampère formuló la hipotesis de que los imanes deben sus propiedades magnéticas a corrientes eléctricas microscópicas, lo que determina que el campo magnético es algo invariablemente unido a la corriente eléctrica. En el Sistema Internacional la unidad de corriente eléctrica recibe su nombre, Amperio, en su honor. Después en 1831, Michael Faraday descubrió el fenómeno de la inducción magnética y la electrodinámica, con base en los cuales inventó el generador eléctrico y redactó las leyes de la inducción magnética. En 1846 anunció que el magnetismo era una propiedad de la materia y clasificó los materiales en ferromagnéticos, diamagnéticos y paramagnéticos (Gamow, 2001). De igual forma en el Sistema Internacional la unidad de capacidad eléctrica se denomina en su honor.

En 1873, James Clerk Maxwell dio una formulación matemática cuantitativa a las ideas de Faraday, relativas a la naturaleza y las leyes del campo magnético. Enuncia cuatro ecuaciones que desprenden la existencia de ondas electromagnéticas que transportan energía. La existencia de estas ondas fue demostrada experimentalmente en 1888 por el físico alemán Henrich Hertz y condujo al desarrollo de la técnica de la radiocomunicación (Gamow, 2001).

A. Electromagnetismo

Para comprender el electromagnetismo es necesario comprender los fundamentos básicos del magnetismo y de las cargas eléctricas. El magnetismo es la parte de la física que estudia los fenómenos relativos a los imanes y al campo magnético creado por estos, así como el comportamiento de los diferentes materiales sometidos a la acción de dicho campo. Las corrientes eléctricas y, en general, las cargas en movimiento se comportan como imanes o producen campos magnéticos. (Carbonell, M., et al, 2017)

La carga eléctrica es una propiedad fundamental de la materia y únicamente existe en múltiplos enteros positivos o negativos. La carga de un electrón es e = 1.6 x 10 -9 culombios (Cheng, 1997). En un punto existe un campo magnético si una carga eléctrica móvil que pasa por dicho punto, además de sufrir una fuerza de carácter eléctrico, sufre otra fuerza. Los campos magnéticos pueden representarse por líneas de campo cuya dirección en cada punto puede representarse por un vector $\vec{B}$, que recibe el nombre de campo magnético. El número de líneas de fuerza que atraviesan una superficie se denomina “flujo magnético a través de la superficie” y se representa por $\emptyset$.

Representada por la siguiente ecuación matemática:

$$\emptyset = \int \vec{B} \cdot d\vec{S} = \int \vec{B} \cdot \cos\varphi \cdot dS \qquad (1)$$

dónde:
$\vec{B}$= Vector del campo magnético
S = La superficie
φ = Ángulo de los vectores ($\vec{B}$) y el elemento diferencial en dicho punto (dS).

Cuando el flujo es uniforme y normal a la superficie se obtiene el producto escalar del campo B y la superficie S:

$$\emptyset = B \cdot S \quad (2)$$

Existen dos tipos de campo, eléctrico y magnético.

Campo Eléctrico (CE). La presencia de carga positiva o negativa produce campo eléctrico. Cualquier conductor eléctrico cargado genera un CE asociado, que está presente, aunque no fluya corriente eléctrica (OMS, 2014).

Intensidad de Campo Eléctrico= Volts por metro (V/m)

A mayor tensión mayor campo eléctrico y cuanto menor sea la distancia del conductor cargado a la batería, el CE será más intenso.

Campo Magnéticos (CM). Un CM se genera por el movimiento de cargas eléctricas, cuando un circuito se cierra. A diferencia del CE, el CM solo aparecen cuando se pone en marcha un aparato eléctrico y hay un flujo de corriente. Siendo tesla (T), la unidad de medida para la densidad de Flujo del Campo Magnético, en el sistema internacional de medidas. (OMS, 2014ª)

Intensidad de Campo Magnético =Amperios por metro (A/m)

Cuanto mayor sea la corriente, mayor será el campo magnético.

B. Biomagnetismo

La aplicación de los campos magnéticos para la estimulación de la germinación y el desarrollo de las plantas es objeto de investigación mundial. Como se menciona previamente, en la introducción, los tratamientos con campos magnéticos (CM) pueden mejorar la calidad de las semillas, los cuales se clasifican en constantes (imanes y electroimanes) y variables (electroimanes) (Pietrusewsky y Kania, 2010). Dentro de las investigaciones analizadas para el seguimiento del presente trabajo se encuentran los trabajos realizados por (Rico, 2014; Odhlambo J.O et al.; Vashisth A. et al., 2009) donde se concluye que la velocidad y el porcentaje de germinación de semillas están estrechamente relacionados y se ven directamente afectados por la inducción de campo magnético, ya sea constante o variable. Vashisth A.et at (2009) expusieron semillas de frijol (Phaseolus vulgaris L.) a diferentes campos magnéticos constantes (5 mT, 10 mT, 30mT y 60 mT) durante distintos periodos de tiempo (3, 4.5, y 6 horas). Después de 24 horas de incubación realizaron un conteo de las semillas germinadas, en donde obtuvieron la mayor velocidad y porcentaje de germinación en semillas expuestas a la fuerza de campo de 30 mT durante el

periodo de 4.5 horas. De igual forma algunos estudios con campos magnéticos variables (CMV) en semillas de frijol chino (Vicia faba L.) tratadas con 30 y 85 mT por 15 segundos, aceleraron la emergencia de sus plantas de 2 a 4 días (Podelesny et al., 2004); también, Pietruszewsky y Kania (2010) reportaron un mejoramiento en la germinación y rendimiento de trigo (Triticum) tratado con 60 mT por 8 segundos y 30 mT por 3 días.

Se observan las variaciones de los resultados en función al tipo de semilla, a la intensidad de campo magnético y al tiempo de exposición. Para el análisis estadístico de los resultados y la comprobación del efecto del campo magnético sobre la germinación se utilizan algunas de las ecuaciones usadas por Maguire, J.D (1962), donde se determina el índice de velocidad de germinación [3] , el porcentaje de germinación [4] y la longitud media de radícula [5].

Índice de velocidad de germinación (IVG):

$$IVG = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \cdots + \frac{Gn}{Nn} \quad (3)$$

dónde:
G1, G2, Gn = Número de semillas en el primero, segundo, y n conteo
N1, N2, =Número de días de la siembra en el primero, segundo y n conteo

Porcentaje final de germinación (FGP):

$$FGP = \frac{Número\ de\ Semillas\ Germinadas}{Total\ de\ Semillas} * 100 \quad (4)$$

Longitud media de radícula (LMR):

$$LMR = \frac{L1 + L2 + \cdots Ln}{n} \quad (5)$$

dónde:
L1,L2, Ln = longitud media de radícula por cada semilla
n= número total de semillas usadas para el cálculo

C. Importancia del frijol en México

El origen del frijol tiene dos referencias geográficas, los Andes y Mesoamérica, éste se domesticó de manera independiente desde hace aproximadamente 8000 años (Bitocchi, et al). Aunque esta leguminosa ya se encuentra en los cinco continentes, se ha encontrado evidencia de su consumo en México desde hace miles de años, por lo que el país es reconocido como el centro de su diversificación (Ulloa et al., 2011), ya que se han domesticado varias especies de frijol que han llevado a una amplia variedad local y comercial, que ha traído que la especie de frijol Phaseolus vulgaris L., asignada por Linneo en 1753, tenga hasta 19 variedades comerciales (CONABIO, 2018).

Es el tercer cultivo más importante del mundo, después de la soya y el cacahuate, debido a su alto contenido proteico (20-25%) (SINGH et al. 1999) y a su capacidad de disminuir los niveles de colesterol al ser consumido. En México el frijol es la leguminosa de mayor consumo humano, representa el 36% de la ingesta diaria de proteínas. Además, tiene la

capacidad de asociarse simbióticamente con bacterias para lograr la fijación de nitrógeno de gran importancia ecológica. (Lara, M., 2015).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Circuito

Para lograr la intensidad de corriente aplicado a las bobinas del experimento para generar un campo magnético de 50 mT, se utilizaron ocho diodos, dos capacitores electrolíticos de 820 µF 200V y un módulo de estado sólido SSR-40 DA conectados entre sí como se muestra en la Figura 1. Para resguardar el circuito se fabricó una carcasa de aluminio a la cual se le instaló un ventilador para controlar el aumento de la temperatura del circuito.

Figura 1. Circuito Microcontrolador (Arduino.) Fuente: Fotografía propia.

Se añadió una placa de Arduino Genuino UNO para realizar una programación del sistema que lograra encender y apagar las bobinas en tiempos específicos, mantener el ventilador encendido durante el periodo de exposición, medir la temperatura y el porcentaje de humedad relativa, y recopilar estos datos en una tarjeta SD. Se incluyeron dos focos LED, uno rojo y uno verde, como indicadores de funcionamiento, para que se encendieran cuando hubiera un fallo en la inicialización del programa y cuando no lo hubiera (Figura 2).

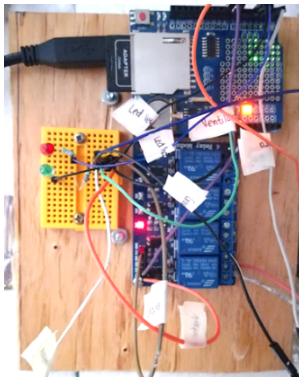


Figura 2. Microcontrolador (Arduino Genuino UNO). Fuente: Fotografía propia.

B. Bobinas

Se utilizaron ocho bobinas similares con un diámetro interno de 9 cm y externo de 16 cm (Figura 3), cada una con un embobinado de 17 niveles con 27 vueltas, teniendo un total de

459, con un cable de 2 mm. Estas se conectaron en serie y manteniéndose a una distancia de 6 cm entre ellas.

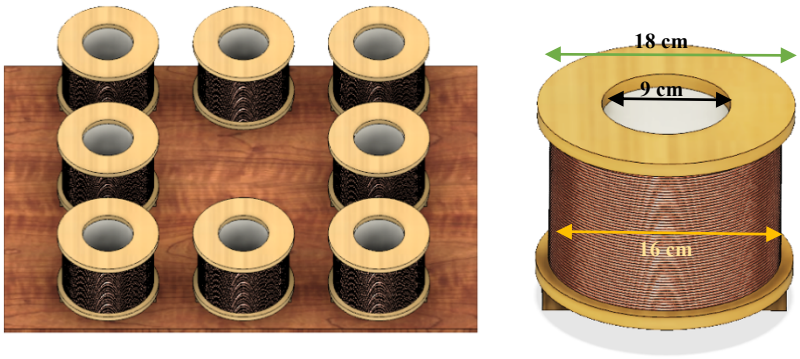


Figura 3. Bobinas. Fuente: Creación propia hecha en Fusion 360.

C. Preparación de muestras

Se sembraron 5 semillas en cada caja Petri de 6 mm de diámetro, en ellas se colocó un algodón de base y se humedeció con 6 ml de agua destilada para iniciar el experimento. Fueron trasladadas a la cámara de experimentación, donde se encontraban las 8 bobinas y un espacio determinado para el grupo control a una altura de 42 cm, donde el campo magnético no tenía influencia (Figura 4). Por cada bobina se utilizaron dos muestras colocadas justo en la mitad, donde la intensidad del campo magnético llegaba a los 50 mT.

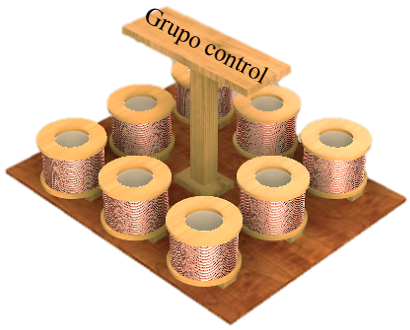


Figura 4. Diseño y distribución de espacio. Fuente: Creación propia hecha en Fusion 360.

D. Experimento 1

El experimento 1 tuvo una duración de 5 días, donde las observaciones y resultados fueron registrados por día. Al finalizar los 5 días, se realizó un experimento adicional que consistió en la siembra de las semillas germinadas. En esta primera prueba se utilizaron dos variedades de semilla de frijol, la primera conocida como Flor de Mayo y la segunda como Frijol Pinto, ambas derivadas de la especie *Phaseolus vulgaris L.* (Figura 5), muy consumidas en México. La planeación e inicio de la experimentación se llevó acabo con un total de 120 semillas de frijol, las cuales se dividieron en tres grupos (Figura 6):

1) Grupo Control (C): Compuesto por 40 semillas, 20 de tipo Pinto y 20 de Flor de Mayor.
2) Grupo Pinto: Compuesto por 20 semillas de tipo Pinto inducidas a campo magnético (Subgrupo A), más una réplica (Subgrupo B).

3) Grupo Flor de Mayo: Compuesto por 20 semillas de tipo Flor de Mayo, sometidas a la misma intensidad de campo magnético (Subgrupo A), más una réplica (Subgrupo B).

La inducción del campo magnético tuvo una duración de 4 horas, donde se aplicaron 10 ciclos de medio segundo encendido y medio apagado cada 5 minutos. Los grupos P y FM se colocaron en las bobinas. El tiempo de exposición se repitió durante 4 días y el quinto fue de observación y registro de resultados. Al séptimo día, las semillas germinadas se sembraron en tierra para observar el desarrollo de las plántulas durante una semana.

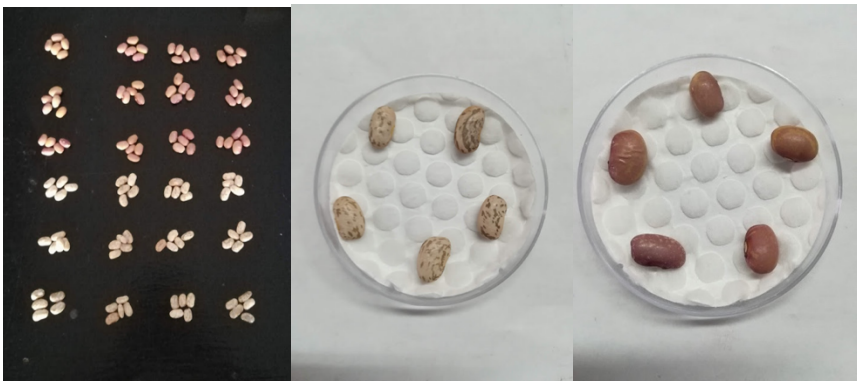


Figura 5. Selección de semillas y repartición en Caja Petri de acuerdo con su tipo. Fuente: Fotografía propia.

Figura 6. Colocación por grupos en la cámara de experimentación. Fuente: Fotografía propia.

E. Experimento 2

En este experimento se utilizaron 165 semillas, únicamente de tipo Pinto debido a su mayor poder de germinación, comprobado en el experimento anterior. Como prueba adicional, se incluyó un grupo sometido a un campo magnético permanente de 300 mT con un imán de neodimio (Figura 7). Las semillas se distribuyeron de igual forma que el experimento 1, en grupos de 5 semillas por caja Petri.

1) Grupo Control: Compuesto por 40 semillas.
2) Grupo A y B: Compuestos cada uno por 40 semillas inducidas a un campo magnético variable (bobinas).
3) Grupo I: Compuesto de 5 semillas sometidas a un campo magnético permanente (imán).

Previo a la siembra, se realizó un pretratamiento a las semillas, donde se colocaron en agua destilada durante una hora (Figura 8). En esta ocasión, la inducción de campo magnético de los grupos A y B tuvo una duración de 2 horas con pulsaciones de una décima de segundo por cada segundo. En el caso del grupo I, se mantuvo por 10 minutos en el campo magnético permanente. El tiempo de exposición se repitió durante 4 días y el quinto fue de observación y registro de resultados. Las semillas fueron sembradas en tierra al octavo día para vigilar su desarrollo después de la exposición, hasta concluir el décimo día.

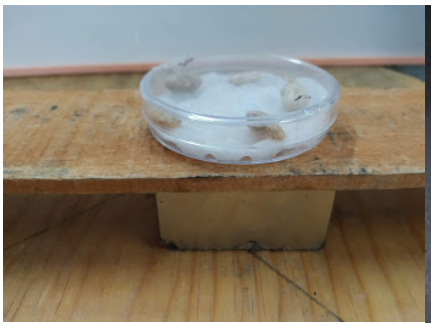


Figura 7. Exposición semillas a CMP.
Fuente: Fotografía propia.

Figura 8. Pretratamiento con agua destilada.
Fuente: Fotografía propia.

IV. RESULTADOS

A. Experimento 1

De acuerdo con lo obtenido en el análisis estadístico de la variedad de semillas Flor de Mayo, la incidencia de un campo magnético variable de 50 mT con 10 ciclos cada 5 minutos durante 4 horas produce un resultado positivo conforme al IVG, FGP y LMR, ya que su valor fue ligeramente mayor al grupo control.

Tabla 1. Valores promedio del Índice de Velocidad de Germinación (IVG), Porcentaje Final de Germinación (FGP) y de la Longitud Media de la Radícula (LMR), obtenidos de la germinación de semillas tipo Flor de Mayo en el Experimento 1.

Grupo	IVG	FGP	LMR
A	2.15	90	2.15
B	2.06	85	2.43
Control	1.83	85	2.28

Respecto a los Frijoles Pintos, los valores del IVG y FGP resultaron negativos en comparación con al grupo de control, sin embargo, el efecto fue claramente positivo en cuanto a la longitud media de la radícula (LMR).

Tabla 2. Valores promedio del Índice de Velocidad de Germinación (IVG), Porcentaje Final de Germinación (FGP) y de la Longitud Media de la Radícula (LMR), obtenidos de la germinación de semillas tipo Pinto en el Experimento 1.

Grupo	IVG	FGP	LMR
A	3.08	95	4.94
B	3.08	95	4.88
Control	3.31	100	4.62

Esto puede significar que el campo magnético variable no mejoró su calidad fisiológica en cuanto a su viabilidad (porcentaje y velocidad de germinación) pero el rendimiento fue favorecido. Para comprobar esto último, las semillas germinadas fueron sembradas en tierra y se observó su desarrollo, al cabo de una semana se notó un mayor crecimiento, tanto en el tallo como en el tamaño de sus hojas, en todas las plántulas que fueron sometidas al campo magnético variable (Figura 9 Y 10). Por lo que la aplicación de este método mejora notablemente el vigor de las plántulas.

Tabla 3. Valores promedio de la altura del tallo y ancho de la hoja de las plántulas germinadas CON y SIN la aplicación del Campo Magnético Variable de 50 mT del experimento 1.

Plántulas	Altura promedio del tallo (cm)	Ancho promedio de la hoja
Germinadas CON aplicación de Campo Magnético	21	4
Germinadas SIN aplicación de Campo Magnético	17	3

(1) (2)

Figura 9. Experimento 1. Después de dos días de siembra. (1): Grupo A y B. (2): Grupo C. Fuente: Fotografía propia.

(1) (2)

Figura 10. Una semana después de siembra. (1): Grupo A y B. (2): Grupo C. Fuente: Fotografía propia.

B. Experimento 2

Debido a que se notó un mayor poder de germinación en las semillas de Frijol Pinto, se optó por utilizar solo esta variedad para aumentar la población de estudio en este

experimento. Al igual que en el experimento 1, se calcularon los valores de IVG, FGP y LMR de las muestras encontrándose un resultado desfavorable en los tres atributos.

Tabla 4. Valores promedio del Índice de Velocidad de Germinación (IVG), Porcentaje Final de Germinación (FGP) y de la Longitud Media de la Radícula (LMR), obtenidos de la germinación de semillas tipo Pinto en el Experimento 2.

Grupo	IVG	FGP (%)	LMR (cm)
A	2.77	92.5	5.68
B	2.76	100	5.97
Control	3.02	100	6.07

Únicamente el grupo A no logró el 100% de germinación, esto debido a que 3 de las semillas fueron infectadas por hongos, lo que inhibió su germinación, esto pudo ser favorecido por el aumento progresivo de la temperatura en las bobinas y por consiguiente de humedad dentro de la caja Petri. Este factor también pudo influir en los demás resultados obtenidos en ambos grupos (A y B).

Aunque el efecto obtenido no fue conveniente, este método alcanzó mejores resultados que los arrojados por la prueba con el imán de neodimio de 300 mT, la cual mostró valores de 2.5, 80% y 4.08 cm en su IVG, FGP y LMR, respectivamente. Aunque la población era mucho menor, se esperaban resultados que compitieran con los del grupo control.

Estas semillas también fueron sembradas para observar su crecimiento, al cabo de 2 días ya había una diferencia de crecimiento entre aquellas expuestas al campo magnético, el grupo control y las expuestas al imán, donde los grupos A y B tuvieron mayor desarrollo. (Figura. 11)

Tabla 5. Comparación del número de semillas sembradas en tierra y plántulas desarrolladas en el experimento 2.

	GRUPO A	GRUPO B	GRUPO IMÁN	GRUPO CONTROL
NÚMERO DE SEMILLAS SEMBRADAS	40	40	5	40
NÚMERO DE PLÁNTULAS DESARROLLADAS	18	22	0	3

Figura 11. Experimento 2. Después de dos días de siembra. Fuente: Fotografía propia.

V. CONCLUSIONES

Aparentemente, el crecimiento en el experimento 2 fue más rápido y con mejores resultados que el primero, sin embargo esto se atribuye al pretratamiento que se le aplicó, ya que en comparación con su respectivo grupo de control, este no logró obtener resultados favorables durante la germinación pero sí en el desarrollo de las plántulas.

Por su parte, el experimento 1 tuvo algunos resultados desfavorables pero se logró demostrar que el campo magnético mejoró el vigor de las semillas, haciendo que sus raíces crecieran más grandes que aquellas que no fueron expuestas a este. Además, al cabo de dos días de la siembra en tierra, se observó claramente que las plántulas estaban más fortalecidas, comparadas tanto con el control como con las del experimento 2.

El desarrollo de las plántulas comprobó que la influencia del campo magnético variable de 50 mT en la germinación de las semillas *Phaseolus vulgaris* es positiva, proporcionando a las plántulas una mayor resistencia y mejor crecimiento de lo que se obtendría sin su aplicación, incluso después de haber estado bajo estrés hídrico antes de la siembra.

Se tiene la hipótesis de que el porcentaje y velocidad de germinación pueden mejorarse si se diseña un método de exposición en el cual el calor generado por las bobinas no logre incrementar para que las semillas se mantengan a una temperatura propicia para su germinación. Además, se recomienda realizar un pretratamiento a las semillas para que los resultados sean mejores.

VI. REFERENCIAS

Álvarez, J. (2011). *Exposición de semillas de Triticale a campos magnéticos estacionarios de 125 mT y 250 mT. Efectos en la velocidad de germinación y primeras etapas de desarrollo.* Trabajo Fin de Carrera, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, España.

Bitocchi, E. *et al*. (2013). *Molecular analysis of the paraliel domestication of the common bean (Phaseolus vulgaris) in Mesoamerica and Andes.* New Phytol. 297, pp- 300-31

Carbonell, M., Flórez M., Martínez, E., & Álvarez J. (2017). *Aportaciones Sobre el Campo Magnético: Historia e Influencia en Sistemas Biológico.* Rev. Intropica ISSN 1794-161X

Cheng, D.K. (1997). *Fundamentos de electromagnetismo para ingeniería. Addison-Wesley Iberoamericana*, México D.F.

CONABIO (2018). *Frijoles domesticados en México*. Disponible en: http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium-bin/janium_zui.pl?fn=14176&jzd=/janium/Documentos/Cartel_Frijoles/d.jzd Consultado: Julio, 2019.

Cunningham S. A. (2000). *Depressed pollinations in habitat fragments causes low fruit set.* Proceeding of the Royal Society of London, Biological Sciences. 267, 1149-1152.

Durán H.D, Gutiérrez H.G.F., Arellano V.J., García R.E y Virgen VJ. (2011). *Caracterización molecular y germinación de semillas de maíces criollos azules con envejecimiento acelerado*. Agronomía Mesoamericana. 22, 11-20.

experimental plot conditions. Int. Agrophysics, 18, 65-7

Gamow, G. (2001). *Biografía de la Física*. Alianza Editorial, Madrid.

Henríquez C.A. (2004). *Efecto de la fragmentación del hábitat sobre la calidad de las semillas en Lapageria rosea*. Rev. Chilena de historia natural. 77(1),177-184.

Hussein H. J., Shaheed A. I. & Yasser O. M. (2011). *Effect of accelerated aging conditions on viability of sunflower (Helianthus annus L.) seeds.* Euphrate Journal of Agriculture Science.3 (3),1-9.

Hye Kim H., Goings G.D., Wheeler R.M y Sager J.C. (2004). *Green-light supplementation for enhanced lettuce growth under red and blue light emitting diodes*. HortScience. 39(7), 1617-1622.

Lara, M. (2015). *El cultivo de frijol en México*. Escuela Nacional de Estudios Superiores. Rev. UNAM. Acervos Digitales. ISSN 1607 – 6079

Maguire, J.D. (1962). *Speed of Germination-Aid in Selection and Evaluation for Seedling Emergence and Vigor*. Crop Science, 2, 176-177.

Odhlambo J.O, Ndritu F.G, Wagara I. N. (2009). *Effects of Static Electromagnetic Fields At 24 Hours Incubation On The Germination Of Rose Coco Beans (Phaseolus Vulgaris).* Romanian J. Biophys., Vol. 19, No. 2, P. 135–147, Bucharest, 2009

of the magnetic treatment of broad bean seeds cultivated under

OMS (2014). *Campos electromganéticos (CEM).* Disponible en: http://www.who.int/pehemf/about/WhatisEMF/es/ Consultado: Junio, 2019

ONU (2011). *Informe mundial sobre asentamientos humanos 2011*. Disponible en http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/es/ Consultado: Julio, 2019

Pietruszewski S. & Kania K. (2010). *Effect of magnetic field on germination and yield of wheat.* Int Agrophysics. 24,297-302.

Pietruszewski S., Muszyñski S. & Diziwulska A. (2007). *Electromagnetic fields and electromagnetic radiation as non-invasive external stimulants for seeds (selected methods and responses).* Int. Agrophysics. 21, 95-100.

Podlesny J., Pietruszewski S., & Podlesina A. (2004). *Efficiency of the magnetic treatment of broad bean seed cultivated under experimental plot conditions.* Int. Agrophysics. 18,65-71.

Ramsey M. & Vaughton G. (1996). *Inbreeding depression and pollinator availability in a partially self-fertile perennial herb Blandfordia grandiflora (Liliaceae)* 76, 465-474.

Rico, F. (2014). *Campo Magnético Variable En Semillas de Brócoli (Brassica Oleracea L.) Bajo Una Perspectiva Sistémica Transdisciplinaria.* Tesis de doctorado. Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Sección de Estudios y Posgrados de Investigación. Programa de Posgrado en Ingeniería de Sistemas. Unidad Zacatenco.

Tarduno, J.A., Cottrell, R.D., Watkeys, M.K., Hofmann, A., Doubrovine, P.V., E.E. Mamajek, D. Liu, D.G. Sibeck, L.P. Neukirch & Usui, Y. (2010). *Geodynamo, solar wind, and magnetopause 3.4 to 3.45 billion years ago.* Science 327: 1238-124.

Ulloa, J.A., Ulloa, P.R., Ramírez, J.C. & Ulloa, B.E. (2011). *El frijol (Phaseolus vulgaris): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos*. Universidad Autónoma de Nayarit. ISSN 2007 – 0713.

Vashisth, A.& Joshi, D. (2016). *Growth Characteristics of Maize Seeds Exposed to Magnetic Field.* Division of Agricultural Physics, ICAR Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, India. Wiley Periodicals, Inc.

Diseño de punzones y matrices para un proceso de embutido

Leonardo Vega Alvarado
Universidad Politécnica de Querétaro
Carretera Estatal 420 SN,
El Marqués Querétaro CP 76240
017022405@upq.edu.mx

Asesor: Julio Rojo Hernández
Universidad Politécnica de Querétaro
Carretera Estatal 420 SN,
El Marqués Querétaro CP 76240
julio.rojo@upq.mx

Resumen — La constante demanda de una amplia variedad productos y bajos volúmenes conlleva a desarrollar procesos de manufactura que ayuden a reducir el tiempo de diseño del proceso y por ende el tiempo para diseñar y fabricar la herramienta. Así mismo transferir los conocimientos matemáticos a diseñadores y matriceros de troqueles encargados de diseñar, fabricar y lograr la producción.

Palabras clave — Proceso de embutido, Troquelado, Matriz, Punzón.

Abstract — The constant demand for a wide variety of products and low volumes leads to the development of manufacturing processes that help reduce the design time of the process and therefore the time to design and manufacture the tool. Likewise transfer the mathematical knowledge to designers and die-makers of dies in charge of designing, manufacturing and achieving production.

Keywords — Drawing process, die cut, matrix, punch.

I. INTRODUCCIÓN

Los procesos primarios son todos aquellos procesos que cambian o modifican la forma del material y son tecnologías esenciales para el desarrollo económico de un país como son: Metalurgia extractiva, Fundición, Formado en frío y en caliente, Troquelado / estampado (Embutido, Doblado/rolado, Corte).

El embutido es un proceso de matricería que consiste en la fabricación de piezas tipo recipiente cilíndrico obtenido por la deformación en frio de una lámina plana. Esta técnica de conformado solamente se aplica a materiales metálicos, se basa en la plasticidad de dichos materiales y en su facilidad de fluencia y adaptación a las formas de los anillos y punzones de embutido, para conseguir una infinidad de productos con cierta capacidad de volumen.

El procedimiento de embutido trata de obtener formas de recipientes únicamente por deformación del material y no por estirado del mismo modo. Con lo que se puede afirmar que el embutido ideal, es aquel donde la lámina es capaz de conservar su espesor inicial, una vez que ha sido sometida a la deformación propia del proceso. En la mayoría de los casos no ocurre así, pues los esfuerzos producidos durante el proceso hacen que la lámina experimente variaciones respecto a su espesor inicial.

El embutido de lámina se realiza mediante punzones y matrices, la principal diferencia radica en la forma redondeada y perfectamente pulida de las aristas de los elementos activos, cuya finalidad es facilitar el deslizamiento del material entre punzón y matriz.

Los espesores de la lámina que se puede embutir oscilan entre unas décimas y unos veinte milímetros, el cual está en función de la aplicación de los productos fabricados, por ejemplo, en la industria automotriz se utilizan láminas cuyo espesor ronda los 0.8 mm.

El embutido es considerado como uno de los procesos más importantes dentro del ámbito de la deformación en frio de la lámina metálica.

II. MARCO TEÓRICO

El embutido cilíndrico es el más común de los embutidos, la tensión y compresión tiende a distorsionar la geometría del embutido y la excesiva tensión en la lámina la hace variar de espesor y al mismo tiempo la excesiva tensión combinada con la compresión, hace que en las secciones el espesor sea totalmente diferente en toda la geometría de revolución de la pieza y en los sucesivos de embutidos.

El embutido está sujeto a tensión en dirección radial y a compresión en dirección circular. Donde resultado es un incremento del espesor de la lámina cuando está siendo deformada (procesada). Esta es una característica del embutido. El punto donde marca la separación entre la curva del eje y la pared vertical del punzón, el esfuerzo a la tensión en el material llaga ser máximo y el espesor del material llega a ser mínimo. [1-2]

III. METODOLOGÍA

El primer paso para diseñar los punzones y matrices [1-2] es calcular el claro entre punzones y matrices, las paredes laterales de una pieza embutida se harán muy gruesas en el lado superior si el claro entre punzón y matriz no se está controlado, la Tabla 1 muestra la forma obtener el claro entre punzón y matriz de acuerdo con la Ec. (1). UZ min= Claro entre punzón y matriz mínimo, en mm, s= Espesor de lámina, en mm.

$$\mathbf{U_{z\,min} = s + valor\ de\ la\ tabla\ (Tabla\ 1)} \quad (1)$$

Tabla 1. Para calcular el claro entre punzón y matriz de embutido.

Materia prima	Espacio entre punzón y matriz mínimo u_z min	
	Para embutido nº 1	Para embutido 2 y siguientes
Acero de bajo carbón	$u_{z1} \approx s + 0.20\sqrt{s}$	$u_{z1} \approx 1.08 \times s$
Aleaciones de cobre	$u_{z1} \approx s + 0.10\sqrt{s}$	$u_{z1} \approx s$
Aleaciones de aluminio	$u_{z1} \approx s + 0.05\sqrt{s}$	$u_{z1} \approx s$

Para acero inoxidable se usa $u_{z1} >\approx 1.2 \times s$ $u_{z2} >\approx 1.25 \times s$ y para aleaciones de alpaca $u_{z2} >\approx 1.04 \times s$

Cuando en una pieza embutida está indicado el diámetro interior, el punzón tiene esta medida, el anillo de embutido es 2 veces $u_{z\,max}$ más grande. Cuando el diámetro exterior de pieza embutida está indicado, el punzón esta 2 veces más menor de $u_{z\,max}$.

Cuando la relación de embutido es pequeña, (pieza embutida con baja altura) se puede reducir el radio r_z en el anillo de embutido y también se puede reducir el espacio entre punzón y matriz $u_z<s$. En este caso el anillo de embutido en conjunto con el punzón se lamina o se calibran las paredes de la pieza. Como consecuencia negativa se puede romper la pieza entre piso y pared y en las zonas de radios.

La figura 1 muestra la forma interior de un anillo para embutir, para una prensa de embutido, se conforma en el radio de embutido, la parte cilíndrica y la parte de salida cónica. La longitud de la parte cilíndrica es >≈ *8* mm, el radio de entrada y el ángulo de salida se definen según las operaciones de embutido (primer paso y pasos siguientes). También el tipo de proceso tiene influencia (la pieza pasa a través del anillo o cuando regresa al nivel del anillo), para el primer paso del embutido el anillo debe de tener un

radio r_z. Para los siguientes pasos se utiliza un ángulo y un radio r_{z2}. El ángulo α en el anillo es $\alpha=45º…60º$ y ayuda al centrado del embutido anterior. Cuando la pieza embutida pasa por el anillo se tiene que generar un escalón *Ak* y su función es para extraer al punzón. Cuando la pieza embutida regresa por el anillo el ángulo $\boldsymbol{\gamma \approx 30 \ldots 45^{o}}$ y esta en la parte inferior del anillo. Cuando se trabaja con carros de extracción del punzón el ángulo en la parte de la salida del anillo es *15º*.

El radio en el anillo de embutido r_z tiene que ser lo más grande posible, pero más chico que el radio en el punzón r_p. Cuando se utilizan radios grandes en el anillo y en el punzón, el material para embutir es menos expuesto a esfuerzos excesivos, también se reduce la fuerza para embutir y las piezas defectuosas por ruptura.

$$\mathbf{d_{Ni1} = d_{z1} + 2 \times r_{zi}} \tag{2}$$

$$\mathbf{d_{Ni2} \approx d_{z2} + \frac{r_{z2}}{2}(\propto = 45^{0})} \tag{3}$$

donde d_p es diámetro de punzón, d_z es diámetro de anillo de embutido, r_z es radio del anillo para embutir, r_p es radio del punzón, u_z es claro entre punzón y anillo para embutir. u_B es claro entre pisador y punzón la dimensión de u_B = *0.05…1 mm,* α es ángulo de entrada en el anillo para embutir α = *60º…45º* lo más común es α = *45º*, solamente en segundos, terceros embutidos y los siguientes, p_N *es* Fuerza del pisador en *N/cm*^{2}. d_N es diámetro interior del pisador cuando.

La figura 1 muestra las geometrías que deben tener los punzones y matrices del embutido.

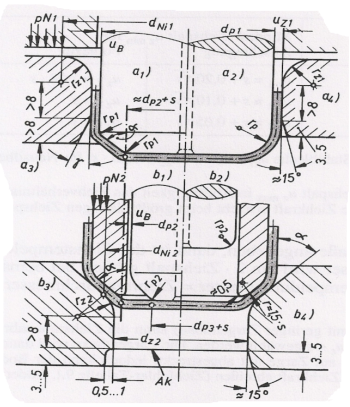


Fig. 1. Radios del anillo para embutir y áreas de pisador.

Para definir la relación de radios se utilizan las siguientes Ec. (4), (5), (6), (7) y (8).

Radios para anillos de embutidos es r_{z1} para el primer embutido.

$$\mathbf{r_{z1} = 0.5 \ldots 0.7 \times \sqrt{D_0 - d_{z1}) \times s}} \tag{4}$$

El valor 0,7 se utiliza cuando la lámina es difícil de embutir.

donde r_z es radio del anillo para embutir, s es Espesor inicial de la lámina, D_0 es diámetro del blank o (disco) en mm, d_z es diámetro del anillo para embutir en mm, d_p es diámetro del punzón para embutir en mm, i_z es radio del anillo de embutir en mm, r_p es radio del punzón en mm. Radios para anillos de embutido (embutidos 2, 3 y siguientes)

$$\mathbf{r_{z2\,min} = 0.8 \times \sqrt{(d_{z1} - d_{z2}) \times s}} \tag{5}$$

$$\mathbf{r_{z3\ min} = 0.8 \times \sqrt{(d_{z2} - d_{z3}) \times s}} \quad (6)$$

$$\mathbf{r_{z2\ min} = (3 \ldots 4) \times s} \quad (7)$$

$$\mathbf{r_{z3\ min} \approx r_{p1}, pero\ > r_{z2}} \quad (8)$$

IV. RESULTADOS

La figura 2 muestra la pieza embutida para la cual se realiza el diseño de punzones y matrices (cubierta metálica de un filtro de aceite):

A. Cálculo de los pasos del embutido

Primeramente determinar el número de pasos que tendrá el proceso de embutido mediante el método de Souhashi Kurihara. [2] 1er Paso: "Calcular de la materia prima o diámetro de blank". Este paso se calcula a partir de la Ec. (9) cuyo resultado es el diámetro que tendrá la materia prima.

$$\mathbf{\emptyset_{blank} = \sqrt{d_1^2 + 4(d_2)(h - 0.43(r_1 + r_2))}} \quad (9)$$

donde $\emptyset_{blank}$ es Diámetro de blank, d_1 es Diámetro exterior, d_2 es Diámetro interior, r_2 es Medida de los radios interiores, r_1 es Medida de los radios exteriores, h es Altura del embutido. Para calcular las dimensiones del primer embutido se realizar el siguiente proceso, con la Ec. (10) se obtiene el diámetro del primer embutido, con la Ec. (11) radios de los embutidos y la Ec. (12) altura del primer embutido:

$$\mathbf{d_{p1} = \frac{X_1 \times \emptyset_{Blank}}{100 - 0.025 \times \emptyset_{Blank}}} \quad (10)$$

$$\mathbf{r_1 = 0.8 \times \sqrt[2]{(\emptyset_{Blank} - d_{p1}) \times t}} \quad (11)$$

$$\mathbf{h_1 = \frac{\emptyset_{Blank}{}^2 - d_1{}^2 + 1.72 \times d_{p1}(r_1 + r_2)}{4 d_{p1}}} \quad (12)$$

donde d_{p1} es Diámetro del primer embutido, X_1 es Factor en función del espesor (t), $\emptyset_{Blank}$ es Diámetro del Blank, t es Espesor de la lámina, h_1 es Altura del primer embutido. r_1 es radio de embutido. Para calcular las dimensiones del segundo embutido y siguientes realizar el siguiente proceso, con la Ec. (13) se obtiene el diámetro de los segundos embutidos y siguientes, con la Ec. (14) radios de los embutidos y la Ec. (15) altura del segundo y siguientes embutidos:

$$\mathbf{d_{p2} = \frac{X_2 \times d_{p1}}{100 - 0.025 \times d_{p1}}} \quad (13)$$

$$\mathbf{r_2 = 0.8 \times \sqrt[2]{(d_{p1} - d_{p2}) \times t}} \quad (14)$$

$$\mathbf{h_2 = \frac{\emptyset_{Blank}{}^2 - d_1{}^2 + 1.72 \times d_{p2}(r_1 + r_2)}{4 d_{p2}}} \quad (15)$$

donde d_{p2} es diámetro del segundo embutido, X_2 es factor en función del espesor (t), $\emptyset_{Blank}$ es diámetro del Blank, r_2 es radio del segundo embutido y h_2 es altura del segundo embutido.

B. Diseño del punzón y matriz

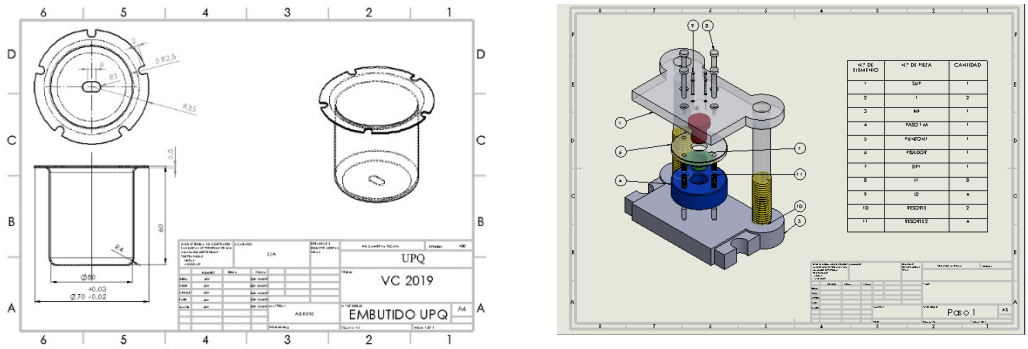
Con los datos de la tabla 2, se realiza el diseño de punzones y matrices para cada operación del proceso de embutido y los de la figura 1 para radios de anillos y punzones.

Como se señaló en los cálculos anteriores, el proceso se divide en 3 etapas, por lo tanto, es necesario contar con un punzón y una matriz para cada paso, los dos primeros tendrán la misma geometría y solo cambian sus dimensiones, y en tercer paso se añade el punzón y matriz para cortar el material sobrante y dar la forma final a la pieza embutida, la figura 2 a) muestra el diseño de la pieza a fabricar y la b) muestra el diseño del troquel para efectuar el embutido y cada una de los elementos que lo componen.

La tabla 2 muestra los resultados obtenidos y para esta pieza embutida son necesarias tres operaciones de embutido, con las dimensiones mostradas.

Tabla 2. Dimensiones de punzones, radios y altura de los embutidos.

1er Paso	2do Paso	3er Paso (Paso de ajuste)
$d_{p1} = 72.0\ mm$ $r_1 = 5.5\ mm$ $h_1 = 47.0\ mm$	$d_{p2} = 53.0\ mm$ $r_2 = 4.5\ mm$ $h_2 = 60.0\ mm$	$d_{p3} = 50.0\ mm$ $r_3 = 4.0\ mm$ $h_3 = 60.0\ mm$



a) b)

Fig. 2 a) Diseño de la pieza a embutir y b) Diseño del troquel de embutido.

V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

De acuerdo al objetivo propuesto se logro obtener el diseño de punzones y matrices para el embutido de una pieza metálica.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES

Para lograr una mejor asimilación de ese tipo de tecnología es necesario llevar el diseño a la fabricación y probar este tipo de herramientas en una prensa para embutidos. El tema es muy amplio y en un futuro vale la pena dividir el presente artículo para lograr una mejor comprensión de este tipo de tecnologías.

VII. AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Politécnica de Querétaro, al Profesor Julio Rojo Hernández, por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

REFERENCIAS

[1] AIDA *Press Handbook*, 1992.

[2] W. Hellwing, *Proceso de Fabricación sin virutas*: Ed. Springer-Verlag. Berlin, 2001.

[3] CIDESI-UNICO INTERNATIONAL CORPORATION, *Estudio de transferencia de tecnologías esenciales a la industria de apoyo en los Estados Unidos Mexicanos*, 1999.

Diseño de simulador para el aprendizaje de Lean Manufacturing

Marisa Sarai Tapia Aranda[1]
Bithya Leonor Robledo Orduña[2]
Universidad Politécnica de San Luis Potosí
Urbano Villalón 500, La Ladrillera,
78369, San Luis Potosí, S.L.P.
[1]160472@upslp.edu.mx
[2]160278@upslp.edu.mx

Asesora:
Mónica Marcela Zaldívar Muñoz
Universidad Politécnica de San Luis Potosí.
Urbano Villalón 500, La Ladrillera,
78369 San Luis Potosí, S.L.P.
monica.zaldivar@upslp.edu.mx

Resumen — El presente documento describe la construcción de un simulador de una fábrica de plumas retráctiles basado en un sistema de producción tradicional, en el que se pueden identificar aspectos a mejorar en sus diferentes procesos, de tal forma que pueda ser utilizado dentro de las aulas de clase para la aplicación de herramientas de la filosofía Lean y otras herramientas de ingeniería industrial, con el objetivo de mejorar el sistema y medir el impacto de la mejora con el índice ROA (retorno sobre activos) y el porcentaje de eficiencia de la cadena de valor. Para el desarrollo del simulador se realizaron diseños parecidos a las maquinas reales, pero con características que permiten a los alumnos manejarlas de forma manual y reutilizar tanto la materia prima que se introduce al proceso como los resultados de cada fase. Se usó la experimentación para definir el mejor diseño.

Palabras clave — Simulador, Lean Manufacturing, Sistema de producción tradicional, Índice ROA, Eficiencia.

Abstract —This document describes the construction of a simulator of a retractile pens factory. This is based on a traditional production system where can be identified aspects to be improved in their different processes, in order this can be used in classrooms for the implementation of Lean philosophy tools and other industrial engineering tools. System improvement can be measured by the ROA index (return on assets) and the percentage of efficiency in the value chain. For the development of the simulator, the machines were design similar to real, but with characteristics that allow students to handle them manually besides reuse raw material used in the processes and the results of each phase. Experimentation was used to reach the best design.

Keywords — Simulator, Lean Manufacturing, Traditional Production System, ROA Index, Efficiency.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la educación está tomando un enfoque basado en competencias al realizar la combinación entre la teoría y la práctica de los conceptos estudiados, en este sentido las actividades de simulación ayudan al alumno a comprender y retener los conceptos analizados de una manera significativa para aplicarlos de manera eficiente en el ámbito profesional. El conocer y utilizar adecuadamente los conceptos y herramientas de Lean Manufacturing es uno de los mayores retos que se presentan en el estudio de este tema.

El presente documento describe la construcción de un simulador para ejecutar una corrida de un sistema tradicional de producción de plumas retractiles, que puede ser optimizado mediante la implementación de herramientas de Lean Manufacturing, y con ello el usuario pueda aplicar o desarrollar conocimientos sobre esta filosofía y algunas

otras herramientas de ingeniería industrial como lo son balanceo de estaciones, diagramas de flujo del proceso, cálculo del número de operarios, entre otros.

II. MARCO TEÓRICO

A. La simulación y el aprendizaje

La simulación como herramienta de apoyo al estudio presenta numerosas ventajas: favorece el aprendizaje por descubrimiento, obliga a demostrar lo aprendido, ejercitación del alumno de forma independiente, reproducir la experiencia un elevado número de veces con el mismo control de variables, permite al alumno reaccionar tal como lo haría en el mundo profesional, fomentar la creatividad, ahorra tiempo y dinero, propicia la enseñanza individualizada, y facilita la autoevaluación (Cabero-Almenara & Costas, 2016.)

B. Lean Manufacturing

Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios. (Figueredo, F., 2015)

C. ROA (Return on assets)

Este ratio es utilizado en el análisis de entidades financieras, midiendo la rentabilidad sobre activos totales medios, expresándose habitualmente en porcentaje. Se calcula dividiendo el beneficio neto de la entidad entre los activos totales medios de la misma. (Chavez Pineda, J. A., 2017)

D. Pluma retráctil

Esencialmente es un objeto que nos permite escribir. Básicamente se compone de un tubo de plástico o metal que contiene la tinta, teniendo en un extremo la punta de escritura, que engarza una pequeña esfera o bola la cual sirve para regular la salida de tinta hacia el papel de forma fluida y constante. (Acosta, C., & López, V., pag 14)

E. Importancia de la Productividad

Las herramientas fundamentales que generan una mejora en la productividad incluyen métodos, estudio de tiempos estándares y el diseño del trabajo. (Niebel B. & Freivalds A., 2009, pag 1-69).

F. Ingeniería de Métodos

Técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo o reducir el costo por unidad de producción, se utiliza un procedimiento sistemático para desarrollar un centro de trabajo, fabricar un producto y ofrecer un servicio. (Niebel B. & Freivalds A., 2009, pag 1-69).

G. Diagrama de Proceso Operativo

Muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, tiempos permitidos y materiales que se utilizan en un proceso de manufactura o de negocios, desde la llegada de la materia prima hasta el empaquetado del producto final. (Niebel B. & Freivalds A., 2009, pag 1-69).

H. Modificación de Operaciones

La modificación y combinación de operaciones da como resultado el ahorro de costos. Sin embargo antes de cualquier modificación, se debe tener en cuenta los efectos negativos en las operaciones subsecuentes, a lo largo de la línea de producción. (Niebel B. & Freivalds A., 2009, pag 1-69).

I. Tiempo de configuración

Las técnicas de just in time (JIT), hacen hincapié en la reducción de los tiempos de configuración hasta el mínimo mediante su simplificación o eliminación. El sistema SMED del sistema de producción Toyota, TPS es un buen ejemplo de este método. (Niebel B. & Freivalds A., 2009, pag 1-69).

J. Enfoque basado en competencias

El modelo educativo basado en competencias persigue una convergencia entre los campos social, efectivo, las habilidades cognoscitivas, psicológicas, sensoriales, motoras, del individuo, lo que significa que el aprendizaje debe potenciar una integración de las disciplinas del conocimiento, las habilidades genéricas y la comunicación de ideas.

La educación en general y el aprendizaje, en particular, es mucho más que recolectar conocimientos o construirlos, debe abocarse a proponer respuestas a los problemas y a las necesidades que enfrentamos en las nuevas condiciones en que vivimos, por lo que se requiere movilizar toda la experiencia acumulada, los saberes de los distintos dominios de conocimiento, de las capacidades de acción, de interacción, para generar un modelo que integre saberes, acciones, de interacción social y autoconocimiento, desde una perspectiva integral, holística, dinámica. (García J., 2011, pag. 3 y 4).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño del simulador se desarrolló mediante la experimentación pasando por las siguientes etapas:

Definición del proceso a simular: Se utilizaron las herramientas del pensamiento creativo para seleccionar de entre los productos propuestos, aquel que fuera más apropiado al objetivo del simulador; de esta forma se seleccionó el proceso de fabricación de plumas retractiles.

Adaptación del proceso para simularlo: Se realizó un análisis de las fases del proceso para definir como se simularía cada una de ellas.

Dentro de esta etapa se establecieron los componentes de la pluma que para fines de simulación se supondrían como partes compradas a proveedores externos y se

plantearon los diseños en prototipo de las máquinas para la elaboración de partes de fabricación interna de tal forma que tuvieran un tiempo de ciclo apropiado para el proceso de simulación, actividades manuales y que su función fuera parecida a la máquina del proceso original. En esta etapa se definió que se elaborarían máquinas para simular los procesos de: Inyección de tinta, centrifugado, formado de resortes y moldeado de pulsador; así como la definición de un área de ensamble para el armado de las plumas con sus diferentes componentes: cuerpo, pulsador, repuesto, resorte y soporte del pulsador.

Se establecieron las herramientas y materiales necesarios para elaborar los prototipos de las máquinas y la materia prima que ingresa en cada una de ellas y que se “convierte” en productos terminados o componentes de la pluma.

Definición de hipótesis de simulación: Se establecieron las suposiciones sobre las cuales se trabajaría la simulación, entre ellas que un día laboral será igual a un minuto y que se laborarían 5 días de la semana, por lo que la duración de la corrida en el simulador sería de 5 minutos, más tiempo extra de 2 minutos adicionales si es necesario.

Se simuló el proceso para cada máquina y el ensamble final por separado en 40 ocasiones para determinar el tiempo de ciclo de cada actividad, esto ayudo a definir las órdenes del cliente que se tendrían que cumplir.

Se establecieron las cantidades de inventario en proceso, de materia prima y de producto terminado que se deberían considerarse en la simulación del sistema tradicional de producción.

Desarrollo de pruebas: Se evaluaron distintas hipótesis realizando un mapeo de la cadena de valor y determinando el porcentaje de eficiencia para cada una de estas; adicionalmente, se analizaron datos de distintos escenarios que representaban una mala corrida del sistema tradicional con ineficiencias en los procesos, así como el escenario de una buena corrida del proceso adaptado a la filosofía de Lean; se capturó la información relacionada a estos escenarios en una hoja de cálculo para determinar el ROA en cada uno de ellos, esto con el fin de verificar que el propósito del simulador de mejorar el ROA se cumpliera.

Se realizaron 4 corridas de prueba simulando el sistema tradicional para validar su funcionamiento y corroborar que los tiempos de ciclo y las mediciones se pudieran replicar n veces, en función de la necesidad de repetir la corrida del sistema tradicional de producción.

IV. RESULTADOS

Se obtuvieron los prototipos de las máquinas para simular la elaboración de plumas retractiles (fig. 1) y la descripción del funcionamiento de la simulación, así como una guía para su utilización (fig. 2).

Figura 1 Prototipos de máquinas.

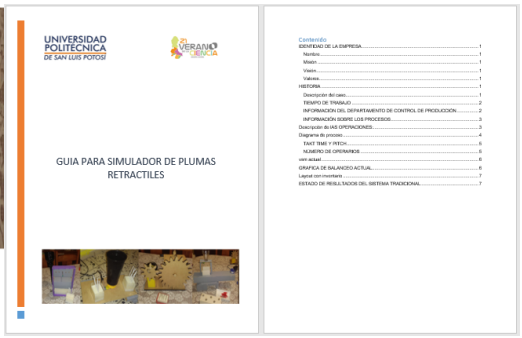


Figura 2 Guía para el uso del simulador.

Se capturaron los datos de tres posibles escenarios del simulador en el Estado Mensual de Resultados (fig. 3), donde cada columna representa un escenario. La columna correspondiente escenario *Pesimista* corresponde a los datos del resultado de una muy mala corrida del sistema tradicional en donde se tuvo retrabajo de productos, tiempo extra, desperdicios del proceso, flete extraordinario y excedentes en inventarios. La columna correspondiente al escenario *Normal* contiene los datos de una corrida regular del sistema tradicional en la que no hubo retrabajo de productos, ni desperdicios o flete extraordinario y por lo tanto no se requirió tiempo extra. Por último, la columna correspondiente al escenario *Optimista* contiene los datos de una excelente corrida de sistema mejorado con la implementación de herramientas Lean, en donde se eliminan los excesos de inventario, se balancearon las cargas de trabajo, se reduce el número de operarios y se evitan los retrabajos.

Tabla 1 ROA

Estado Mensual de Resultados	**SISTEMA TRADICIONAL**			**SISTEMA LEAN**
ESCENARIO:	**Pesimista**		**Normal**	**Optimista**
Corrida:	**Muy mala corrida**		**Corrida Regular**	**Excelente corrida Lean**
Ventas 80 Soportes a $135 por unidad	10,800		10,800	10,800
Costo Directo				
Material Productivo _400 partes a $10 unidad	4000		4000	4000
Mano de Obra Directa _$250 por persona	1500		1500	1250
Costo Semi Variable.				
Tiempo Extra (# de Minutos) x (# de Personas) x ($75 por día) x 4 semanas	900	Tres personas y tiempo extra	0	0
Mano de Obra Indirecta _$300 por persona	600	runner	600	0
Desperdicio del Proceso_ $10 por parte x 4 semanas	320	8 piezas	0	0
Retrabajo de Producto Terminado _$125 por ocurrencia	125	uno	0	0
Prestaciones (50% del total del costo de Mano de obra Directa e Indirecta)	1050		1050	625
Combustibles (energía eléctrica, gas, etc.) _ $500 por mes	500		500	500
Materiales indirectos $90_misceláneos	90		90	90
Cambios de Versión _ $20 cada uno x 4 semanas	0	ninguno	0	200
Gastos Indirectos de Fabricación				
Alquiler Nave Principal _$1250 por mes	1250		1250	1250
Alquiler Centro de Distribución _$650 por mes	650		650	0
Depreciación del Equipo _ $600 por mes	600		600	600
Alquiler de Montacargas _$50 por unidad	100		100	0
Transporte Interplantas _ $200 por mes	200		200	0
Flete Extraordinario _$100 por ocurrencia	100	uno	0	0
Gastos de financiamiento del costo de Producto terminado _ $1 por soporte	80	10 rojas, 5verdes, 5negras	80	48
Gastos de financiamiento del costo de Trabajo en Proceso _ $0.2 por parte	120		120	20
TOTAL:	-1,385	0	60	2,217
Ventas	10,800	0	10,800	10,800
ROA	**-13%**		**1%**	**21%**

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Tras la construcción del simulador se logró diseñar y elaborar los prototipos de las máquinas del simulador de una fábrica de plumas retráctiles de manera que se puede lograr una corrida que simula un sistema de producción tradicional del proceso de fabricación de los componentes y el ensamble de las plumas retractiles; para después ser reconfigurado y mejorado a un sistema de producción Lean; de tal forma que durante las simulaciones en una mala corrida del sistema tradicional se puede obtener un índice ROA de -13% o menos y mejorarlo con la implementación de herramientas Lean para lograr hasta un 21% de ROA en una muy buena corrida del simulador.

Se espera que con la propuesta de este simulador más alumnos se vean beneficiados con la implementación práctica de los conceptos de la filosofía de Lean Manufacturing y con ello logren comprender las diferencias entre un sistema de producción tradicional y un sistema Lean (esbelto) y el impacto positivo que este último tiene en los resultados económicos de una empresa. A su vez el simulador presenta una visión más amplia y práctica de lo que implican las herramientas de la filosofía Lean Manufacturing y como se pueden implementar de una forma simulada y a escala. Para su uso como equipo y material didáctico en un aula de clase, se recomienda fabricar las máquinas prototipo propuestas en este proyecto en un material más resistente con el objeto de permitir a los usuarios una manipulación más adecuada.

VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradecemos a la Universidad Politécnica de San Luis Potosí por brindarnos las herramientas necesarias para la investigación del proyecto, de igual manera a la maestra Mónica Zaldívar por su asesoría y paciencia.

REFERENCIAS

[1] Cabero-Almenara, J., & Costas, J. (2016). La utilización de simuladores para la formación de los alumnos. Prisma Social, (17), 343-372.

[2] Figueredo Lugo, F. (2015). Aplicación de la filosofía Lean Manufacturing en un proceso de producción de concreto. Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias, IV (15), 7-24.

[3] Chávez, J. A. (2017). Barreras para la implementación de manufactura esbelta. Economía y Administración, 10.

[4] Acosta, C., & López, V. (s.f.). Análisis de objetos lapicero retráctil. Institución educativa normal superior farallones de Cali, 14.

[5, 6, 7, 8, 9] Niebel, B. & Freivalds A. (2009). Ingeniería industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo, McGraw-Hill, pag.1-69.

[10] García Retana, J. (2011). MODELO EDUCATIVO BASADO EN COMPETENCIAS: Importancia y necesidad. Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación", 11 (3), 1-24.

Diseño de un dispositivo usando un microcontrolador Arduino para obtener una carta antropométrica

Marco Antonio Rodriguez López
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Ingeniería en informática
Blvd. Del valle #2301, C.P: 36413
Purísima del Rincón, Guanajuato
LRS15110073@purisima.tecnm.mx

Asesor: Diego Eduardo Morales López
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Ingeniería en informática
Blvd. Del valle #2301, C.P: 36413
Purísima del Rincón, Guanajuato
diego.ml@purisima.tecnm.mx

Resumen — En años recientes la necesidad de incrementar la producción de la industria del cuero y calzado sin olvidar la buena calidad del producto y la buena salud del obrero se ha visto con mas importancia ya que la demanda incrementa y siendo Guanajuato más específicamente los pueblos del rincón unos de los más importantes productores de esta industria se han visto en la necesidad las empresas de mejorar sus estaciones de trabajo para mantener la buena salud de los operadores y mejorar la eficiencia como la calidad del producto que estas venden, para esto el diseño de un dispositivo que a través de un microcontrolador como lo es arduino que les permita obtener cartas antropométricas facilitara el diseño de estaciones de trabajo ergonómicas y echas para el trabajo requerido.

Palabras clave — microcontrolador, arduino, ergonomía.

Abstract — In recent years the need to increase the production of the leather and footwear industry without forgetting the good quality of the product and the good health of the worker has been more important as the demand increases and Guanajuato being more specifically the villages of the corner of the most important producers of this industry have been in need of companies to improve their work stations to maintain the good health of operators and improve efficiency as the quality of the product they are selling, for this the design of a device that through a microcontroller such as Arduino that allows them to obtain anthropometric charts will facilitate the design of ergonomic workstations and workstations for the required work.

Keywords — Microcontroller, Arduino, ergonomic.

I. INTRODUCCIÓN

A. Antropometría

La antropometría estática o estructural es aquella cuyo objeto es la medición de dimensiones estáticas, es decir, aquellas que se toman con el cuerpo en una posición fija y determinada.

Sin embargo, el hombre se encuentra normalmente en movimiento, de ahí que se haya desarrollado la antropometría dinámica o funcional, cuyo fin es medir las dimensiones dinámicas que son aquellas medidas realizadas a partir del movimiento asociado a ciertas actividades.

El conocimiento de las dimensiones estáticas es básico para el diseño de los puestos de trabajo y permite establecer las distancias necesarias entre el cuerpo y lo que le rodea, las dimensiones del mobiliario, herramientas, etc. Las dimensiones estructurales de los diferentes segmentos del cuerpo se toman en individuos en posturas estáticas, normalizadas bien de pie o sentado.

Del cuerpo humano pueden tomarse gran número de datos antropométricos estáticos diferentes que pueden interesar, en función de lo que se esté diseñando, resultantes del movimiento asociado a ciertas actividades, es decir, tiene en cuenta el estudio de las articulaciones suministrando el conocimiento de la función y posibles movimientos de las mismas y permitiendo valorar la capacidad de la dinámica articular.

B. Microcontroladores

El microcontrolador nace cuando las técnicas de integración han progresado lo bastante para permitir su fabricación; pero también porque, muy a menudo, tanto en las aplicaciones domésticas como industriales, se tiene la necesidad de sistemas “inteligentes” o, al menos programables.

Un microcontrolador es un circuito integrado que en su interior contiene una unidad central de procesamiento (CPU), unidades de memoria (RAM y ROM), puertos de entrada y salida y periféricos.

Estas partes están interconectadas entro del microcontrolador, y en conjunto forman lo que se le conoce como microcomputadora. Se puede decir con toda propiedad que un microcontrolador es una microcomputadora completa encapsulada en un circuito integrado.

Toda microcomputadora requiere de un programa para que realice una función específica. Este se almacena normalmente en la memoria ROM. No está de más mencionar que sin un programa, los microcontroladores carecen de utilidad.

El propósito fundamental de los microcontroladores es el de leer y ejecutar los programas que el usuario le escribe, es por esto que la programación es una actividad básica e indispensable cuando se diseñan circuitos y sistemas que los incluyan. El carácter programable de los microcontroladores simplifica el diseño de circuitos electrónicos. Permiten modularidad y flexibilidad, ya que un mismo circuito se puede utilizar para que realice diferentes funciones con solo cambiar el programa del microcontrolador [1].

C. Arduino

Las tarjetas de desarrollo Arduino son una plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos basada en software y hardware flexibles y fáciles de usar. Se ha creado para artistas, diseñadores, aficionados y cualquier interesado en crear entornos u objetos interactivos, debemos recordar que Arduino es Open Source y cualquiera puede contribuir al desarrollo de esta plataforma con nuevas ideas o proyectos.

Cuentan con pines tanto de salida como de entrada con los cuales podremos leer nuestros dispositivos ya sea una señal de algún sensor u otro parámetro. También enviar señales o datos por los pines de salida los cuales veremos cómo funcionan más adelante para usar los Actuadores analógicos y digitales [2].

D. Sensores

Los sensores cumplen con estos requerimientos, y por ello se han convertido en los últimos años en componentes cada vez más importantes en la tecnología de medición y en la de control en bucle cerrado y abierto.

Los sensores proporcionan la información al control en forma de variables individuales del proceso. Las variables de estado del proceso son, por ejemplo, variables físicas como temperatura, presión, fuerza, longitud, ángulo de giro, nivel, caudal, etc.

Hay sensores para la mayoría de estas variables físicas, que reaccionan con cada una de ellas y transfieren las correspondientes señales [3].

E. Sensores de proximidad

Los sensores con “posiciones discretas”, es decir, sensores que detectan si un objeto se halla o no en una determinada posición. Estos sensores se conocen como sensores de proximidad. Los sensores de este tipo proporcionan una información de “Si” o “No” dependiendo de si el objeto ha alcanzado o no la posición definida.

Estos sensores que indican solamente dos estados, se conocen también como sensores binarios o menos comúnmente como iniciadores.

En muchos sistemas de producción, se utilizan interruptores mecánicos de posición para identificar la ejecución de movimientos. Otros términos también utilizados son microrruptores, finales de carrera, válvulas limitadoras. Puesto que los movimientos se detectan por medio de contactos, deben cumplirse ciertos requisitos constructivos. Además, estos componentes están sometidos a desgaste. En contra, los sensores de proximidad funcionan electrónicamente y sin contacto. [3].

II. METODOLOGÍA

A. Pruebas de sensores:

Se aplicaron las pruebas a los tres tipos de sensores (sensor ultrasónico, laser y presión) que se han investigado esto para seleccionar el más indicado para el área donde se va implementar el proyecto.

Las pruebas que se aplicara será: se creara un ambiente controlado similar al que se encontrara en un área de producción, las condiciones serán puestas según el tipo de sensor.

B. Condiciones:

Sensor ultrasónico: basando las condiciones en las desventajas técnicas indicadas las cuales son el funcionamiento de estos en condiciones donde las partículas de polvo sean demasiadas, para esto el sensor se colora frente a un objeto el cual deberá ser detectado por el mismo después se dejará caer una porción de polvo y se observara cómo se comporta.

Sensor Laser: en manual indico que un cambio repentino de luz puede afectar la respuesta y el cálculo de distancia que este proporciona este sensor como el anterior se

colocará frente a un objeto y se llevará a cabo la prueba de polvo y además se hará un cambio de luz repentino, la luz será similar a la encontrada en la industria.

C. Diseño de prototipo:

Después de las pruebas el sensor que mejor se comporte en las situaciones normales en las que se encontrará se dará paso al diseño del prototipo este al ser un proyecto integrador el diseño para la parte electrónica será el colocación de los sensores en los puntos indicados por la carta antropométrica, además de esto la colocación de cables y distribución de los mismos, después de esto se pasara un diagrama para que pueda ser interpretado por las demás partes del equipo y estos puedan hacer el diseño industrial de acuerdo al prototipo.

D. Creación de código para la interpretación de arduino:

Se codificará en C# o java un sistema que pueda obtener los datos de arduino y enviarlos a la plantilla de la carta antropométrica este tendrá las características básicas solicitadas por el usuario, el sw estas en lo siguiente: la posibilidad de visualizar las medidas en pantalla, impresión de la carta antropométrica y el guardado de esta, para esto se usara una metodología ágil denominada XP.

III. RESULTADOS

Los resultados arrojados por las pruebas a los sensores en las condiciones especificadas fueron las siguientes:

Sensor ultrasónico:

Tabla 1 Voltajes de operación del sensor ultrasónico

Parámetros de medición	Min	Tip	Max	Unidad
Voltaje de operación	4.5	5	5.5	V
Corriente	10	15	20	mA

Se colocó un objeto en condiciones normales a 34 cm los resultados fueron buenos como se observa en la imagen el sensor capto de manera correcta.

En la tabla siguiente se muestra la variación del sensor en diferentes condiciones y materiales distintos.

Tabla 2 Resultados de las pruebas

Material a medir distacia	Obstáculo	Distancia Sensor Ultrasonico	Distancia Sensor Laser
Aluminio	No se colocó	34cm	34cm
Aluminio	Malla	33.89cm	33.92cm
Aluminio	Polvo	31.56cm	34cm

Como se puede observar la variación frente a material poroso como lo es la maya en ambos sensores no es un gran problema, en cambio cuando lo que se interpone es una nube de polvo densa el sensor ultrasónico tiene un error de distancia más grande mientras que el sensor laser mantiene la precisión.

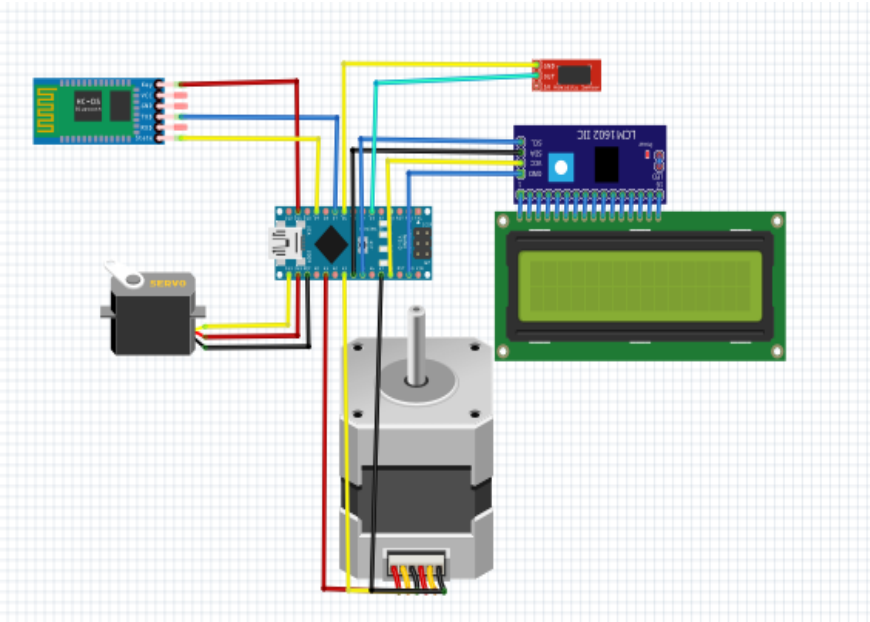


Figura 1. Diseño del prototipo de medición antropométrica (Diagrama de conexión)

IV. CONCLUSIONES

Se puede llegar a concluir que la creación de un dispositivo a través de un microcontrolador arduino para la obtención de medidas antropometrías es factible y a la vez escalable lo cual le permitirá la integración de nuevas tecnologías si así lo requiere, además de esto mejorar la precisión de medida de datos importantes para la ergonomía en un área de trabajo permitiendo así mejorar la ergonomía.

Si tomamos en cuenta los datos de las tablas anteriores se puede observar que sensor tiene mejor respuesta para las mediciones necesarias por lo cual los resultados siempre serán precisos o por lo menos el error de medición será poco frecuente y solo variará por milímetros.

Al obtener los resultados de medidas con los distintos sensores se dio pauta para generar el diseño mostrado en los resultados cada componente fue seleccionado para que al trabajar en conjunto los resultados sean los esperados.

V. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a Instituto tecnológico superior de purísima del rincón y al CONACyT por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

REFERENCIAS

[1] Fernando E.Valades Perez, R. P. (2007). Microcontroladores: Fundamentos y Aplicaciones con PIC. España

[2] Flores, M. S. 2008. Curso Básico de arduino. México, Distrito Federal.

[3] S.Nestel, F. 1993. Sensores para la técnica de procesos y manipulación. Alemania, Esslingen: Festo Didactic KG.

Diseño de un inversor polifásico usando microcontrolador Arduino

José Horacio Carmona Méndez
Universidad Politécnica de San Luis Potosí
Calle Urbano Villalón 500, La Ladrillera,
78369 San Luis, S.L.P.
jhcm.94@outlook.com

Asesor: Margarito Martínez Cruz
Universidad Politécnica de San Luis Potosí
Calle Urbano Villalón 500, La Ladrillera,
78369 San Luis, S.L.P.
margarito.martinez@upslp.edu.mx

Resumen — En la literatura abierta es complicado encontrar el diseño paso a paso de los inversores de CD-CA y mucho más complicado es obtener la programación de microcontrolador para la generación de pulsos que permitan construir de manera rápida y eficiente un inversor de CD-CA. Los procesadores Atmega en todas sus formas han tenido un gran auge por su gran flexibilidad de programación de código abierto, y los inversores de CD-CA son fuentes de alimentación ampliamente utilizadas, tanto en celdas fotovoltaicas como en control de velocidad de motores, por estas razones, se decidió investigar y desarrollar la programación de un microprocesador para generar los pulsos que permitan construir un inversor en lazo abierto y posteriormente aplicar estrategias de control para cerrar el lazo del sistema.

Palabras clave — Inversores, Conmutadores, Arduino, Frecuencia.

Abstract — In the open literature it is difficult to find the step-by-step design of CD-CA inverters and it is more complicated to get the microcontroller programming for pulse generation, that can help to build quickly and efficiently a CD-AC inverter. Atmega processors in all its forms have had a great boom due to their great flexibility of open source programming, and CD-AC inverters are power supplies widely used, in photovoltaic cells and in motor speed control, For these reasons, it was decided to investigate and develop the programming of a microprocessor to generate the pulses that allow to build an inverter in open loop and subsequently apply control strategies to close the system loop.

Keywords — Inverters, Commutators, Arduino, frequency.

I. INTRODUCCIÓN

Los inversores son fuentes electrónicas que utilizan dispositivos semiconductores de potencia para convertir la energía eléctrica, normalmente de CA-CD-CA o simplemente de CD-CA, haciendo éstas altamente eficientes en el manejo de la energía. Además, gracias a que los dispositivos semiconductores permiten controlar la activación y desactivación de los mismos, es factible obtener señales de corriente alterna a diferentes frecuencias dependiendo de la demanda de la aplicación. En este trabajo se busca crear un inversor polifásico con un microcontrolador Arduino en el cual se desarrollará la programación paso-paso y aplicando conocimientos básicos, debido a la poca información respecto al tema de los inversores digitales para la generación de pulsos, y tomando como referencia diferentes artículos y libros de la literatura abierta. Además, se contempla poder agregar al sistema otras funciones como por ejemplo la comunicación inalámbrica que permitan modificar de manera remota la frecuencia de la señal de corriente alterna generada o bien el uso de herramientas de realidad aumentada que contribuyan en el uso adecuado del sistema.

II. MARCO TEÓRICO

Se define la función de un inversor a grandes rasgos como un par de compuertas en serie, permutando su activación para generar una onda de corriente alterna. Esta activación lejos de ser sencilla es de alta precisión, cada conmutación debe generarse tomando en cuenta el momento de la onda que se quiere reflejar en la salida, siendo que una onda completa tiene 360°, la activación de cada compuerta tendrá 180° en un sistema perfecto, sin embargo, existen remanencias en la conmutación de las compuertas al momento de su desactivación por lo que esos 180° se verán reducidos a 177° dejando 3° para la desactivación total de cada compuerta.

Las partes que conforman un inversor en la parte de potencia se componen de lo siguiente:

1. **Entradas:** la entrada a un inversor puede ser monofásica, bifásica o trifásica debido a que en realidad la señal que se convertirá en CA, solo es necesario que sea de CD, obviamente es importante conocer la potencia requerida por la planta para definir esto.
2. **Rectificador:** esta parte deberá ser adecuada al voltaje máximo que se quiera utilizar ya que hay que utilizar diodos con la suficiente capacidad, para ello es importante seleccionar diodos con las características tanto de corriente, voltaje inverso y tiempos de recuperación adecuados.
3. **Banco de capacitores:** éste deberá ser adecuado al voltaje máximos, tomando en cuenta que los capacitores al igual que los diodos deben soportar los niveles de voltaje que estarán filtrando y los picos de corriente que naturalmente se generan en un sistema de rectificación.
4. **Inversor:** Esta parte es normalmente construida utilizando transistores del tipo MOSFET o IGBT de activación rápida por su alta respuesta y gran capacidad.

El sistema de pulsos generados por el atmega será realizado para 6 salidas, debido a que será un sistema trifásico. para la programación hay que tomar en cuenta lo siguiente;

- El desfase entre las activaciones de cada salida el cual será de 60° por cada una de las 3 fases.
- El escalamiento de tiempo variando por el valor en hz que se quiera trabajar, el valor de 1Hz en milisegundos es equivalente a 1000, a partir de ahí se debe escalar de manera porcentual el valor en ms máximos que se tendrá por fase, es decir, si el valor es de 50 Hz el ciclo entero deberá durar 20 ms.
- En la estructuración de las diferentes partes de los ciclos, se deberá buscar el bucle (lazo) adecuado y el número de condicionales que deberá tener el programa para poder pasar de bucle en bucle sin afectar la ejecución de las conmutaciones de las salidas, sin alargarlas o recortarlas.
- Secuencias preestablecidas para proteger el sistema, ya sea para que en el arranque se inicie desde 1Hz y se vaya incrementando la frecuencia de manera

paulatina y para proteger que el frenado no sea repentino, situación que puiede generar una sobrecarga en el sistema.

- Es importante incrementar la capacidad del atmega, ya que el Arduino tiene un reloj de cuarzo integrado que trabaja a 16MHZ lo que se puede aumentar a 20 MHZ, esto se logra cambiando el microprocesador a un PCB
- Integrar las compuertas para interactuar con los drivers sin comprometer el microcontrolador ya que pueden existir sobrecargas.

El uso de componentes de precisión también es importante debido a que hardware normal afecta la precisión en la lectura analógica que se hará en el microcontrolador, así como, conmutadores y opto-acopladores que aislaran el sistema lo necesario, entre potencia y control.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

En el desarrollo del presente trabajo, se comenzó con el reconocimiento de las partes fundamentales que componen el inversor, buscando los elementos usuales o recomendados para hacerlo, su estructura y funcionamiento básico. En un principio se pensaba utilizar un shiftregister como método de conmutación de los MOSFET utilizando el atmega como un reloj más preciso que un circuito temporizador lm 555, por otro lado, se consideraba el uso de un PIC, sin embargo, éste generaba algunos comportamientos irregulares, por lo cual se decidió por la utilización definitiva del atmega para generar los pulsos de conmutación variable.

Para ello se utilizaron transistores 2N2222 para pruebas de conmutación sin colocarlas en serie, las cuales funcionaron hasta cierto punto donde el atmega ya no pudo subir de 70 hz y causaba error en la conmutación.

El Arduino tiene un problema importante pero fácil de arreglar, y es que cuando se energiza envía un pulso a todas sus salidas de manera uniforme, esto se arregla colocando una instrucción (on delay) para conectar el común en las salidas del atmega y de esta manera no conmuten las compuertas hasta que el sistema esté listo.

Para la elaboración física del atmega se planteó utilizar solo 3 entradas, siendo 2 botones y 1 potenciómetro de precisión. El potenciómetro declararía hasta donde subiría la frecuencia en un inicio, al ejecutar el botón 1 se subirá la frecuencia hasta donde se indicó escalando de manera cada vez más rápida y una vez cumplida la elevación de la frecuencia se pasara a la siguiente fase, esta fase permite manipular la frecuencia de manera libre con el potenciómetro siempre comprobando que no esté activado el botón 2, si el botón 2 es activado se ejecutara la siguiente secuencia la cual será ir reduciendo la frecuencia al mismo tiempo que es activada la compuerta con la resistencia de sobrecarga hasta llegar a 0.

La depuración del programa, creación de bucles a manera de subprogramas aumento la efectividad de la variación de la frecuencia sin embargo el microcontrolador no nos dejó subir más allá de 193Hz, donde pasando esa barrera las señales eran difusas y se creaba mucho ruido. Toda esta programación fue realizada en el programa de Arduino y debido a

las limitaciones del hardware y la ejecución de líneas se tuvo que recurrir a solo 1 condición de salida por ciclo, dejando todo el cálculo, la lectura de variables y la variación de frecuencia dentro de los **delay()**.

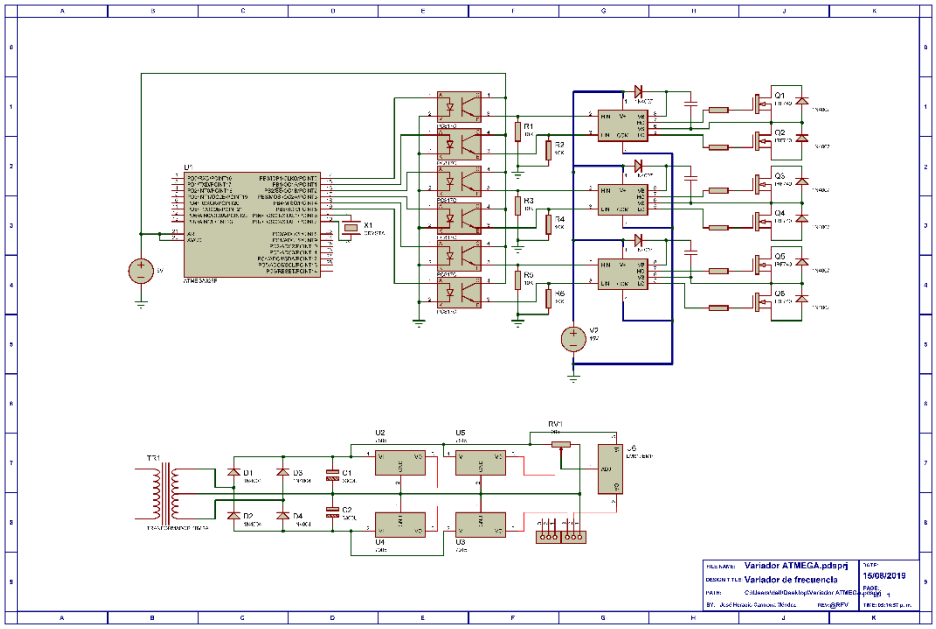


Figura 1. Esquema variador [2]

Se crearon 16 programas del inversor cada uno con enfoques diferentes pero ineficientes, al final se creó una estructura de 5 pasos

1. Iniciación: conmutar las primeras compuertas hasta llegar a la velocidad de 1 hz
2. Elevación: se encarga de subir constantemente la velocidad del inversor hasta llegar a la definida por el potenciómetro.
3. Variación: en este punto la frecuencia está atada al movimiento del potenciómetro, se puede modificar con solo moverlo.
4. Frenado: cuando se ejecuta el frenado el ciclo se encargará de reducir la frecuencia desde la que se encontraba hasta llegar a 1 hz.
5. Finalización: este proceso se encargará de bajar de 1 hz a 0 hz en la misma dejando desactivadas las compuertas en la misma secuencia con la que se inició el programa.

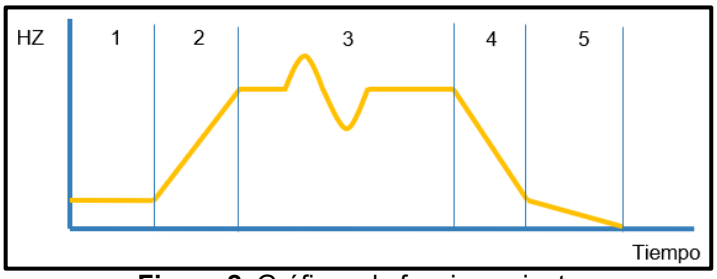


Figura 2. Gráficas de funcionamiento

Se hicieron pruebas mediante el simulador Proteus ® el cual nos mostraba con los ajustes realizados por el tope de 196 Hz que la frecuencia segura y máxima es de 156 hz .

Las limitantes solo ayudaron a concretar aún más el proyecto, dando aspectos que se podían solucionar y generando un conocimiento más certero de las capacidades del atmega, siendo otra de estas limitantes la propia alimentación del atmega por lo que se procedió a la creación de una fuente capaz de alimentar a toda la parte de control, incluyendo el consumo de los drivers que manejan 15v, el atmega que maneja 5v y una salida variable para cualquier otro elemento externo que necesite alimentar [1].

Una vez realizada la fuente, es importante simplificar el programa para hacerlo más sencillo y eficiente, las pruebas con el atmega en el simulador de proteus permitieron observar que existían ciertos saltos entre cambios de frecuencia, cambiando el enfoque de ciertos cálculos, cambiando el uso de porcentajes al uso de comandos de resta más precisos y sin el uso de puntos decimales innecesarios los cuales el **delay()** no podía interpretar [3].

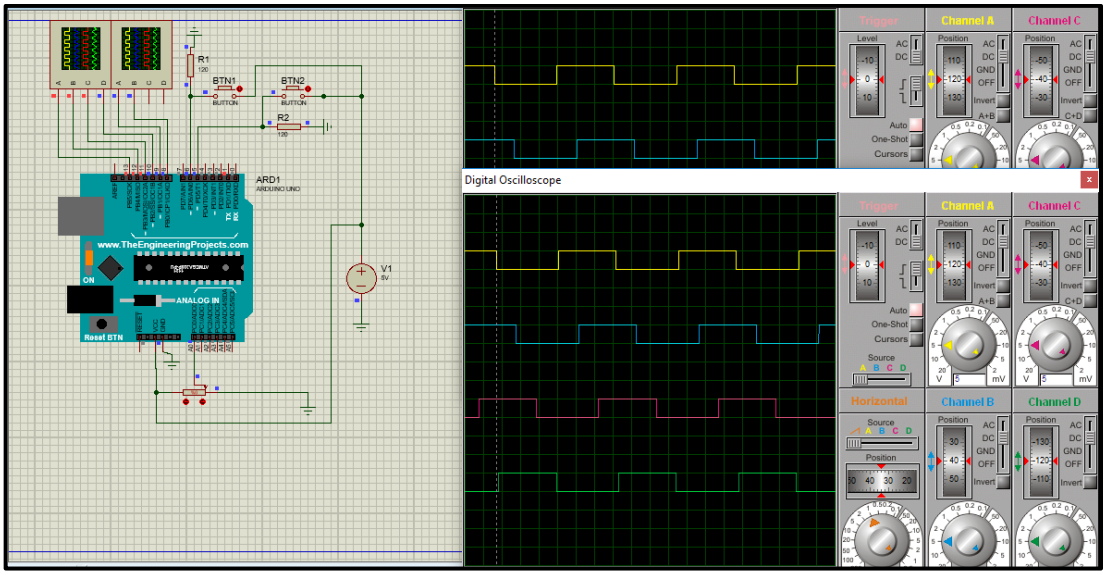


Figura 3. Simulación variación de frecuencia

IV. RESULTADOS

Se generaron en total 16 programas siendo el ultimo el más eficiente y de mayor estabilidad. El atmega termino dando mejores resultados de los esperados dado que con la correcta administración de variables y cálculos en la estructura se pueden incluir entradas para un control a larga distancia enfocando el proyecto a la parte de comunicaciones y realidad aumentada que son fundamentales en el desarrollo de la industria 4.0, por el momento solo se llegó a la etapa de la programación dejando en un futuro próximo el armado total del variador al cual se le podrá implementar fácilmente un sistema de retroalimentación y corrección de velocidad autónomo.

Se obtuvo bastante información con referencia al manejo de señales digitales y analógicas. Dejando solo al sistema un último reto el cual es el suavizar las señales cuadradas en señales sinusoidales para la conexión y pruebas con un motor trifásico de corriente alterna, también otra cuestión no vista en el sistema y que quedara para implementación futura es el cálculo de la capacidad de la resistencia que debe utilizarse en el sistema de frenado, esto debido a que la inercia de la flecha de los motores suele generar corriente en reversa que debe ser disipada.

V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con los resultados obtenidos se puede deducir que el sistema creado puede tener muchas mejoras y gracias a la gran flexibilidad del microcontrolador pueden existir aún más posibilidades para crear un inversor básico.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Si se quiere realizar un inversor con un microcontrolador atmega hay que tener en cuenta al energizar el mismo, se envía un pulso a todas las salidas lo cual puede causar un corto en un sistema.

El no usar más de 1 condicional por ciclo debido a que se pueden alargar pulsos y dejar los cálculos dentro de la función **delay().**

Utilizar un segundo atmega para agregar una pantalla LCD debido a que los drivers de Arduino suelen ser en muchas ocasiones incompartibles con algunos atmega y se tendrán que usar los 16 pines del LCD.

Este es un sistema bastante mejorable y que se puede indagar para hacerlo más eficiente que se presta a una mejor solución donde se requiere del uso de modulación de ancho de pulso sinusoidal (SPWM).

REFERENCIAS

[1] Muhammad H. Rashid, México (1995), Electrónica de Potencia, Circuitos, dispositivos y aplicaciones, segunda edición, editorial Prentice Hall Hispanoamericana.

[2] Manuel Pulido, España (2000), Convertidores de frecuencia, controladores de motores y ssr, primera edición, editorial Marcombo.

[3] Mike Banahan, Declan Brady , Mark Doran,(1991), The C Book, segunda edición, editorial Addison-Wesley Publishing Company,

Diseño de un prototipo para evaluación de calzado

José Guadalupe Ramírez Santiago
Instituto Tecnológico superior de Purísima del Rincón
Blvd. Del Valle #2301 Guardarrayas, Purísima del Rincón, Guanajuato, C.P: 36413, México
LRS14110106@purisima.tecnm.mx

Asesor: Fernando Mendoza Vázquez
Instituto Tecnológico superior de Purísima del Rincón
Blvd. Del Valle #2301 Guardarrayas, Purísima del Rincón, Guanajuato, C.P: 36413, México
Fernando.mv@purisima.tecnm.mx

Resumen — El calzado deportivo es una prenda de vestir muy utilizada por las personas para llevar acabo sus actividades físico-deportiva, la suela es una de las partes más importantes de éste, se encarga de proporcionar comodidad al usuario, esta propiedad se encuentra relacionada con la fatiga. El objetivo es diseñar la estructura de un prototipo de pruebas de fatiga al calzado deportivo y del sistema mecánico utilizado para suministrar el movimiento de flexión, las pruebas estarán basadas en ciclos de flexión y bajo el estándar ISO 20344:2004, apartado 8.4.2. Además se analizó una de las partes del sistema mecánico mediante el método de elemento finito, de acuerdo a los resultados la pieza tiene un factor de seguridad de diseño de 15.

Palabras clave — Diseño, fatiga, calzado deportivo y método de elemento finito.

Abstract — The sports footwear is a garment used by people to carry out their physical-sport activities, the sole is one of the most important parts of this, is responsible for providing comfort to the user, this property is related to fatigue. The objective is to design the structure of a fatigue test prototype for athletic shoes and the mechanical system used to provide the flexion movement, the tests will be based on flex cycles and under the ISO 20344: 2004 standard, section 8.4.2. In addition, one of the parts of the mechanical system was analyzed by the finite element method, according to the results the piece has a design safety factor of 15.

Keywords — Design, fatigue, sports shoes and finite element method.

I. INTRODUCCIÓN

En años recientes se ha incrementado la demanda de calzado, porque las personas están en constate movimiento realizando actividades cotidianas que involucran trayectos largos, igual o mayor a los que realizan ejercicio, por ello necesitan un diseño que les proporcione comodidad, seguridad y durabilidad. El confort ha estado compitiendo con la moda como factor influyente en la compra de calzado [1], y se ha convertido en una de las principales propiedades que se evalúan para conseguir un buen producto. Existen diferentes definiciones para el confort, por ejemplo [2] lo considera como un estado de armonía psicológica y física, de acuerdo con *Olaso J* [2] hay tres aspectos básicos que caracterizan el confort y dependen de ellos;

- Es de naturaleza subjetiva y personal.
- Está influido por factores de distinta naturaleza (física, fisiológica y psicológica).
- Es una reacción frente al entorno.

De acuerdo con *Canseco de la Cruz* [3], la comodidad depende de tres estudios; la selección apropiada de materiales, geometría propuesta y accesorios que se le agregan a éste.

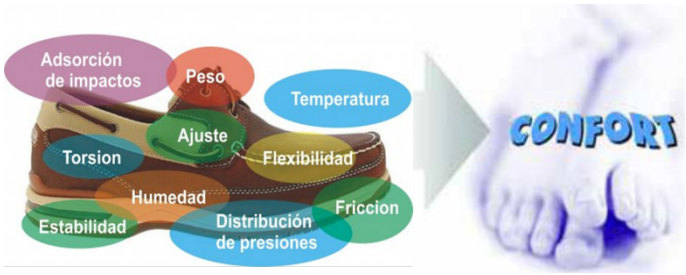


Fig. 1. Factores fisiológicos y mecánicos que influyen en el confort [1].

Una de las partes más importantes del calzado es la suela, la capa que entra en contacto directo con el suelo y está pegada a la parte inferior de la entresuela. Ésta resiste el uso y el desgaste, provee tracción o agarre sobre el suelo para dar pisadas firmes, evitando patinar y da estabilidad sobre diferentes superficies, ayuda a la amortiguación de la entresuela y protege al pie [1,4]. En el calzado deportivo uno de los factores a considerar es el impacto que sucede entre el pie, la suela y el suelo, en los recientes años se han creado sistemas para la amortiguación de impactos una de ellas son las suelas con burbujas de aire o los sistemas de torsión basados en estudios biomecánicos, estos fueron muy bien recibidos por los usuarios [1].

El confort en el calzado está relacionado con la fatiga, el desarrollo de lesiones y el rendimiento, así como con muchas otras propiedades como el tamaño, la forma, la flexibilidad, el estilo, el peso, el micro-clima dentro del zapato, los materiales, la amortiguación, etc. [4]. Por eso la importancia de evaluar estar propiedad de las suelas del calzado.

El objetivo principal es diseñar un banco de pruebas que evalué la fatiga de la suela del calzado deportivo mediante flexión. El prototipo funcionará bajo la norma ISO 20344:2004, apartado 8.4.2 [5], al final tendremos datos para analizarlos y proceder a seleccionar un material y diseñar un calzado adecuado. Con esto, ofrecer comodidad a las personas, además el calzado tendrá mayor tiempo de vida en comparación con otros diseños no evaluados.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Las etapas de la metodología utilizada para el desarrollo del proyecto se muestran en la Fig. 2, que se basa en *Cross, N* [6]. Se hizo una recopilación y análisis de información del tema en cuestión, ésta abarcó el estudio de artículos científicos, libros y normas, relacionados con las partes del calzado, enfermedades por uso de un calzado inadecuado, el confort y su relación con la fatiga, parte de esta información esta resumida en este trabajo.

Para la identificación de parámetros se revisaron distintas normas como lo es la ISO 20344:2004 [5] y trabajos relacionados con diseños de prototipos, para analizarlos y después adecuarlos para desarrollar el diseño de la estructura y del sistema mecánico que proporcionará la flexión al calzado. Estos pasos de la metodología pueden ser iterativos, ya que no se pasará a la etapa de selección de materiales si las dimensiones y parámetros no son considerados los adecuados para nosotros.

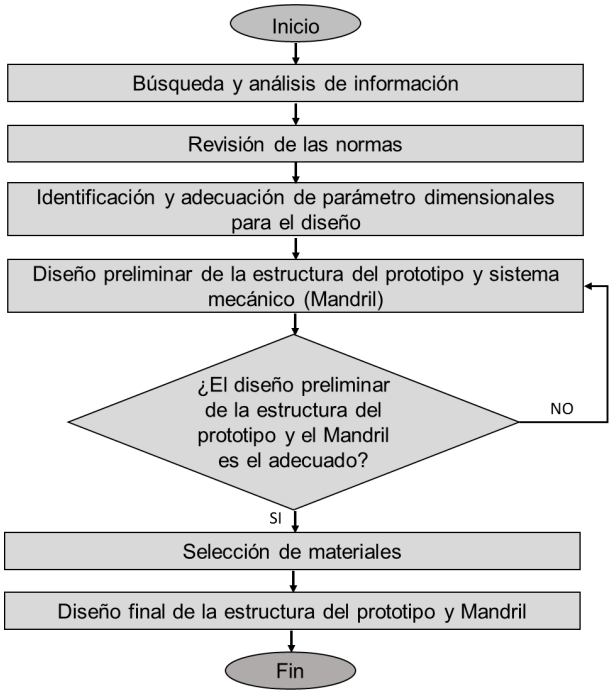


Fig. 2. Metodología aplicada [6].

Al tener un diseño preliminar procedemos a seleccionar el tipo de material para la fabricación de la estructura del prototipo y el mandril, para obtener el diseño final es necesario ingresar la geometría de la sección transversal y la propiedad del material tanto para la estructura como para el mandril.

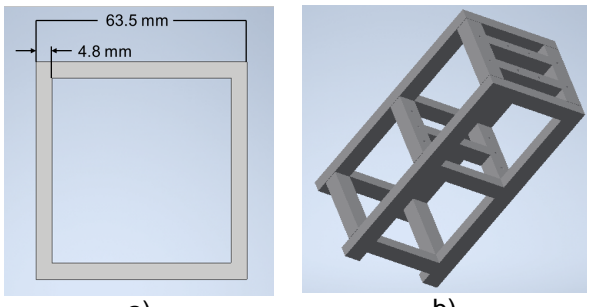
III. RESULTADOS

En este apartado se muestran los diseños realizados de la estructura del banco de pruebas y el mandril, así como el análisis de una pieza del mandril por método de elemento finito.

A. Diseño de la estructura del prototipo

1) Diseño preliminar de la estructura del prototipo

Para el primer diseño de la estructura del banco de pruebas se propuso (PTR) de material de acero AISI 1018 [7] en la Fig. 3. a) se muestra la sección transversal del mismo y en la Fig. 3. b) el diseño ensamblado.



a) b)

Fig. 3. a) Sección transversal del PTR y b) Diseño preliminar.

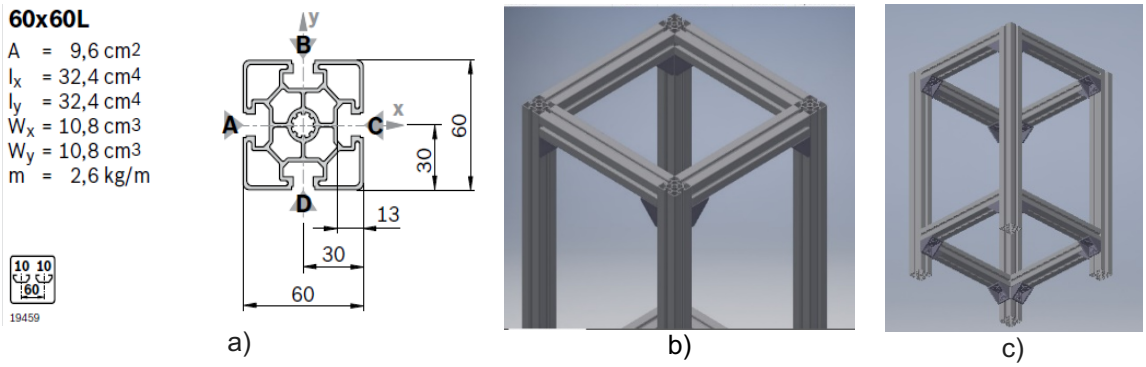


Fig. 4. a) Sección transversal del Perfil Bosch, b) Diseño final de la estructura del prototipo (parte superior) y c) Diseño final de la estructura del prototipo (Vista isométrica).

En el diseño se pensaba utilizar soldadura 6018 para unir las partes del prototipo, pero por cuestión de modificaciones futuras, el peso de la estructura y la manejabilidad de la misma, se decidió seleccionar un nuevo material para la estructura y realizar un nuevo diseño.

2) Diseño final de la estructura del prototipo

Para el diseño definitivo de la estructura del banco de pruebas como se observa en la Fig. 4. b) y c), se cambiaron dimensiones, la parte superior es de 62x62 cm como se puede apreciar en la Fig. 4. b) y la altura un aproximado de 1.2 m.

El material seleccionado para la fabricación es aluminio perfiles Bosch [8], la sección transversal se muestra en la Fig. 4. a). La selección se basó en la facilidad para poder realizar modificaciones en caso de requerirlas debido a las uniones, el aluminio es un material ligero y posibilitará su movimiento de un lugar a otro sin dificultad.

B. Diseño del Mandril

Para diseñar el sistema mecánico encargado de suministrar el movimiento de flexión se revisó la norma ISO 20344:2004 [5], en la Fig. 5. a) se observa el mecanismo que la norma utiliza y fue nuestra base para realizar diseñar el mandril (Fig. 5. b)). Básicamente el diseño esta ensamblado por 6 piezas y se pretende sea de placa de aluminio, el movimiento se realizará cuando una de las placas (pieza 6), estará fija y la otra tendrá un movimiento lineal.

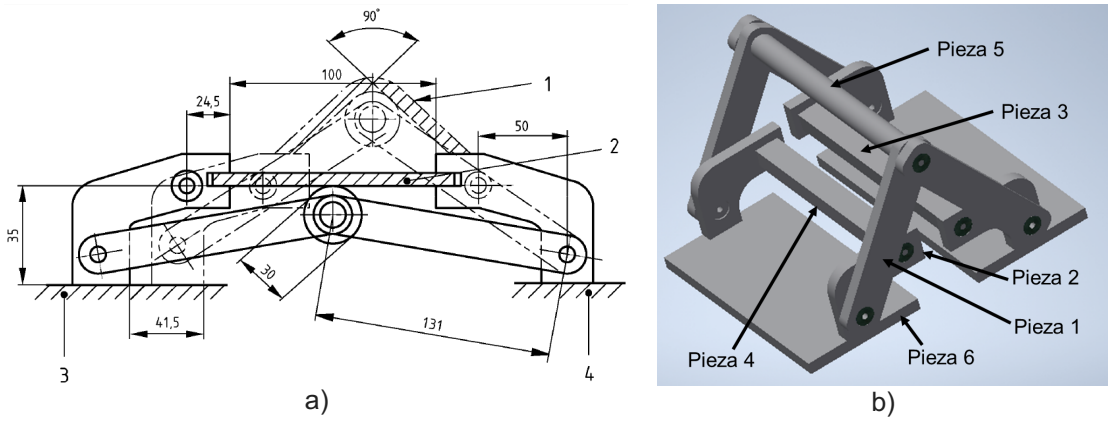
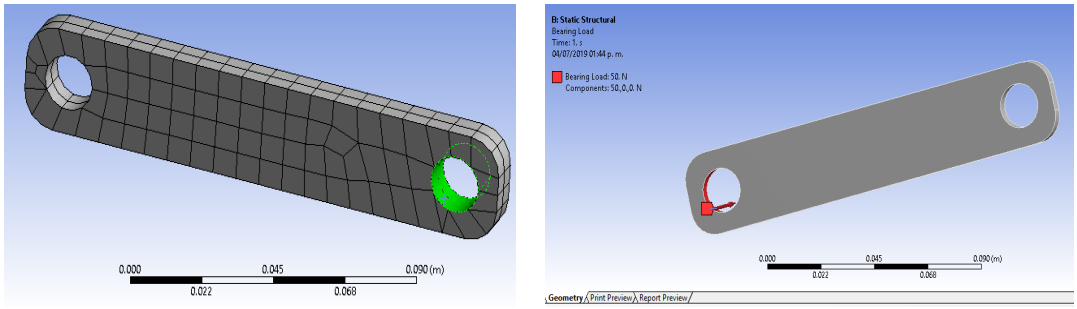


Fig. 5. a) Sistema mecánico (Mandril) y b) Ensamble general del sistema mecánico (Mandril).

C. Análisis por MEF en la pieza 1.



a) b)

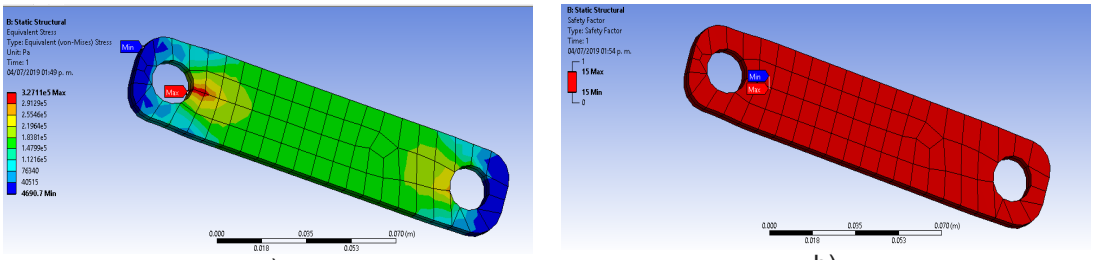
Fig. 6. a) Malla y selección de soporte cilíndrico y b) Suministro de fuerza

Para confirmar el diseño de la pieza 1 del mandril se realizó un análisis en ANSYS mediante el método de elemento finito, se utilizó está porque es una de las que tendrán mayor movimiento. Para éste análisis se realizaron los siguientes pasos:

- Exportar la pieza de inventor con extensión (.stp)
- Abrir pestaña de componentes del sistema (Ansys debe estar abierto)
- Importar geometría
- Abrir geometría con Space Claimb
- Seleccionar un análisis estático estructural
- Añadir propiedades del aluminio (Datos de ingeniería)
- Abrir modelo para ser evaluado
- Generar malla
- Seleccionar soporte (cilíndrico)
- Selección y aplicación de carga para análisis estático estructural
- Solución y análisis de resultados

Abrimos la geometría con Space Claimb, para corregir errores del cuerpo y así Ansys pueda leerlo de manera correcta. Se utiliza un análisis estático estructural para evaluar la pieza por MEF. Se añaden las propiedades del material (aluminio $7.1x10^{10}$ Pa módulo de Young) en la pestaña de ingeniería de datos.

En la Fig 7 a), se muestra la malla hexaédrica de 8 nodos generada automáticamente por el computador y la selección de un soporte cilíndrico para que el cuerpo tenga una restricción de movimiento. En la Fig. 1. b), se añade una fuerza de 50 N a la que va estar sometida de acuerdo con la norma ISO 20344:2004. Se analizó el cuerpo por el método de Von Mises para que nos proporcione un esfuerzo máximo y un mínimo, en la Fig. 7. a) se muestra el valor máximo de 0.32 MPa y el mínimo de 4.6 KPa. En la Fig. 7. b), se muestra el factor de seguridad, el valor mínimo y máximo es de 15. Es decir, que la pieza esta sobre diseñada, si disminuyéramos el espesor de la pieza a la mitad seguiría siendo un diseño adecuado y soportaría sin problemas la fuerza aplicada, y si duplicáramos la fuera la pieza 1 seguiría soportado sin sufrir fractura.



a) b)

Fig. 7. a) Esfuerzos máximos y mínimos de la pieza y b) Factor de seguridad

IV. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Se obtuvo el diseño de la estructura del prototipo y el Mandril, también seleccionamos el material con el que se fabricarán. En el análisis de la pieza 1, el factor de seguridad mínimo y máximo es de 15, es decir, el cuerpo esta sobre diseñado, porque el módulo de Young del aluminio es de $7.1x10^{10}$ Pa y el esfuerzo máximo producido por la carga de 50 N tiene un valor de 0.327 MPa, éste último se encuentra muy por debajo del módulo de Young del aluminio. Por lo tanto si disminuimos el ancho de la pieza a la mitad o la fuerza aplicada es el doble, la pieza 1 seguirá teniendo un factor de seguridad alto y no sufrirá ninguna fractura.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se diseñó la estructura de un prototipo de pruebas de fatiga a calzado deportivo y el Mandril encargado de suministrar el movimiento de flexión al calzado. Se seleccionó perfiles Bosch como material para la construcción del banco de pruebas, porque su geometría proporcionara rigidez a este y el ensamblaje será muy fácil de ejecutar por las uniones que tiene, además en caso que haya modificaciones futuras realizarlas será muy por fácil por lo antes comentado. De acuerdo al análisis por MEF a la pieza 1, nos dimos cuenta que esta sobre diseñada. La carga a la que estará sometida es muy pequeña, entonces podemos optimizar material al disminuir el espesor de las piezas 1, 2 y 6. Con la evaluación de fatiga en el calzado deportivo se podrán mejorar propiedades como la absorción de impactos en el talón y el confort, éste último se encuentra relacionado con la fatiga. Además, esto con lleva a la disminución de patologías y lesiones en el pie. Se recomienda analizar la estructura con MEF y seleccionar correctamente las dimensiones para proceder a la fabricación.

VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Se agradece al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón por brindar las facilidades para realizar el presente trabajo y a mi asesor por apoyarme durante el desarrollo del proyecto.

REFERENCIAS

[1] Perales J. Desarrollo y evaluación biomecánica de plantillas de poliuretano usadas en calzado de seguridad [M.C. Tesis]. CIATEC, León, (2016).

[2] Olaso J. Predicción del confort a partir de prototipos virtuales de calzado y modelos de ingeniería asistida por ordenador. Valencia. España. (2010).

[3] Canseco de la Cruz, R. A. Diseño de calzado deportivo para correr usando la metodología TRIZ y análisis por MEF. SOMIM XXII. Pag. 79-88. (2016).

[4] Alcántara E., Artacho M.A., González J.C. y García A.C. Application of product semantics to footwear design. Part I—Identification of footwear semantic space applying diferential semantics. International Journal of Industrial Ergonomics. 35(8). Pag. 713-725. (2005).

[5] Norma internacional ISO 20344:2004. Métodos de ensayo para calzado: Ensayo de flexión. España. AENOR. (2004).

[6] Cross, N., Wiley J. y Sons Ltd, Engineering Design Methods: Strategies for Product Design. vol. 4, Pag. 29-42. (2000)

[7] AISI-SAE 1018 (UNS G10180). SUMITEC. Recuperado de http://www.deinoxidable.mx/AISI%201 018.pdf. (2018).

[8] Bosch Rexroth AG. Recuperado de https://www.boschrexroth.com/es/mx/. (2018).

Diseño de un receptor Inalámbrico mediante el uso de FPGA's

Ernesto Daniel Toledo Manuel
Instituto Tecnológico de Querétaro
Av. Tecnológico s/n, Centro, C.P. 76000,
Santiago de Querétaro, Qro., MÉXICO
dtoledome@hotmail.com

Asesor: José Jimmy Jaime Rodríguez
Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Media
Carretera Rio verde-San Ciro km4, Col. El Carmen,
C.P. 79615, Rio Verde, San Luis Potosí, MÉXICO
jose.jaime@uaslp.mx

Resumen — En el presente proyecto de investigación se tiene la finalidad de diseñar e implementar un receptor inalámbrico basado en el uso de FPGA's y las especificaciones del estándar 802.11p (redes vehiculares). Inicialmente se estudió y comprendieron las bases para el desarrollo del proyecto, posteriormente se llevó a la programación en el software MATLAB y Simulink para realizar diversas pruebas que corroboran el adecuado funcionamiento de los radios (SDR ADALM-Pluto) y que estos fueran capaces de recibir y transmitir datos.

Palabras clave — FPGA, radio, receptor, transmisión.

Abstract — The purpose of this research project is to design and implement a wireless receiver based on the use of FPGA's and the specifications of the 802.11p standard (vehicular networks). Initially the bases for the development of the project were studied and understood, later the programming in the MATLAB and Simulink software was carried out to perform various tests that corroborate the proper functioning of the radios (SDR ADALM-Pluto) and that these were able to receive and transmit information.

Keywords — FPGA, radio, receiver, transmission

I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento acelerado del parque vehicular alrededor del mundo ha generado problemas como son el aumento de accidentes vehiculares. automotrices, han propuesto el desarrollo de sistemas de transporte inteligente (STIs). Los STIs están construidos sobre una plataforma de comunicaciones inalámbricas que permite el intercambio de información directamente de un vehículo a otro vehículo (V2V, por sus siglas en inglés) y entre vehículos y la infraestructura instalada a lo largo del camino (V2I, por sus siglas en inglés). El primer paso en el desarrollo de los STIs es establecer un mismo estándar para la interfaz aire de los sistemas de comunicación vehicular (SCVs) que garantice la interoperabilidad entre vehículos de distintos fabricantes [1].

En el presente trabajo se propone el análisis y comparación de la modulación QPSK y BPSK, utilizando como transmisor y receptor los radios ADALM-Pluto basados en el FPGA Xilinx Zynq Z-7010; verificando el funcionamiento del sistema de comunicaciones mediante un test de desempeño basado en el cálculo de la tasa de error de bit.

El objetivo principal del presente proyecto es analizar y desarrollar un transmisor y receptor inalámbrico aplicado en una tarjeta de desarrollo FPGA, que permitan contribuir en el desarrollo de tecnologías vehiculares.

Los objetivos particulares son:

- Estudiar y comparar el comportamiento de la modulación BPSK y QPSK.
- Simular un transmisor y receptor inalámbrico de línea de base mediante Simulink.

- Realizar comparativa de desempeño entre los resultados obtenidos con los de teoría.

II. MARCO TEÓRICO

A. El canal AWGN

La transmisión es siempre corrompida por el ruido. El modelo matemático ideal es el del canal AWGN (ruido blanco gaussiano aditivo). El modelo de canal AWGN se puede caracterizar de la siguiente manera:

El ruido w (t) es una perturbación aleatoria aditiva de la señal útil s (t), es decir, la señal de recepción viene dada por la ecuación (1).

$$r(t) = s(t) + w(t) \tag{1}$$

El ruido es un proceso aleatorio gaussiano estacionario y cero. Esto significa que la salida de cada medición de ruido (lineal) es un cero gaussiano medio aleatorio variable que no depende del instante de tiempo en que se realiza la medición [2].

B. Modulación QPSK

La modulación por desplazamiento cuadrafásica (QPSK, por sus siglas en inglés) se refiere a una técnica para variar la fase de una onda portadora --una onda de amplitud y de frecuencia fija-- mediante la aplicación de una señal digital, de modo que pueda llevar una señal en las transmisiones de radio o televisión. La fase de una onda portadora es una medida de cuán lejos el movimiento de las ondas ha procedido a través de su ciclo, medido en grados o radianes. la onda portadora se somete a cuatro cambios de fase, correspondientes a 0, 90, 180 y 270 grados de posición dentro de la forma de onda.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales utilizados para el cumplimiento de los objetivos fueron:

- Software MATLAB y Simulink
- SDR ADALM-Pluto (Figura 1)

Figura 1. Software Defined Radio (SDR) ADALM-Pluto

La metodología utilizada para ejecutar el proyecto y cumplir con los objetivos mencionados anteriormente, fue la siguiente

I. Realizar una investigación previa, documentada por el Doctor José Jimmy Jaime rodríguez, en la cual aborda el tema del desarrollo de un simulador de canales no estacionarios para comunicaciones vehiculares.

II. Revisar el estado del arte de las comunicaciones digitales para comprender más a fondo las modulaciones BPSK y QPSK, el ruido, la tasa de error (BER, Bit Error Rate), etc.

III. Estudiar los cálculos necesarios para derivar la tasa de error de bit en la transmisión de datos usando modulación BPSK.

IV. Realizar pruebas con los radios SDR ADALM-Pluto para captar la señal de radio emitida por las radiodifusoras de la región de Rioverde San Luis Potosí.

V. Buscar más aplicaciones y funciones que se pudieran realizar con dichos radios.

VI. Realizar las pruebas pertinentes, en las cuales un solo radio sea el que transmita y reciba imágenes a través de las antenas que este incluye.

Para la programación del sistema receptor se elaboraron diversas pruebas para comprobar el correcto funcionamiento de los SDR ADALM-Pluto, para esto se tuvo que actualizar el Firmware del SDR al 0.28.

A. Recepción de radio FM mediante Simulink.

B. Transmisión y recepción de imágenes por medio de un SDR.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos mediante el desarrollo de lo antes mencionado, abarcan desde la investigación, hasta el desarrollo e implementación de los radios para poder recibir y transmitir señales las cuales pueden ser en forma de audio o imagen.

I. Se logró recibir la radiofrecuencia de las estaciones de Rioverde (91.7 F.M y 94.1 F.M.) con un código elaborado en Simulink como se muestra en la Figura 2; lo cual fue comprobado con el apoyo de un Smartphone.

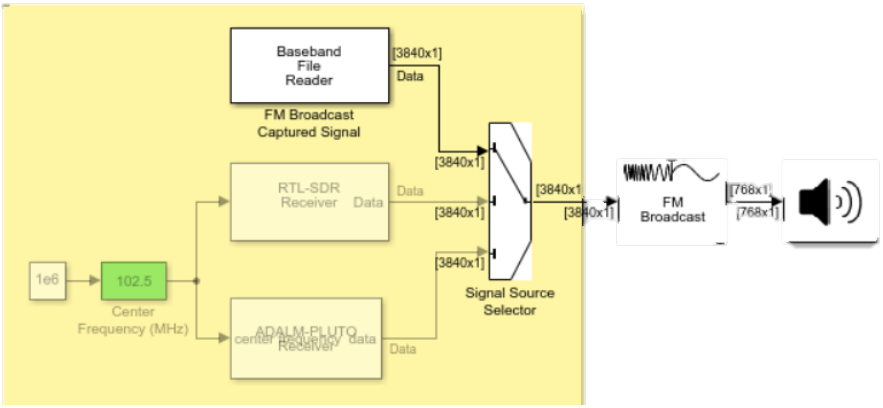


Figura 2. Diseño de receptor de emisión FM en Simulink

II. Se transmitieron y recibieron imágenes, las cuales fueron captadas con el mismo SDR con distintas potencias de transmisión para ver lo que ocurría con el desempeño del sistema de comunicación. En la Figura 3, se muestra una comparativa de la imagen transmitida y la imagen recibida. Se analizaron 3 casos, en la Figura 3.1 se puede observar el caso cuando se transmite una imagen con una ganancia de -20 dB. En la imagen puede verse una distorsión o pérdida de calidad ocasionada por la caída en potencia de la señal transmitida (causada por los objetos interferentes) o por el ruido (causado por la circuitería del sistema de comunicación). Por ello, en la imagen se logra ver que la constelación correspondiente a los símbolos recibidos y ecualizados se encuentra dispersa. Por otro lado la Figura 3.2 se transmite con una ganancia de -10dB, teniendo como consecuencia, la ligera distorsión de la imagen recibida, se logra observar los símbolos recibidos están menos dispersos que en el caso anterior. En el caso de la Figura 3.3, se muestra el caso cuando se transmite una imagen con una ganancia de 0 dB, debido a esto, en la imagen se logra observar que los símbolos se concentran en una región muy pequeña (casi no existe distorsión) por lo que la tasa de error es 0 (debido a que la potencia de transmisión es mayor), lo cual resulta en tener la misma calidad de la imagen recibida que la transmitida (cero errores).

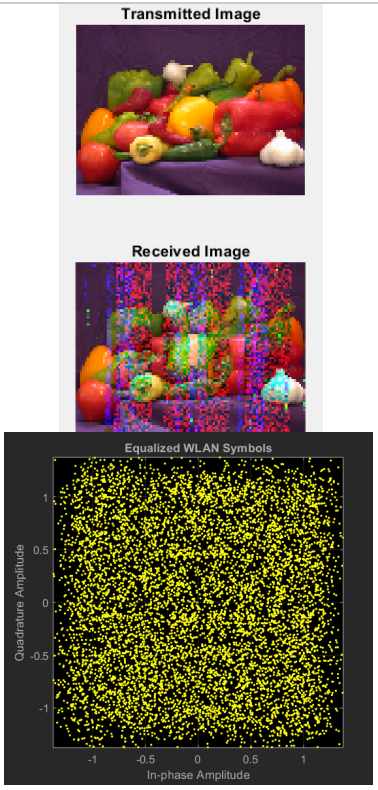


Figura 3.1

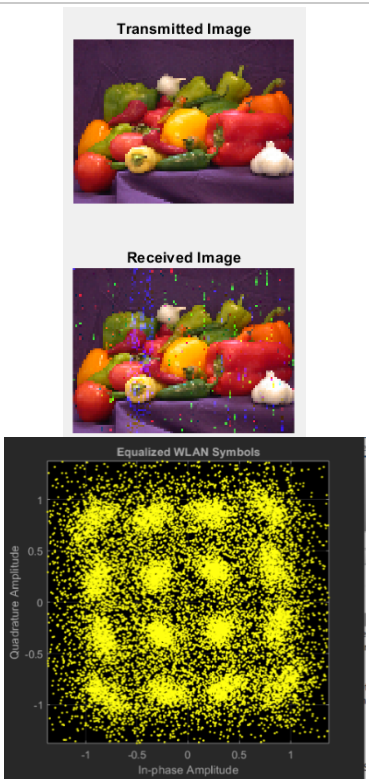


Figura 3.2

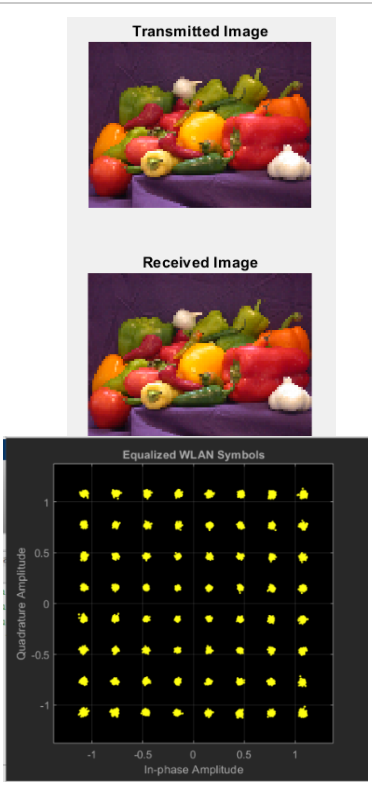


Figura 3.3

Figura 3. Comparativa de transmisión de imágenes con distintas frecuencias

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El receptor inalámbrico basado para el estándar IEEE 802.11p puede tener muchas aplicaciones que podrían ayudar a reducir el número de accidentes vehiculares.

El desarrollo de este proyecto puede ser aplicado para transmitir datos/información de un vehículo a otro, cerca o en un radio amplio utilizando la infraestructura como medio, sus aplicaciones podrían ser:

- Cobro de peaje
- Vehículo de emergencia
- Obras en calzada
- Aviso de frenada

Como en las figuras mostradas anteriormente puede haber perdida por distintos factores que afecta o interfieren en la señal transmitida y la recibida afectando la información.

VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mis agradecimientos al instituto tecnológico de Querétaro por las facilidades y el apoyo otorgado para la estancia en el verano de la ciencia. Así mismo quiero agradecer a la UAMZM y a su personal en especial al Dr. José Jimmy Jaime Rodríguez por el apoyo y conocimientos brindados para la elaboración del proyecto del verano.

REFERENCIAS

[1] Jaime Rodríguez, J. J. (2014). Sistemas de Comunicaciones Vehiculares Basados en el Estándar IEEE 802.11p

[2] H. Schulze and C. Luders, ¨Theory and Applications of OFDM and CDMA, John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK, 2005.

Diseño de una silla que determine mediciones antropométricas mediante el uso de un microcontrolador, para empresas cuero-calzado: Fase 1 (A)

Mario Guadalupe Moreno Salcido
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Boulevard Del Valle #2301, Guardarrayas, C.P. 36413, Purísima del Rincón, Guanajuato
LRS17111001@purisima.tecnm.mx

Asesor: Guillermo García Rodríguez
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Boulevard Del Valle #2301, Guardarrayas, C.P. 36413, Purísima del Rincón, Guanajuato
guillermo.gr@purisima.tecnm.mx

Resumen — El presente trabajo tiene como propósito realizar el análisis de método para identificar las etapas que conforman el proceso y de esta manera seleccionar un área de trabajo, la cual tenga más áreas de oportunidad. Se visito la empresa para conocer y evaluar los procesos que aplican para la elaboración de su calzado, posteriormente vaciar la información en los diagramas: de bloques, recorrido, proceso de operaciones, proceso de flujo y finalmente en el diagrama bimanual, ya una vez seleccionada una estación, que en este caso fue la línea de pespunte. Al terminar con el diagrama bimanual se utilizó tiempos predeterminados se hizo la propuesta eliminando movientes innecesarios lo cual incrementara 40 pares semanales aplicando las mejoras.

Palabras clave — Estudio del trabajo, método, diagramas, ergonomía.

Abstract — The present work has as its purpose perform the method analysis to identify the stages that make up the process and in this way select a work area, which has more areas of opportunity. The company was visited to know and evaluate the processes that apply to the development of their footwear, then empty the information in the diagrams: of blocks, route, process of operations, flow process and finally in the bimanual diagram, once a station was selected, which in this case was the stitching line. At the end of the bimanual diagram, predetermined times were used, the proposal was made eliminating unnecessary movements which will increase 40 weekly pairs applying the improvements.

Keywords — Study of work, method, diagrams, ergonomics.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día Guanajuato es uno de los principales productores de calzado a nivel país, reconocido por la calidad que ofrece en cada uno de sus productos, el objetivo de toda empresa es aumentar su productividad y de esta manera competir en un mercado el cual es cada día más grande. Uno de los principales factores por los cuales las empresas de la región no logran sus metas se debe a la falta de un análisis de método, dando como resultado tiempos nuestros y movimientos innecesarios y repetitividad de actividades. Con el rediseño del área de trabajo buscamos eliminar dichas actividades y reducir el tiempo de ciclo, haciendo uso de los diagramas de bloques, diagrama de recorrido, bimanual (tiempos predeterminados) entre otros.

De igual manera se aplicarán principios ergonómicos para hacer las adaptaciones correspondientes a las áreas de trabajo y mejorar las condiciones con las que se están realizan las actividades del proceso.

II. MARCO TEÓRICO

A. Diagrama de bloques

El diagrama de bloques es la representación gráfica del funcionamiento interno de un sistema, que se hace mediante bloques y sus relaciones, y que, además, definen la organización de todo el proceso interno, sus entradas y sus salidas. Un diagrama de bloques de procesos de producción es un diagrama utilizado para indicar la manera en la que se elabora cierto producto, especificando la materia prima, la cantidad de procesos y la forma en la que se presenta el producto terminado. [1]

B. Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido complementa el diagrama de flujo de proceso pues permite visualizar los transportes en el plano de las instalaciones de manera de poder eliminarlos o reducirlos en cantidad y distancia.[2]

C. Sistemas MTM

"MTM" significa medición de tiempo de métodos. Se trata de un procedimiento para mejorar métodos y establecer estándares de tiempo por reconocer, clasificar, y describir los movimientos utilizados o requeridos para realizar una operación determinada y asignar normas de tiempo predeterminadas a estas propuestas. El sistema MTM da valores de tiempo para los movimientos fundamentales alcanzar, mover, girar, asir, colocar en posición, desensamblar y soltar.[3]

D. Diagrama bimanual

Este diagrama es un instrumento para el estudio detallado de los movimientos que realiza el operario con ambas manos. El objetivo de este diagrama es examinar en detalle una operación determinada, de modo que pueda mejorarse. Este medio grafico justificara el cambio de un método de trabajo a fin de lograr una operación equilibrada entre ambas manos y que se reduzcan o eliminen los movimientos ineficientes.[4]

III. MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo de investigación se analizó el proceso completo de elaboración de tenis en la empresa “Kms-con by k-miss”, para de esta manera seleccionar un área en específico y poder hacer un análisis del método, dando como resultado el área de pespunte como nuestra primera prioridad.

Tabla 1 Materiales e instrumentos a utilizar

Estación de trabajo	Anemómetro
Computadora	Hoja de cálculo
Hoja de anotaciones	App “Light Meter” (Luxómetro)
Bolígrafo/Lápiz	App “Sonómetro”
Termómetro	App “VibSensor”

Método:

Etapa 1: Seleccionar el trabajo que debe de mejorarse mediante una visita a la empresa para poder detectar que área cuenta con más deficiencias de acuerdo a los principios ergonómicos

Etapa 2: Registrar los detalles del trabajo con ayuda de los diagramas para identificar todos los pasos que conforman la actividad, al igual que las condiciones físicas donde se lleva acabo esta.

Etapa 3: Analizar los detalles que conforman el trabajo.

Etapa 4: Desarrollar un nuevo método para hacer el trabajo, haciendo las mejoras correspondientes tanto de las condiciones físicas como eliminando y corrigiendo movimientos que son innecesarios para hacer más simple y ágil la actividad.

Etapa 5: Capacitar y explicar a los operarios el nuevo método de trabajo.

Etapa 6: Aplicar el nuevo método de trabajo. [5, p. 36]

IV. RESULTADOS- DISCUSIÓN

Al hacer un análisis del proceso de producción en la empresa “Kms-con by k-miss” se detectó un área de oportunidad en la línea de pespunte. Se realizo un diagrama bimanual para obtener el tiempo estándar (Tiempos predeterminados) y de igual manera una propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo.

Los resultados del método actual fueron de 238.80 segundos para el proceso de pespunte de un par, mientras que en el propuesto arrojo un tiempo estándar de 226.42 segundos por par. Demostrando que al aplicar el método propuesto la empresa generara 41.25 pares más a la semana.

El método propuesto reduce los movimientos que realiza el operario, esto se logro haciendo cambios en la posición de las piezas tanto de forros y sintéticos que el recibe antes de comenzar el proceso de igual manera dejando los componentes del zapato a distancias mas cortas dentro de su mesa de trabajo.

Estas modificaciones en el acomodo (de posición y distancias) serán realizadas por el operario de la actividad de rayado quien es al antecesor en las etapas del proceso y responsable de entregar las piezas al pespuntador.

Tabla 2 Segmento de diagrama bimanual (método actual)

SEP
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón

Empresa: Kms-con by k-miss		FO	VC-004
Proceso:			
Articulo/Mod: Calzado tipo tenis			
Departamento: Manufactura			
Fecha: 04/07/2019	Metodo: Actual		
Hoja: 1 de 1	Realizo: Moreno Salcido Mario Guadalupe		

	Simbolo								Simbolo				
M.I.	○	⇨	D	▽	Codigo	TMU'S	TMU'S	Codigo	○	⇨	D	▽	M.D.
Alcanzar forros laterales					R9C	12.2							Esperar
Agarrar forros lateraes					1A	2							Esperar
Mover forros laterales					M16C	18.7							Esperar
Posicionar forros					P3SS	46.5							Esperar
Enfocar					EF	7.3							Esperar
Coser forros laterales					C	62							Esperar
Mover forros laterales					M10B	13.5							Esperar
Soltar forros laterales													Esperar
Agarrar pila de forros lateares					1A	2							Esperar
Mover pila de forros laterales					M6B	8.9							Esperar
Soltar pila de forros laterales					RL1	2							Esperar
							7.2	R8B					Alcanzar forros chinela
							2	1A					Agarrar forros chinela
							7.5	DE					Separar pieza
							14.4	M14A					Mover forro chinela
							9.4	TP180º					Girar forro chinela 180º
Alcanza laterales pespuntados					R14A	10.5							Sostener
Agarrar laterales pespuntados					1A	2							Sostener
Mover laterales pespuntados					M10B	12.2							Sostener
Posicionar laterales pespuntados					P3SS	46.5							Sostener
Enfocar					EF	4							Sostener
Coser empalme					C	138							Sostener
Sostener							8.9	M6B					Mover empalme pespuntado
Sostener							5.4	TP90º					Girar empalme 90º
Sostener							46.5	P3SS					Posicionar
Sostener							4	EF					Enfocar
Sostener							70	C					Coser
Soltar					RL1	2							Esperar
							12.2	M10B					Mover forros pespuntados
							2	RL1					Soltar forros pespuntados
acanzar piezas complemento rema					R24C	22.5							
Agarrar piezas remate					1A	2							
Separar					DE	7.5							
Mover piezas complemento remate					M14C	16.9							
siscionar piezas complemento rem					P1S	5.6							
Soltar					RL1	2							
Agarrar complemento remate					1A	2							
Mover complemento remate					M10B	12.2							
Sostener							7.2	R8B					Alcanzar piezas remate
							2	1A					Agarrar pieza remate
Sostener							4	DH					Acomodar remates por lado
							9.4	TP180º					Girar pieza 180º
							13.5	M10C					Mover pieza remate
							47.8	P3NS					Posicionar ambas piezas
							7.3	ET					Enfoque

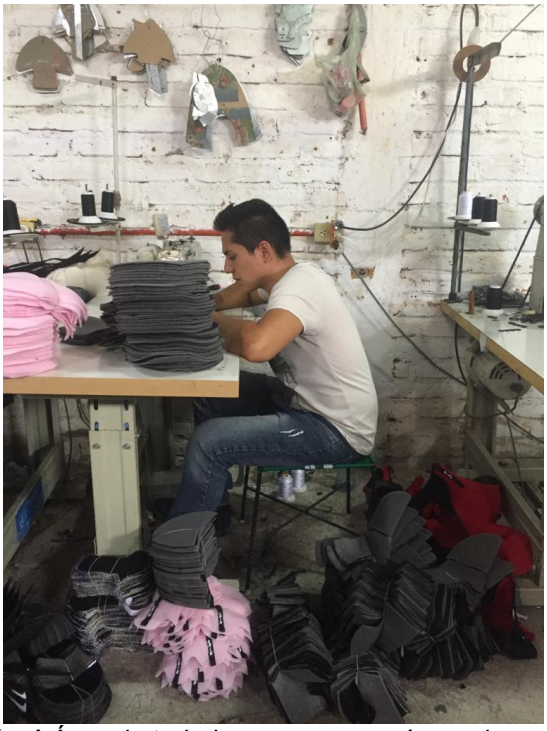


Ilustración 1 Área de trabajo con mayores áreas de oportunidad.

Tabla 3 Resultados Método: Actual-Propuesto

Resumen (Diagramas bimanual)

Resultados MÉTODO ACTUAL

			Totales
Total de actividades	M.I	M.D	144
	51	93	
Total de TMU'S	**3042.9**		
Segundos	**109.5444**		
Minutos	**1.82574**		
Horas	**0.030429**		
TN	**109.5444**		
SUPLEMENTOS	**0.09**		
TE	**119.403396**	Seg por pie	
TE	**238.806792**	Seg por par	
JORNADA SEG.	**36000**		
PIEZA POR DIA	**150.7494812**	pares	

Propuesta de mejora

			Totales
Total de actividades	M.I	M.D	125
	42	83	
Total de TMU'S	**2885.1**		
Segundos	**103.8636**		
Minutos	**1.73106**		
Horas	**0.028851**		
TN	**103.8636**		
SUPLEMENTOS	**0.09**		
TE	**113.211324**	Seg por pie	
TE	**226.422648**	Seg por par	
JORNADA SEG.	**36000**		
PIEZA POR DIA	**158.9946956**	pares	

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El análisis de método es una herramienta fácil de aplicar la cual nos ayudo a reducir los tiempos de ciclo de una estación de trabajo, en este caso fue la línea de pespunte, no implicara gastos extras a la empresa, sino que debe de asignarse una modificación en las tareas que realiza la persona de la etapa anterior. Esta reducción de tiempos incrementara la producción 8 pares por día, cabe resaltar que si se aplicara esta herramienta a las demás estaciones de trabajo el incremento de producción será mayor.

Para darle continuación a este análisis realizado puede aplicarse en un futuro la adaptación adecuada a cada unas de las estaciones de trabajo, no solo para aumentar la productividad, sino para evitar lesiones y reducir los factores de riesgos a los que se encuentran expuestos.

VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Quiero agradecer al ITSPR en especial a los maestros Guillermo García y Ana Karen Merino quienes siempre estuvieron ayudándonos a reforzar temas para concluir esta etapa de la mejor manera, de igual forma resaltar todo el apoyo que recibí por parte de mis padres día a día que fue indispensable para mí en este" Verano de la Ciencia"

REFERENCIAS

[1] CEM, «CEM (CENTRO DE EMPRENDIMIENTO),» 28 Enero 2017. [En línea]. Available: https://centrodeemprendimientoblog.wordpress.com/2017/01/28/diagrama-de-bloque-y-flujo/.

[2] M. C. M. A. C. G. B. C. C. G. A. A. A. E. Gabriel Baca U., Introduccion a la ingenieria industrial, Mexico : Grupo Editorial Patria, 2014.

[3] A. E. &. J. D. Gonzales, Ingenieria Industrial Metodos y tiempos con manufactura agil, Mexico: Alfaomega, 2015.

[4] E. A. J. M. A. R. P. Julian Lopez Perlta, Estudio del trabajo Una nueva vision, Mexico: Grupo Editorial Patria, 2014.

[5] R. G. Criollo, Estudio del trabajo Ingenieria de metodos y medicion del trabajo, Mexico : Mc Graw Hill , 2005.

Diseño de una silla que determine mediciones antropométricas mediante el uso de un microcontrolador, para empresas cuero-calzado: Fase I (B)

María Teresa Segura Cándido
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Facultad de Ingeniería
Boulevard Del Valle #2301 C.P. 36413, San Francisco del Rincón, Gto.
LRS16110259@purisima.tecnm.mx

Asesor: Guillermo García Rodríguez
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Facultad de Ingeniería
Boulevard Del Valle #2301C.P. 36413, San Francisco del Rincón, Gto.
guillermo.gr@purisimatecnm.mx

Resumen — En este trabajo se muestra la elaboración de un diagnóstico ergonómico y diseño de una carta antropométrica para priorizar las áreas de trabajo en las empresas cuero-calzado, las herramientas ya mencionadas son de apoyo para determinar la situación general de la empresa y evaluar las condiciones físicas de trabajo y antropométricas en las que se labora. La realización de la carta antropométrica se hizo en función de los resultados obtenidos del diagnóstico ergonómico el cual muestra información de las medidas antropométricas de las posiciones en las que se encuentran laborando los trabajadores y que son fundamentales tanto para el área de trabajo como para el diseño de la silla.

Palabras clave — Condiciones físicas, medidas antropométricas, carta antropométrica.

Abstract — *This paper shows the development of an ergonomic diagnosis and design of an anthropometric chart to prioritize work areas in leather-footwear companies, the aforementioned tools are support to determine the general situation of the company and evaluate the physical conditions of work and anthropometric work in those. The realization of the anthropometric chart was made based on the results obtained from the ergonomic diagnosis which shows information on the anthropometric measurements of the positions in which the workers are working and which are fundamental for both the work area and the design of the chair.*

Keywords — *Physical conditions, anthropometric measurements, anthropometric chart.*

I. INTRODUCCIÓN

La industria del calzado es una de la que predomina en esta región pero siguen existiendo en su mayoría solo pequeñas y medianas empresas, su crecimiento no ha sido el esperado a pesar del tiempo con el que se lleva trabajando con el zapato, esto se debe a que no se da uso a las herramientas de la ingeniería y de la deficiencia de saber aplicarlas dentro de los procesos productivos. Tal es el caso de las empresas cuero-calzado que aunque hoy en día existan muchas herramientas que permitan mejorar la manera de trabajar en estas empresas no se aplica ninguna de este estilo ni mucho menos se hacen evaluaciones sobre las condiciones adecuadas en las que se debería estar laborando.

En su mayoría las empresas no tienen un acomodo adecuado ni delimitación de las áreas de trabajo, de igual forma se carece de conocimiento sobre las normas que deben de cumplir

en cuanto a factores ergonómicos para considerar que sus estaciones de trabajo son adecuadas para los trabajadores.

Es por eso que con este trabajo se busca realizar un diagnóstico ergonómico que sea de ayuda a la empresa para tener conocimiento sobre la situación en la que se encuentra laborando y realizar una carta antropométrica que permita evaluar las posturas de los trabajadores todo esto con la finalidad de realizar el diseño de una silla que permita evalúe las mediciones antropométricas y así hacer diseños de áreas de trabajo adecuados a las necesidades de la forma de laborar.

II. MARCO TEÓRICO

A. Condiciones físicas

Ergonomía es una palabra de origen griego que resulta de la unión de dos terminologías: “Ergón” = trabajo / “nomos” = leyes, reglas. Es entonces cuando definimos ergonomía como las reglas usadas para organizar el trabajo. Hoy en día su aplicación es fundamental para el crecimiento tecnológico, organizacional y principalmente para el bienestar físico y social del hombre. [1]

Para poder diseñar un puesto de trabajo que sea adecuado para la persona que labora es necesario tener en cuenta las condiciones físicas ambientales como por ejemplo: Iluminación, Ruido, Vibraciones, Temperatura, Humedad, Ventilación.

Cada una de estas condiciones se regulara dependiendo de la actividad de cada operador.

B. Diagnóstico ergonómico

Es a través del diagnóstico como la ERGONOMÍA puede contribuir en la realización de los puntos anteriores, por ejemplo: en las empresas el manejo y carga de los materiales como el de la construcción, son las causas más frecuentes de problemas lumbares provocando lesiones por sobre-carga en la espalda del trabajador, ocasionando que lo inhabiliten de manera temporal o permanente, situación para la empresa que eleva sus gastos. Si se le indica a tiempo como prevenir estos esfuerzos el trabajador busca eliminarlos y sustituirlos con otro método de trabajo manual, mecánico o eléctrico que elimine estos excesos. [2]

C. Medidas antropométricas

La antropometría es la disciplina que describe las diferencias cuantitativas de las medidas del cuerpo humano, estudia las dimensiones tomando como referencia distintas estructuras anatómicas, y sirve de herramienta a la ergonomía con objeto de adaptar el entorno a las personas.

Las medidas antropométricas que debemos de poseer de la población dependerán de la aplicación funcional que le queremos dar a las mismas; partiendo del diseño de lugares de trabajo existe un número mínimo de dimensiones relevantes que debemos conocer.

Tabla 1. Medidas básicas para el diseño de Puestos de Trabajo [3]

Posición Sentado	Posición de pie
Altura poplítea (AP)	Estatura (E)
Distancia sacro-poplítea (SP)	Altura de codos a pie (CSp)
Distancia sacro-rótula (SR)	Altura de ojos a pie (AOp)
Altura de muslo desde el asiento (MA)	Ancho de hombro a hombro (Anhh)
Altura de muslo desde el suelo (MS)	
Altura de codo desde el asiento (CA)	
Alcance mínimo del brazo (AmínB)	
Alcance máximo del brazo (AmáxB)	
Altura de los ojos desde el suelo (AOs)	
Anchura de caderas sentado (ACs)	
Anchura de codo a codo (CC)	
Distancia respaldo pecho (RP)	
Distancia respaldo-abdomen (RA)	

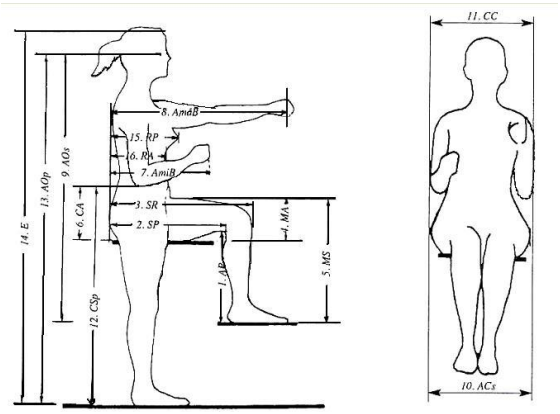


Figura 1 Mediciones básicas para el diseño de Puestos de Trabajo

D. *Carta antropométrica*

Es la que registra las medidas y dimensiones del cuerpo humano, estatura, peso, perímetros corporales, porcentajes de grasa, etc. La antropometría se usa como eficaz herramienta con el propósito de comprender los cambios físicos del hombre y la diferencia entre sus razas. [4]

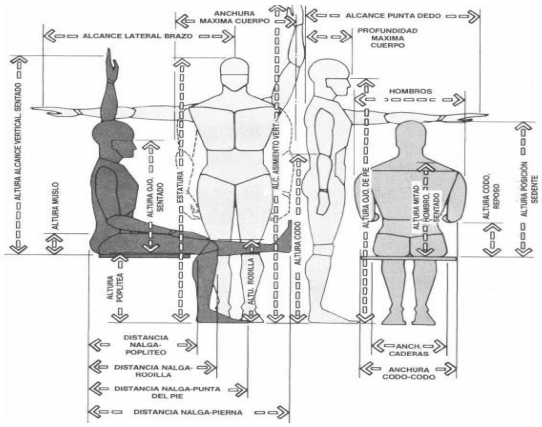


Figura 2 Dimensiones humanas de mayor uso para el diseñador de espacios interiores [5]

III. METODOLOGÍA

1. Determinar la estructura adecuada del diagnóstico ergonómico para empresas cuero-calzado: en este apartado se analizará la estructura de la empresa para poder determinar cómo será la estructura adecuada para el diagnóstico ergonómico que se aplicara.
2. Realizar un recabado de las Normas Oficiales Mexicanas para la evaluación de factores ambientales: aquí es necesario conocer y tener en cuenta cuales son las medidas adecuadas para las estaciones de trabajo tales como iluminación, temperatura, ruido, etc.
3. Estructurar el diagnostico ergonómico: una vez teniendo información de la empresa y de las NOM´s se realizara el formato que nos permitirá evaluar las condiciones en las que laboran los trabajadores.
4. Realizar en diagnostico en una empresa de cuero-calzado: es necesario asistir a la empresa para la aplicación del diagnóstico ergonómico.
7. Realizar el diseño de la carta antropométrica para las estaciones de trabajo según el diagnóstico ergonómico realizado con anterioridad.

IV. RESULTADOS

Con el fin de conocer la situación en la general en la que se encuentra la empresa de cuero-calzado que se eligió para trabajar se realizó un formato que pudiera evaluar los aspectos más importantes tal como se muestra en la una vez teniendo este diagnóstico los resultados que se obtuvieron arrojaron que muchos de los indicadores estaban mal resaltando entre ellos la parte ergonómica es por ello que se aplicó un nuevo diagnóstico como se muestra en la figura 3, que evaluara indicadores como: condiciones físicas (ruido, temperatura, humedad, vibraciones estrés), mediciones antropométricas y tableros y controles. En este apartado se determinó que era necesario trabajar con la parte antropométrica debido a que fue la que tuvo un indicador más bajo a los demás.

Finalmente se realizó el diseño de una carta antropométrica que se adecuara a las necesidades de la empresa, como se muestra en la figura 4, y con ello poder hacer recomendaciones de mejora para la empresa.

SEP SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA — TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO — Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón

DIAGNÓSTICO DE ERGONOMÍA

EMPRESA: KMS-CON BY K-MISS | **FECHA:** 02/07/2019
PROCESO: MAQUINADO | **HOJA** 1 **DE** 1
PRODUCTO: ZAPATO | **REALIZO:** Segura Cándido María Teresa
DEPARTAMENTO: PESPUNTE

	ÁREA	FACTORES	CALIFICACIÓN	PESO (1-10)	PUNTOS MAX.	PUNTOS OBTENIDOS	% OBT.	P. MAX ÁREA	PUNTOS TOTAL	% PROMEDIO	HERRAMIENTAS
PESPUNTE	Condiciones físicas	Nivel de temperatura	2	8	32	16	50%	216	106	49%	NOM-015-STPS-2001
		Nivel de humedad	3	7	28	21	75%				NOM-015-STPS-2001
		Nivel de Ilimunación	1	9	36	9	25%				NOM-025-STPS-2008
		Nivel de ruido	1	8	32	8	25%				NOM-011-STPS-2001
		Nivel de vibraciones	3	8	32	24	75%				NOM-024-STPS-2001
		Nivel de ventilación	2	7	28	14	50%				NOM-033-STPS-2015
		Nivel de estrés	2	7	28	14	50%				NOM-035-STPS-2018
	Antropometría	**Posición de tronco**: **T**ronco erguido(**1**), **F**lexión y extensión de tronco de 0° a 20(**2**),**F**lexión o extensión de cuello de 0° a 20°(**3**),**M**enor a °60(**4**)	1	10	40	10	25%	224	74	33%	Método REBA, RULA
		Posición de piernas: soporte bilateral andando o sentado(**1**), **P**osición de piernas: soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable(**2**).	1	10	40	10	25%				
		Posición de brazos: flexión o extensión de 0° a -20°(**1**), > 20° extensión 21° a 45° flexión (**2**), 46° a 90° flexión (**3**), > 90° flexión (**4**)	2	9	36	18	50%				
		Posición de antebrazo: 60° a -100° flexión (**1**), <60° flexión >100° flexión	1	8	32	8	25%				
		Posición cuello: de 0° a 10° (1),° 20° flexión o estenxión(2),	1	10	40	10	25%				
		Posición muñecas: 0° a -15° flexión/extensión (1), <15° flexión/extensión (2).	2	9	36	18	50%				
	Controles y tableros	La información de los tableros es entendible para los trabajadores	3	8	32	24	75%	148	82	55%	Poka-Yoke, sistemas andon.
		Los controles son fáciles de usar	2	7	28	14	50%				
		Los tableros presentan información relevante	2	7	28	14	50%				
		Los controles y tableros cuentan con un diseño fácil de usar	2	7	28	14	50%				
		El diseño de controles y tableros es el adecuado.	2	8	32	16	50%				

Figura 3 Diagnóstico para determinar condiciones ergonómicas

SEP SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA — TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO — Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón

CARTA ANTROPOMÉTRICA

EMPRESA: KMS-CON BY K-MISS	INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE PURÍSIMA DEL RINCÓN	**FECHA:**	20/06/2019
DEPARTAMENTO: PESPUNTE		**HOJA 1 DE 1**	
PRODUCTO: ZAPATO		**REALIZO:** SEGURA CÁNDIDO MARÍA TERESA	
PROCESO: MAQUINADO			
NOMBRE: Javier Alejandro López		**EDAD:**	
SEXO: MASCULINO	**PUESTO:** PESPUNTADOR	15-20 / 21-30 / 31-40 / 41-50 / 51-60	

ILUSTRACIÓN	CÓDIGO	MEDICIÓN	ILUSTRACIÓN	CÓDIGO	MEDICIÓN
	920	52.7 kg		507	37.3 cm
	859	34 cm		459	32 cm
	200	45.3 cm		80	76.3 cm
	4FGM	47.2 cm		758	89 cm
	2FGM	128.7 cm		312	19.5 cm

Figura 4 Carta antropométrica

V. CONCLUSIONES

Gracias al diseño de los diagnósticos que se realizaron y a los resultados obtenidos se determinó que es necesario implementar herramientas de ergonomía dentro de las empresas cuero-calzado ya que los trabajadores están trabajando en condiciones no aptas. De igual forma la carta que se diseñó nos ayudó a evaluar las posiciones de los trabajadores y hacer recomendaciones pertinentes a la empresa para mejoras hacía la forma de trabajo y rendimiento de sus empleados.

VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi gratitud al Instituto Tecnológico Nacional de Purísima del Rincón por el apoyo que nos brindó a pesar de las adversidades y al profesor Guillermo García Rodríguez por los conocimientos y aprendizajes que nos dejó dentro del 21 Verano de la Ciencia.

REFERENCIAS

[1] J. Garavito, Diseño antropométrico de puestos de trabajo, Colombia : Escuela Colombiana de Ingeniería , 2009.

[2] M. d. O. M. Angel, Artist, *Diagnóstico ergonómico de los trabajadores en la industria de la contrucción.* [Art]. Instituto Politécnico Nacional, 2007.

[3] P. R. Mondelo , E. Gregori Torada y P. Barraun Bombardo , Ergonomía 1, México: Alfaomega , 2000.

[4] L. Carmenate Milián , F. Moncada Chévez y E. W. Borjas Leiva, Manual de medidas antropométricas, Costa Rica: Mariela Rojas Garbanzo, 2014.

[5] J. Panero y M. Zelnik, Las dimensiones humanas en los espacios interiores, México : G. Giii, 1996.

Diseño de una silla que determine mediciones antropométricas para empresas cuero-calzado: Fase I (C)

María Nirvana López Sámano
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Boulevard Del Valle #2301, Guardarrayas, C.P. 36413, Purísima del Rincón, Guanajuato
LRS16110054@purisima.tecnm.mx

Asesor: Guillermo García Rodríguez
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Boulevard Del Valle #2301, Guardarrayas, C.P. 36413, Purísima del Rincón, Guanajuato
guillermo.gr@purisima.tecnm.mx

Resumen — En el presente trabajo de investigación se desarrolla una hoja de cálculo para la evaluación de una silla antropométrica mediante un estudio R&R Largo, comparándolo con el método tradicional de medición (uso de cinta métrica manualmente), el estudio evalúa la repetibilidad y reproducibilidad de un aparato o herramienta de medición, para esto se llevó a cabo inicialmente cartas antropométricas y toma de mediciones, las medidas obtenidas se recolectaron en una hoja de Excel para el desarrollo del estudio R&R Largo, buscando obtener el porcentaje aceptación de la cinta métrica para posteriormente pueda ser comparada con el porcentaje de una silla antropométrica para verificar que herramienta de medición es mejor. Para ello se realizaron cartas antropométricas,), plan de muestreo inicial y real, y finalmente la evaluación mediante el estudio R&R para obtener el porcentaje de aceptación de la silla antropométrica

Palabras clave — Repetibilidad, Reproducibilidad, Plan de muestreo.

Abstract — In the present research work, a spreadsheet is developed for the evaluation of an anthropometric chair by means of a Long R & R study, comparing it with the traditional method of measurement (use of tape measure manually), the study evaluates the repeatability and reproducibility of an apparatus or measurement tool, for this was carried out initially anthropometric charts and taking of measurements, the obtained measurements were collected in an Excel sheet for the development of the R & R Largo study, seeking to obtain the acceptance percentage of the tape measure for later it could be compared to the percentage of an anthropometric chair to verify which measurement tool is better. For this, anthropometric charts were made,), initial and real sampling plan, and finally the evaluation by means of the R & R study to obtain the percentage of acceptance of the anthropometric chair.

Keywords — Repeatability, Reproducibility, Sampling plan.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día las industrias de cuero calzado, específicamente en el estado de Guanajuato hacen uso de dispositivos de medición, ya sean prefabricados o bien nuevos dispositivos totalmente creados para para la medición de variables en procesos específicos. Ocasionando de esta manera dudas de confiabilidad, mayores errores de medición, así como accidentes por falta de precisión, en las diferentes industrias. Con la generación de la hoja de cálculo se busca facilitar el cálculo del porcentaje de aceptación de un aparato de medición haciendo uso del estudio R&R.

Este trabajo de investigación pretende demostrar el uso del estudio R&R que es poco considerado en las industrias mexicanas y que tiene como objetivo definir qué porcentaje

de variaciones se genera durante el proceso de medición, y cuáles son las causas de estas variaciones, reduciendo así los errores de medición de un aparato de medición.

La hoja de cálculo se realizó a lo largo de la estancia en el verano de investigación, haciendo acto de presencia en la empresa Kms con by K-miss recolectando datos y aplicando posteriormente él estudio. Además de que este tipo de formatos permite crear una serie de prácticas para el Instituto Tecnológico de Purísima del Rincón para la materia Estudio del Trabajo II. De esta manera fortalece a la asignatura con ejemplos aplicables a una organización.

II. MARCO TEÓRICO

El Repetibilidad(precisión): Es la variación interna del SM en las mediciones hechas por un solo operador en la misma pieza y con el mismo instrumento de medición. Se define como la variación alrededor de la media. [1]

Reproducibilidad: La desigualdad entre el valor medio de las mediciones realizadas por diferentes personas, utilizando el mismo instrumento de medición, midiendo la misma característica de una misma pieza o parte. [2]

Gráfico de control: Comparación gráfica y cronológica (cada hora, turno, jornada, etc.) de las características de calidad de un producto, con unos límites que reflejan la capacidad basada en la experiencia pasada, para fabricar dicho producto. [3]

Estudio R&R: Es un estudio que sirve para cuantificar las variaciones debido al sistema de medida. El objetivo de un estudio R&R es conocer y controlar la variación en los resultados arrojados por el sistema de medición empleado y el operador del instrumento, y brindar el porcentaje de aceptación de dicho instrumento. Este análisis proporciona las bases para aprobar un nuevo instrumento o un nuevo sistema de medición, también proporciona información confiable para el establecimiento del control estadístico del proceso. [4]

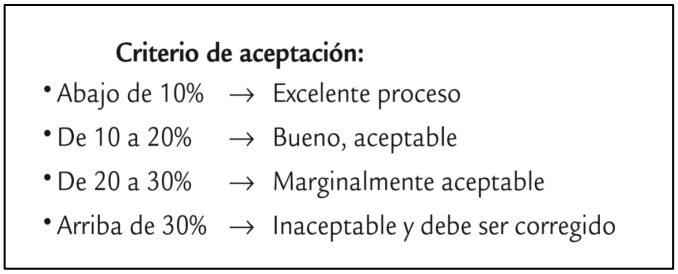


Figura 1 Criterio de aceptación R&R en porcentaje [5]

III. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Materiales

- Estación de trabajo
- Silla
- Computadora
- Hoja de anotaciones

- Bolígrafo/Lápiz
- Borrador
- Hoja de Excel
- Cinta métrica
- Cartas antropométricas
- Formato percentiles

2. *Método*

Para realizar el estudio R&R se recomienda establecer 6 pasos, siendo estos los siguientes:

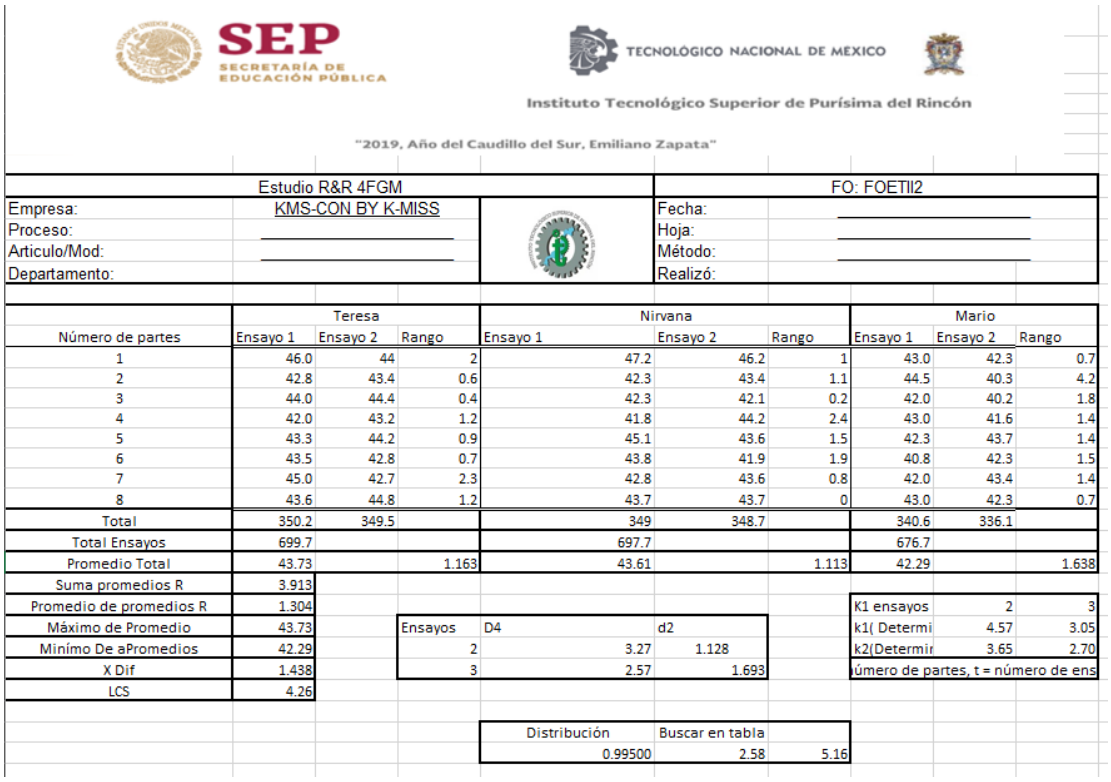
1. Establecer códigos a usar en las cartas antropométricas; de acuerdo con las medidas que se requieren para el diseño de la silla antropométrica, se deben establecer los códigos signados a las diferentes medidas del cuerpo.
2. Realizar un plan de muestreo; para poder lograr un estudio R&R de mayor calidad, es necesario hacer un plan de muestro para conocer el número de muestras representativas para cada uno de los códigos asignados.
3. Realizar el número de mediciones obtenidas; Elegir 3 operadores que medirán (uso de cinta métrica) y tomar mediciones requeridas para cada código establecido, cabe mencionar que los 3 operadores deberán realizar las mismas mediciones, en el mismo orden y con el mismo instrumento de medición, es importante medir al personal de la empresa aleatoriamente.
4. Diseñar el formato del estudio R&R; desarrollar en una hoja de Excel el formato del estudio R&R, con fórmulas ya establecidas para que el cálculo sea automático en caso de que los valores puedan ser modificados, cabe mencionar que la cantidad de estudio R&R depende del número de códigos, es decir si tengo 10 códigos, se desarrollarán 10 estudios.
5. Introducción e interpretación de datos en la hoja de cálculo; Introducir las mediciones obtenidas en cada uno de los estudios, obteniendo así el porcentaje de aceptación en cada uno de los códigos e interpretar los resultados de acuerde al nivel de los porcentajes que se adquirió en cada uno de los códigos.
6. Proponer o realizar mejoras pertinentes, ya sea en la herramienta de medición como tal o bien en el método, es decir la manera en que los operadores realizan la toma de mediciones.
7. Calculo de percentiles requerido para el desarrollo del diseño de la silla, estos se obtienen de acuerdo alas medidas obtenidas con las cartas antropométricas.

IV. RESULTADOS

Se realizó en una hoja de Excel con el formato R&R donde ya están colocadas las fórmulas necesarias para el desarrollo del estudio, listo para ingresar unos nuevos datos,

para hacer uso de este solo se tendrá que considerar el número de muestras que se requiere, para que la muestra sea representativa.

El resultado del formato en Excel se muestra en las figuas 2 y 3.



SEP
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón

"2019, Año del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata"

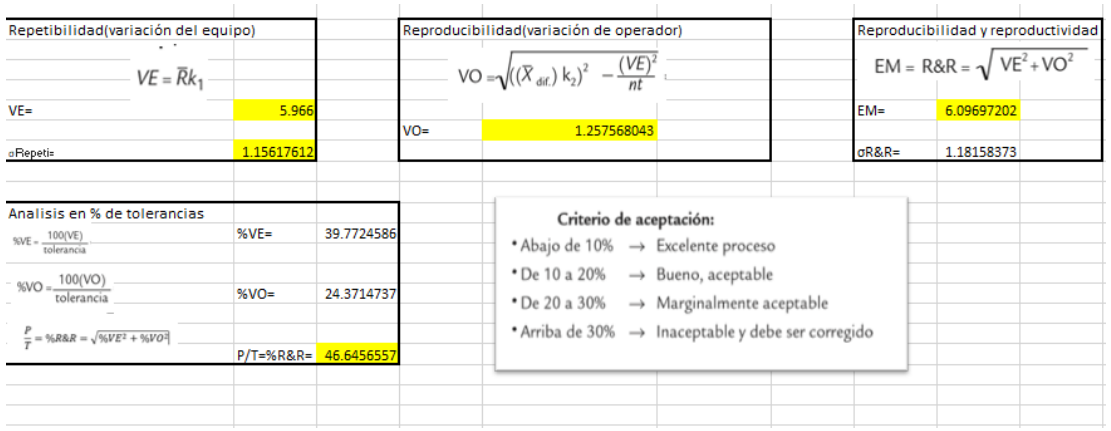
Estudio R&R 4FGM			FO: FOETII2	
Empresa:	KMS-CON BY K-MISS		Fecha:	
Proceso:			Hoja:	
Articulo/Mod:			Método:	
Departamento:			Realizó:	

	Teresa			Nirvana			Mario		
Número de partes	Ensayo 1	Ensayo 2	Rango	Ensayo 1	Ensayo 2	Rango	Ensayo 1	Ensayo 2	Rango
1	46.0	44	2	47.2	46.2	1	43.0	42.3	0.7
2	42.8	43.4	0.6	42.3	43.4	1.1	44.5	40.3	4.2
3	44.0	44.4	0.4	42.3	42.1	0.2	42.0	40.2	1.8
4	42.0	43.2	1.2	41.8	44.2	2.4	43.0	41.6	1.4
5	43.3	44.2	0.9	45.1	43.6	1.5	42.3	43.7	1.4
6	43.5	42.8	0.7	43.8	41.9	1.9	40.8	42.3	1.5
7	45.0	42.7	2.3	42.8	43.6	0.8	42.0	43.4	1.4
8	43.6	44.8	1.2	43.7	43.7	0	43.0	42.3	0.7
Total	350.2	349.5		349	348.7		340.6	336.1	
Total Ensayos	699.7			697.7			676.7		
Promedio Total	43.73		1.163	43.61		1.113	42.29		1.638
Suma promedios R	3.913								
Promedio de promedios R	1.304						K1 ensayos	2	3
Máximo de Promedio	43.73						k1(Determi	4.57	3.05
Mínimo De aPromedios	42.29						k2(Determir	3.65	2.70
X Dif	1.438						úmero de partes, t = número de ens		
LCS	4.26								

Ensayos	D4	d2
2	3.27	1.128
3	2.57	1.693

Distribución	Buscar en tabla	
0.99500	2.58	5.16

Figura 2 Formato R&R parte 1



Repetibilidad(variación del equipo)

$VE = \bar{R}k_1$

VE= 5.966

σRepeti= 1.15617612

Reproducibilidad(variación de operador)

$VO = \sqrt{((\bar{X}_{dif.})\,k_2)^2 - \frac{(VE)^2}{nt}}$

VO= 1.257568043

Reproducibilidad y reproductividad

$EM = R\&R = \sqrt{VE^2 + VO^2}$

EM= 6.09697202

σR&R= 1.18158373

Analisis en % de tolerancias

$\%VE = \frac{100(VE)}{tolerancia}$ %VE= 39.7724586

$\%VO = \frac{100(VO)}{tolerancia}$ %VO= 24.3714737

$\frac{P}{T} = \%R\&R = \sqrt{\%VE^2 + \%VO^2}$ P/T=%R&R= 46.6456557

Criterio de aceptación:

- Abajo de 10% → Excelente proceso
- De 10 a 20% → Bueno, aceptable
- De 20 a 30% → Marginalmente aceptable
- Arriba de 30% → Inaceptable y debe ser corregido

Figura 3 Formato R&R parte 2

V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Como se muestra en la siguiente tabla, de acuerdo con el estudio R&R, los valores adquiridos en cada uno de los códigos de medición superan el 30% de criterio de

aceptación, por lo que podemos concluir que la herramienta de medición no es confiable ya que esta predispuesta a usarse de diferentes maneras, métodos y por diferentes operarios, lo cual aumenta la variabilidad de las tomas de mediciones.

Por otro lado, se obtuvieron las mediciones que se deben considerar para el diseño de la silla, esto se realizó mediante el cálculo de percentil 95 y 5 de las mediciones adquirías en las cartas antropométricas.

Tabla 1 Resultados de porcentajes obtenidos R&R

920 peso	**81.77%**
859 anchura muslo	19.01%
200 largo muslo sin rodilla	46.77%
4FGM altura del glúteo	46.39%
2FGM altura del cuerpo sentado	50.51%
507 ancho espalda	24.95%
459 anchura cadera	67.15%
80 largo brazo desde vertical	50.89%
758 altura a la cabeza sentado	98.91%
312 altura al codo	59.08%
Promedio de porcentaje de aceptación	54.54%

Tabla 2 Resultado Percentiles

Código	Percentil 95	Percentil 5
920 peso	90.55	47.1
859 anchura muslo	31.675	22.4
200 largo muslo sin rodilla	47.4	42.45
4FGM altura del glúteo	43.975	41.22
2FGM altura del cuerpo sentado	128.71	123.49
507 ancho espalda	50.16	40.165
459 anchura cadera	41.115	32.915
80 largo brazo desde vertical	84.025	72.79
758 altura a la cabeza sentado	90.175	80.875
312 altura al codo	26.72	16.74

VI. CONCLUSIONES

En este proyecto se propuso comprobar mediante un estudio de repetibilidad y reproducibilidad, el porcentaje de aceptación de un instrumento de medición en este caso fue la cinta métrica, con la finalidad de evaluar que tan preciso y confiable son las tomas de medidas con dicho instrumento; de igual manera este análisis realizado sustenta las bases

requeridas para el desarrollo de la creación de una silla antropométrica, las cuales son que el método convencional de tomar medidas con una cinta métrica no es tan preciso y toma mucho tiempo en ser realizado, por lo que se detecta la necesidad de crear un instrumento más confiable, rápido y eficaz, lo cual es una silla de mediciones antropométricas.

VII. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi gratitud al maestro Guillermo García Rodríguez e igualmente a la maestra Ana Karen Merino Torres y al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón por el apoyo, experiencia y nuevos conocimientos brindados durante la estancia en el Verano de la Ciencia de la Región Centro.

REFERENCIAS

[1] E. Escalante Vázquez, Análisis y mejoramiento de la calidad, México, D.F: LIMUSA, 2006, p. 331.

[2] J. F. Vilar Barrio, Cómo mejorar los procesos en su empresa el control estadístico de procesos(SPC),herramienta fundamental en el incremento de la competitividad, Madrid: Fund. Confemetal, 1999, p. 249.

[3] J. D. I. P. Hernández, Calidad, fiabilidad, Madrid: Universidad Pontifica De Comillas Con Las Debidas Licencias, 1992, p. 237.

[4] J. Restrepo Díaz, Aseguramiento Metrológico Tomo I, Medellin: ITM, 2007, p. 105.

[5] H. Gutiérrez Pulido y R. de la vara Salazar, Control estadístico de la calidad y Seis Sigma, México, D.F: Mc Graw Hill, 2013, p. 271.

Diseño e implementación de dispositivo de detección temprana de choque

Yulissa Sagitario Jiménez Domínguez
Instituto Tecnológico de Querétaro
Av. Tecnológico s/n, Centro, C.P. 76000 Santiago de Querétaro, Qro., MÉXICO
Yulissa96.yj@gmail.com

Asesor: José Jimmy Jaime Rodriguez
Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Media
Carretera Rio verde-San Ciro km4, Col. El Carmen, C.P. 79615, Rio Verde, S.L.P, MÉXICO
jose.jaime@uaslp.mx

Resumen — La idea principal del proyecto consistía en la detección de zonas de dolor en bebés por medio de cámaras termográficas. No obstante, por cuestiones de seguridad de los hospitales y privacidad de los pacientes, no fue posible tomar fotografías a menores. Además, la etapa de validación de los resultados requiere realizar un seguimiento periódico del estado de los pacientes mediante la toma de fotografías, sin embargo, la cámara termográfica únicamente estuvo a nuestra disposición por dos días. Por esta razón, se determinó cambiar el enfoque del proyecto para diseñar e implementar un dispositivo de detección temprana de choque. Dicho dispositivo es una pulsera que contiene un Arduino nano 33IOT y un sensor de temperatura 100k 3050NTC. Se pretende que la pulsera sea capaz de detectar la caída de temperatura en las extremidades que presenta un paciente cuando está a punto de entrar en estado de choque. Esta herramienta permitirá que los médicos puedan actuar rápidamente, incluso antes de que se presente el choque y cause daños irreversibles en la salud de la persona. Debido a que los sistemas de monitoreo con los que cuenta la mayoría de los hospitales solo emiten una alerta hasta que el paciente ha entrado o salido del estado de choque, muchos pacientes no logran sobrevivir por la atención tardía del personal médico. Por ello, en este trabajo también se propone desarrollar una interfaz que permita monitorear la temperatura captada por el sensor de la pulsera, de tal forma que cuando la temperatura de las extremidades (específicamente de la muñeca o tobillo) del paciente se encuentre por debajo de un umbral (típicamente de 35 grados) envíe una alerta automática que permita apreciar en una pantalla los datos principales (nombre, edad, sala del hospital, hora de ingreso, etc.) del paciente que está por entrar en estado de choque.

Palabras clave — Calor, choque, temperatura, termografía.

Abstract — The main idea of the project consisted in the detection of pain zones in babies by means of thermographic cameras. Nevertheless, for reasons of hospital safety and patient privacy, it was not possible to take photographs of minors. In addition, the stage of validation of the results requires periodic monitoring of the status of patients by taking photographs, however, the thermal camera was only available for two days. For this reason, it was determined to change the focus of the project to design and implement an early shock detection device. Such device is a wristband that contains an Arduino nano 33IOT and a temperature sensor 100k 3050NTC. It is intended that the wristband be able to detect the temperature drop in the extremities that a patient presents when he is about to enter a state of shock. This tool will allow doctors to act quickly, even before the shock occurs and causes irreversible damage to the person's health. Because the monitoring systems that most hospitals have only issue an alert until the patient has entered or left the state of shock, many patients fail to survive due to the delayed attention of the medical staff. Therefore, in this work it is also proposed to develop an interface that allows monitoring the temperature captured by the sensor of the bracelet, so that when the temperature of the extremities (specifically the wrist or ankle) of the patient is below a threshold (typically 35 degrees) I sent an automatic alert that allows to see on a screen the main data (name, age, hospital room, time of admission, etc.) of the patient who is about to enter into a state of shock.

Keywords — Heat, shock, temperature, thermography.

I. INTRODUCCIÓN

Se ha demostrado que la temperatura de la piel en individuos sanos puede variar de 32.5 ° C a 35.5 ° C en adultos y niños, y la temperatura medida es más alta en la cabeza y más bajo en las áreas distales. El flujo sanguíneo es un componente importante de la temperatura de la piel, el estado de choque es un síndrome clínico complejo causado por una falla aguda de la función circulatoria que resulta en un tejido inadecuado y la perfusión de órganos, que disminuye la entrega de oxígeno y sustratos a los tejidos corporales, así como la eliminación de metabolismo productos de desecho, al presentarse el estado de choque la temperatura del cuerpo disminuye drásticamente [1].

El shock es una de las principales causas de muerte dentro y fuera de los hospitales por el hecho de que las personas cercanas a la víctima solo lo perciben hasta que ya se encuentra afectado [3]. Por ello, el objetivo principal es del proyecto es: Diseñar e implementar un dispositivo que anticipe el estado de choque en los pacientes y se informe inmediatamente a los encargados de atender el área médica.

Por otra parte, los objetivos específicos son:

- Validación del cambio abrupto de temperatura ante el estado de Choque junto con la curva característica de la cámara termográfica.
- Armado y realización del dispositivo de detección temprana de choque.
- Creación de interfaz amigable para el usuario (Enfermeros y médicos).
- Experimentación y análisis de resultados.
- Corrección de errores.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales utilizados para el cumplimiento y desarrollo de los objetivos planteados fueron:

- Filamento Ninja Flex 3D
- Microcontrolador Nano 33IOT
- Sensor de temperatura 100k 3050NTC
- Software visual Studio
- Cámara Termográfica Flir One

La metodología realizada para poder cumplir con los objetivos planteados en el proyecto fue la siguiente:

Como primer punto se realizó una investigación y lectura de los documentos realizados por el Doctor Samuel Eleasar Kolosovas Machuca, en el cual trataba el tema de la aplicación de cámaras termográficas en el ámbito de la salud.

Por otra parte, acudimos al centro de salud Cruz Roja de Rio verde San Luis Potosí, para tomar fotografías a pacientes con golpes, partes del cuerpo Necróticas, partes del cuerpo

amputadas a causa de diabetes, inflamaciones musculares y de zonas con dolor a causa de alguna enfermedad (como la garganta).

Esto sirvió para conocer que la termografía no sólo nos serviría para conocer la temperatura de las personas, sino para determinar temprana y rápidamente la aparición de extremidades necróticas, inflamaciones musculares, golpes, entre otras. Esto ayudará a los médicos a poder dar un diagnóstico previo y comenzar a tratar el problema, puesto que los resultados de análisis más elaborados suelen tardar en ser entregados al médico.

Por otra parte, creamos una interfaz la cual servirá para que los médicos del centro de salud donde sea implementado el sistema de prevención de estado de Choque, puedan visualizar una alerta cuando un paciente esté por entrar en este estado. Esto servirá en base a un sensor de temperatura que se encontrará colocado en una pulsera colocada en las extremidades de muñecas y tobillos, puesto que son las áreas donde se presenta ausencia de sangre momentos antes de entrar en estado de choque, y esto se refleja en la disminución drástica de temperatura en estas zonas.

La pulsera fue creada con filamento Ninja Flex, teniendo un diseño sencillo y flexible para que no presente molestias a los pacientes, y cumpla con las normas de seguridad e higiene que requieren los hospitales.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados derivados del trabajo realizado se pueden dividir en dos partes: La primera incluye la toma y el análisis de las fotografías tomadas a diversos pacientes de la Cruz Roja. La segunda parte incluye el diseño e implementación de un prototipo de la pulsera propuesta y la interfaz desarrollada para el monitoreo en tiempo real de la temperatura de los pacientes.

En la Figura 1 se puede visualizar una imagen termográfica que corresponde a un paciente que recibió un golpe en la rodilla izquierda. En dicha imagen se observa claramente que la región donde se encuentra el golpe tiene una mayor temperatura, a diferencia de la rodilla derecha que con un color naranja indica que la temperatura es menor**.**

Por otra parte, en la Figura 2, se puede observar la imagen de un paciente que presentaba amigdalitis. En la imagen se aprecia que en el área del cuello y la parte frontal de la cabeza que abarca la nariz y frente, se presenta una temperatura elevada, lo cual indica al doctor que el paciente presenta los síntomas típicos de dicha enfermedad.

Posteriormente en la Figura 3, se muestra uno de los casos más interesantes y en el cual el doctor nos comentó que le sirvió de gran ayuda el estudio con la cámara termográfica, fue de una paciente que presenta pie diabético y a causa de esto se le tuvo que amputar el dedo pulgar del pie derecho, pero al realizar la fotografía termográfica, observamos que el dedo meñique igual está presentando una temperatura más baja de lo normal y en caso de no brindarle el tratamiento necesario igual tendría que ser amputado.

Así mismo en la Figura 4, observamos un paciente sufrió una picadura en el brazo izquierdo y a causa de eso se le crearon grandes yagas, las cuales poco a poco fueron dejando su piel necrótica, el área azul que se muestra dentro del brazo es el área casi muerta; el médico nos dijo que gracias a la muestra que obtuvo con la cámara termográfica podrá asignarle al paciente el tratamiento necesario para esas zonas en específico.

La pulsera que se realizó fue diseñada tomando en cuenta la comodidad que requieren los pacientes. Dicha pulsera tendrá incluido un sensor de temperatura, un Arduino nano 33OIT y una batería de 3.3V. Descartando varios diseños, el que cumplía los requerimientos necesarios fue el que se muestra en la Figura 5

Figura 1. Paciente con golpe en la rodilla izquierda.

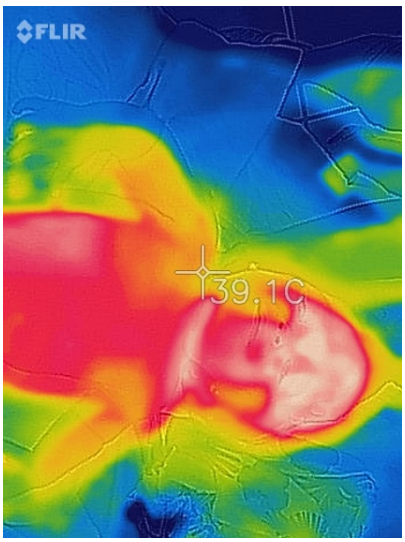


Figura 2. Paciente que presentaba amigdalitis

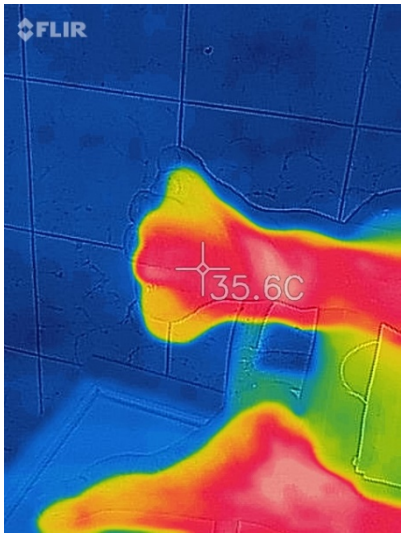


Figura 3. Paciente que presenta pie diabético con amputación de un dedo.

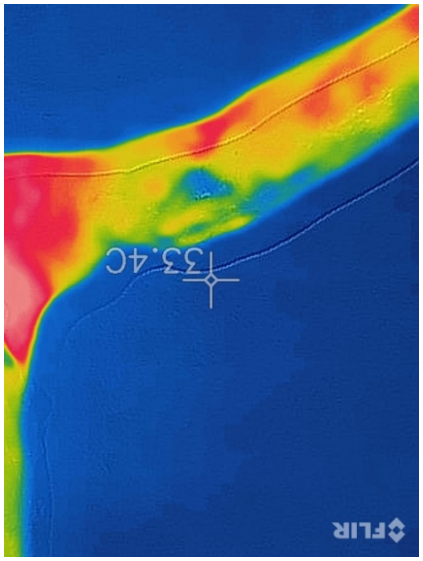


Figura 4. Paciente que sufrió una picadura en el brazo izquierdo.

.

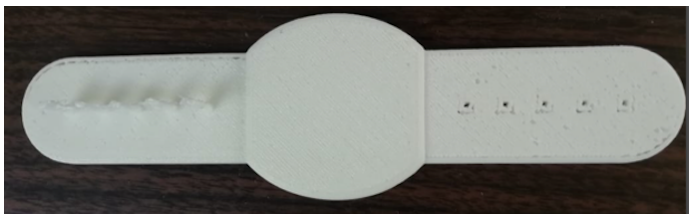


Figura 5. Prototipo de la pulsera

Además de la pulsera, se implementó una interfaz en el software Visual Studio en conjunto con Access (para la base de datos). Dicha interfaz es amigable y fácil de utilizar para el usuario y en la cual se mostrarán las tres áreas principales que se encuentran en un hospital (pediatría, postcirugía e internado), así como los datos generales del paciente como nombre, edad, hora de ingreso, número de cama y diagnóstico. Además, el sensor colocado en la pulsera permitirá monitorear en tiempo real la temperatura del paciente y alertará cuando se muestre una variación drástica y se encuentre por debajo del umbral definido (lo cual indicará que el paciente puede estar a punto de entrar es estado de choque), esto podemos visualizarlo en la Figura 6.

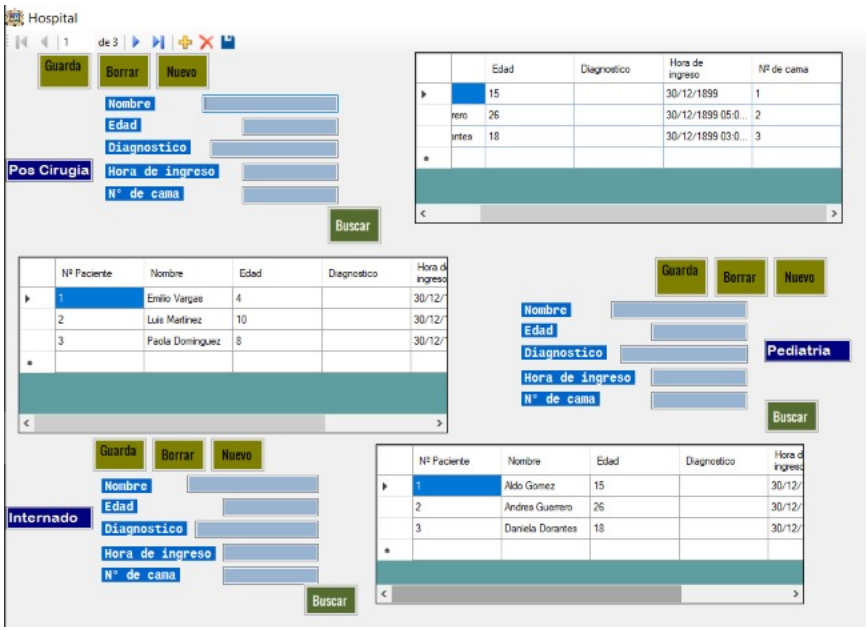


Figura 6. Interfaz gráfica

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En general, los pacientes en estado de choque presentan una disminución de la temperatura en diferentes sitios del cuerpo (dorso de la mano, dorso del pie, y muñeca), mientras que los pacientes sin estado de choque presentan una temperatura normal, muy similar a la distribución de la temperatura en la piel [2] .

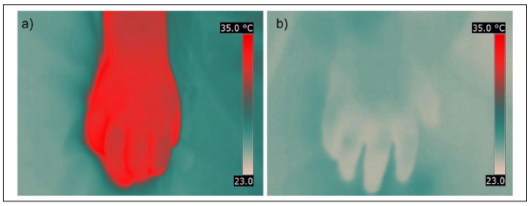


Figura 7. Fotografía tomada por el Doc. Eleazar S. Kolosovas, para el artículo Distribution of skin temperature in Mexican children.

La termografía y el monitoreo de temperatura a pesar de que no suele tener gran relevancia en los proyectos enfocados al ámbito de la salud, al realizar este proyecto comprendimos que si podría ser de gran utilidad para realizar diagnósticos y poder prevenir enfermedades de alto riesgo.

Al realizar un dispositivo que alerte a los especialistas minutos o segundos antes de que un paciente entre en estado de choque, es de importancia vital, ya que no se tiene que esperar a que el monitor de ritmo cardiaco alerte una vez que se detenga el corazón, sino que minutos antes mediante el cambio de temperatura se podrá conocer la situación que se presentará.

Por otra parte, el uso de la termografía nos ayudó a corroborar que los datos obtenidos mediante la pulsera eran correctos, de tal forma que esta podría ser aplicada en futuros proyectos.

V. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

En el siguiente espacio expreso mis agradecimientos y total gratitud al profesor José Jimmy Jaime Rodríguez por siempre estar al pendiente de que nuestra estadía fuera grata, y por proporcionarnos la información y los medios para el desarrollo del proyecto, así como el apoyo que nos brindaba en temas desconocidos.

Por otra parte, agradezco al Hospital Cruz Roja de Rio Verde San Luis Potosí por permitirnos realizar investigaciones y pruebas en sus instalaciones en conjunto con los doctores que ahí se encuentran.

Por último, agradezco al Tecnológico de Querétaro por permitirme tan grata experiencia y a todos y cada uno de mis compañeros del verano de la ciencia que me brindaron nuevos conocimientos y excelentes experiencias.

REFERENCIAS

[1] Eleazar S Kolosovas-Machuca, R. R.-V. (2014). Use of infrared thermography in children with shock: A case series. SAGE Open Medical Case Reports.

[2] González, E. S.-M. (2011). Distribution of skin temperature in Mexican children. Skin Research and Technology.

[3] leazar S. Kolosovas-Machuca, M. A.-J.-G.-G.-L. (2015). Pain Measurement through Temperature Changes in Children Undergoing Dental Extractions. Hindawi Publishing Corporation.

Diseño e implementación de sistema de visión por computadora para identificación de objetos

Carlos Antonio Muñoz Malpica
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato - Silao km 12.5 Col. El Copal
antoniomunozm16@gmail.com

Asesor: Javier Gustavo Cabal Velarde
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato - Silao km 12.5 Col. El Copal
javelarde@itesi.edu.mx

Resumen — En este trabajo reportamos el diseño e implementación de un sistema para identificar formas de objetos en tiempo real por medio de visión cumputacional, empleando el lenguaje de programación Python, se pretende diseñar un proceso lo mas sencillo posible para que la cantidad de imágenes procesadas por minuto sea considerable para mostrar en tiempo real, en el proceso que se propone se aplica un filtro de escala de grises a la imagen, posteriormente se aplica una binarización, y, utilizando la transformada de Wavelet se obtienen los bordes, para finalizar mediante algoritmos aquí mencionados se realiza la identificación de figuras y/o objetos en tiempo real, estos sistemas abren un campo amplio de aplicaciones en areas como seguridad, control de procesos industriales, detección y análisis de movimiento o elementos de apoyo para discapacitados.

Palabras clave — Visión artificial, detección de figuras, Python.

Abstract — In this paper we present the design and implementation of a system to the identification of shapes in real time through the artificial vision using the programming language Python. The intention is design a process that be the simpler possible to have a substantial quantity of images processed by minute to show in real time, in the proposed process a grayscale filter be applicated to the image, later a binarization and a Wavelet transform be applicated to obtain the edges, to finish, through algorithms here mentioned, the distinction of figures or objects in real time is done, these systems give a large number of applications, like security, industrial process control, detection and analysis of movements or elements to help handicapper people.

Keywords — Artificial vision, Detection of shapes, Python.

I. INTRODUCCIÓN

La visión por computadora incluye la captura, procesamiento y análisis de imágenes, facilitando la evaluación objetiva y no destructiva de las características de calidad visual en los productos alimenticios [1]. El potencial de la visión por computadora en la industria alimentaria ha sido reconocido por mucho tiempo [2]. Con la industrialización y automatización surge la necesidad de que la detección o supervisión de objetos se realice más rápido o que determinados procesos, como puede ser la inspección de calidad, se realicen con más precisión y rapidez, una alternativa para cubrir este aspecto es la detección de objetos por medio de la visión por computadora y la industria alimentaria ahora está clasificada entre las 10 principales industrias que utilizan esta tecnología [3]. La visión artificial está estrechamente relacionada con la inteligencia artificial, puesto que esta es involucrada para el procesamiento digital de imágenes u otros propósitos similares. La visión por computadora es una tecnología que permite encontrar, rastrear, clasificar e identificar objetos del mundo real, extrayendo y analizando la información recibida. La visión artificial y la computadora son áreas relacionadas. La visión por computadora puede llamarse un conjunto general de herramientas, y la visión por máquina debe considerarse como un área de aplicación. Un aspecto clave en el campo de la visión por computadora es el problema del reconocimiento automático de imágenes de objetos dinámicos [4, 5].

El procesamiento digital de la imagen se compone de varias etapas que para, en este caso, se pretende detectar figuras geométricas dependiendo de los rasgos característicos de cada una para diferenciarlas. La transformada Wavelet es una herramienta matemática que entró en auge desde mediados de la década del 80 del siglo XX, por ser más eficiente que la clásica transformada de Fourier en el campo de la investigación en procesamiento digital de señales e imagen [6]. El proceso parte desde la obtención de la imagen, la cual por medio de fotografía digital, se crea una matriz de píxeles cada uno con una determinada información para la representación de color (imagen digital), se aplica un filtro de grises del cual posteriormente se obtiene la binarización, resultando una sola matriz, a la cual se aplica la transformada de Wavelet para la obtención de bordes, aplicando otros algoritmos se obtienen los datos relevantes de las aristas para diferenciar las figuras, al final del proceso se muestran resultados al usuario si es necesario, o si esto no lo es, los resultados se pueden solamente interpretar por el equipo, y si se desea, tomar una acción y realizar una acción con un actuador [7].

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Primeramente, la importancia de acotar las condiciones de trabajo es para poder obtener un mejor resultado y un correcto desempeño en la obtención de la imagen, así consecuentemente el proceso que conlleva la identificación de objetos evitando el ruido en la imagen.

El entorno debe tener una iluminación considerada, es decir, que no sea excesiva para causar reflejos de luz ni bastante tenue. Para obtener buenos resultados, el objeto del cual se desea identificar su forma geométrica no debe de estar muy lejos de la cámara; buscando que, en la figura geométrica que se requiere identificar la tonalidad de color sea uniforme y al procesar la imagen minimizar la perdida de datos. Las especificaciones de la cámara web con la que se realizaron pruebas son: resolución de 1280X720, con lo cual denota la capacidad de 0.92 Megapíxeles, modo de imagen RGB y protocolo de comunicación USB.

La adquisición de la imagen es la primera etapa del proceso, esta es capturada con una resolución de 1280x720 píxeles la cual está conformada por tres matrices las cuales corresponden a los colores RGB, es decir, los colores rojo, verde y azul (Red, Green y Blue). Esta imagen se procesa para obtener una imagen en escala de grises, es decir, que de las tres matrices se obtiene una, en la cual se denota una tonalidad de gris [7-9]. El aplicar el filtro de escala de grises es fundamental, puesto que, para un correcto procesamiento de los datos de la imagen, se utiliza una sola matriz de datos [6, 7, 10].

En el proceso de reconocimiento de la figura se aplica la transformada de Wavelet para la obtención de los bordes, en este proceso se obtiene una aproximación y se obtienen tres de los detalles de los píxeles delimitantes de la figura los cuales son detalles verticales, horizontales y diagonales debido al nivel que se utiliza en la Wavelet madre, estos tres detalles se unifican en una sola matriz obteniendo el contorno de la figura geométrica detectada en la imagen. A este contorno se le pueden aplicar algoritmos para poder obtener el número de lados del contorno, uno de ellos es mediante el conteo de pixeles, sin embargo, hay otros métodos, pero en este caso, se utilizó esta técnica.

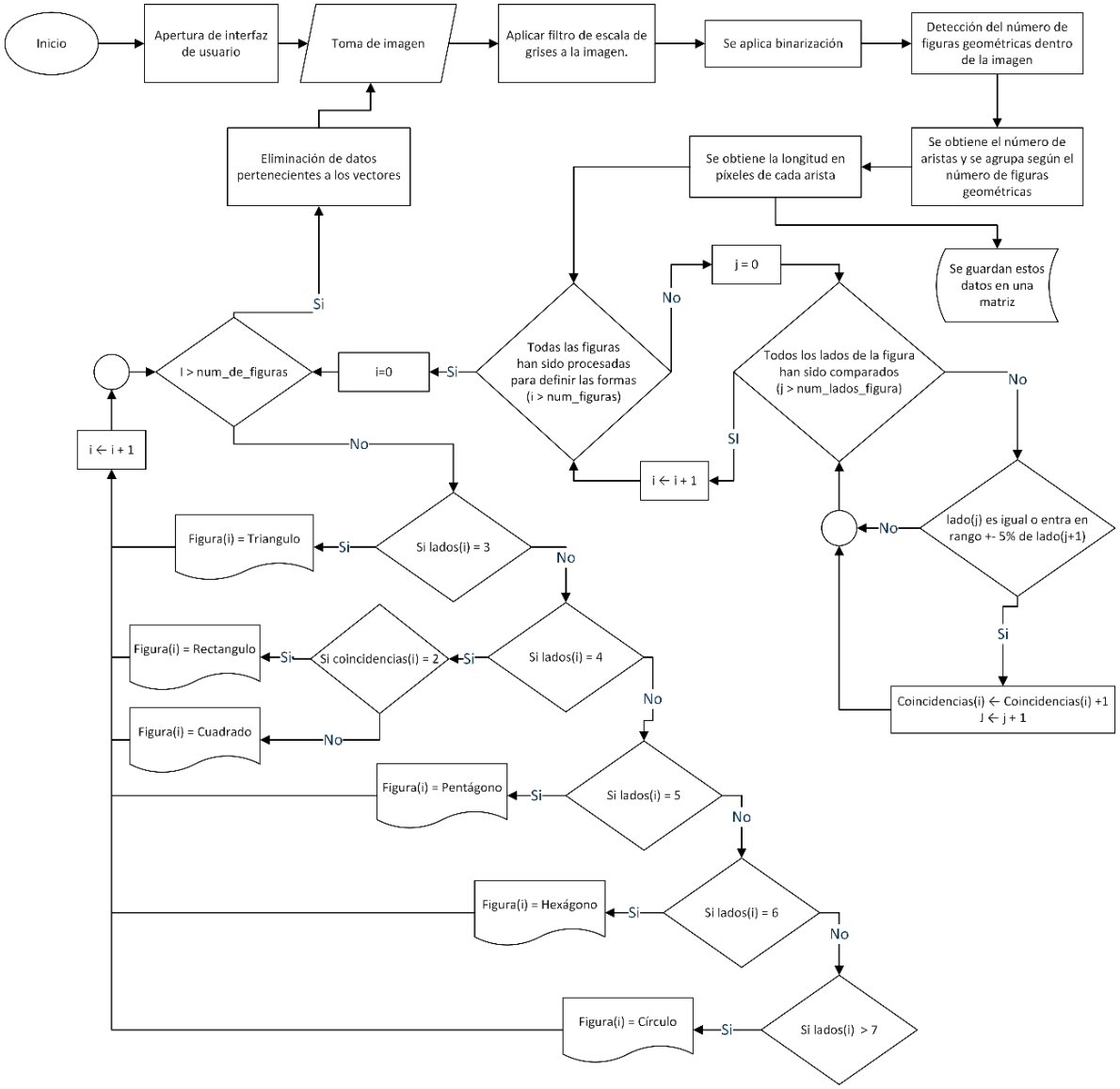
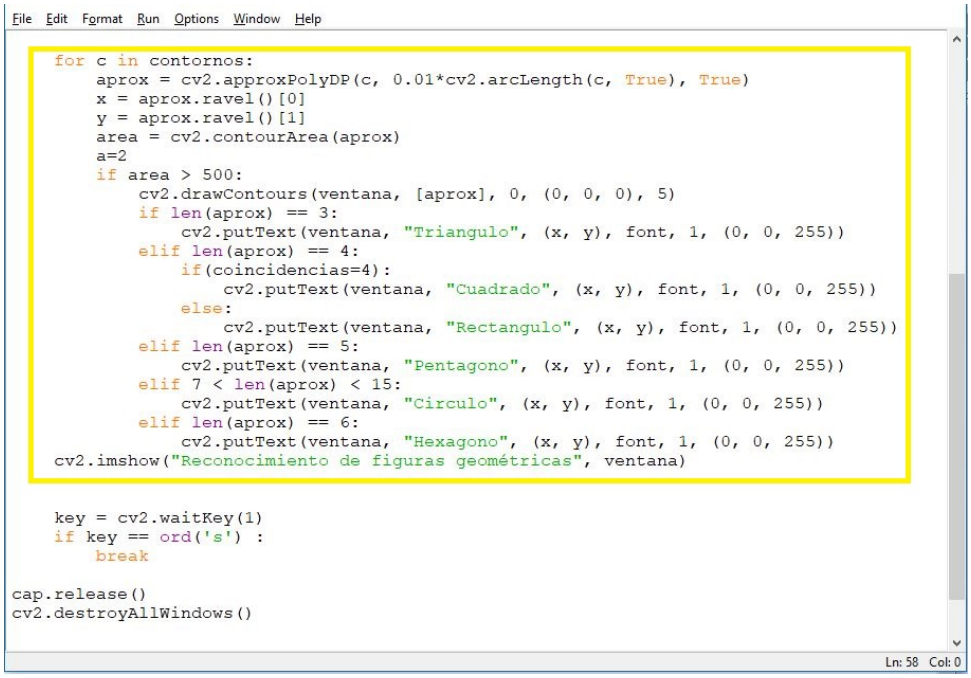


Fig. 1. Diagrama de flujo de la metodología del procesamiento digital de imagen para identificación de figuras geométricas.

La binarización se aplico usando como tonalidad máxima un valor de 380 y uno mínimo de 170, este proceso intrínseco en la librería utilizada en Python [6, 11]. Obtener el dato del número de aristas no es suficiente puesto que existen distintas figuras que tienen el mismo número de lados y se puede interpretar que todas las figuras con el mismo número de lados son la misma; para dar solución a este problema se calculó la distancia entre vértices y dependiendo de esto, se determinó que tipo de figura pertenece, por el momento solamente para diferenciar un cuadrado y un rectángulo, como se puede apreciar el código de la figura 2, donde se implementa una comparación cuando las figuras tienen el mismo número de lados.



```
File  Edit  Format  Run  Options  Window  Help
    for c in contornos:
        aprox = cv2.approxPolyDP(c, 0.01*cv2.arcLength(c, True), True)
        x = aprox.ravel()[0]
        y = aprox.ravel()[1]
        area = cv2.contourArea(aprox)
        a=2
        if area > 500:
            cv2.drawContours(ventana, [aprox], 0, (0, 0, 0), 5)
            if len(aprox) == 3:
                cv2.putText(ventana, "Triangulo", (x, y), font, 1, (0, 0, 255))
            elif len(aprox) == 4:
                if(coincidencias=4):
                    cv2.putText(ventana, "Cuadrado", (x, y), font, 1, (0, 0, 255))
                else:
                    cv2.putText(ventana, "Rectangulo", (x, y), font, 1, (0, 0, 255))
            elif len(aprox) == 5:
                cv2.putText(ventana, "Pentagono", (x, y), font, 1, (0, 0, 255))
            elif 7 < len(aprox) < 15:
                cv2.putText(ventana, "Circulo", (x, y), font, 1, (0, 0, 255))
            elif len(aprox) == 6:
                cv2.putText(ventana, "Hexagono", (x, y), font, 1, (0, 0, 255))
    cv2.imshow("Reconocimiento de figuras geométricas", ventana)

    key = cv2.waitKey(1)
    if key == ord('s') :
        break

cap.release()
cv2.destroyAllWindows()
                                                                    Ln: 58  Col: 0
```

Fig. 2. Código para diferenciar figuras geométricas con determinado número de aristas.

En el caso del círculo, en la matriz de datos de este se puede notar que no hay líneas extensas, sin embargo, el aplicar el mismo algoritmo, contando los píxeles conformantes de una arista, podría definir un número grande de líneas que daría paso a un sobre procesamiento, para evitar esto, se delimito el número de vértices que se pueden contar en un contorno sean 50. Cualquier forma que se identifique con tres aristas, se definirá como un triángulo.

Posteriormente de haber realizado la comparación entre los vértices, se determina a cada uno de los contornos el nombre de la figura geométrica que se le adjudicó al grupo de vértices para poder visualizar el contorno que se identificó se dibuja el mismo sobre los píxeles identificados como pertenecientes a la figura esto al termino del procesamiento de la imagen para mostrar resultados al usuario, así también mostrando en letra el nombre de la figura, prosiguiendo con la eliminación de datos para dar lugar a otros, evitando el consumo desmesurado de memoria dinámica del sistema, comenzando una nueva iteración dentro de un ciclo de obtención y procesamiento de una nueva imagen realizando este proceso en tiempo real.

III. RESULTADOS

En la caracterización se identificaron varias imágenes impresas de figuras geométricas y se colocaron enfrente de la Webcam como se muestra en la figura 3(a) y 3(f), nótese que el fondo que se usa se ve de color azul, esto se debe a la iluminación utilizada al tomar la imagen, se utilizó una matriz de leds con una tonalidad de iluminación fría, sin embargo, este fondo sirve a pesar de ello, calibrando el umbral de binarización. En las figuras 3(b), 3(g), se muestra la imagen a escala de grises, en la figura 3(c) y 3(h), imagen resultante de la binarización, y los bordes detectados y resultados impresos en la imagen para el usuario

respectivamente; en las figuras 3(d) y 3(e), para cuando se visualiza un solo objeto. Y para dos o más objetos corresponden a la figura 3(i) y 3(j).

IV. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

El desempeño del procesamiento de las imágenes mediante una computadora promedio en la actualidad es bueno, puede realizar la tarea del procesamiento fluidamente, en parte debido a la baja cantidad de datos que se procesan y esto gracias a la resolución de la cámara traduciéndose a un número menor de datos a procesar. En las figuras 3(a) y 3(f) se pueden apreciar dos imágenes originales para el reconocimiento estas tienen un fondo de color distinto, esto no es problema alguno si los colores se pueden diferenciar y por otro lado, si es que la binarización tiene un correcto rango de umbral, sin embargo, debido a la diferencia entre la tonalidad de fondos, el valor de umbral se modificó. En la figura 3(i) se puede observar que en el círculo existen líneas que conforman el borde del mismo, puede ocurrir que en algunas ocasiones el obtener un detalle mayor de la figura aumente el tiempo de procesamiento necesario, y, si el dispositivo usado para el procesamiento no tiene la capacidad de procesamiento necesario, la entrega de resultados ya no será en tiempo real.

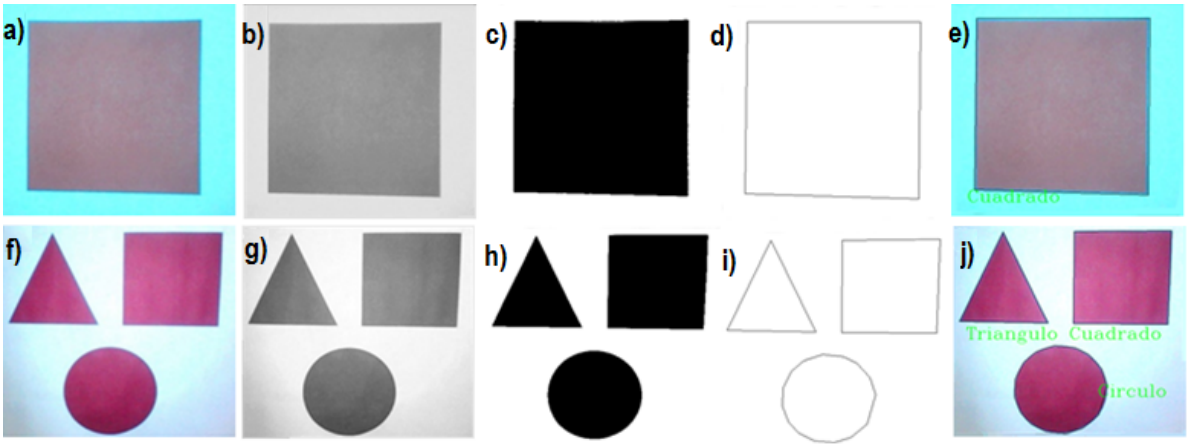


Fig. 3. Imágenes obtenidas en el proceso durante el procesamiento digital de imágenes para el reconocimiento de figuras geometricas.

V. CONCLUSIONES

El procesamiento de imágenes en tiempo real para el reconocimiento de figuras resulta viable dependiendo de la aplicación o el nivel de detalle que se requiera, puesto que la obtención de datos y el procesamiento no requiere de una potencia considerable de procesamiento; un elemento a tomar en cuenta al realizar este proceso es la resolución de la imagen, puesto que, un mayor número de datos se traduce a un mayor tiempo de procesamiento. Se recomienda que el proceso de captura de imagen se realice en un ambiente con iluminación controlada, uniforme y estable. La misma técnica puede ser usada para detectar figuras u objetos a necesidad del usuario, o también, algunas mejoras que puede ser posible implementar son el cálculo de área de la figura, seguimiento de la trayectoria de un objeto o manipulación de equipos mediante gestos corporales.

VI. RECONOCIMIENTOS

Agradezco profundamente al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, al departamento de micro y nanotecnología y a Franco Javier Torres Becerra y al CONACyT por el apoyo y orientación que me brindaron para la realización de esta investigación.

REFERENCIAS

[1] Timmermans, A. *Computer vision system for on-line sorting of pot plants based on learning techniques*. in *II International Symposium On Sensors in Horticulture 421*. 1995.

[2] Tillett, R., *Image analysis for agricultural processes*. 1993, University of Wales. Cardiff.

[3] Gunasekaran, S., *Computer vision technology for food quality assurance.* Trends in Food Science & Technology, 1996. **7**(8): p. 245-256.

[4] Zhu, X., et al. *Deep feature flow for video recognition*. in *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. 2017.

[5] Zhu, X., et al. *Flow-guided feature aggregation for video object detection*. in *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision*. 2017.

[6] García, Ó.A.B., E.J.T. Bello, and C.A.M. González, *Reconocimiento de formas en visión artificial: aplicación de la transformada Wavelet.* Visión electrónica, 2009. **3**(2): p. 29-39.

[7] Triana, N., et al., *Técnicas de umbralización para el procesamiento digital de imágenes de GEM-Foils.* Scientia et technica, 2016. **21**(4): p. 352-359.

[8] Martín-Rodríguez, F., et al. *Localización de Caracteres en Imágenes de Instrumentación Digital*. in *Proceedings of URSI-2009 (National Meeting of the International Scientific Radio Union). Santander, Spain*. 2009.

[9] Kociołek, M., et al. *Discrete wavelet transform-derived features for digital image texture analysis*. in *International Conference on Signals and Electronic Systems*. 2001.

[10] Palomino, N.L.S. and U.N.R. Concha, *Técnicas de segmentación en procesamiento digital de imágenes.* Revista de investigación de Sistemas e Informática, 2009. **6**(2): p. 9-16.

[11] Al Muhit, A., M.S. Islam, and M. Othman. *VLSI implementation of discrete wavelet transform (DWT) for image compression*. in *2nd international conference on autonomous robots and agents*. 2004.

Diseño experimental de un sistema de enfriamiento Jominy para calcular la extracción de calor utilizando el problema inverso de conducción

Santiago Murillo
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de ingeniería Mecánica y Eléctrica U.N.
Barranquilla S/N, Guadalupe, 25750
Monclova, Coahuila
santiaago_m_98@hotmail.com

Asesor: Sixtos Antonio Arreola Villa
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de ingeniería Mecánica y Eléctrica U.N.
Barranquilla S/N, Guadalupe, 25750
Monclova, Coahuila
svilla@uadec.edu.mx

Resumen — En el presente proyecto se diseñará (dibujos de detalle) un sistema de experimentación para ensayos Jominy con el fin de construirlo en un futuro. Primeramente se realizarán cálculos numéricos para diseñar térmicamente el horno eléctrico de resistencias cromo-níquel capaz de calentar hasta 1000 °C. Después se diseñará el sistema de enfriamiento, junto con el de soporte para mover la probeta verticalmente hasta un chorro fijo de agua. Finalmente se aprenderá la utilización del método inverso de transferencia de calor por conducción para calcular los campos térmicos de la probeta Jominy y los coeficientes de extracción de calor en la pared radial e inferior de la probeta.

Palabras clave — Ensayo Jominy, Método inverso, Modelado numérico.

Abstract — In this project, an experimental system for Jominy trials will be designed (detailed drawings) in order to build it in the future. First, numerical calculations will be carried out to thermally design the chrome-nickel electric resistance furnace capable of heating up to 1000 ° C. Then the cooling system will be designed, along with the support system to move the specimen vertically to a fixed stream of water. Finally, we will learn how to use the reverse method of heat transfer by conduction to calculate the thermal fields of the Jominy specimen and the coefficients of heat extraction in the radial and inferior wall of the specimen.

Keywords — Jominy test, IHCP, Numerical modeling.

I. INTRODUCCIÓN

Los tratamientos térmicos más usados son: recocido, temple, normalizado y revenido, y tienen por objeto mejorar las propiedades y características de los aceros [1] [2]. Desde el punto de vista mecánico se estudia la transferencia de calor que sucede en los procesos de transformación. Para el temple se estudia la templabilidad, definida como la susceptibilidad al endurecimiento por enfriamiento rápido. [3] Los estudios más utilizados son: el examen de la fractura de barras templadas, el estudio de las curvas de dureza o de resistencia en el interior de la barra templada, el ataque químico de las secciones transversales templadas, la determinación de las zonas de 50% de martensita, y el ensayo Jominy. El ensayo Jominy [4] fue descrito por primera vez por sus creadores W. E. Jominy y A. L. Boegehold y esta descrito en la norma obedece a la norma ASTM A255. Consiste en templar una probeta cilíndrica de 25.4 mm (1 in.) de diámetro y de 76.2 a 101.6 mm (3-4 in.), por medio de un chorro de agua de 20 o 25°C que enfría la base inferior desde la temperatura de austenización. [4] Luego, se mide la dureza. Las primeras medidas presentarán valores altos de dureza debido a la formación de la martensita.

Consecuentemente, la dureza disminuirá en posiciones más distantes de la extremidad enfriada, pues en estos puntos, las tasas de enfriamiento son menores que en las primeras.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Diseño térmico del horno.

Para la construcción del horno se contempla que contenga dos tapas, unidas con una bisagra, cada tapa tendrá tres tipos de materiales puestos de forma radial (Lámina galvanizada, cerámica a granel y cerámica moldeable) como se observa en la **Fig. 1**. Considerando el coeficiente h interior como exterior de 60 y 25 W/m^2K respectivamente, para los cálculos del horno. Las dimensiones propuestas en la **Fig. 1**, son $r_1 = 0.0508m$, $r_2 = 0.1548m$, $r_3 = 0.1648m$, $r_4 = 0.17m$.

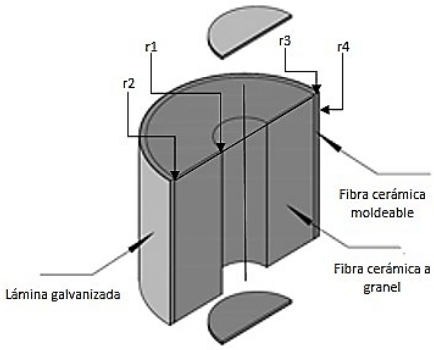


Fig. 1. Paredes compuestas del horno eléctrico.

La **Tabla 1** muestra la conductividad térmica utilizada en los cálculos de los diferentes materiales.

Tabla 1. Conductividad térmica.

Material	Conductividad (W/mK)
Fibra cerámica a granel	0.33
Fibra cerámica moldeable	0.17
Lámina galvanizada	56.7

También, se consideró una temperatura t_h =1000 °C como temperatura del horno y t_a= 20 °C como temperatura del aire en la Ec. (1) para calcular las pérdidas de calor en la pared cilíndrica.

$$P_c = \frac{t_h - t_a}{\frac{ln(r_2/r_1)}{2\pi L k_1} + \frac{ln(r_3/r_2)}{2\pi L k_2} + \frac{ln(r_4/r_3)}{2\pi L k_3} + \frac{1}{h_e A_2}} = 425.3984\ W \quad (1)$$

donde:
r: Radio de cada capa de material
k: Conductividad térmica
L: Altura del horno.

La Ec. (2) es para calcular las Pérdidas en tapas inferior y superior.

$$P_P = 2 * \frac{t_h - t_a}{\frac{1}{Ah_i} + \frac{L_1}{Ak_1} + \frac{L_2}{Ak_2} + \frac{1}{Ah_e}} = 402.2658\, W \tag{2}$$

Para calcular el calor a la carga útil la pieza de acero (Se considera el inoxidable 304 para los cálculos) desde temperatura ambiente 20 °C, hasta 950°C en un tiempo de 5 minutos. 0.08333 horas. La probeta estará sujeta con un sistema cople-lanza al resto del sistema, estas partes entrarán al horno y por lo tanto deben ser agregadas en el cálculo. El volumen de la carga será la suma de la lanza, el cople y la probeta de la lanza: $V_T = 0.000060614 m^3$. La masa de la carga será $M = 0.484919058\, kg$ y el calor específico del acero inoxidable 304 se calcula como se muestra en la Ec. (3).

$$C_e = \left(0.5\ {}^{kJ}/_{kg°K}\right) * \left(\frac{1\ {}^{Wh}/_{kg°K}}{3.6\ {}^{kJ}/_{kg°K}}\right) = 0.13888\ {}^{Wh}/_{kg} \tag{3}$$

Energía absorbida por la carga útil Ec. (4).

$$E_a = M * C_e * \Delta T_C = (0.484919058 kg) * \left(0.13888\ {}^{Wh}/_{kg}\right) * 930°C = 62.63537827\, Wh \tag{4}$$

requerida para calentar la carga útil Ec. (5).

$$P_C = \frac{E_a}{\Delta t} = \frac{62.63537827\, Wh}{0.08333 h} = 751.6245\, W \tag{5}$$

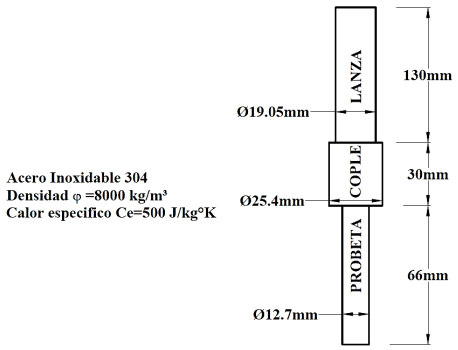


Fig. 2. Dimensiones de la carga útil

La potencia requerida para el horno será la suma de las demandas de calor total debido a las perdidas y energía agregada a la probeta será de 1600W. Calculado por Ec. (6).

$$P_m = P_U + P_P + P_c = 751.6245\ + 402.2658 + 425.3984 = 1572.2887\ \ W \tag{6}$$

Con los cálculos previos pueden diseñarse el conjunto de resistencias en función de la necesidad de calor, este tema rebasa el alcance de este estudio conceptual, debido que debe ser restringido al presupuesto con el que actualmente no se cuenta.

B. Diseño conceptual de sistema experimental.

Como se menciona anteriormente esto es un diseño conceptual y funcional de un sistema de experimentación de ensayos Jominy. La parte medular de la máquina de ensayo Jominy es el horno eléctrico, cuyos cálculos se detallan anteriormente. El proceso experimental será el siguiente. Primeramente se desplazará el horno hasta la posición inicial de la probeta, y se abrirá en forma de libro para cubrir la probeta, se calibrará a la temperatura deseada y encenderá, posteriormente el sistema de control on/off se apagará al llegar al valor (950°C), después el horno será abierto y retirado, y la probeta será bajada hasta tocar el chorro del agua que sale por el centro de la tina que proviene de un depósito y es alimentada por una bomba a flujo constante. El agua caliente que choca en la pared de la probeta baja hasta un segundo depósito. El diseño puede observarse en la Fig. 3.

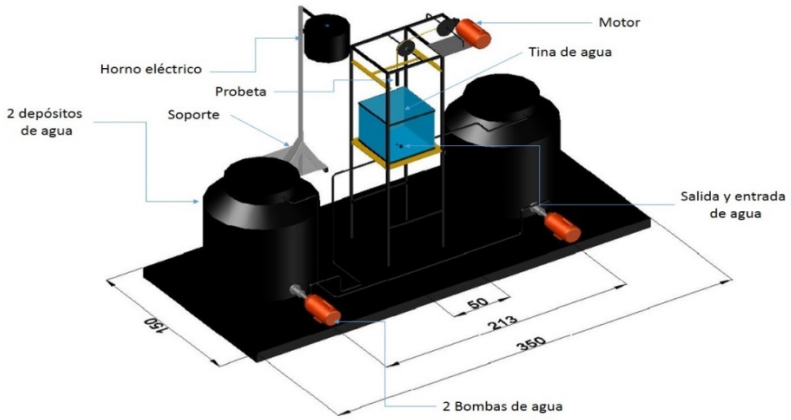


Fig. 3. Diseño del sistema de enfriamiento Jominy. (Cotas en cm)

C. Modelado numérico del enfriamiento de la probeta Jominy

La transferencia de calor en el ensayo Jominy sucede por los tres mecanismos existentes, conducción (al interior de la probeta), convección tanto natural como forzada, (entre la probeta y los dos tipos de fluidos en el ambiente del experimento; agua y aire) y por radiación, (desde la probeta al ambiente). Para este caso únicamente se resuelve la ecuación de energía en la probeta sólida con los términos temporales y difusivos como se observa en la Ec. (7) siguiente:

$$\underbrace{\frac{\partial}{\partial t}(\rho\varphi)}_{\text{temporal}} = \underbrace{\nabla\cdot(\Gamma\nabla\varphi)}_{\text{difusivo}} \tag{7}$$

donde:
ρ: Densidad
φ: Temperatura
Γ: Conductividad.

Como puede observarse en la Fig. 4, las condiciones de frontera en paredes de la probeta pueden clasificarse en 3. En la parte superior de la probeta se agregó la condición de flujo de calor a través de esta superficie nula, Ec. (8).

$$q = 0 \ \frac{w}{m^2} \tag{8}$$

En las paredes laterales de la probeta donde la transferencia de calor es combinada, por radiación y convección natural, el coeficiente de extracción total h es la suma del coeficiente por convección h_c y radiación h_r. El coeficiente de transferencia de calor convectivo se determina a partir del cálculo del número de Nusselt según [5].

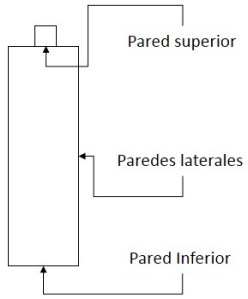


Fig. 4. Fronteras térmicas de la Probeta Jominy.

Para la pared inferior la condición de frontera fue calculada utilizando el método inverso aplicado en Fluent, asignando los valores de temperatura medidos en la probeta Jominy de la M. C. Monserrat López, estudiante del Doctorado en el Instituto Tecnológico de Morelia. Finalmente, la temperatura fue inicializada a 1120 K en todo el volumen de la probeta.

III. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

En la Fig. 5 se observa el coeficiente de extracción de calor en la parte inferior, donde el chorro de agua choca. En la Fig. 6 se muestran las mediciones experimentales de temperatura medidas con termopares tipo K, comparada con resultados de la simulación, a las mismas distancias. Finalmente, en la Fig. 7 se observa el campo térmico de la probeta a 600 segundos de enfriamiento, sometido a un chorro de agua a 300 K en la pared inferior.

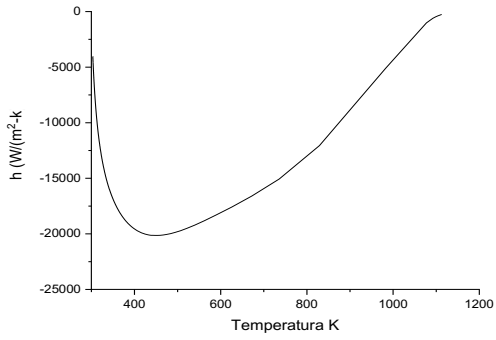


Fig. 5. Coeficiente de extracción de calor en la pared inferior de la probeta.

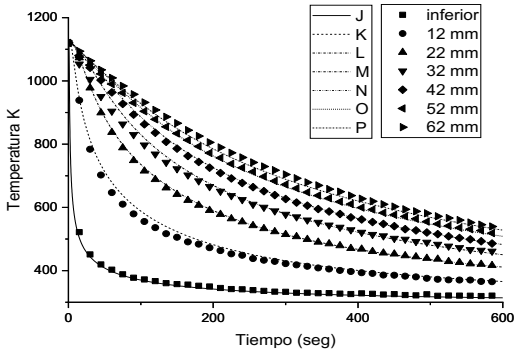


Fig. 6. Comparación de las mediciones experimentales y los resultados simulados.

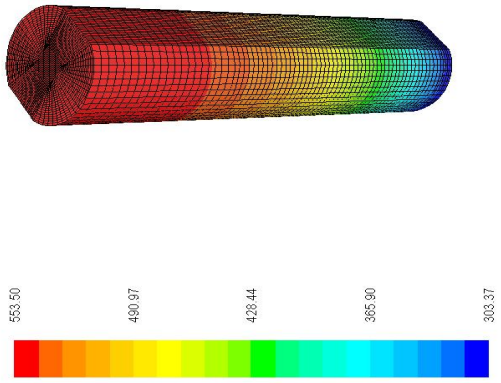


Fig. 7. Campo térmico en K de la probeta Jominy.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El sistema experimental diseñado fue pensando en su funcionalidad y fácil operación y al construirse servirá para hacer estudios de templabilidad y junto con otros estudios se pondrá simular y validar la transformación de utilizando ®Fluent de forma novedosa, además de poder agregar en el programa de CFD distintas condiciones de frontera cubriendo gran cantidad de tratamientos térmicos en la industria del acero.

Aunque el diseño de sistema experimental por ahora es conceptual, con las mediciones experimentales proporcionadas desde la ciudad de Morelia, fue posible simular el enfriamiento de la probeta Jominy y validar los campos térmicos obtenidos en la simulación. Por otro lado, las condiciones de frontera utilizadas en el modelado fueron apropiadas, tanto en las paredes laterales (basadas en números adimensionales), como en la parte inferior de la probeta obtenida con las mediciones experimentales y el método inverso de conducción de calor.

Finalmente, puede afirmarse que el total de las actividades propuestas en el resumen fueron cubiertas, aunque como se menciona desde este, el diseño es de concepto. Anteriormente se presenta el dibujo que se realizó sin embargo se decidió no recargar el dibujo con todas las medidas necesarias para su construcción, ya que se cuentan con los archivos CAD y pueden revisarse en cualquier momento.

V. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Se agradece la cooperación de la M en C. Monserrat López alumna de Doctorado del Posgrado de Metalurgia del Instituto Tecnológico de Morelia por los datos experimentales proporcionados para hacer posible la validación del modelado. Por otro lado, se agradece y reconoce a la facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, U.N. de la Universidad Autónoma de Coahuila y al comité organizador del verano de la ciencia, región centro por la asignación del apoyo económico.

REFERENCIAS

[1] J. A. B, *Tratamientos Térmicos de los Aceros*, Ed. Dossat, 1981.

[2] G. Kraus, *Steels: Heat Treatment and Processing Principles*, Ed. ASM International, 1989.

[3] M. A. G. y. E. C. Bain, *Principios de tratamientos térmicos*. Ed. American Society for Metals, Blume, 1972.

[4] ASTMA255, *Standard Test Methods for Determining Hardering of Steel*. Ed. Annual Book of ASTM Standard, 2010.

[5] B. K. y. R. Desmons, *Tranferencia de Calor*, Ed. Mc Graw-Hill, 1985.

Diseño y construcción de fuente electrónica pulsada de corriente directa de alto voltaje para generación de plasma

Ulises Iván García Hernández
Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Media
Carretera Rioverde-San Ciro, Km 4, El Carmen
C. P. 79615 Rioverde, S. L. P. México
A253784@alumnos.uaslp.mx

Asesor: Gustavo Soria Arguello
Centro de Investigación en Química Aplicada
Dpto. Síntesis de Polímeros
Blvd. Enrique Reyna Hermosillo No. 140
C. P. 25294 Saltillo, Coahuila México
gustavo.soria@ciqa.edu..mx

Resumen — A través del siguiente trabajo se muestra el diseño y construcción de una fuente de alto voltaje para la generación de plasma frío. El diseño de esta misma utilizó como base un inversor resonante en paralelo el cual es el encargado de la etapa de potencia y además hizo uso del integrado TL598 para la etapa de control. Esta fuente ha logrado mostrar un buen desempeño con tensiones de entrada relativamente bajas, brindado una buena amplificación ante una carga puramente resistiva de 1MΩ con resultados de hasta 176 veces la tensión de entrada en la salida. Las formas de onda de las señales eléctricas, tanto como de tensión y corriente, son mostradas gráficamente en los resultados.

Palabras clave — Fuente de alto voltaje, plasma frío, descargas pulsadas.

Abstract — This work shows the design and construction of a high voltage power supply for cold plasma generation. The power stage is based on a parallel resonant while control stage used the integrated TL598. This source has managed to show a good performance with relatively low input voltages, provided a good amplification with a 1MΩ resistive load with results up to 176 times the input voltage in the output. The electric waveforms, both voltage, and current, are displayed graphically in the result.

Keywords — High voltage power supply, cold plasma, pulsed discharge.

I. INTRODUCCIÓN

Se sabe que existen cinco estados fundamentales que puede tener la materia, los cuales pueden ser: Condensado de Bose-Einstein, sólido, líquido, gaseoso y plasma. Este último estado es el más abundante en el universo, sin embargo es poco frecuente encontrarlo de manera natural en nuestro planeta. La forma en la que se encuentra la materia depende de la presión y temperatura a la que se encuentre. A pesar de esto se puede cambiar el estado de esta, si se le cambian sus niveles de energía. Si se le aplicara energía continuamente a un sólido este pasara al estado líquido, si se agregara más energía este pasaría al estado gaseoso y si aún se desea alcanzar un nuevo nivel de energía este pasara al estado de plasma. En 1928, Irving Langmuir público un artículo llamado “Oscilaciones en gases ionizados” en las actas de la academia nacional de ciencias de los estados unidos. En este artículo fue la primera vez que se utilizó la palabra “Plasma” bautizando de esta manera al estado de la materia predominante del universo [1, 2].

El plasma es un gas ionizado que presenta átomos y moléculas cargadas tanto negativa como positivamente, de una manera más técnica puede ser definido como un sistema de partículas en forma de un fluido conformado por una mezcla de electrones libres, iones, radicales, especies excitadas y partículas neutras [3].

Una de las formas de crear plasma consiste en utilizar una fuente de CD de corriente directa o pulsada. Este tipo de excitación requiere que las descargas de corriente directa sean generadas sobre dos electrodos dentro de un recipiente, este recipiente puede estar hecho de algún tipo de cerámico o vidrio en específico. Las descargas resultantes que se pueden obtener varían según el voltaje aplicado y de las corrientes de descarga. Este proceso consiste en que cuando un ion en el cátodo es acelerado por el campo eléctrico, es dirigido a impactarse hacia la superficie del cátodo produciendo colisiones inelásticas, realizando el desprendimiento de un electrón secundario llevando a cabo una reacción en cadena, esta reacción en cadena produce una intensidad luminosa ubicada en el espectro electromagnético visible [4].

II. MARCO TEÓRICO

A. Plasma

La materia alcanza su estado de plasma cuando se encuentra ionizada, es decir, compuesta por partículas con cargas eléctricas positivas y negativas, que forman un gas de carga eléctrica total nula que presenta un comportamiento colectivo debido a las interacciones eléctricas simultáneas entre las partículas [5].

B. Tipos del Plasma

La primera clasificación que se puede encontrar más habitualmente separa a estos como plasmas de alta temperatura y plasma de baja temperatura [6].Los plasmas de alta temperatura contienen temperaturas que pueden alcanzar miles de grados Kelvin, mientras que los plasmas a baja temperatura se encuentran a una temperatura cercana a la del ambiente.

El plasma caliente (también conocido como plasma térmico), se caracteriza por estar fuertemente ionizado y solo contar con electrones y iones positivos, por otro lado, el plasma frío (o plasma no térmico), además de también contar con electrones y iones, se puede encontrar átomos y moléculas en su estado fundamental de energía o estados excitados. Otra subcategoría que se puede encontrar dentro de los plasmas es aquella que considera el nivel de presión con el cual se producen, los cuales son los plasmas a baja presión y los plasmas a presión atmosférica o superior [6, 7].

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales empleados en la elaboración de esta fuente fueron los siguientes:

- 2 MOSFET IXFN 64N50P
- 1 Inductor de 138µH.
- 1 Capacitor de 0.47nF.
- 2 Resistencias de 15Ω para los MOSFET.
- 1 Resistencia de potencia de 1MΩ para la salida.

Para la construcción de una fuente conmutada retroalimentada de CD generalmente necesita de tres etapas de conversión de energía, en las cuales consiste en pasar CA-CD, CD-CA y CA-CD.

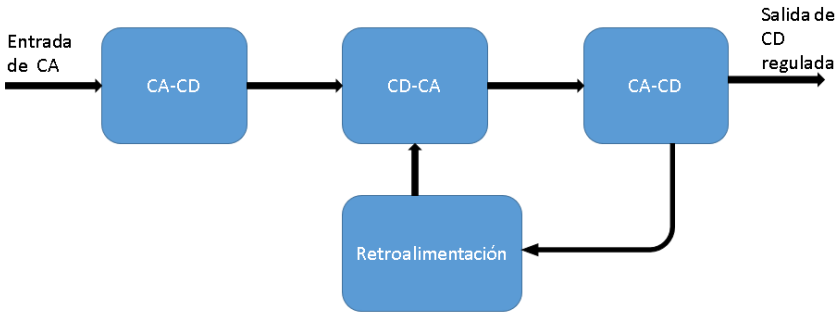


Fig. 1. Esquema básico de una fuente conmutada de CD.

Para propósitos de esta investigación, se busca obtener una forma de onda salida pulsada, la cual debe sufrir cambios en su magnitud en un solo sentido de forma periódica.

Acontinuacion se detallara como se llevara acabo la construcción de la fuente.

1. Para la convesion de CA-CD se utilizara una fuente programable de CD.
2. En la etapa de CD-CA se propuso un circuito de potencia. En este caso un inversor resonante en paralelo como se aprecia en la figura 2.
3. Finalmente se realizará la caracterización eléctrica del circuito.

La modulación de ancho de pulso fue proporcionada por el oscilador TL598. El modo de operación en que trabajo este circuito fue en Push-Pull, utilizando un capacitor (Ct) de 1nF y una resistencia variable (Rt) de 100KΩ para poder trabajar con frecuencias altas alrededor de los 100kHz. También se utilizó otra resistencia variable de 10KΩ para alterar el ciclo de trabajo en la salida PWM.

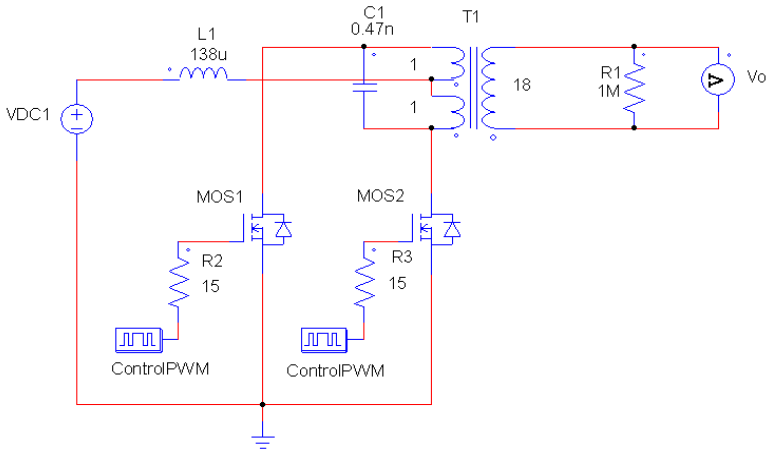


Fig. 2. Inversor resonante en paralelo.

IV. RESULTADOS

A continuación se muestran los resultados de las mediciones pertinentes en la etapa de control a este circuito utilizando un osciloscopio BK 2530B.

El circuito TL598 cuenta con un oscilador interno, el cual puede ajustarse a una frecuencia deseada mediante el uso de una resistencia Rt y un capacitor Ct. En cuanto al control del ciclo de trabajo se emplea una tensión de control, la cual es comparada con una señal de diente de sierra como se muestra en la figura 3.

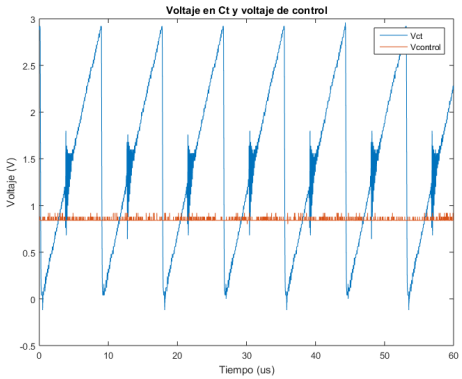
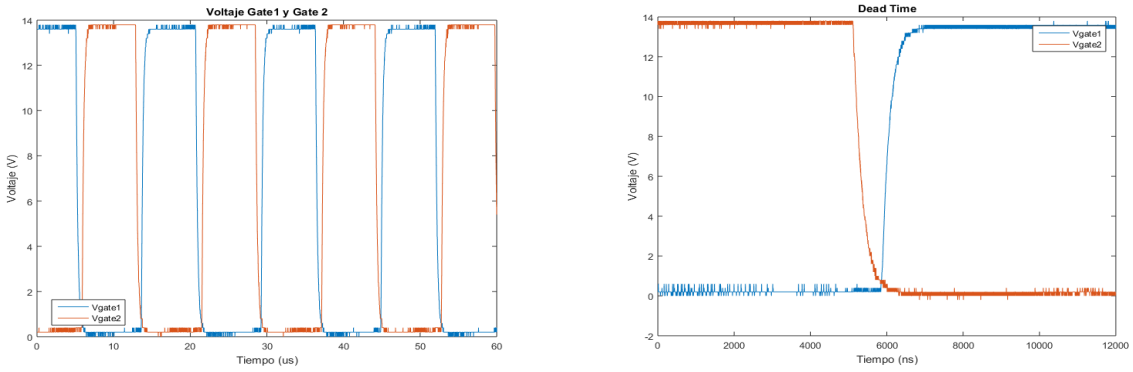


Fig. 3. Voltaje de control y señal diente de sierra.

Debido a que el modo de operación del circuito TL598 es en modo Push-Pull, se tendrá dos señales PWM idénticas desfasadas 180 grados con un ciclo de trabajo máximo del 50%, cada una de estas señales controlara la conmutación de los MOSFET. En la figura 4 se aprecia las señales PWM en cada uno de las compuertas de los interruptores.



a) b)

Fig. 4. a) Voltaje en las compuertas de los MOSFET y b) Tiempo muerto mínimo.

En la figura 3a se muestra la señal PWM con una amplitud de 13.6V y un ciclo de trabajo del 50% a una frecuencia de 64 kHz. La frecuencia anterior fue la seleccionada debido a que el circuito demostró una mayor amplificación de voltaje. La figura 3b por otra parte, muestra el tiempo muerto mínimo que existe entre señales, el cual es alrededor de 800ns.

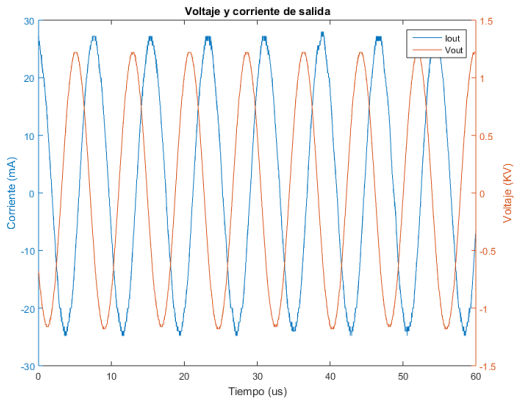


Fig. 5. Voltaje y corriente de salida

Una de las dificultades que conlleva hacer la medición en la salida es el alto voltaje, debido a esto se necesitó de una sonda pasiva de alto voltaje P6015A Tektronix. Los resultados obtenidos de las mediciones fueron bastante favorables en cuanto a amplificación de voltaje se refiere, puesto que en la entrada solo hubo 4V y en la salida se obtuvieron valores con una amplitud de 1.22KV, sin embargo la salida sigue siendo voltaje alterno.

Para la solucionar el inconveniente del voltaje de salida, se optó por configurar el circuito para generar una descarga pulsada de CD, la cual se aprecia en la figura 6. Esta salida se logró con una frecuencia de 7.2 kHz y un ciclo de trabajo de aproximadamente 25% y con un voltaje de entrada de 4V.

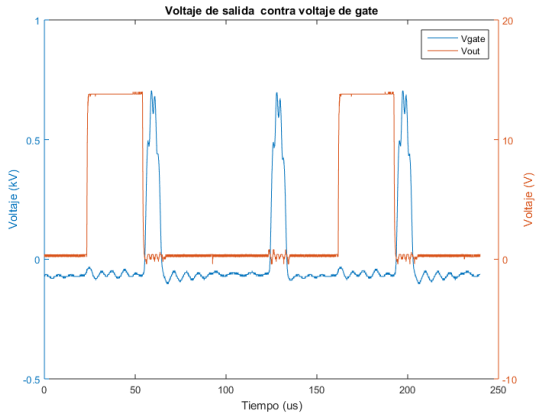


Fig. 6. Voltaje de salida a una frecuencia de 7.2KHz.

Con este ajuste se obtuvieron valores máximos de 704 V y valores mínimos de -104V, a pesar de que la ganancia del circuito es menor, se obtuvo una señal pulsada de DC de suficiente magnitud para la generación de plasma frío.

V. DISCUSIÓN

Se obtuvo un circuito que se puede configurar como fuente pulsada de CD y fuente CA. Los resultados obtenidos como una fuente de CA fueron bastante aceptables, mostrando una amplificación suficiente para la generación de plasma frío. Mientras las pruebas como

fuente pulsada fueron bastante parecidas a las presentadas por [8] pero con una intensidad menor en la tensión de salida.

VI. CONCLUSIONES

En este trabajo se elaboró la fuente proponiendo un circuito en específico para la etapa de potencia, el cual demostró un buen comportamiento a pesar de su simplicidad, sin embargo, aún se necesitaría hacer un análisis más detallado de este, tal como la realización de un modelo matemático. Otro aspecto que se necesitaría revisar más a fondo es el transformador de propósito especial que se elaboró en este circuito, debido a que se detectó que en existe una gran cantidad de capacitancias parásitas por la manera en la que se construyó.

RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al Dr. Gustavo Soria por su ayuda y asesoría a lo largo de este tiempo, al CIQA por ofrecer sus instalaciones para el desarrollo de este trabajo y a la Universidad Autónoma de San Luis Potosí por el apoyo financiero que me otorgó para mi estancia.

REFERENCIAS

[1] T. García, J. Montero, W. Calle, M. Quinde y P. Sarmiento, "*Plasma: una tecnología de gran potencial para la industria y la ciencia*", Ingenius, pp. 66-72, 2010.

[2] C. M. Castillo Escandón, *Diseño y construcción de una fuente electrónica de potencia de alto voltaje para la generación de plasma* [Thesis]. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Rioverde, San Luis Potosí 2017.

[3] P. Chabert y N. Braithwaite, "Physic of Radio-Frecuency Plasmas", Paris: Cambridge University, 2011.

[4] H. Conrads y M. Schmidt, "*Plasma generation and plasma sources*", Plasma Sources Science and Technology, vol. I, nº 9, pp. 441-454, 2000.

[5] E. Saettone Olschewski, "*Aplicaciones de la física de plasmas en la industria*", Ingeniería Industrial, pp. 195-210, 2010.

[6] V. Nehra, A. Kumar y H. Dwivedi, "Atmospheric Non-Thermal Plasma Sources", International Journal of Engineering, vol. II, nº 1, pp. 53-68, 2008.

[7] G. Baeza O, *Contribución a la generación de plasma frío mediante electrodos SMD y JET* [PhD Thesis], Universidad Politècnica de València, Valencia 2017.

[8] M. Hołub y J. Kołek, "Practical Design of a High-Voltage Pulsed Power", MDPI, nº 9, pp. 1-12, 2019.

Diseño y construcción de un colector solar de bajo costo para el aprovechamiento de energía renovable

Pedro Eduardo Martínez Santamaría
Luis Antonio Cipriano Martínez
Antonio Villanueva Ramírez
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Barranquilla S/N, Guadalupe, 25750
Monclova, Coahuila.
martinez_pedro@uadec.edu.mx
Cipriano_l@hotmail.com
avillanueva@uadec.edu.mx

Asesor:
Alejandro Pérez Alvarado
Universidad Autónoma de Coahuila,
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Barranquilla S/N, Guadalupe, 25750
Monclova, Coahuila.
aperezal22@gmail.com

Resumen — El presente documento lleva a cabo el estudio del comportamiento térmico de un colector solar de bajo costo cuya aplicación fue pensada para la industria metal-mecánica, desarrollado en la facultad de ingeniería mecánica y eléctrica en la ciudad de Monclova, Coahuila.
El colector tiene un área de 0.480302 m^2 y fue ensayado en condiciones de campo aprovechando la abundante radicación solar incidente durante el verano del 2019 bajo distintas condiciones ambientales. muestra resultados de cálculo en parámetros térmicos con el objetivo de ser comparados con un concentrador solar similar sujeto a las mismas condiciones meteorológicas en un área expuesta nominal de 1 m^2. Concluyendo el diseño del colector retiene una mayor concentración de radiación solar con una notable mayor eficiencia.

Palabras clave — Aprovechamiento de la energía solar, Colector solar, Comparación, Eficiencia.

Abstract — the present investigation carried out the study of the thermal behavior of a low-cost solar collector for applications in the metallurgical industry, developed in the faculty of mechanical and electrical engineering in the city of Monclova, Coahuila.
The collector has an area of 0.480302 m^2 and was tested in field conditions taking advantage of the abundant incident solar radiation during the summer of 2019 under different environmental conditions. It shows calculation results in thermal parameters with the aim of being compared with a similar solar concentrator subject to the same meteorological conditions in a nominal exposed area of 1 m^2. Concluding the design of the collector retains a higher concentration of solar radiation with a remarkable higher efficiency.

Keywords — Solar energy harnessing, Collector solar, Comparing, Efficiency.

I. INTRODUCCIÓN

El creciente consumo energético de la humanidad y sus efectos sobre el medio ambiente han llevado al desarrollo de fuentes alternativas de energía, tanto para generación eléctrica como para trabajo mecánico. [1]

Un concentrador solar permite obtener temperaturas elevadas que permiten el funcionamiento de sistemas de generación o el reemplazo de sistemas convencionales que generan altas temperaturas utilizando combustibles.

Una lente de Fresnel utiliza una geometría precisa para imitar el funcionamiento de una lente biconvexa (o de lupa) sin requerir un grosor inviable, lo que permite un área de concentración mayor.

El estudio de colectores ha ido evolucionando en cuanto a encontrar una mejor relación eficiencia térmica-costo, entre los primeros tipos de captadores solares desarrollados por el hombre para el calentamiento de agua con fines domésticos se encuentran los colectores solares integrales. [2]

Estos dispositivos combinan las funciones de captar transferir y almacenar en forma de calor sensible la radiación solar varias horas después del ocaso. Es imprescindible garantizar que trabajen de manera fiable y en el rango de parámetros controlables y bien determinados de aquí la necesidad y la importancia que se le concede a la evaluación de forma sistemática y rigurosa de los parámetros de interés en el comportamiento térmico de los diferentes tipos de captadores solares. Se conoce de la literatura especializada, que este tipo de calentadores se estuvo comercializando mucho en EE.UU., Japón, Israel, África del Sur y Australia, incluso llegando a venderse en Japón hasta un cuarto de millón por año de estas unidades (Abdala, L. et al., 1989). Aunque su comercialización disminuyó, no se dejó de investigar en los mismos, dando lugar así a prototipos con una mayor eficiencia, sencillez, robustez y bajo costo. [3]

En las últimas décadas el estudio de colectores solares ha recibido un mayor interés a causa del amplio rango de aplicaciones que pueden tener como alternativa de ahorro energético en el sector industrial. [4]

Para determinar las aplicaciones viables con un sistema de concentración es necesario determinar la radiación y temperaturas alcanzables en el foco. [1]

Este trabajo tiene como objetivo caracterizar experimentalmente el comportamiento térmico del colector solar.

II. MARCO TEÓRICO

Un colector solar es cualquier dispositivo diseñado para recoger la energía irradiada por el sol y convertirla en energía térmica. Los colectores se dividen en dos grandes grupos: los captadores de baja temperatura, utilizados fundamentalmente en sistemas domésticos de calefacción y ACS (agua caliente sanitaria) y los colectores de alta temperatura, conformados mediante espejos, y utilizados generalmente para producir energía eléctrica. [5] El concentrador solar, como su nombre lo indica, concentra la radicación solar en un área más pequeña, similar al principio de una lupa. [6]

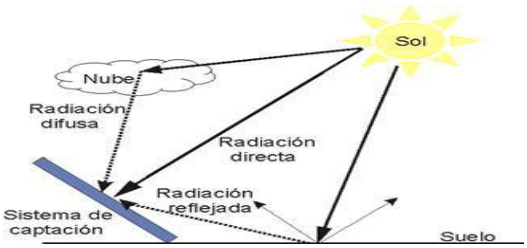


Fig. 1. Radiación absorbida por el sistema

III. MATERIALES Y MÉTODOS

En las instalaciones de FIME (Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica), ubicado en Monclova, Coahuila (26° 54, 57.38´ de Latitud Norte, 101° 25, 51.562´ de Longitud Oeste a

620 m.s.n.m.), durante los meses de abril a agosto del 2019 se llevaron a cabos los ensayos del colector solar montado sobre una estructura orientado hacia el Oeste con una pendiente máxima de 38 grados respecto de la horizontal para maximizar la radiación sobre el mismo. Los ensayos se realizaron con vientos y en días soleados para aprovechar la radiación directa a diferentes horarios del verano del 2019 , y logra recabar la mayor información para su estudio. [7]

Fig. 2. Materiales del proyecto

Se compararon los aspectos de diseño en relación a las mediciones de su capacidad térmica con una lente de fresnel marca EIKO de un área de 0.0841 m^2 y un foco a .15 m del centro del fresnel.

La adquisición del lente tuvo un costo de $999.00 MXN en una plataforma online.

El colector solar es una antena parabólica tipo offset, que se caracteriza por su geometría paraboloide oval, además de tener el reflector parabólico desplazado respecto al foco, sus medidas son .83 m x .75 m y tiene un área de 0.480302 m^2, con un espesor de .6 mm y un foco eficaz a .265 m, su superficie se recubrió con vinil tipo espejo con el fin de aumentar su absorción de radiación solar. Durante el ensayo se miden entre otras cosas, valores de temperatura. [8]

Las temperaturas se monitorearon manualmente a intervalos de 3 minutos en los recipientes con muestras de 150 ml de agua con una densidad de 997 kg/m³, sobre un soporte resistente a altas temperaturas. La temperatura del agua se midió al inicio y al final de ensayo utilizando un termómetro de vidrio manual marca Brannan con temperatura máxima de 260°C, en diferentes horarios del día y días de ensayo, ya que sus valores presentaban variaciones con el tiempo.

Se tomaron fotografías térmicas con una pistola marca fluke modelo TiS40 para efecto de contrastar los datos recogidos manualmente. Los recipientes fueron elegidos en base a su alta conductividad térmica y su costo, se utilizaron recipientes de aluminio con .10 mm de espesor previamente lijados. [9]

La radiación solar la recibe directamente el colector, reflejando con ayuda de su geometría la energía térmica canalizándola en un punto focal ubicado a 45 cm del plato, la cual utilizamos para aumentar la temperatura de un fluido y así, analizar la viabilidad del colector como alternativa a energías contaminantes. [10]

IV. RESULTADOS

La evaluación rápida mostro que la temperatura del material varía significativamente entre el disco central y los extremos.

Las mediciones del lente fresnel variaron con los días y la hora su ángulo fue orientado manualmente, moviendo el lente de manera que el foco quede centrado, finalmente se encontró una relación cuando se tomaron varias lecturas en un mismo día se mantuvo en una temperatura de final de 8°C por encima de la temperatura inicial del agua.

La medición máxima del colector fue de 51 °C por encima de la temperatura del agua y su medición más baja fue de 36 °C que ocurrió durante un periodo nublado del día.

Otro resultado interesante fue la temperatura del soporte de la muestra, en particular la estructura colocada se mantuvo a temperaturas elevadas y con fotos termograficas nos encontramos con temperaturas que alcanzaron 183.3 °C en las zonas más cercanas al foco efectivo y teniendo perdidas por convección considerables. [11]

Durante el ensayo se registraron niveles de radiación solar que alcanzaron los 200 W/m^2 debido al aprovechamiento máximo de radiación directa por la inclinación del plano del colector. La temperatura ambiente durante las medidas fue de 32°C a 38°C, con un promedio de 35°C. La diferencia promedio de temperatura entre la entrada y el ambiente oscila entre 4°C y 8°C. La superficie censada se tuvo un efecto de reflexión, para el cual se optó que utilizar lentes oscuros durante las mediciones que permitieran mirar directamente la superficie receptora, necesario para realizar seguimiento manual.

Para obtener resultados térmicos más confiables y de mayor resolución sobre toda la superficie receptora, se requiere de una cámara de infrarrojo, capaz de medir temperatura continuamente. Esto permitiría determinar las pérdidas térmicas reales y el porcentaje real de potencia disipada. Un monitoreo constante de la temperatura requiere el funcionamiento permanente de un pirómetro sobre el área, lo que significa modificar la estructura, agregar un sistema de almacenamiento de datos y volver a calibrar el contrapeso. [12]

Tabla 1. Resultado de mediciones

Fecha	$m_{(agua)}$	C (Agua)	ΔT	Δt	$T_{ambiente}$	A	$\dot{Q}$	ϕ
14-04-19 (Despejado) 12:00PM	.15kg	$\frac{4186\ j}{kg \cdot K°}$	28-24	300 s	19°c	0.0841 m^2	$\dot{Q} = \frac{(.15kg)(\frac{4186\ J}{kg \cdot K°})(301.15\ °K - 297.15°K)}{300\ s}$	$\phi = \frac{8.372\ W}{.0841\ m^2} = 99.54\ W/m^2$
14-04-19 (Despejado) 01:25PM	.15kg	$\frac{4186\ j}{kg \cdot K°}$	36-25	300 s	21°c	0.0841 m^2	$\dot{Q} = \frac{(.15kg)(\frac{4186\ J}{kg \cdot K°})(309.15\ °K - 298.15°K)}{300\ s}$	$\phi = \frac{23\ W}{.0841\ m^2} = 273.48\ W/m^2$
15-04-19 (Despejado) 03:57PM	.15kg	$\frac{4186\ j}{kg \cdot K°}$	40-28	300 s	30°c	0.0841 m^2	$\dot{Q} = \frac{(.15kg)(\frac{4186\ J}{kg \cdot K°})(313.15\ °K - 301.15°K)}{300\ s}$	$\phi = \frac{25\ W}{.0841\ m^2} = 297.26\ W/m^2$
16-04-19 (Nublado) 03:46PM	.15kg	$\frac{4186\ j}{kg \cdot K°}$	32-28	300 s	31°c	0.0841 m^2	$\dot{Q} = \frac{(.15kg)(\frac{4186\ J}{kg \cdot K°})(305.15°K - 301.15°K)}{300\ s}$	$\phi = \frac{8.372\ W}{.0841\ m^2} = 99.54\ W/m^2$
17-04-19 (Soleado) 04:01PM	.15kg	$\frac{4186\ j}{kg \cdot K°}$	39-31	300 s	33°c	0.0841 m^2	$\dot{Q} = \frac{(.15kg)(\frac{4186\ J}{kg \cdot K°})(312.15°K - 304.15°K)}{300\ s}$	$\phi = \frac{16.744\ W}{.0841\ m^2} = 199.09\ W/m^2$

Fecha	$m_{(agua)}$	C (Agua)	ΔT	Δt	$T_{ambiente}$	A	$\dot{Q}$	ϕ
06-06-2019 (Soleado)	.15kg	$\frac{4186\ j}{kg \cdot K°}$	37-31	180 s	39°c	0.0841 m^2	$\dot{Q} = \frac{(.15kg)(\frac{4186\ J}{kg \cdot K°})(310.15°K - 304.15°K)}{180\ s}$	$\phi = \frac{20.930\ W}{.0841\ m^2} = 248.87\ W/m^2$
06-06-2019 (Soleado)	.15kg	$\frac{4186\ j}{kg \cdot K°}$	35-32	180 s	39°c	0.0841 m^2	$\dot{Q} = \frac{(.15kg)(\frac{4186\ J}{kg \cdot K°})(308.15\ °K - 305.15°K)}{180\ s}$	$\phi = \frac{10.465\ W}{.0841\ m^2} = 124.43\ W/m^2$
06-06-2019 (Soleado)	.15kg	$\frac{4186\ j}{kg \cdot K°}$	36-31	180 s	39°c	0.0841 m^2	$\dot{Q} = \frac{(.15kg)(\frac{4186\ J}{kg \cdot K°})(309.15\ °K - 304.15°K)}{180\ s}$	$\phi = \frac{17.441\ W}{.0841\ m^2} = 207.39\ W/m^2$
06-06-2019 (Soleado)	.15kg	$\frac{4186\ j}{kg \cdot K°}$	35-31	180 s	39°c	0.0841 m^2	$\dot{Q} = \frac{(.15kg)(\frac{4186\ J}{kg \cdot K°})(308.15°K - 304.15°K)}{180\ s}$	$\phi = \frac{13.953\ W}{.0841\ m^2} = 165.91\ W/m^2$
06-06-2019 (Soleado)	.15kg	$\frac{4186\ j}{kg \cdot K°}$	38-32	180 s	39°c	0.0841 m^2	$\dot{Q} = \frac{(.15kg)(\frac{4186\ J}{kg \cdot K°})(311.15°K - 305.15°K)}{180\ s}$	$\phi = \frac{20.930\ W}{.0841\ m^2} = 248.87\ W/m^2$

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Se captó una cantidad considerable de energía que se utilizó para poner en funcionamiento un prototipo de motor Stirling el cual requiere calentar el prototipo a 183 °C

el cual función a 300 Revoluciones por minuto. Además, el colector solar puede escalarse para poder captar mayor o menor energía según la necesidad que se tenga para trabajar en algún proyecto.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo los resultados obtenidos no es de asombrar que el colector solar parabólico tiene un mayor desempeño en el funcionamiento de transferencia de calor ya que en las pruebas antes mencionadas se obtuvieron resultados sorprendentes con la transferencia de calor a un motor Stirling el cual funciona sin problemas conectado a un colector solar, cabe mencionar que las aplicaciones de los colectores solar a nivel industrial son muy vagas sugerimos investigar un poco más de las aplicaciones industriales y de los desarrollos de nuevos materiales que ayuden a hacer un colector solar más eficiente ya que generan considerables cantidades de energía aplicable y amigable con algunas modificaciones en y mejoras en el colector solar

VII. AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la FIME por las facilidades otorgadas para el desarrollo de este proyecto y al Comité del 21° Verano de la Ciencia de la Región Centro.

Agradezco a la Lic. Dora Elia Cárdenas Elizondo, a M.A. María Concepción Esparza Castro y a María Guadalupe Silva Osorio de la UADEC por su participación en esta entrega del verano de la ciencia.

REFERENCIAS

[1] D. I. F. RAMÍREZ, «SISTEMA DE CONCENTRACIÓN SOLAR FRESNEL PARA APLICACIONES,» Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Santiago de Chile, 2017.

[2] A. H. J. Q. Silvina Mariana González, «ENSAYO DE UN COLECTOR SOLAR CALENTADOR DE AIRE DE DOBLE PASO CON MATRIZ,» La argentina, Salta, Argentina, 2014.

[3] H. D. W. A. T. T. I. D. J. L. A. R. Juan R. Massipe Hernández, «MÉTODOS DE ENSAYOS DEL COMPORTAMIENTOTEÉRMICO DEL COLECTOR SOLAR INTEGRAL"COMPACSOL",» Centro de Investigaciones de Energía Solar (CIES), 2007.

[4] V. Molina, «ENSAYO DE UN COLECTOR SOLAR PARA LA AGROINDUSTRIA,» Impreso en la argentina, Salta, Argentina. , 2008.

[5] barbero, «uclm,» [En línea]. Available: https://previa.uclm.es/profesorado/ajbarbero/FAA/Solar%20termica2.pdf. [Último acceso: 12 junio 2019].

[6] ECURED, «ECURED,» [En línea]. Available: https://www.ecured.cu/Colector_solar. [Último acceso: 27 JULIO 2019].

[7] F. J. S. Alarcón, «Diseño, construcción y ensayo de colector,» UNIVERSIDAD DE CHILE, Santiago de Chile, 2010.

[8] unrc, «unrc.edu,» [En línea]. Available: http://www.ing.unrc.edu.ar/grupos/ges/ensayos_termicos_de_colectores_y_sistemas.pdf. [Último acceso: 18 junio 2019].

[9] V. D. P. L. San Juan, «CONTRUCCIÓN Y ENSAYO DE COLECTORES SOLARES CALENTADORES DE AIRE UTILIZANDO,» la Argentina, la plata, 2010.

[10] G. d. México, «normasOficiales,» [En línea]. Available: http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/6094/sener11_C/sener11_C.html. [Último acceso: 26 junio 2019].

[11] D. V. Z, «fisic,» [En línea]. Available: https://www.fisic.ch/contenidos/termodin%C3%A1mica/trasferencia-del-calor/. [Último acceso: 20 julio 2019].

[12] «Wikipedia,» Fundación Wikimedia, Inc., [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Antena_parabólica. [Último acceso: 29 Julio 2019].

Diseño y desarrollo de una red neuronal multicapa en una hoja de cálculo en Excel

Anayeli Montañez López
Universidad de Guanajuato
UG, Yuriria, Guanajuato, México
a.montanezlopez@ugto.mx

Asesor: Roberto Baeza Serrato
Universidad de Guanajuato
UG, Yuriria, Guanajuato, México
r. baeza@ugto.mx

Resumen — En este artículo se propone un diseño y desarrollo de una red neuronal multicapa aplicada a una mi pyme de la región es un centro de copiado de la región sur del estado de Guanajuato, en una hoja de cálculo de Excel. Esta herramienta es capaz de pronosticar la cantidad de copias vendidas en la semana. La estructura de la red multicapa se divide en dos entradas (dos días de la semana), tres neuronas en la capa oculta y una salida que determina el pronóstico. La metodología utilizada se divide en 1). Identificación del caso de estudio, 2) Marco Teórico, 3) Materiales y métodos, 4). Entrenamiento de la Red, 5). Valoración y Prueba. Obteniendo excelentes resultados que muestran la factibilidad de la Red. Pronosticando de forma eficiente y que beneficie a la empresa.

Palabras clave — Red neuronal multicapa, Pronóstico, Pyme.

(Ayudan a a identificar los temas o aspectos principales del trabajo y son importantes para su indexación en bases bibliográficas. Deben ser de tres a cinco palabras clave, y pueden incluirse frases cortas que describan tópicos significativos del documento.)

Abstract — This article proposes a design and development of a multilayer neural network applied to a small and medium-sized company in the region. It is a copy center of the southern region of the state of Guanajuato, in an Excel spreadsheet. This tool is capable of forecasting the number of copies sold in the week. The structure of the multilayer network is divided into two inputs (two days of the week), three neurons in the hidden layer and an output that determines the forecast. The methodology used is divided into 1). Identification of the case study, 2) Theoretical Framework, 3) Materials and methods, 4). Network Training, 5). Assessment and test. Obtaining excellent results that show the feasibility of the Network. Forecasting efficiently and that benefits the company.

Keywords — Multilayer Neural Network, Forecast. SMEs

I. INTRODUCCIÓN

Las pequeñas y medianas empresas (PyMES), representan para la mayoría de los países del mundo el segmento de la economía que aporta el mayor número de unidades económicas y personal ocupado. De acuerdo con datos del INEGI [1]. Además, diversas fuentes establecen que en México entre el 80 y el 90% de las empresas son micro, pequeña y mediana, lo que las convierte en elemento clave de activación de la economía interna del país [2]. En las microempresas es necesario conocer herramientas para pronosticar las ventas en la organización, un pronóstico se entiende como una técnica que permite calcular las proyecciones de ventas de una manera rápida y confiable. [3]. La elección e implementación de un método adecuado de pronósticos siempre ha sido un tema de gran importancia para las empresas. Se utilizan los pronósticos en el área de compras, marketing, ventas, etc. Un error significante en el pronóstico de ventas podría dejar a una empresa sin la materia prima o insumos necesarios para su producción, o podría generarle un inventario demasiado grande. En ambos casos, el pronóstico erróneo disminuye las utilidades de la empresa [4]. Para las predicciones de ventas en este documento se implementará con ayuda

de redes neuronales artificiales (RNA), que son sistemas de aprendizaje inspirados en el funcionamiento del cerebro humano. De esta forma simulan e imitan sistemas permitiendo establecer relaciones no lineales entre las variables de entrada y salida. Su principal ventaja que consiste en procesar información en paralelo en tiempo real ha permitido su aplicación en la clasificación y reconocimiento de patrones en sistemas complejos [5].

En este documento se realiza el diseño y desarrollo de una red neuronal multicapa en una hoja de cálculo de Excel, para predecir venta de un producto de la empresa (copias en blanco y negro), durante los primeros cuatro meses del año, de un centro de fotocopiado en la ciudad de Moroleón. Se obtiene una red con una prueba y validación. El diseño de esta red se implementó con el objetivo de beneficiar a la empresa con un pronóstico de venta más exacto.

II. MARCO TEÓRICO

La red neuronal artificial basada en MLP son redes de alimentación directa con una o más capas de nodos entre sus capas de entrada y salida, y debido a la función de activación de no linealidad con cada nodo, el MLP es capaz de formar una función de decisión arbitrariamente compleja en el espacio del patrón [6,7]. El algoritmo de retro-propagación se resume a continuación. Los detalles de implementación se pueden encontrar en la mayoría de los libros de redes neuronales [8].

1. Inicializar los pesos de la red
2. Presentar el primer vector de entrada, desde los datos de entrenamiento, a la red,
3. Propagar el vector de entrada a través de la red para obtener una salida,
4. Calcule una señal de error comparando la salida real con la salida deseada (objetivo),
5. Propagar la señal de error a través de la red,
6. Ajustar pesos para minimizar el error general,

Las Redes Neurales Artificiales (RNA) han sido aplicadas a un creciente número de problemas con una complejidad considerable, como puede ser el reconocimiento de patrones, clasificación de datos, predicciones, etc. Las redes serán utilizadas estrictamente para realizar predicciones o pronóstico [9].

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El documento se presenta en seis secciones utilizando una metodología como se observa en la (figura 1). Se identificó la empresa, siendo un centro fotocopias en la ciudad de Moroleón, Guanajuato, para identificar las ventas en un producto obteniendo un pronóstico más eficiente, contribuyendo así con las decisiones de la empresa.

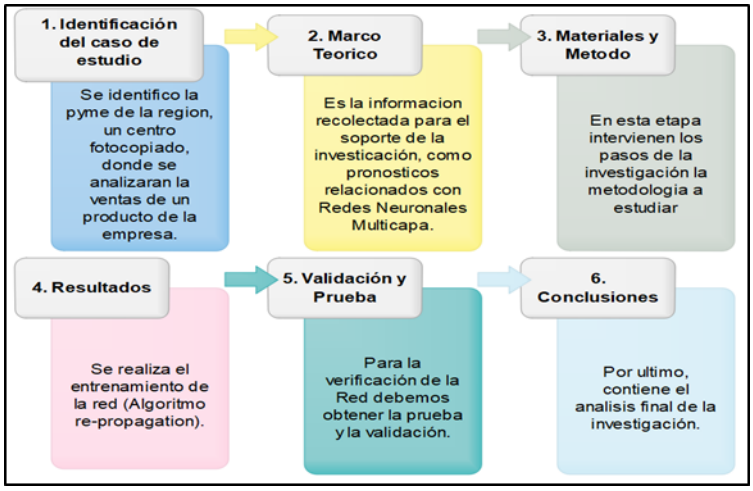


Fig. 1. Metodología de la investigación.

IV. RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados obtenidos del desarrollo de la red neuronal multicapa, para la predicción del producto (copias a blanco y negro), en el centro de fotocopiado. La estructura de la red se establece en dos entradas X1(martes), X2(lunes), tres neuronas en la capa oculta y una salida como se muestra en la (figura 2).

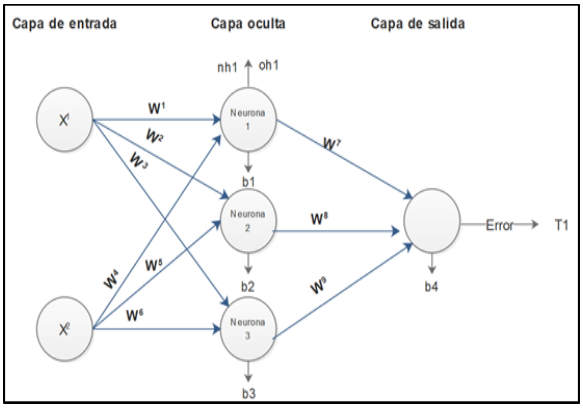


Fig. 2. Estructura de la Red neuronal multicapa.

Se identificó en los registros diarios de la empresa las ventas de cada producto. Se seleccionaron aleatoriamente dos días de la semana de venta del producto y estos datos determinaron patrones de entrenamiento. (Véase tabla 1). Se realizó una codificación con los datos originales con las siguientes fórmulas. La pendiente se obtiene mediante la fórmula de dividir la parte superior menos el inferior, entre el máximo valor menos el mínimo de los valores reales. (Ver ecuación 1). Para la ordenada se obtuvo a partir de la diferencia del mínimo valor codificado menos el producto de la pendiente a, por el mínimo del conjunto de los valores reales. (Ver ecuación 2).

$$Pendiente \ \propto = \frac{(1-0)}{Max(X1{:}X2) - Min(X1{:}X2)} \quad (1)$$

$$Ordena\ b = (\ 0 - (\alpha * Min\ (X1{:}X2))) \quad (2)$$

Tabla 1. Variables de entrada de la Red Multicapa.

Ventas al día			
Martes (X1)	***Lunes (X2)***	***X1***	***X2***
5722	38	0.58718759	0.169811321
3167	10	0.220195346	0.037735849
3296	42	0.238724504	0.188679245
2403	62	0.110456765	0.283018868
5012	13	0.485205401	0.051886792
3596	31	0.28181557	0.136792453
4432	11	0.401896007	0.04245283
3128	8	0.214593508	0.028301887
1634	2	0	0
4850	6	0.461936225	0.018867925
4638	18	0.431485205	0.075471698
5016	61	0.485779948	0.278301887
8596	6	1	0.018867925
5097	27	0.497414536	0.117924528
4994	27	0.482619937	0.117924528

Con el cálculo anterior, los patrones de entrenamiento se someten a la red multicapa para realizar la predicción esto se realiza por medio de una hoja de cálculo de Excel, con quince mil iteraciones a calcular. En la tabla 1 se muestran los datos de codificación (X1 y X2) de los 15 patrones de entrenamiento. Los pesos (Wn) y bias de la red y se asignan con la función (= Aleatorio), tenemos después en la capa oculta una entrada inputs (nh1) y salida Output (oh1). Como se muestra en tabla 2.

Tabla 2. Entrenamiento de la Red

iteración	X1	X2	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6	B_1	B_2	B_3	nh1	oh1
1	0.587	0.170	0.819	0.909	0.960	0.967	0.196	0.144	0.382	0.784	0.778	1.028	0.736
2	0.220	0.038	0.819	0.908	0.959	0.967	0.195	0.143	0.382	0.783	0.777	0.599	0.645
3	0.239	0.189	0.819	0.908	0.959	0.967	0.195	0.143	0.381	0.782	0.775	0.759	0.681
4	0.110	0.283	0.818	0.908	0.958	0.966	0.195	0.143	0.380	0.781	0.773	0.744	0.678
5	0.485	0.052	0.818	0.908	0.958	0.966	0.195	0.142	0.379	0.780	0.771	0.826	0.696
6	0.282	0.137	0.818	0.907	0.957	0.966	0.195	0.142	0.379	0.779	0.770	0.741	0.677
7	0.402	0.042	0.818	0.907	0.957	0.966	0.195	0.142	0.378	0.778	0.768	0.748	0.679
8	0.215	0.028	0.818	0.907	0.956	0.966	0.195	0.142	0.377	0.778	0.767	0.580	0.641
9	0.000	0.000	0.817	0.907	0.956	0.966	0.195	0.142	0.377	0.777	0.765	0.377	0.593
10	0.462	0.019	0.817	0.907	0.956	0.966	0.195	0.142	0.376	0.775	0.762	0.771	0.684
11	0.431	0.075	0.817	0.906	0.955	0.966	0.195	0.142	0.375	0.775	0.761	0.801	0.690
12	0.486	0.278	0.817	0.906	0.955	0.966	0.195	0.142	0.375	0.774	0.760	1.041	0.739
13	1.000	0.019	0.817	0.906	0.955	0.966	0.195	0.142	0.375	0.774	0.759	1.210	0.770
14	0.497	0.118	0.817	0.906	0.955	0.966	0.195	0.142	0.375	0.774	0.759	0.895	0.710
15	0.483	0.118	0.817	0.906	0.955	0.966	0.195	0.142	0.375	0.774	0.758	0.883	0.707

Tabla 2. Cálculo de la salida de la Red.

nh2	oh2	nh3	oh3	W7	W8	W9	B4	no1	oo1	T1	Eo1	gerror1	gfunc.act.1
1.350	0.794	1.366	0.797	0.223	0.292	0.506	0.839	1.638	0.837	0.518	0.051	0.319	0.136
0.991	0.729	0.994	0.730	0.215	0.283	0.497	0.828	1.536	0.823	0.220	0.182	0.603	0.146
1.036	0.738	1.031	0.737	0.200	0.267	0.481	0.807	1.495	0.817	0.339	0.114	0.478	0.150
0.937	0.718	0.920	0.715	0.188	0.254	0.468	0.789	1.433	0.807	0.187	0.192	0.620	0.155
1.230	0.774	1.243	0.776	0.172	0.237	0.451	0.765	1.417	0.805	0.418	0.075	0.387	0.157
1.062	0.743	1.059	0.743	0.161	0.225	0.439	0.749	1.352	0.794	0.304	0.120	0.490	0.163
1.151	0.760	1.159	0.761	0.148	0.210	0.424	0.729	1.312	0.788	0.341	0.100	0.447	0.167
0.978	0.727	0.976	0.726	0.135	0.196	0.410	0.711	1.237	0.775	0.210	0.160	0.566	0.174
0.777	0.685	0.765	0.682	0.119	0.178	0.392	0.686	1.146	0.759	0.000	0.288	0.759	0.183
1.198	0.768	1.206	0.770	0.099	0.154	0.368	0.651	1.121	0.754	0.430	0.052	0.324	0.185
1.181	0.765	1.184	0.766	0.088	0.143	0.357	0.636	1.080	0.746	0.362	0.074	0.384	0.189
1.269	0.781	1.263	0.780	0.076	0.129	0.343	0.618	1.042	0.739	0.521	0.024	0.219	0.193
1.684	0.843	1.716	0.848	0.068	0.120	0.335	0.608	1.045	0.740	1.000	0.034	-0.260	0.192
1.248	0.777	1.251	0.778	0.078	0.131	0.345	0.620	1.045	0.740	0.395	0.060	0.345	0.192
1.234	0.775	1.236	0.775	0.066	0.118	0.332	0.603	0.999	0.731	0.498	0.027	0.233	0.197

A continuación se muestra figura 3, la predicción de la red donde los datos del entrenamiento demuestran el buen funcionamiento de la red.

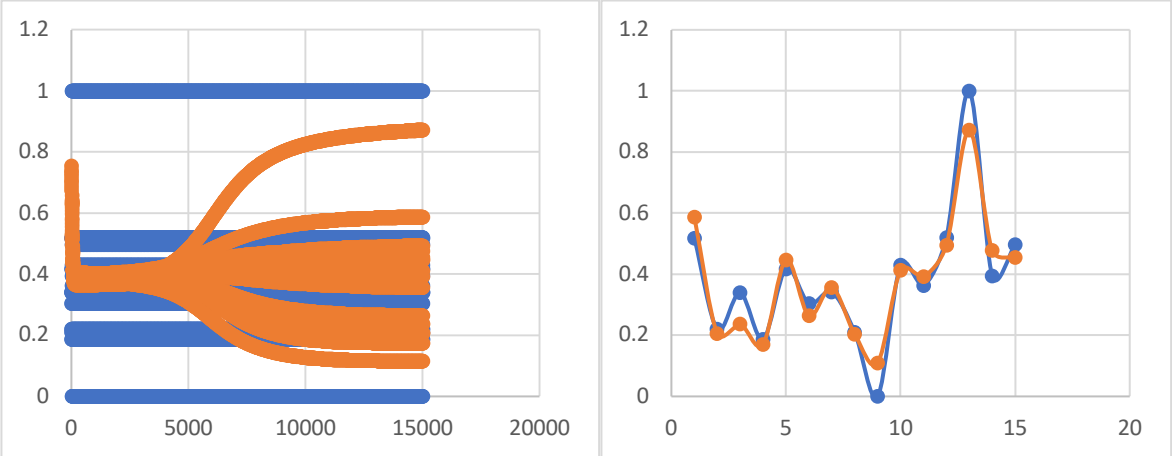


Fig. 3. Entrenamiento de la Red multicapa.

En la etapa de prueba se utilizaron 3 patrones y 2 datos de prueba no utilizados en el entrenamiento de la Red. A partir de los resultados obtenidos, la red trabaja con un aprendizaje del 100% en estas etapas. Como se muestra en la tabla 3 y 4. Y la figura 4.

Tabla 3. Prueba y Validación.

X1	X2	W_1	W_2	W_3	W4	W5	W6	b_1	b_2	B3	nh1	oh1
0.256	0.061	1.726	-2.512	2.272	0.435	-0.249	0.504	-0.264	1.535	-1.062	0.203	0.551
0.614	0.330	1.726	-2.512	2.272	0.435	-0.249	0.504	-0.264	1.535	-1.062	0.939	0.719
0.588	0.033	1.726	-2.512	2.272	0.435	-0.249	0.504	-0.264	1.535	-1.062	0.765	0.682
0.427	0.019	1.726	-2.512	2.272	0.435	-0.249	0.504	-0.264	1.535	-1.062	0.481	0.618

0.452	0.085	1.726	-2.512	2.272	0.435	-0.249	0.504	-0.264	1.535	-1.062	0.553	0.635

Tabla 4. Validación y prueba.

nh2	oh2	nh3	oh3	W7	W8	W9	B4	no1	oo1	T1
0.878	0.706	-0.450	0.389	2.047	-3.226	2.956	-1.185	-1.185	0.234	0.263
-0.089	0.478	0.500	0.622	2.047	-3.226	2.956	-1.185	0.586	0.642	0.656
0.049	0.512	0.291	0.572	2.047	-3.226	2.956	-1.185	0.251	0.562	0.563
0.457	0.612	-0.081	0.480	2.047	-3.226	2.956	-1.185	-0.477	0.383	0.372
0.377	0.593	0.009	0.502	2.047	-3.226	2.956	-1.185	-0.314	0.422	0.415

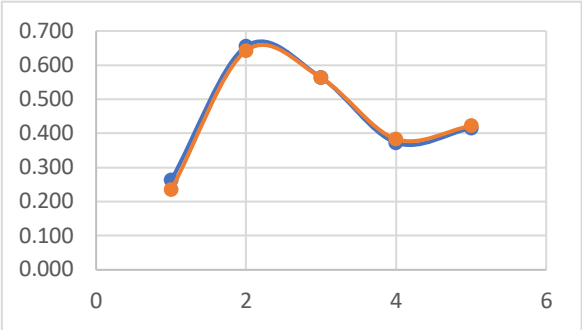


Fig. 4. Validación y Prueba.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En esta investigación se desarrolló una red neuronal multicapa, se determinaron dos entradas para la red, definidas por dos días de la semana (X1y X2) y una salida deseada. Para esta aplicación trajo consigo una efectiva precisión, que se entiende con un buen promedio de copias vendidas para esta empresa en los primeros cuatro meses del año. De acuerdo con el análisis de 5 patrones en la etapa de prueba y validación se demostró que la red multicapa hace su trabajo en un 100%. Esto quiere decir que la red multicapa empleada en la aplicación con 15 datos en etapa de entrenamiento hace 100% de entrenamiento con las variables seleccionadas en una hoja de cálculo de Excel. Para trabajos futuros se diseñarán redes neuronales de base radial para realizar comparativos e identificar la de mejor funcionamiento

REFERENCIAS

[1] *INEGI. (2014). Total, de establecimientos y personal ocupado. México: Censos Económicos*

[2] L. L. Nidia, “Elementos de integración de microempresas comerciales en el Estado de México en los primeros años del siglo XXI”, Contaduría y Administración ISSN 0186-1042, 2007.

[3] *Ocampo, E. M. T., GIRALDO, D. A. M., & Isaza, H. S. (2004). Pronóstico de ventas usando redes neuronales. Scientia et technica, 10(26), 25-30*

[4] Nojek, S., Britos, P., Rossi, B., & García Martínez, R. (2003). Pronóstico de Ventas: Comparación de Predicción basada en redes neuronales versus método estadístico. Reportes Técnicos en Ingeniería del Software, 5(1), 1-12.

[5] Martínez, M., Metodología basada en redes neuronales para interpretación de la resistividad del suelo en zonas urbanas, Ingeniería Energética, 1,59-69 (2014)

[6] M. Meyer, G. Pfeiffer, "Ecualizadores de retroalimentación de decisión basados en perceptrón multicapa para canales con interferencia entre símbolos", IEEE Transactions , vol. 140, no. 6, pp. 420-424, diciembre de 1993.

[7] Gardner, MW, y Dorling, SR (1998). Redes neuronales artificiales (el perceptrón multicapa): una revisión de las aplicaciones en las ciencias atmosféricas. Ambiente atmosférico, 32 (14-15), 2627-2636.

[8] Vera, M., & Bustamante, J. (2007). Modelo dinámico para la generación de pronóstico usando redes neurales artificiales (RNA). Visión Gerencial, 130-142

[9] Corres, G., Passoni, L. I., Zárate, C., & Esteban, A. (2014).

.

Diseño y fabricación de estructuras celulares mediante manufactura aditiva para reducción de tiempos de fabricación y peso en piezas automotrices

José Guadalupe Guzmán Sánchez
Universidad Politécnica de Querétaro
Carretera Estatal 420 S/N
C.P. 76240 El marqués, Qro.
015016135@upq.edu.mx

Asesor: José Marcos Zea Pérez
Universidad Politécnica de Querétaro
Carretera Estatal 420 S/N
C.P. 76240 El marqués, Qro.
marcos.zea@upq.mx

Resumen — El presente trabajo muestra el diseño de estructuras celulares para su fabricación mediante el proceso de sinterizado directo de metales por láser (DMLS, por sus siglas en inglés). Dichas estructuras ofrecen atractivas características tales como: alta resistencia mecánica con poca masa, buena capacidad de absorción de energía y propiedades de aislamiento térmico y acústico. Lo cual permite su aplicación en piezas para reducir peso en componentes automotrices. Se diseñaron estructuras celulares del tipo honeycomb mediante un modelo paramétrico en solidworks® el cual permite variar espesores de pared sin alterar el valor de la celda unitaria. Finalmente, se validó el diseño mediante la fabricación de piezas, con una aleación Inconel 718, por DMLS con espesores de 100, 150 y 200µm.

Palabras clave — DMLS, Inconel 718, Celda Unitaria.

Abstract — The present work shows the design of cellular structures for being manufactured through the process of additive manufacturing using direct metal laser sintering (DMLS). These structures offer attractive features such as: high mechanical resistance with low mass, good energy absorption capacity and good thermal and acoustic insulation properties. Which allows its application in parts to reduce weight in automotive components. Honeycomb type cellular structures were designed using a parametric model in solidworks® which allows to maintain the variation of the wall thicknesses without altering the value of the unit cell. Finally, the design was validated by manufacturing parts with a super alloy Inconel 718 by DMLS with thicknesses of 100µm, 150µm and 200µm.

Keywords — DMLS, Inconel 718, Unit Cell.

I. INTRODUCCIÓN

La manufactura aditiva, en la industria de la manufactura es definida como el proceso de agregar o unir materiales, usualmente capa por capa para fabricar objetos a partir de modelos de computo CAD 3D.

Si de aplicaciones se trata, se definen varias en relación a la manufactura convencional, donde la creación de prototipos es rápida usando un diseño y modelo, que permite observar previamente dimensiones y parámetros que definen su funcionalidad y hasta su aplicación, por lo cual, mediante algún software de diseño, se pueden hacer simulaciones de esfuerzos cortantes, compresión y tensión, por mencionar algunos.

Esta forma de manufactura está cambiando la forma en que las organizaciones diseñan o manufacturan productos, ya que en la industria automotriz autopartes pasan de ser una combinación de varias piezas mecanizadas, a un solo componente más ligero y rápido de

producir, con geometrías complejas y a un menor costo de fabricación, lo cual en el pasado no era una realidad. Sus aplicaciones se extienden hasta innovaciones en productos que antes solo eran diseños conceptuales en renderizados, pues también se abre potencial a la integración de funciones eléctricas y mecánicas a través de la impresión en múltiples materiales.

Para nuestro análisis, se diseñó una estructura tipo panal de abeja (Honeycomb) la cual permitirá variar parámetros geométricos y analizar tiempos de fabricación mediante manufactura aditiva.

II. MARCO TEÓRICO

A. Tecnología DMLS

DMLS es una de las tres principales tecnologías de manufactura aditiva para la fabricación metales que se han logrado establecer para el desarrollo de aplicaciones industriales [1]. Dentro de la literatura es posible encontrar esta tecnología bajo los siguientes sinónimos: “Laser based Melting LBM-M”, “Selective Laser Melting (SLM)”, “LaserCUSING”, “Laser Metal Fusion (LMF)” e impresión 3D industrial. [2].

Dado el potencial que tiene para generar piezas de geometría compleja la tecnología DMLS ha sido centro de atención para ser utilizada en recientes investigaciones que buscan entender el proceso al máximo y así obtener los beneficios esperados, tales como la manufactura intrínseca de fabricar estructuras celulares, realizar piezas con alto grado de complejidad a partir de un archivo CAD, fabricar piezas funcionales entre otras.

El primer sistema de este tipo se pensó para procesar polvo de acero inoxidable y fue introducido por Fockle y Shwarze (F&S) de Alemania en 1999. Tal sistema fue desarrollado en conjunto con el Fraunhofer Institute for Laser Technology. Más tarde, F&S y MCP (ahora MTT Technologies Group) se unieron para lanzar la primera máquina comercial la MCP.

Realizer 250 SLM machine in 2004 la cual posteriormente en 2005 fue remplazada por una actualización de mayor resolución denominada SLM Realizer100.

Desde el lanzamiento de la MCP Realizer 100 SLM otros fabricantes de máquinas tales como Trumph, EOS y Concept Laser lanzaron al mercado sus sistemas nombrando al proceso como Laser Cusing y Direct Metal Laser Sintering (DMLS). Siendo este último el término utilizado en el presente trabajo de investigación, dado que la máquina para la experimentación es la EOSINT 280, se decidió utilizar el nombre establecido por EOS.

El proceso DMLS implica la fabricación de piezas capa por capa desde un archivo CAD. El proceso se muestra en la figura. 1 en la cual se pueden apreciar los componentes principales de la máquina como son: el sistema láser, el rasador, el suministro de polvo y la base de construcción. El proceso DMLS consiste en colocar una capa compacta y uniformemente distribuida de polvo metálico, inconel 718 para este trabajo de investigación, sobre una base. Una vez que se tiene la capa, el láser incidirá sobre ella con la potencia necesaria para sinterizar el material. Una vez que se tiene la primera capa de la pieza a fabricar, la placa se desplaza hacia abajo permitiendo que el rasador coloque una nueva capa y el proceso se repite hasta completar la pieza.

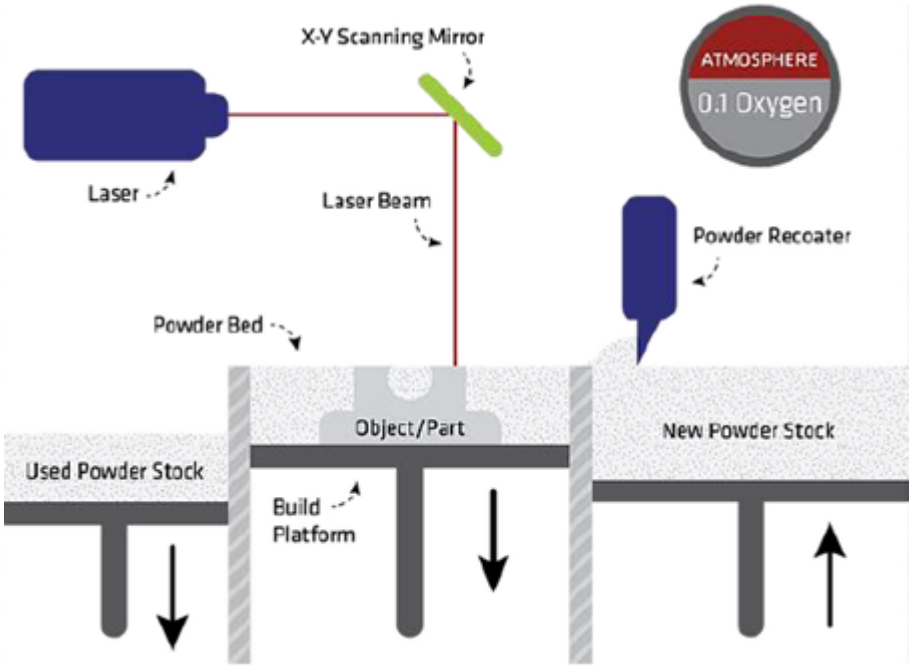


Fig 1. Esquema del proceso DMLS [3]

B. Inconel 718

El Inconel 718 es una aleación de níquel-cromo-molibdeno diseñada para resistir un amplio rango de ambientes corrosivos, picadura y corrosión. Este acero de aleación de níquel también muestra unas excepcionales propiedades como alta resistencia a punto cedente, tensión y deslizamiento de ruptura a altas temperaturas.

Una de las características más sobresalientes de la composición del Inconel 718 (ver tabla 1) es la adición de niobio que le permite el endurecer por envejecimiento, el cual le permite ser recocido y soldado sin endurecimiento espontaneo durante el calentamiento y el refrescamiento. La adición de niobio actúa con el molibdeno para endurecer la matriz de la aleación dándole gran fuerza sin tratamiento térmico para lograrlo. Otras aleaciones populares de níquel-cromo son endurecidos por envejecimiento a través de la adición de aluminio y titanio. Este acero de aleación de níquel se puede fabricar fácilmente y puede ser soldado en forma recocida de precipitación (envejecida) condición endurecida. Esta súper-aleación es usada en una variedad de industrias como; aeroespacial, proceso químico, ingeniería marina, equipos de control de polución y reactores nucleares.

Tabla 1. componentes de Inconel 718

Elemento	Composición
Ni	50.00-55.00
Fe	Remainder
Cr	17.00-21.00
Cu	.30 máx.
Mo	2.80-3.30
Nb	4.75-5.50
C	.08 máx.
Mn	.35 máx.
P	.015 máx.
S	.015 máx.
Si	.35 máx.
Ti	.65-1.15
Al	.20-.80
Co	1.00 máx.
B	.006 máx.

C. Estructuras Celulares

Las estructuras celulares se caracterizan por estar conformadas por una repetición de celdas unitarias las cuales al ser periódicas muestran: propiedades mecánicas superiores, fácil control de las propiedades de la estructura y buena capacidad para soportar cargas.

Dentro de los tipos de celdas unitarias que han sido sujetas a investigación se pueden mencionar: BCC [4], Diamante de Schwartz [5], Honeycomb [6] y giroide de Schoen [7].

III. METODOLOGÍA

Este trabajo se desarrollo en tres etapas, las cuales se mencionan a continuación.

a) Mediante Solidworks ®, software de diseño en CAD se diseñó la estructura celular. Para ello seleccionó una celda unitaria tipo Honeycomb la cual por sus características permite obtener paredes delgadas perpendiculares a la placa de construcción. Una vez seleccionada la estructura se procedió a realizar un sketch el cual se muestra en la figura 2.

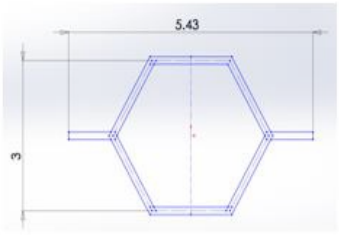


Fig 2. Sketch de celda unitaria

Se estableció un tamaño de celda de 3mm y se procedió a generar un hexágono el cual se repetirá mediante una matriz en el plano XY. Finalmente, se aplicó una operación de extrusión y se obtuvo el modelo de la celda unitaria en 3D.

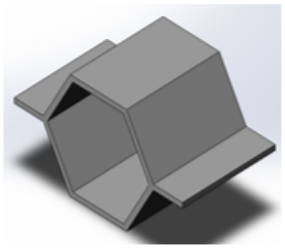


Fig 3. Celda unitaria en 3D

Mediante una matriz se generó la estructura celular con una altura de 30mm como se observa en la figura 4.

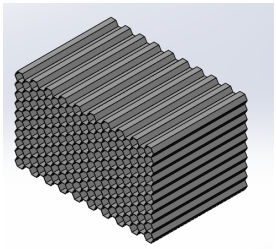


Fig 4. Estructura celular en 3D

Se generó un archivo con varias configuraciones las cuales permiten seleccionar espesores de pared de una forma simple. En la figura 5 se puede observar en el configuration manager de SolidWorks® las diferentes configuraciones generadas. Cabe señalar que el diseño se enfocó en los requerimientos de tener paredes delgadas de entre 100 µm y 600 µm.

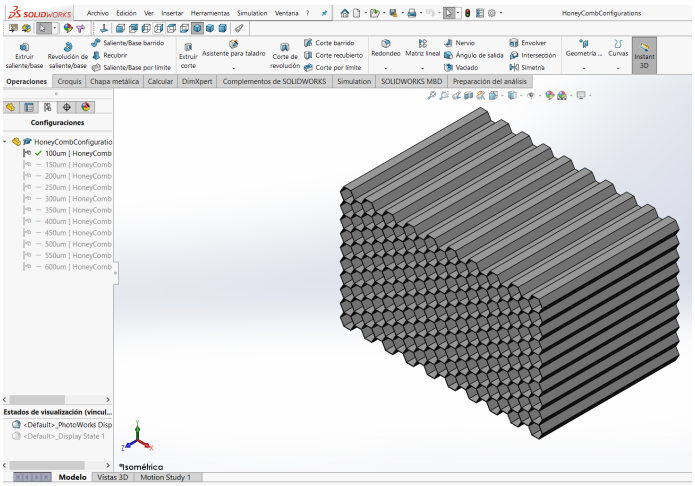


Fig 5. Archivo con configuraciones de espesor de pared

b) La segunda etapa se realizó la preparación para fabricación de especímenes de prueba. Una vez diseñado el modelo 3D se guardó en formato STL con tres diferentes espesores de pared 100µm,150 µm y 200 µm. Cada uno de estos archivos se importó al software Magics® para su verificar que no tuvieran errores y en su defecto corregir los modelos. En la figura. 6 se observa que el archivo se encuentra libre de errores y listo para procesarlo en el software de la máquina.

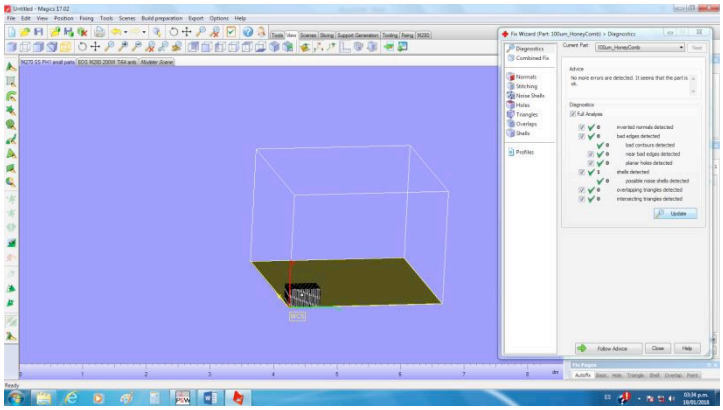
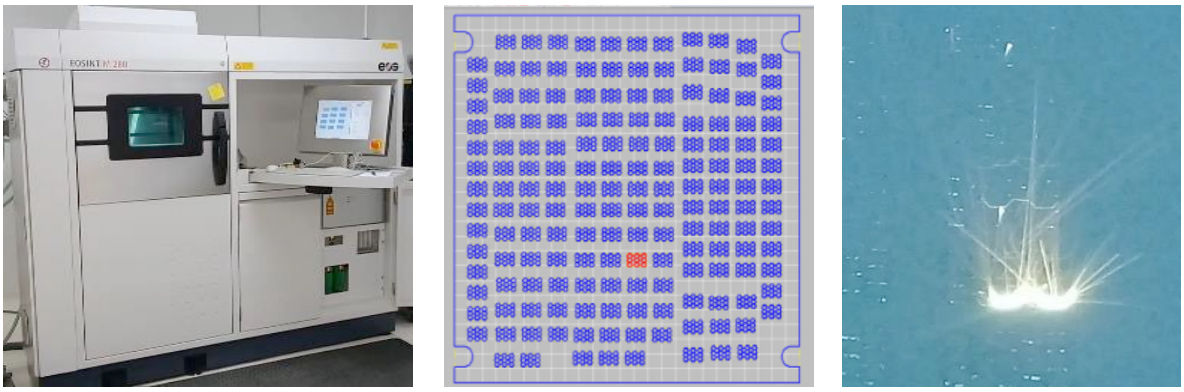


Fig 6. Análisis de Modelo en Magics

c) Una vez realizado el archivo de trabajo se fabricaron las muestras con una aleación de Inconel 718 y mediante una máquina EOSINT M280. En la figura 7 a) se observa la máquina utilizada, b) la placa de construcción durante el proceso y la distribución de las piezas, c) la incidencia del láser en la fabricación de las piezas.



a) b) c)

Fig 7. Fabricación de muestras donde se observa a) maquina utilizada, b) placa base de construcción r c) incidencia del laser

IV. RESULTADOS

Un modelo paramétrico de estructuras tipo honeycomb de paredes delgadas fue obtenido, el cual permite variar el espesor de pared con la selección de espesores que van desde 100 µm y 600 µm.

Fue posible fabricar estructuras de espesores de 100 µm, 150 um y 200 µm (Ver figura 8 en una aleación de niquel 718 de forma satisfactoria).

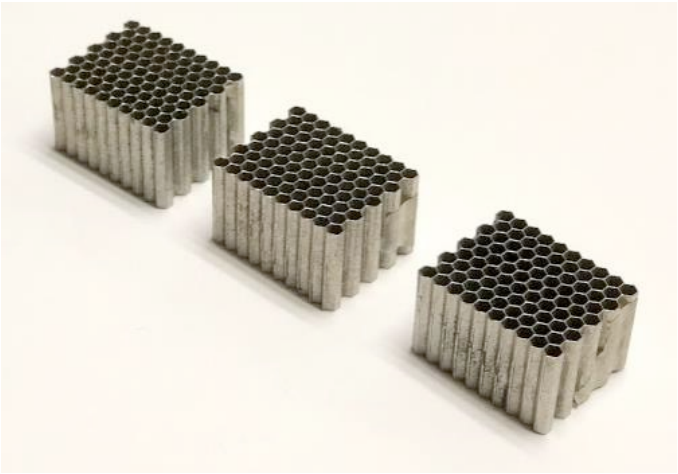


Fig. 8. Estructuras celulares fabricadas

V. CONCLUSIONES

El diseño paramétrico permitió realizar un archivo libre de errores y reparaciones en el post proceso para la fabricación. Este punto fue importante porque usualmente al pasar un archivo al software Magics® se encuentran errores los cuales están asociados a malas prácticas de diseño.

Por otro lado, la fabricación las piezas fabricadas mostraron un buen acabado superficial y son candidatas para experimentación de pruebas mecánicas tales como dureza o compresión, para validar comportamiento mecánico o caracterización de las estructuras.

Para este trabajo, al ser una investigación de ciencia básica se requieren realizar más estudios para caracterizar las estructuras y poder definir las aplicaciones. Sin embargo, el contar con un modelo libre de errores aporta mucho para futuras investigaciones.

Por otro lado, el hecho de fabricar piezas con tecnología de punta fue una muy buena experiencia y sobre todo de aprendizaje significativo. El llevar un producto desde la idea, generar el diseño y fabricarla fue un reto, pero con gran satisfacción al tener los resultados.

VI. RECONOCIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado gracias al apoyo del asesor, quien ha sido una persona muy paciente.

A la Universidad Politécnica de Querétaro y a la coordinación de mecatrónica de dicha universidad, quienes de forma continua fomentan programas de investigación y desarrollo profesional a sus alumnos.

A los centros de investigación que contribuyeron a esta investigación mediante los convenios con la UPQ.

REFERENCIAS

[1] M. M. Michael Schmidt, «Laser based additive manufacturing in industry and academia,» CIRP Annals, vol. 66, pp. 561-583, 2017.

[2] V. S. Dirk Herzog, «Additive manufacturing of metals,» vol. 117, pp. 371-392, 2016.

[3] E. 3D, «elementum3d,» 2017. [En línea]. Available: elementum3d.com. [Último acceso: 19 Diciembre 2017].

[4] E. K. Vincenzo Crupi, «Static behavior of lattice structures produced via direct metal laser sintering technology,» vol. 135, pp. 246-256, 2017.

[5] L. H. Chunze Yan, «Evaluation of light-weight AlSi10Mg periodic cellular lattice structures fabricated via direct metal laser sintering,» vol. 214, nº 4, pp. 856-864, 2014.

[6] C. E. Olaf REHME, «Selective Laser Melting of Honeycombs,» vol. 4, nº 2, 2009.

[7] L. H. Chunze Yan, «Evaluations of cellular lattice structures manufactured using selective laser melting, In International Journal of Machine Tools and Manufacture,» vol. 62, pp. 32-38, 2012.

Diseño y generación de un electro-estimulador para tratar dolores musculares generados por hacer ejercicio o esfuerzo físico

Rebeca Fernanda Mendoza Villagomez
Universidad Politécnica del Bicentenario
Programa de Ingeniería Biomédica
Carr. Silao - Romita Km. 2, Col. San Juan de los Durán C.P. 36283, Silao, Guanajuato.
17030920@upbicentenario.edu.mx

Asesor: Eduardo García Sánchez
Universidad Autónoma de Zacatecas
Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica
Av. Ramón López Velarde #801, Col. Centro, C.P. 98060, Zacatecas, Zac.
eduardogarciasanchez@gmail.com

Resumen — En este trabajo se presenta el diseño, generación, validación y verificación de un electro-estimulador, el cual, está constituido por una fuente de poder, un generador de señales, un transformador, un transistor y electrodos que permiten la interacción con el paciente. El generador de señales emite una señal cuadrada de baja frecuencia al transistor que funciona como un interruptor, después la señal llega al transformador, que es alimentado por la fuente de poder que produce una corriente directa. El transformador induce una señal amplificada con la misma frecuencia emitida por el generador.

Palabras clave — Electro-estimulador, Fuente de poder, Electroterapia.

Abstract — This paper presents the design, generation, validation and verification of an electro-stimulator, which its constitution, a power supply, a signal generator, a transformer, a transistor and electrodes that allow interaction with the patient. The signal generator emits a square signal of low frequency to the transistor that works like a switch, then the signal comes to the transformer, which is fed by the power supply that produces a direct current. The transformer induces an amplified signal with the same frequency emitted by the generator.

Keywords — Electro-stimulator, Power supply, Electrotherapy.

I. INTRODUCCIÓN

En México el 41.7% de la población de más de 18 años, realiza deporte o ejercicio físico en su tiempo libre. Respecto al tiempo promedio de práctica físico-deportiva, en los hombres es de 5 horas 36 minutos y en las mujeres de 4 horas 30 minutos. El 16.1% de la población declaró nunca haber realizado práctica físico-deportiva debido a problemas de salud. Más de 2.5 Millones de personas en México tienen alguna discapacidad para caminar o moverse [3].

La actividad física conlleva a que las personas presenten dolores musculares los cuales, normalmente son tratados con Antinflamatorios, analgésicos, pomadas, masajes, termoterapia y en muy pocos casos con Electroterapia. En este trabajo nos enfocaremos en diseñar y generar un Electro-estimulador TENS, que está orientado a la estimulación eléctrica transcutánea nerviosa analgésica, para tratar dolores musculares generados por hacer ejercicio o esfuerzo físico, que es un dispositivo utilizado en la electroterapia.

El Electro-estimulador es un dispositivo electrónico que permite efectuar tratamientos utilizando electricidad, a través de la aplicación de energía electromagnética al organismo, con el fin de producir sobre él reacciones biológicas y fisiológicas, que permitan mejorar el organismo de diferentes patologías.

El electro-estimulador TENS requiere en muchos casos bajas frecuencias (0-1000Hz) para el tratamiento del dolor muscular, esto requiere que los rangos en los cuales se desea que trabaje el electro-estimulador y el efecto deseado (Analgesico) están descritos en la Tabla 1.

Tabla 1 Rango de bajas frecuencias de un electro-estimulador y el efecto que produce [4]

Rango de Frecuencia	Efecto
1-10Hz cada 15 s	Actúa sobre atrofia por inmovilización, o por degeneración parcial del sistema neuromuscular.
10 – 25 Hz cada 15 s	Estimulación del sistema venoso periférico. Actúa sobre el edema. Actúa en la reeducación en caso de atrofia por inmovilización
25 – 50 Hz cada 15 s	Estimula la actividad músculo esquelética activando la contracción muscular (tetania).
50 – 100 Hz cada 15 s	Analgesia con largo tiempo de duración.
80 – 100 Hz cada 15 s	Analgesia corto tiempo de duración
1 – 100 Hz cada 15 s	Produce un paso rítmico de frecuencia tonificante, hipotonía y excitación - sedación, eritema activo superficial y profundo, estimula circulación linfática, activa el metabolismo, actúa sobre el edema y hematomas

II. METODOLOGÍA

La metodología para el diseño y generación de un electro-estimulador consta de las etapas que se describen a continuación.

a) En la primera etapa, se selecciona el dispositivo que nos permitirá generar la señal inicial del electro-estimulador.

b) En la segunda etapa, se genera la fuente de poder que alimentará al electro-estimulador.

c) Por último se realiza el electro-estimulador.

El dispositivo que se seleccionó para generar la señal, fue un Generador de señales analógico BK PRECISION 4017A. Las características y funciones del equipo son las siguientes:

- Rango de 0.1 Hz a 10 MHz.
- Forma de onda de salida sinusoidal, cuadrada, triangular, pulso y rampa.
- Afinación general o específica.
- Pantalla de LED de 5 dígitos.
- Barrido LIN/LOG.
- Ciclo de trabajo variable.
- Compensación DC variable.
- Variación de voltaje.

Para nuestro tipo de electro-estimulador, este dispositivo nos puede generar una señal cuadrada de 2 a 120 Hz y un rango de voltaje pico a pico de 0 a 20 V, que de acuerdo a la literatura [1], con este dispositivo se pueden manipular fibras lentas y rápidas lo que permite, mejorar la fuerza, la velocidad, la resistencia, la relajación muscular, eliminación de toxinas, reducción del dolor muscular, etc.

Para generar la fuente de alimentación se seguirán los siguientes pasos:

a) Reducción.

b) Rectificación.

c) Filtración

d) Regulación

Para la Reducción, se utiliza un transformador de 127 V a 12 V a 1 A, qué permite disminuir el voltaje de corriente alterna. Después se procede a efectuar la rectificación del voltaje de corriente alterna a corriente continua pulsante por medio de un puente de diodos 1N4007. A continuación, se lleva a cabo la filtración del voltaje de corriente continua pulsante para convertirlo a un voltaje de corriente directa, esto, a través de un capacitor electrolítico de 2200 µF a 25V. Finalmente se procede a efectuar la regulación del voltaje de corriente directa mediante un circuito integrado LM7805, que es un regulador positivo de voltaje que se encarga de entregar los 5 V necesarios para que el electro-estimulador funcione adecuadamente, El diagrama del circuito propuesto se puede apreciar en la figura 1.

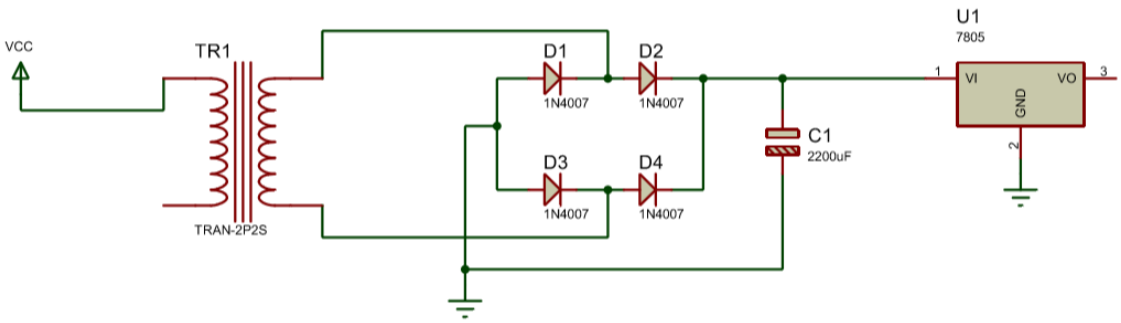


Fig. 1. Diagrama del circuito propuesto para Fuente de poder

Para verificar teóricamente el funcionamiento del circuito propuesto para la fuente de poder, se procede a efectuar una simulación de dicho circuito en el software NI MULTISIM 14.0. [2]. En la figura 2 se puede apreciar por medio de la simulación que la fuente de poder entrega el voltaje esperado.

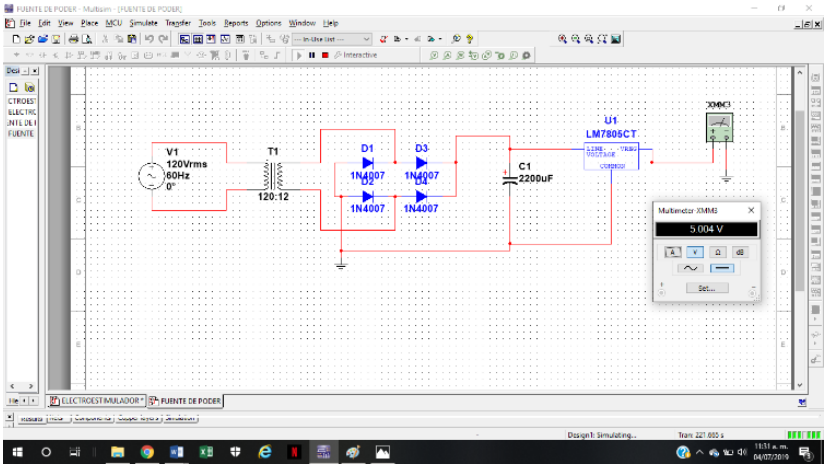


Fig. 2. Simulación de Fuente de poder.

En la etapa de generación del electro-estimulador, se procede a conectar el Generador de señales analógico BK PRECISION 4017A mediante una resistencia de 1 kΩ a un transistor NPN con matrícula TIP41C, el cual funciona como un interruptor con la señal cuadrada producida en el generador de señales.

En seguida, se utiliza un trasformador comercial de 12 con derivación central a 120 V a 1A, que es alimentado por la fuente de poder descrita anteriormente, que es conectado al transistor NPN. El diagrama del circuito propuesto para la generación del electro-estimulador se puede apreciar en la figura 3.

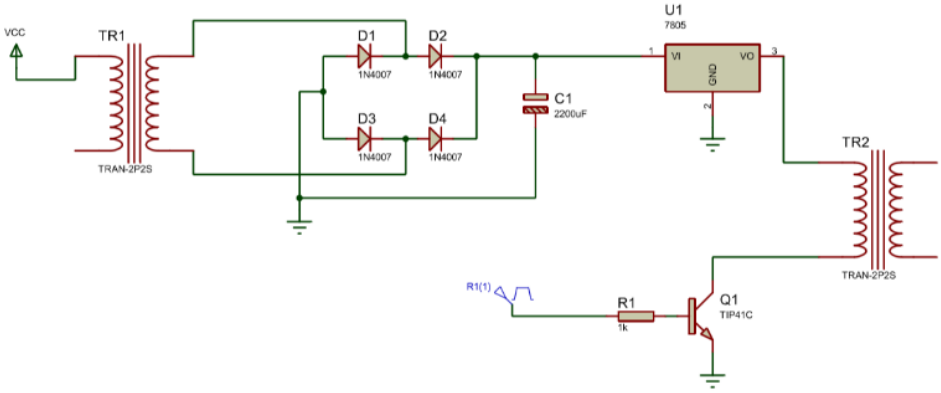


Fig. 3. Diagrama del circuito propuesto para Electro-estimulador.

Para verificar teóricamente el funcionamiento del circuito propuesto para el electro-estimulador, se procede a efectuar una simulación de dicho circuito, en el software NI MULTISIM 14.0 [2]. En la figura 4 se puede apreciar por medio de la simulación que el electro-estimulador funciona adecuadamente.

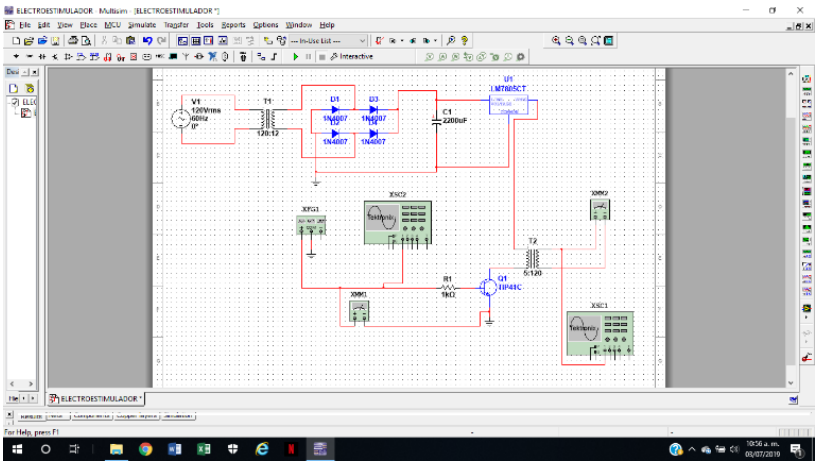


Fig. 4. Simulación de Electro-estimulador.

III. RESULTADOS

Con la finalidad de validar que el electro-estimulador funciona correctamente, primero se generó el dispositivo electrónico que se puede apreciar en la figura 5.

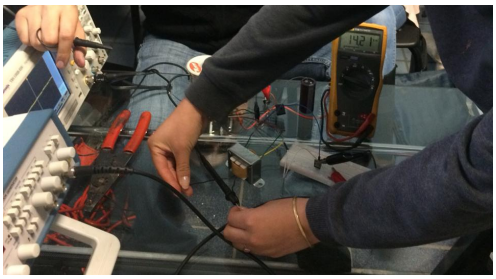


Fig. 5. Circuito armado de Electro-estimulador.

Para validar el correcto funcionamiento de la fuente de poder, se procedió a efectuar un medición del voltaje de salida con un multímetro FLUKE 87, dando como resultado una medición de aproximadamente 5 V. (Ver figura 6)

Fig. 6. Voltaje de salida de la Fuente de poder.

A continuación se procedió a validar la señal con la que trabaja el electro-estimulador. En la figura 7 se puede ver que el Generador de señales analógico BK PRECISION 4017A

genera por ejemplo, una señal cuadrada con una frecuencia de 100 Hz y un voltaje p-p de 10 V, la cual es el tipo de señal de entrada que requiere el electro-estimulador.

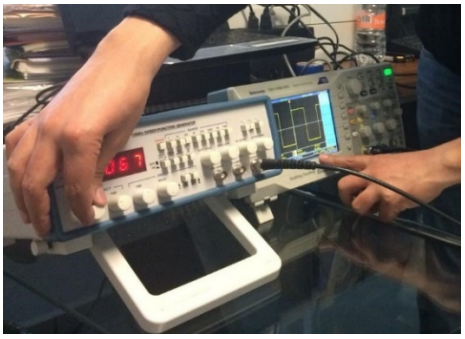


Fig. 7. Señal cuadrada el Generador.

Finalmente, por medio del osciloscopio TEKTRONIK TBS 1102B-EDU, se validó que la señal de salida del electro-estimulador concuerda con la frecuencia producida por el Generador de señales analógico BK PRECISION 4017A, que es aproximadamente 100 Hz y un Voltaje 15.5 V. (Ver figura 8)

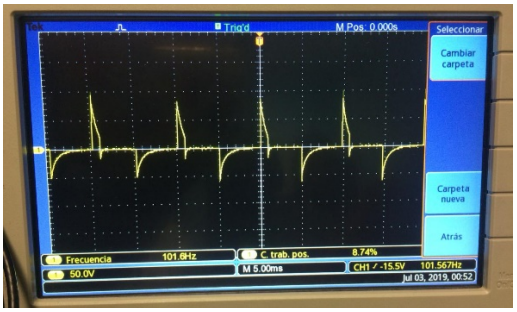


Fig. 8. Señal de salida del Electro-estimulador.

IV. CONCLUSIONES

En este proyecto se diseñó, generó, verificó y validó un electro-estimulador, el cual, está constituido por una fuente de poder con una entrada de 127 V y una salida de 5 V, Generador de señales analógico BK PRECISION 4017A, que produce una señal cuadrada de 2 a 120 Hz y un rango de voltaje pico a pico de 0 a 20 V y componentes electrónicos que permiten generar una señal de salida de la misma frecuencia que el generador, pero con corrientes y voltajes pequeños con el objetivo de evitar descargas eléctricas dañinas al paciente.

V. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento a la Benemérita Universidad Autónoma de Zacatecas y al CONACyT, al M.C.N. Luis Eduardo Bañuelos García y a la M.C.N Martha Isabel Escalona LLaguno, por el apoyo recibido para la realización de la estancia de verano.

REFERENCIAS

[1] F. B. Marco-Francisco, “Electroestimulación muscular. Tipos de frecuencia y efectos”, Medical Division, Disponible en http://www.itechmedicaldivision.com/es/electroestimulacion_muscular_tipos_de_frecuencia_y_efectos-t-7.html [consultado en Julio 2019].

[2] Software NI MULTISIM, Disponible en http://www.itechmedicaldivision.com/es/electroestimulacion_muscular_tipos_de_frecuencia_y_efectos-t-7.html [consultado en Julio 2019].

[3] INEGI, “Resultados del Módulo de Práctica Deportiva y Ejercicio Físico 2018”, INEGI, Disponible en https://www.inegi.org.mx/app/saladeprensa/noticia.html?id=4722 [consultado en Julio 2019].

[4] PSS P. Alfaro, A. Balan, N. Matú. A. Salazar, “Manual de fisioterapia clínica instrumental”, *Universidad Autónoma de Campeche, Facultad de enfermería*, [consultado en 2019].

Diseño, implementación y caracterización de un sistema de bobinas Helmholtz

Reyna Michelle Rodríguez Rizo
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato-Silao km 12.5
C.P. 36821, Irapuato, Gto.
rmichelle076@gmail.com

Asesor: Javier Gustavo Cabal Velarde
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato-Silao km 12.5
C.P. 36821, Irapuato, Gto
javelarde@itesi.edu.mx

Resumen — En la siguiente investigación se reportará el diseño, implementación y caracterización de un sistema automatizado de dos pares de bobinas Helmholtz para posibles aplicaciones como calibración de sensores de efecto Hall o caracterización de micropartículas; las bobinas estarán posicionadas de la siguiente manera: un par en el eje "x" y el otro par en el eje "y" y separadas por una distancia igual a la de su respectivo diámetro; permitiendo su desplazamiento automatizado y haciendo un control de distancia por medio de motores a pasos y una interfaz en LabVIEW y como puerto de comunicación se requerirá una tarjeta Arduino UNO permitiendo el desplazamiento lineal de una de las bobinas en cada par.

Palabras clave — Caracterización, control de distancia, sistema automatizado.

Abstract — In this work will be reported the design, implementation and characterization of an automated system of two pair of Helmholtz coils for possibility applications like sensor calibration of type Hall or characterization of microparticles; the coils will be positioned of the next form: a pair in the axis "x" and the next pair in the axis "y" and separated for a distance same of the diameter; allowing its automated displacement and making a distance control by means of stepper motors and an interface in LabVIEW and as a communication port an Arduino UNO card will be required allowing the linear displacement of one of the coils in each pair.

Keywords — Characterization, control of distance, automated system.

I. INTRODUCCIÓN

En este documento se reportarán los resultados de la caracterización del sistema automatizado de dos pares de bobinas de Helmholtz para futuras aplicaciones como caracterización de micro y nanopartículas o calibración de algunos sensores de efecto Hall, por mencionar algunas. La importancia de estas bobinas se deriva a la generación de un campo magnético uniforme en el centro de las bobinas. Las bobinas de Helmholtz se caracterizan por ir acompañadas en pares semejantes y estar separadas a la misma distancia del diámetro; el campo magnético generado lo describe la ley de Biot-Savart que enumera que al aplicarle una corriente a una espira de alambre este generará un campo magnético perpendicular a la corriente, como se muestra en la Ec. (1) [1-2].

$$B_0 = \frac{\mu_0 NI}{r}\left(\frac{4}{5}\right)^{3/2} \quad (1)$$

donde:
B_0= Campo magnético
μ_0=Permeabilidad en el vacío
N= Número de vueltas propuesto
r= Radio

Pero es necesario, hacer una caracterización antes de realizar cualquier aplicación, de lo contrario los resultados de las mediciones que se requieran hacer variarán dependiendo de la toma de las mediciones de campo magnético en el sistema; el motivo de este desequilibrio, se debe a que puede haber un campo magnético remanente que afecte los resultados o que el sensor Hall no esté posicionado en el centro de la bobina a caracterizar provocando que el sistema no tenga precisión a la hora de desarrollar alguna aplicación. Si existe un campo magnético remanente, este es generado por el incremento gradual de la corriente en el material, generando a su vez que la densidad de flujo incrementa de la misma manera y llega a un punto de saturación; si la corriente se disminuye, la densidad de flujo disminuye, pero no retorna a cero, a este campo se le conoce como campo magnético remanente; para eliminar este campo magnético remanentes necesario invertir la corriente [3-4]. En el caso de que el sensor Hall este posicionado de manera incorrecta provocara que la medición de campo magnético que tome dicho sensor variara de manera brusca y aleatoria y provocando que las posibles aplicaciones de esta bobina no funcionen de manera adecuada.

En la actualidad el comportamiento de las micro y nanopartículas han tomado gran auge en la ciencia y la tecnología gracias a los avances tecnológicos que se han presentado con la reducción de sistemas y a las diversas aplicaciones en las que pueden ser implementadas; tanto en el área tecnológica como en el campo de la medicina. Se pretende hacer un seguimiento de la caracterización de micropartículas implementando el sistema de bobinas Helmholtz. Estas micropartículas están embebidas en distintos medios líquidos en las cuales se estudia su comportamiento tomando en cuenta la densidad de cada medio y caracterizando el comportamiento de las micropartículas por medio de una micro cámara que permitirá observar el desplazamiento dependiendo de la intensidad del campo magnético que se le aplique. Estas micropartículas están hechas de una aleación de magnetita de hierro y algunos polímeros que permiten que sea biocompatible con el cuerpo humano para algunas aplicaciones para la medicina. Es por esta razón que la importancia de las bobinas de Helmholtz ha ido en aumento para caracterización de micropartículas, ya que al aplicársele una corriente eléctrica y esta a su vez genere un campo magnético; esto provocará el desplazamiento de dicha partícula en un medio determinado, por ejemplo, sangre.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Se desarrolló el diseño de los carretes de las bobinas en FreeCAD para posteriormente hacer la impresión a 3D tomándose en cuenta los parámetros de diseño de las bobinas como la distancia de separación entre ellas y el tamaño del sistema. Se implementó una base de aluminio estructural para montar los ejes de sistema lineal para el desplazamiento de las bobinas, la posición de estos tres ejes lineales se puede observar en la fig. 1.

En donde dos de los ejes de sistema lineal se posicionan para el desplazamiento vertical (“y”) de una de las bobinas “A” y el último eje de sistema lineal para el desplazamiento horizontal (“x”) para una de las bobinas “B”.

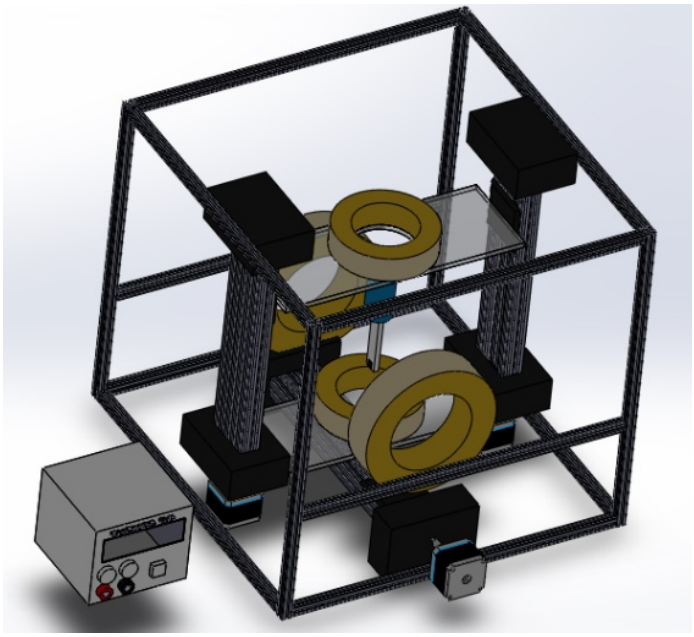


Fig. 1. Modelado del sistema de bobinas Helmholtz en SolidWorks.

El control de desplazamiento de los ejes de sistema lineal se desarrolló por medio de motores a pasos; en donde dos de ellos estarán posicionados para el desplazamiento de la bobina “A” y su desplazamiento deben ser constante, de este modo los dos motores a pasos se estará desplazando de manera simultánea permitiendo que la bobina “A” permanezca en una posición horizontal; y el tercer motor a pasos estará desplazando la bobina “B” de manera vertical. La programación visual será implementada mediante LabVIEW y como puerto de comunicación se utilizará la tarjeta Arduino UNO donde mandará los datos LabVIEW a Arduino y controlará el movimiento de los motores a pasos dependiendo de la distancia a la que sea necesario desplazar los sistemas lineales para la caracterización de las bobinas de Helmholtz.

Para la caracterización de las bobinas se realizaron dos mediciones para corroborar si los valores de campo magnético tomados de la primera medición son los mismos o cercanos y poder afirmar que el campo magnético es uniforme en la posición en donde se situó el sensor Hall. El sensor Hall debe permanecer estático en el centro de las bobinas a caracterizar e ir aumentando gradualmente la corriente para tomar mediciones de campo magnético. A continuación, en la fig. 2 se puede observar la posición y conexión de las bobinas.

Las bobinas deben de estar conectadas en serie y separadas a la misma distancia del diámetro, como se muestra en la fig.2, la sonda Hall debe estar colocada en el centro de las bobinas, ya que, en este punto, el campo magnético es uniforme, haciendo que la variación del campo no sea drástica, si no que serán de milésimas.

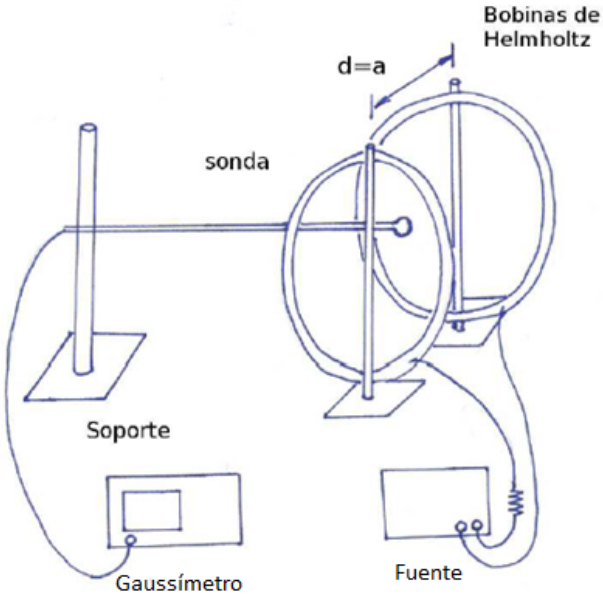


Fig. 2. Posición y conexión de las bobinas y la sonda Hall [5].

A continuación, en la tabla 1 se muestran los equipos y materiales que se requirieron para el desarrollo del proyecto:

Tabla 1. Materiales y equipos requeridos para el proyecto

Material y equipo	Cantidad / Unidad
Fuente de voltaje “QW-MS305D”	1
Gaussímetro	1
Sensor Hall	1
Barras de aluminio estructural	5
Ejes de sistema lineal	3
Motores a paso Nema 23	3
Arduino UNO	1
Software LabVIEW	1
Software FreeCAD	1
Alambre de cobre N° 16	14 m

III. RESULTADOS

Se conectaron las bobinas “A” en serie para efectuar la caracterización; se le aplico un voltaje inicial de 1.8 V y una corriente de acuerdo a la resistencia del alambre de cobre, en este caso la corriente que se manejó fue de 0.48 A. El sensor Hall fue colocado en el centro de las bobinas “A” de manera vertical, esto es dependiendo del sentido del flujo del campo magnético tomando en cuenta la regla de la mano derecha. Se tomaron los valores de campo magnético del Gaussímetro a diferentes voltajes partiendo de 1.8 V, como ya se había mencionado antes, y se graficaron los valores, en los incisos a) y b) de la fig.3 se observan los valores de la caracterización de las bobinas “A” en la primera y segunda medición respectivamente y se puede observar que el comportamiento del campo magnético es muy

similar, lo que quiere decir que el campo magnético es uniforme en el punto en el que se situó el sensor Hall.

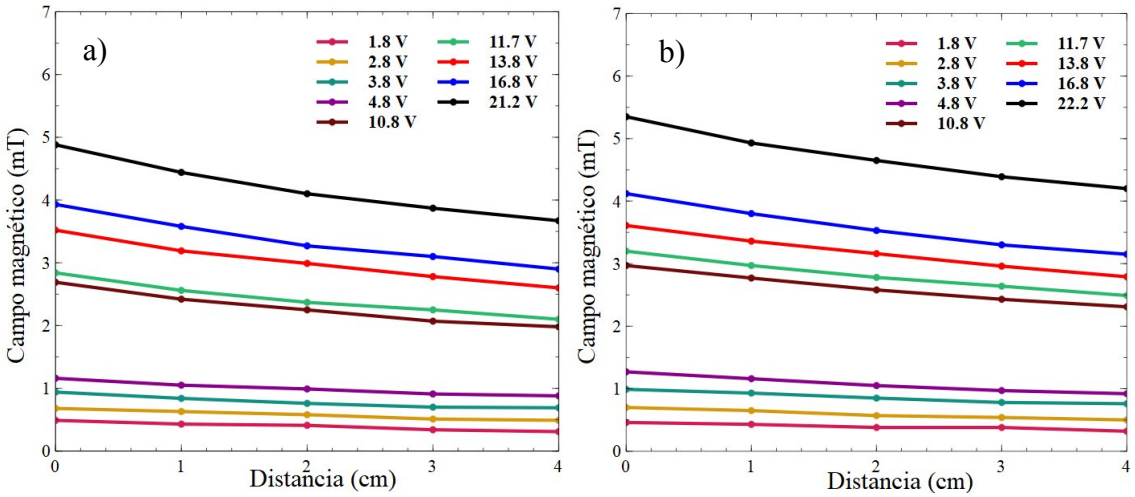


Fig. 3. Caracterización de las bobinas "A" a) Medición 1 y b) Medición 2.

Para la caracterización de las bobinas "B", se realizó el mismo procedimiento ya mencionado anteriormente en la caracterización de las bobinas "A"; se le aplicó un voltaje inicial de 1.8 V con una corriente de 0.20 A aproximadamente, y se realizaron dos mediciones para corroborar que el campo fuera uniforme en el punto en donde estaba situado el sensor Hall. En el inciso a) y b) de la fig. 4 se puede observar las mediciones 1 y 2, y se puede hacer una comparativa del comportamiento del campo y afirmando que el campo magnético es uniforme en el centro de las bobinas.

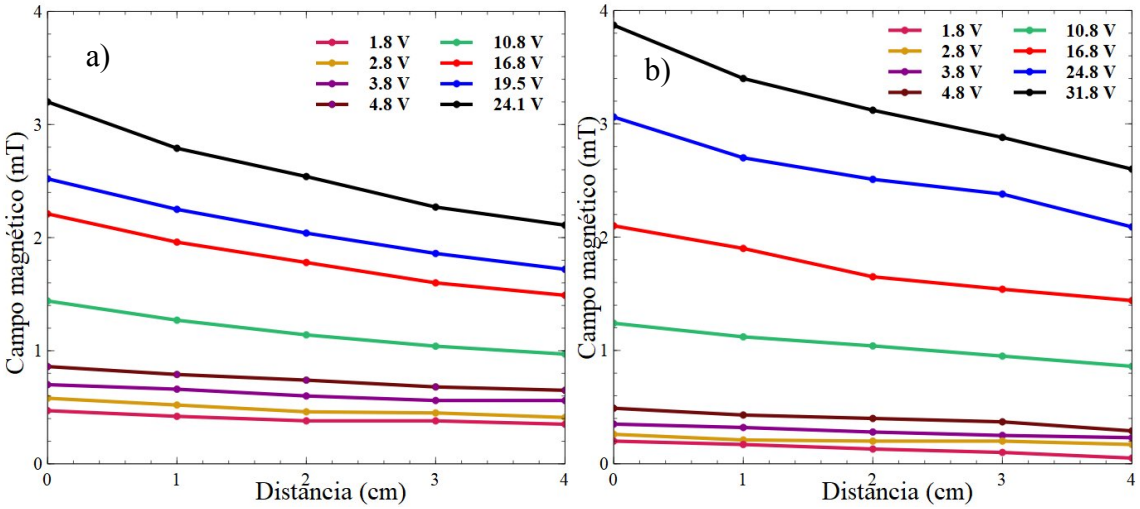


Fig. 4. Caracterización de las bobinas "B" a) Medición 1 y b) Medición 2.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este proyecto se propuso y realizó la medición y caracterización de un sistema de cuatro bobinas Helmholtz que nos permitirá desarrollar algunas aplicaciones de investigación en un futuro, como la caracterización de micro y nanopartículas, como ya se había mencionado anteriormente; pero es necesario hacer una caracterización de las bobinas para saber qué tan uniforme es el campo magnético generado por este sistema de bobinas.

Se puede observar con los resultados obtenidos que mientras mayor sea la corriente que se le proporcione al sistema, el campo magnético aumentara de manera simultánea y uniforme siempre y cuando se hagan las respectivas mediciones en centro de las bobinas, esto quiere decir, que el sensor Hall siempre debe estar posicionado en el centro de las bobinas a medir.

V. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

REFERENCIAS

[1] Casañas, Benito, Instrumentación y control de la técnica de magnetoimpedancia para materiales ferromagnéticos suaves, Universidad Nacional Autónoma de México, 2012. Pp. 37-77.

[2] Hayt, William H., N. et al. Teoría electromagnética, 2006, editorial Mc Graw Hill, Pp. 210-218.

[3] Tippens, Paul E. Física, conceptos y aplicaciones, editorial Mc Graw Hill, 2011, Pp. 581-582.

[4] Sears, Francis W., N. et al. Física Universitaria con física moderna, México: editorial PEARSON, 2009, Pp. 980-981.

[5] W., Fano, El campo magnético generado por las bobinas de Helmholtz y su aplicación a la calibración de sonda, Revista elektron, 2017, Argentina, Pp. 91-96.

Efecto de crioprotectores de alto peso molecular sobre las transiciones de fase/estado y estabilidad de escamoles congelados

Ruiz Cabrera Migel Ángel
Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Facultad de Ciencias Químicas
Av. Manuel Nava #6
C.P.78210, San Luis Potosí, S.L.P
mruiz@uaslp.mx

Asesor: Aguilera Orozco Juan de Dios
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Silao-Irapuato km 12.5 El Copal
36821 Irapuato, Gto
xhuande.98@gmail.com

Resumen — La congelación se presenta como una alternativa para la conservación de alimentos de alta calidad. Sin embargo, eventos como la migración de agua, recristalización del hielo, desnaturalización de proteínas, oxidación de lípidos, pueden existir si la temperatura de congelación no es la adecuada para el producto en cuestión. De acuerdo con la teoría de transiciones de fase, las temperaturas de la matriz máximamente crio-concentrada (T'_m, T'_g) son los parámetros de referencia para el almacenamiento congelado de alimentos. Sin embargo, los alimentos presentan valores de T'_m , T'_g muy por debajo de la temperatura estándar de congelación de -18°C. El uso de la maltodextrina como crioprotector de alto peso molecular a una concentración de 48% (w/w) fue probado en este trabajo para aumentar deliberadamente los valores de T'_m y T'_g en escamoles y medidos mediante calorimetría diferencial de barrido. Fue encontrado que T'_m y T'_g aumentaron con respecto a los valores encontrados escamoles sin crioprotector de -22.7°C, -30.7°C a -17.9°C, -27.9°C. La estabilidad de los escamoles congelados fue medida basándose en los valores de T'_m y T'_g por lo que lotes de escamoles fueron congelados a -10°C, -18°C y -35°C durante 5 semanas y parámetros de calidad como oxidación de lípidos y proteínas, textura fueron evaluados.

Astract — Freezing is presented as an alternative for the conservation of high quality food. However, events such as water migration, ice recrystallization, protein denaturation, lipid oxidation may exist if the freezing temperature is not adequate for the product in question. According to the theory of phase transitions, the temperatures of the maximally cryo-concentrated matrix (Tm ', Tg ') are the reference parameters for frozen food storage. However, food has values of Tm, ' Tg ' well below the standard freezing temperature of -18 ° C. The use of maltodextrin as a high molecular weight cryoprotectant at a concentration of 48% (w / w) was tested in this work to deliberately increase the values of Tm ' y Tg ' in scale and measured by differential scanning calorimetry. It was found that Tm ' and Tg ' increased with respect to the found scale values without cryoprotectant from -22.7 ° C, -30.7 ° C to -17.9 ° C, -27.9 ° C. The stability of the frozen escamoles was measured based on the values of Tm ' y Tg ', so lots of escamoles were frozen at -10 ° C, -18 ° C and -35 ° C for 5 weeks and quality parameters such as oxidation of lipids and proteins, texture were evaluated.

I. INTRODUCCIÓN

Daños celulares y/o estructurales debido a la migración del agua hacia el exterior de las células y recristalización del hielo son los procesos físicos de mayor relevancia durante el almacenamiento congelado provocando la liberación de líquidos intracelulares, cambios en la textura y pérdida por goteo cuando los alimentos son descongelados [1]. Las reacciones enzimáticas, desnaturalización de proteínas, oxidación de lípidos, degradación de componentes son también derivados de los procesos físicos [2]. En este contexto, el uso de la congelación rápida y crioprotectores han sido recomendados para aminorar o inhibir

los efectos negativos de la congelación[3,4].Sin embargo, la congelación rápida es potencialmente posible para muestras pequeñas y su efecto benéfico de la congelación rápida en frutos y carnes, se pierde con el tiempo si la temperatura de congelación no es la adecuada. Lo anterior es debido a que no toda el agua presente en el alimento está debidamente congelada a la temperatura estándar de -18°C y los cristales pequeños tienden hacerse grandes causando rupturas de las paredes celulares. Los valores de T'_m y T'_g han sido usados como parámetros de referencia para evitar el fenómeno de recristalización durante el almacenamiento congelado de alimentos [5]. Sin embargo, los alimentos presentan valores de T'_m, T'_g muy por debajo de la temperatura estándar de congelación de -18°C y el almacenamiento congelado por debajo de estas temperaturas es impráctico desde el punto de vista económico. El uso de crioprotectores de alto peso molecular para manipular y deliberadamente elevar los valores de T'_m, T'_g de los sistemas a un valor cercano a la temperatura comercial de congelación puede ser una alternativa. En este contexto, el presente proyecto implementó la calorimetría diferencial de barrido (DSC) para analizar y evaluar el efecto de la maltodextrina sobre los estados de equilibrio y no equilibrio de matrices a base de escamoles con la finalidad de establecer su diagrama de estado y que éste contribuya a la generación de estrategias de formulación y protocolos de almacenamiento congelado del producto. Los escamoles han sido utilizados desde la época prehispánica como fuente de energía y proteínas en las regiones áridas y semiáridas de México ya que son ricos en proteínas, carbohidratos, lípidos y vitaminas [6].

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Preparación de escamoles

La metodología propuesta por Grajales-Lagunes et al., [7] fue utilizada para la preparación de las muestras. Los escamoles se homogenizaron en un IKA® T25 digital Ultra Turrax® a una velocidad de 13,500 r.p.m durante 20 s para obtener un menor tamaño de partículas. Posteriormente, fueron liofilizados a -40°C a una presión de 5mTorr en un liofilizador (ilShin® Freeze Driyer) durante 70 horas. La muestra liofilizada fue molida con mortero y pistilo para formar un polvo fino. Después, las muestras se almacenaron en un desecador con Drierite ® (Sulfato de calcio anhidro) a temperatura ambiente durante 4 semanas para eliminar humedad residual. El contenido de humedad se determinó por triplicado en un horno de secado al vacío a una temperatura de 60°C durante 24 h [8]. El polvo de escamol fue mezclado con el crioprotector (maltodextina 4 DE) en una proporción de 0.48MD:0.52 de escamoles con ayuda de un vortex hasta obtener una mezcla homogénea. Esta mezcla fue después preparada a diferentes contenidos de humedad en un rango de 20-90% (base húmeda) utilizando la metodología propuesta por Ruiz-Cabrera et al [5] y poder llevar a cabos las mediciones calorimétricas.

B. Análisis de las muestras por calorimetría diferencial de barrido

Los análisis térmicos de todas las muestras preparadas a distintos contenidos de humedad fueron llevados a cabo por calorimetría diferencial de barrido (DSC) usando un calorímetro Q2000 (TA Instruments, Lukens Drive, New Castle, Delaware, 19720, Estados Unidos) equipado con un sistema de enfriamiento RCS90. Los experimentos fueron

realizados en una atmósfera inerte usando nitrógeno (ultra puro, grado 5.0, 99.99% de pureza) como gas de purga a un flujo de 50 ml/min; además una celdilla DSC vacía fue utilizada como referencia para cada experimento. Los protocolos calorimétricos utilizados están en función de la cantidad de humedad de la muestra, empleando 2 protocolos distintos correspondientes a los dominios de humedad intermedia (20-50%) y alta (>50%), como se detalla a continuación. En el caso de las muestras con alto contenido de humedad (> 50%) se utilizó el protocolo convencional lineal como es recomendado por Grajales-Lagunes et al., [7], Rahman [9] el cual consiste en enfriar la muestra desde temperatura ambiente hasta -90 °C a una velocidad de 20 °C/min, manteniendo isotérmicamente en ese punto por 5 min. Posteriormente se realiza un calentamiento hasta 20 °C a una velocidad de 10 °C/min. Para el caso de muestras con un contenido de humedad intermedia (20 – 50%) se utilizó el procedimiento de annealing a Tm'-1°C durante 30 min [7,9] con la finalidad de eliminar el pico de recristalización que se observa durante el recalentamiento y que impide la correcta visualización de Tg' y Tm'. En este caso la muestra es enfriada hasta -90 °C donde se mantiene isotérmicamente por 1 min, luego se calienta hasta la temperatura determinada de Tm'-1 donde se realiza una isoterma de 30 min, y posteriormente se vuelve a enfriar a -90 °C (todos los pasos anteriores se realizaron a una velocidad de 20 °C/min). Finalmente, la muestra es recalentada hasta 20 °C a una velocidad de 10 °C/min, lo que permite la visualización adecuada de Tg', Tm', y Tm, y por tanto su correcta determinación.

III. EXPERIMENTOS DE ALMACENAMIENTO CONGELADO

Soluciones acuosas de crioprotectores a una concentración de sólidos de 48% fueron preparadas y una cantidad de escamoles enteros fueron inmersos en dicha solución, y congelados a una temperatura de -35°C. Una vez que las muestras alcanzaron la temperatura de -35°C, algunas muestras fueron sacadas del congelador e inmediatamente almacenado en condiciones isotérmicas de -35,-18 y -10 ºC durante cuatro semanas. De esta forma, -18°C fue seleccionada como la temperatura de congelación comercial, -10°C como la temperatura de congelación doméstica y -35°C como la temperatura de transición vítrea de los escamoles sin presencia de crioprotector. A cada semana, una cantidad de muestra fue retirada del congelador, y descongelados lentamente a una temperatura de 4°C durante 12 h. Los parámetros de calidad como oxidación de lípidos (TBARS), oxidación de proteínas (sulfidrilos), dureza y color fueron evaluados en escamoles descongelados.

Oxidación de lípidos (TBARS): Se mezclaron 5 g de muestra con 25ml de agua destilada a 50°C se agitaron por 2 min y después fueron colocados en un matraz de destilación al que se le añadieron 23.5 ml de agua a 50°C con 1.5 ml de HCl:H2O a una relación de 1:2 V/V. Aproximadamente 5 ml de solución fueron colocados en un tubo de ensaye y se le añadieron 5 ml de Acido-2-tiobarbiturico (0.02M), se taparon y se calentaron a ebullición durante 35 min, posteriormente se enfriaron en un baño de agua. La absorbancia fue leída a 532nm en un espectrofotómetro (spectrophotometer JENWAY modelo 6405 UV/Vis) usando un blanco para calibrar. El valor de TBA es el número de mg de malonaldehido en 1000g de muestra fue calculado con la ecuación 1.

$$TBA = 7.0 * A_{532} \quad (1)$$

Contenido total de sulfidrilos (SH)**:** A 1 ml del extracto de proteína se le añadieron 8 ml de tampón (Tris HCl 0.086 M, glicina 0.09 M, EDTA 4 Mm a PH 8.0) y se centrifugo a 10,000 g durante 15 min. Se tomó una alícuota de 4.5 ml del sobrenadante a la que se le añadió 0.5 ml de reactivo de Ellman (10 mM DTNB en buffer de fosfato 0.1 M (pH 7.4). El cambio colorimétrico tardo en darse 40 min. La absorbancia se midió a 412 nm usando un espectrofotómetro (JENWAY modelo 6405 UV/Vis). La concentración de sulfidrilo se estimó utilizando un coeficiente de extinción molar de 13.600 M^{-1} cm^{-1}, y los resultados se expresaron en mol de SH totales por mg de proteína.

Contenido de sulfidrilo reactivo**:** A 1 ml del extracto de proteína se le añadieron 8 ml de tampón de solubilización (Tris HCl 0.086 M, glicina 0.09 M, EDTA 4 mM, urea 8 M, pH 8.0) en seguida fueron centrifugadas a 10,000 g durante 15 minutos para eliminar la proteína insoluble.. El contenido de sulfidrilo reactivo fue calculado con la ecuación (2).

$$contenido\ de\ sulfidrilo\ reactivo\ \left(\frac{mmol}{Kg}\right) = 73.33 * (A_{412} - 1.6934 * A_{532} + 0.009932 \quad (2)$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Diagrama de estado

En la figura 1 se presentan los valores experimentales de T_m, T_m' y T_g' medidos experimentalmente con calorimetría diferencial de barrido y utilizados para representarlos en un diagrama de estado mostrando la evolución de la temperatura en función de la fracción másica del sólido. Es importante mencionar que una fracción másica de 0.48 fue utilizada para la maltodextrina en todos los casos. La línea T_g fue trazada solamente para completar el diagrama de estado teniendo en cuenta la temperatura de transición vítrea del escamol anhidro sin maltodextrina fue o T_g = 61.5ºC y la transición vítrea del agua amorfa como T_{gw} = -135 ºC. En esta figura se puede apreciar la elevación de T_g' y T_m' con valores promedios de -27.9°C y 17.9°C respectivamente presentados ahora valores más cercanos a la temperatura utilizada en el almacenamiento congelado comercial (-18 °C).

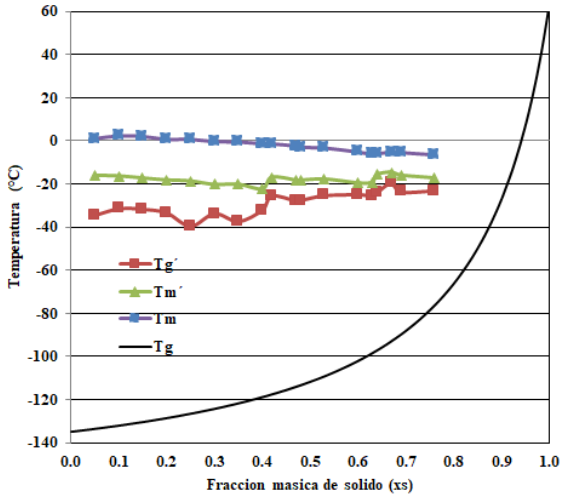


Figura 1. Diagrama de estado de escamoles con maltodextrina incorporada

Con base a lo anterior, para lograr un incremento significativo en los parámetros de máxima crio-concentración (T_g' y T_m') en productos con alto contenido de humedad de 20 a 90% (base húmeda), se requieren cantidades de maltodextrina del orden de 0.4 en fracción másica de sólidos. Sin embargo, el uso de crioprotectores de alto peso molecular como la maltodextrina que tienen el carácter de ser crioprotectores no penetrantes y por lo tanto pueden ser fácilmente eliminados mediante lavados consecutivos una vez que los escamoles son descongelados. Con diagramas como el anterior pueden ser de gran ayuda para establecer las condiciones óptimas de almacenamiento congelado con tendencia a sufrir daños estructurales durante el periodo de almacenamiento.

V. PARÁMETROS DE CALIDAD EN ESCAMOLES DESCONGELADOS

Los parámetros de calidad evaluados en escamoles una vez descongelados, se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Influencia de la temperatura de almacenamiento en congelado en la oxidación de lípidos, oxidación de proteínas, dureza y color de escamoles descongelados.

Temperatura de almacenamiento en congelado	Tiempo de almacenamiento en congelado (semana)	Contenido de sulfidrilos totales (µmol/mg proteína soluble)	Contenido de sulfidrilos reactivos (mmol/Kg proteína soluble)	TBARS (mg de malonaldehido /kg de escamol)	Dureza (N)	Color		
						L*	a*	b*
-10°C	1	5.24±1.17	57.40±1.27	0.41±0.03	2.54±1.70	52.86±0.28	10.19±0.02	26.01±0.07
	2	2.58±0.0	46.34±1.13	1.67±0.84	1.35±0.27	46.42±1.11	9.00±0.19	23.99±0.91
	3	1.14±0.08	56.83±4.39	0.09±0.03	1.24±0.25	46.40±1.06	11.25±0.2	25.99±0.27
	4	3.84±0.14	56.07±0.95	0.05±0.05	1.48±0.37	46.35±0.04	10.73±0.01	22.27±0.02
-18°C	1	2.83±0.36	60.69±0.78	0.46±0.01	2.21±0.85	65.04±0.24	9.08±0.06	26.86±0.11
	2	1.91±2.09	50.77±0.01	0.21±0.01	1.42±0.33	55.20±0.04	7.52±0.01	21.18±0.01
	3	2.12±2.48	47.91±2.49	0.13±0.03	1.32±0.34	49.08±0.02	9.31±0.01	22.47±0.03
	4	1.37±1.42	63.36±0.06	0.11±0.0	1.54±0.46	50.63±0.01	8.67±0.01	22.00±0.01
-35°C	1	2.67±1.34	59.64±0.11	0.26±0.0	1.45±0.47	53.21±1.59	13.11±0.13	26.12±0.24
	2	2.24±1.24	57.65±0.01	0.17±0.02	1.60±0.54	50.45±0.13	9.27±0.01	23.35±0.02
	3	2.77±0.88	48.09±0.17	0.19±0.02	1.46±0.48	62.55±1.34	12.31±0.09	28.59±0.38
	4	2.34±1.55	62.98±0.36	0.14±0.01	1.29±0.35	40.84±1.03	10.37±0.08	21.16±0.15

Con respecto a los resultados mostrados en la tabla 1, el contenido de ST (sulfhídrilos totales) y SR (sulfhídrilos reactivos) se mantiene muy cercanos con respecto a la semana 1 tomando en cuenta la desviación estándar que hay entre cada uno de los valores por consiguiente la oxidación de las proteínas no se ha llevado acabo. En cuanto a los resultados obtenidos de la oxidación de los lípidos, los valores de producción de manoaldehido – precursor de la segunda etapa de la oxidación – se dio en concentraciones muy bajas con respecto a los reportados en la literatura [10]. Lo que nos indica una estabilidad de los escamoles en el periodo de almacenamiento.

La textura en los alimentos es un factor muy importante para los consumidores con respecto a la Tabla 1. Para las muestras que se almacenaron a temperaturas de -10°C se tuvo una disminución del 46.45% de dureza es los escamoles con respecto a la semana 1, los escamoles que se almacenaron a una temperatura de -18°C se tuvo una pérdida de dureza de la muestra de 35.29% mientras que las muestras de -35°C fueron las que menos perdidas de dureza presentaron el cual fue de 9.37%.

La apariencia visible de los alimentos hoy en día representa uno de los principales problemas para la aceptación del producto. El método que más es utilizado en la actualidad es el CIE para la medición de color [11,12], las muestras se puede observar que si se mantienen a una temperatura más baja menos es la perdida de la propiedad de luminosidad o claridad de las muestras, para las variable de a* y b* los valores presentaban un variaciones entre el 0-10% de perdida de color de rojo y amarillo volviéndose de una coloración más nítida.

VI. CONCLUSIONES

Los resultados demostraron que Tg' y Tm' aumentaron ligeramente de -30.7°C, -22.7°C, a -27.9°C y -17.9°C, con la incorporación de maltodextrina en las matrices de escamoles ayudando a establecer condiciones de almacenamiento con temperaturas de órdenes de magnitud a las utilizadas de manera comercial, es decir a -18°C. La estabilidad de los escamoles congelados se puede mejorar significativamente en función de la aplicación de las temperaturas de la matriz máximamente crio-concentrada y que los cambios químicos y estructurales durante el almacenamiento congelado en los escamoles se pueden disminuir.

VII. RECONOCIMIENTO

Espreso mi total agradecimiento a la universidad Universidad Autónoma de San Luis Potosi (UALP), Al CONAyT y al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato (ITESI) por el apoyo otorgado por la estancia de este verano de laciencia.

Como mi mas sinsero agradecimiento al doctor Ruiz Cabrera Migel Ángel por darme un espacio en su ocupada ajenda de trabajo para brindarme el apoyo requerido para la realización del proyecto de verano junto a todo el personal del laboratorio de Ingenieria alimenticia y a los estudiantes de maestria y doctorado que estuvieron acompañándome durante todo mi estancia del verano de la ciencia en las istalaciones de la UASLP.

REFERENCIAS

[1] Van der Sman, R.G.M. Voda, A. Van Dalen, G, Duijster, A. *Ice cristal interspacing in frozen foods*. J. Food Eng, 116, 622-626, 2013.

[2] Tolstorebrov, I. Eikevik, T.M. Bantle, M., *Effect of low and ultra-low temperature applications during freezing and frozen storage on quality parameters for fish*. Int. Journal Refrig, 63, 37-47, 2016.

[3] Maity, T. Saxena, A. *Use of hydrocolloids as cryoprotectant for frozen foods*. Crit. Rev. Food Sci. DOI:10.1080/10408398.2016.1182892, 2016.

[4] Joshi, A.J., *A review and application of cryoprotectant: The science of cryonics.* PharmaTutor, 4(1), 12-18, 2016.

[5] Ruiz.Cabrera, M.A. Rivera-Bautista, C. Grajales-Lagunes, A. González-García, R. Schmidt, S.J., *State diagrams for mixtures of low molecular weight carbohydrates*. J. Food Eng, 171, 185-193, 2016.

[6] Koúrimská, L. & Adámková, A., *Nutritional and sensory quality of edible insects*. NFS Journal 4, 22-26, 2016.

[7] Grajales-Lagunes, A. Rivera-Bautista, C. Loredo-García, I.O. González-García, R. González-Chávez, M.M. Schmidt, S.J. Ruiz-Cabrera, M.A., *Using model food systems to develop mathematical models for construction of state diagrams of fruit products*. J. Food Eng, 230, 72-81, 2018.

[8] AOAC, Official Methods of Analysis, sixteenth ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, USA, 1996.

[9] Rahman, M.S., *State diagram of date flesh using differential scanning calorimetry (DSC)*. Int. J. Food Prop. 7 (3), 407–428, 2004.

[10] Ayla, S. Berna, Ö. Ülkü, D. Volkan, B., Effects of freezing temperature and duration of frozen storage on lipid and protein oxidation in chicken meat. Food Chemistry, 1025-1030, 2010.

[11] Willams Drive Ramsey, *Control de color en la industria alimenticia*. KONICA MINOLTA SENSING AMERICAS, USA., (2006-2018).

[12] Mathias-Rettig, K. Ah-Hen, K., *El color en los alimentos un criterio de calidad medible,* CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS, España, 44 y 45, 2014.

Efecto de la depositación química de partículas de ZnO en el comportamiento químico de recubrimientos Ni-P (A)

Karen Alejandra Vázquez Velázquez
Facultad de Metalurgia-UAdeC
Monclova, Coahuila
karen.velazquez96@hotmail.com

Asesora: Josefina García Guerra
Facultad de Metalurgia-UAdeC
Monclova, Coahuila
Josefinagarcia@uadec.edu.mx

Resumen — Se depositaron películas Ni-P modificadas con partículas cerámicas ZnO. El óxido utilizado fue obtenido por vía sonoquímica, empleando $ZnCl_2$ como precursor. Los recubrimientos obtenidos fueron preparados mediante la técnica electroless plating, depositando simultáneamente la aleación binaria Ni-P y las partículas ZnO. La morfología de los recubrimientos fue estudiada mediante microscopia óptica. La resistencia a la corrosión de las películas Ni-P modificadas con ZnO fue evaluada mediante técnicas de polarización electroquímica, donde las películas compuestas exhibieron un mejor comportamiento.

Palabras clave — vía sonoquímica, electroless plating, comportamiento triboquímico.

Abstract — Ni-P films modified with ZnO ceramic particles were deposited. The oxide used was obtained by sonochemistry, using ZnCl2 as a precursor. The coatings obtained were prepared using the electroless plating technique, simultaneously depositing Ni-P binary alloy and ZnO particles. The morphology of the coatings was studied by optical microscopy. Corrosion resistance of ZnO-modified Ni-P films was evaluated using electrochemical polarization techniques, where composite films exhibited better behavior.

Keywords — via sonochemistry, electroless plating, tribochemical behavior.

I. INTRODUCCIÓN

El acero es una de las aleaciones metálicas de mayor importancia a nivel mundial, debido a sus propiedades físicas, mecánicas, térmicas, entre otras. Además, gran cantidades componentes y herramientas forman parte del equipamiento de diversas industrias tales como: petrolera, química, automotriz, construcción, etc. Sin embargo, los aceros son susceptibles a fenómenos de corrosión debido a reacciones químicas o electroquímicas, con el consiguiente deterioro de sus propiedades limitando su tiempo de vida útil y perdiendo eficiencia en las aplicaciones a las que va destinando, conllevando a un problema tecnológico y económico. Aún con los desarrollos actuales de recubrimientos implementados, los gastos recurrentes dedicados a combatirla representan hasta un 2% en el total del presupuesto anual de las empresas. Bajo esta perspectiva, es de vital importancia evaluar y sobre todo buscar alternativas para mitigar estos procesos ya que son factores críticos para el desarrollo industrial. El fin más frecuente de los recubrimientos metálicos es el de proteger a otros metales de la corrosión. Existen diversas técnicas de recubrimientos, como el galvanizado, cromado, galvanizado por inmersión, niquelado, anodizado, cobrizado, zincado, electroless, etc. La técnica electroless, [1,2] da recubrimientos a materiales metálicos, cerámicos, poliméricos o compuestos. Este proceso no requiere corriente eléctrica ya que se lleva a cabo a través de la reacción que se provoca al sumergir la pieza en una solución química para obtener el recubrimiento deseado. Este tratamiento es muy

importante ya que permite obtener mejores resultados y mejor calidad en toda la superficie de la pieza. En este contexto diversos autores reportan lo siguiente:

Jakiang ei, et al. [3] Evaluó un recubrimiento Ni-P-SiC, preparado mediante recubrimiento electrolítico. La morfología y la estructura se estudiaron mediante SEM, TEM, DSC y DRX. Reportando, que las partículas de carburo de silicio (SiC) se depositaron de manera homogénea y los recubrimientos compuestos de Ni-P-SiC se depositaban de forma amorfa. Después de tratamientos térmicos la matriz de los recubrimientos cristalizo en cristal de níquel y fosfuro de níquel (Ni_3P).

S.Alirezaei, et al. [4] investigó el comportamiento al desgaste de los recubrimientos electrolíticos Ni – P y Ni – P – Al_2O_3 tratados térmicamente a 200, 400 y 600ºC/1h, en donde, los resultados mostraron que la existencia de partículas de alúmina, y en la matriz de recubrimiento de Ni – P condujo a un aumento en la dureza y resistencia al desgaste de los depósitos.

O. Razavizadeh et al. [5] evaluó el crecimiento de ZnO-grafeno sobre sustratos de acero, empleando la técnica sol-gel. Ellos correlacionaron los procesos mecánicos y los parámetros de obtención con el comportamiento electroquímico, reportando un incremento en la resistencia a la corrosión hasta de un 90%.

Es por ello, que esta investigación se enfoca en la producción de recubrimientos y películas delgadas nanoestructuradas de óxidos metálicos de zinc (ZnO), mediante técnicas de depositación química tales como: depositación autocatalitica (electroless) sobre materiales ferrosos. Así mismo se analiza la relación entre las propiedades microestructurales y el comportamiento ante la corrosión en una atmósfera salina y se contrastan los resultados con los obtenidos en las piezas del material ferroso sin recubrir. Adicionalmente, se estudiarán propiedades: mecánicas, estructurales y tribológicas.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El proceso de depositación química de recubrimientos NiP-ZnO se llevó a cabo sobre sustratos metálicos de acero APIX70 de dimensiones 3 x 3 x 0.3 cm, de composición química C→ 0.95%, Mn → 1.25%, Si → 0.30 %, Cr → 0.50 %, W→0.50 %, preparados superficialmente con papel abrasivo de SiC grado 180, 240, 320, 400 y 600, respectivamente. La sensibilización de la superficie se llevó a cabo a partir del siguiente procedimiento. Limpieza superficial por inmersión en un baño de acetona con agitación de ultrasonido, limpieza con una solución de NaOH a 50^{o}C, microataque en una solución diluida de ácido clorhídrico al 30% vol a temperatura ambiente. Entre cada etapa del proceso, se realizó lavados con agua destilada para evitar contaminación de las soluciones. La composición química del baño y condiciones de proceso empleados se muestran en la tabla 1, partículas cerámicas de ZnO (vía sonoquímica) serán adicionadas al baño electrolítico en diferentes cantidades de polvos en orden de 1 y 2 gramos por litro de solución.

Tabla 1 Composición química del baño electrolítico

Componentes		Concentración (g/L)
Cloruro de níquel	$NiCl_2 \cdot 6H_2O$	30
Succinato de sodio	$Na_2C_4H_4O_4 . 6H_2O$	10
Glicina	H_2NCH_2COOH	10
Hipofosfito de sodio	$NaH_2PO_2.H_2O$	83
Nitrato de plomo	$PbNO_3$	2ppm

La caracterización electroquímica de los depósitos se llevó a cabo en muestras recubiertas Ni-P-ZnO, de un área de contacto de 1 cm², se montaron en resina junto con el alambre conductor y se prepararon metalográficamente hasta acabado espejo sin añadir alúmina como se muestra en la figura 1. El lavado ultrasónico, se llevó a cabo en un limpiador ultrasónico marca Branson, modelo 1510-MT.

Figura 1. Muestras seleccionadas montadas en resina.

Finalmente, se realizaron las pruebas electroquímicas, las cuales se llevaron a cabo con ayuda de un potenciostato marca Gill AC (Figura 2b). La celda electrolítica empleada fue de un arreglo de tres electrodos: empleando como electrodo de referencia (Ag/AgCl), como electrodo auxiliar grafito y como electrodo de trabajo se emplearon muestras de 1x1 cm^2 de los recubrimientos Ni-P-ZnO. Como se muestra en la figura 2a. Al finalizar la prueba se observaron con un microscopio marca Olympus modelo GX41.

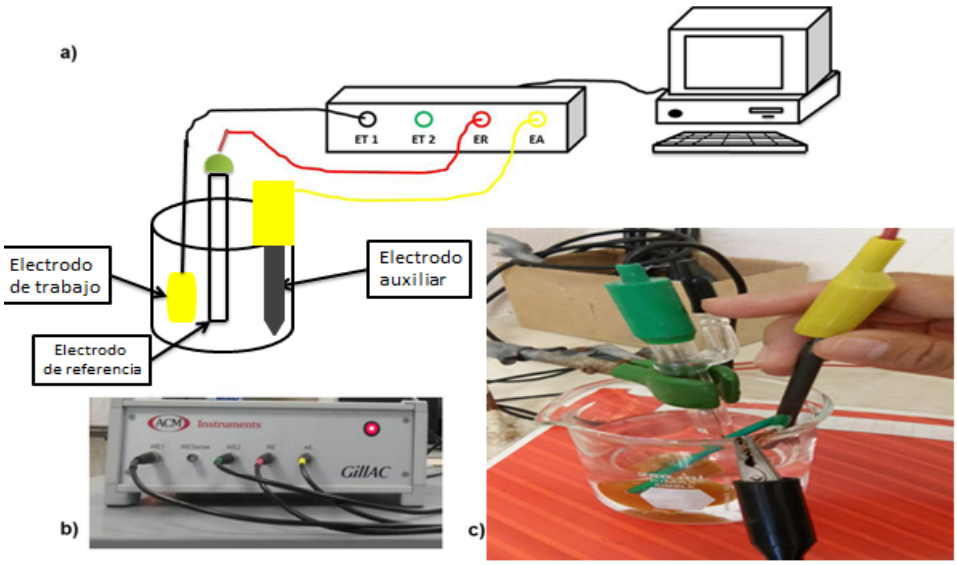
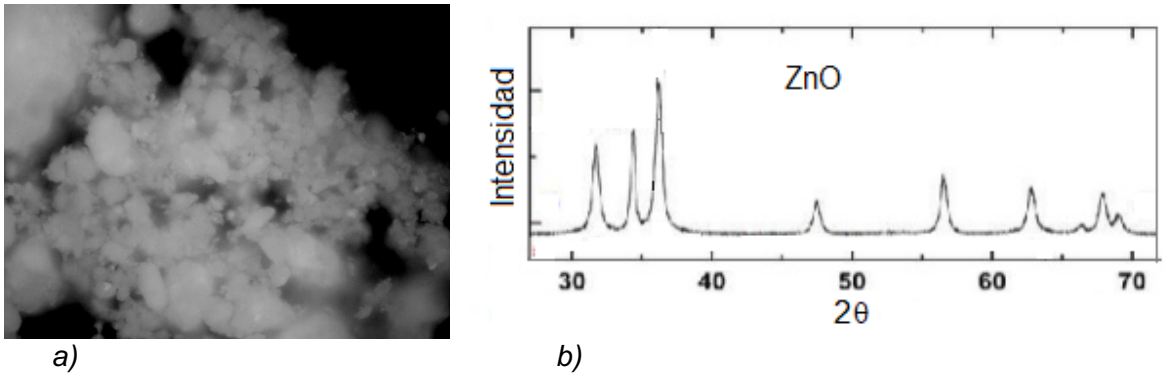


Figura 2. Potenciostato Marca Gill AC (a) y arreglo de la celda electroquímica (b).

III. RESULTADOS

1 .Caracterización de las partículas ZnO

La morfología de los polvos de ZnO fueron analizados por medio de microscopia óptica, tal como se muestra en la Fig. 3a, estos polvos muestran la presencia de partículas semiesféricas de color blanco. La caracterización estructural de las partículas de ZnO se realizó por DRX empleando un difractómetro Bruker d8 Advance operado con una fuente de radiación de CuK_a (ë = 0,15045 nm) a 30 kV, 20 mA y con una velocidad de barrido de 2°/min. La figura 3a, la figura 3b muestra el difractograma DRX de las partículas empleadas en esta investigación. Claramente se observa que las partículas sintetizadas corresponden al espectro de DRX del ZnO de estructura hexagonal wurztita, y con ausencia de picos de impurezas.



a) *b)*

Figura 3 morfología y difractograma de difracción de rayos X (DRX) de los polvos de ZnO.

2. Propiedades de corrosión de recubrimientos Ni-P-ZnO

Las variaciones del potencial de circuito abierto (OCP) con las curvas de tiempo obtenidas para los sustratos recubiertos con y sin partículas ZnO, se presentan en la Figura 4. A partir de la tendencia, se puede observar que su OCP inicial se mueve en dirección positiva pero luego desciende negativamente hasta 5 minutos de medición. Después, aumenta hacia una dirección positiva y su tasa de aumento se ralentiza después de 20 minutos de duración, logrando alcanzar un estado estable para ambos sustratos, hasta el término del ensayo.

El aumento de OCP hacia el lado positivo es más significativo para el recubrimiento Ni-P-ZnO en comparación con el sustrato sin partículas cerámicas. Los valores de OCP observados indican que el OCP del recubrimiento Ni-P ocurre más negativo (−1.43 V) en comparación con el recubrimiento Ni-P-ZnO (−1.35 V). El valor ligeramente más negativo del sustrato sin partículas ZnO, indica su comportamiento más activo, posiblemente su oxidación en el ion Ni^{2+} que cambia el potencial de equilibrio más negativo. Aunque el potencial estándar del electrodo de níquel es −2.37 V, la medición de su OCP como −1.43 V indica la formación de una capa de NiO sobre él, que es de naturaleza más catódica. En comparación, el OCP más positivo de los recubrimientos ternarios lo cual se puede deber a la presencia de partículas cerámicas ZnO. [5].

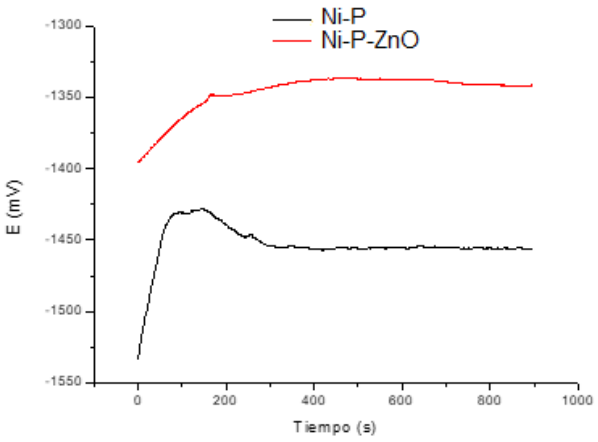


Figura 4 Curvas OCP para el recubrimiento Ni-P y Ni-P-ZnO en medio salino

3. Curvas de polarización de los recubrimientos NiP y NiP-ZnO en medio salino

La figura 5 muestra las curvas de polarización parcial catódica y anódica obtenidas después de llevar polarización parcial catódica y anódica de OCP ± 200 mV. Como lo muestran las curvas de polarización obtenidas del recubrimiento Ni-P con y sin partículas ZnO en un medio salino. Se observa que la rama anódica consiste básicamente del proceso de disolución del metal, la cual está limitada por un proceso de transferencia de carga, sin embargo, al final de la curva, la pendiente anódica aumenta indicando la absorción superficial de productos de corrosión y/o la formación de óxidos e hidróxidos. En cuanto a la rama catódica se observa que el proceso de corrosión está controlado por la difusión del oxígeno.

La medición de valores más altos de la constante de Tafel catódica (βc) para los recubrimientos con partículas ZnO indica la ocurrencia de una reacción catódica controlada pronunciada, es decir, una reacción de reducción de oxígeno ($H_2O + ½ O_2 + 2e^- \rightarrow 2OH^-$), mientras que los valores menores de I_{corr}, sugieren una mejor resistencia a la corrosión en el período inicial de exposición. [6].

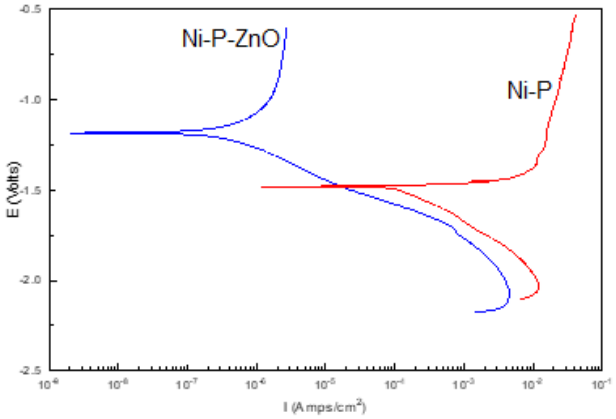


Figura 5 Curvas de polarización de los recubrimientos Ni-P y Ni-P-ZnO en medio salino.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se logró la obtención de recubrimientos de Ni-P-ZnO mediante la técnica electroless en sustratos de acero al carbón. Su caracterización micro-estructural por medio de microscopía óptica y difracción de rayos X, confirma que la técnica sonoquímica es una técnica óptima para la obtención de partículas ZnO.

Los resultados de resistencia a la corrosión tienen una mejora significativa con la presencia de las partículas ZnO, debido a su carácter cerámico.

V. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

El autor de esta investigación agradece a la UADEC por permitirnos el uso de sus instalaciones y su infraestructura para realizar la síntesis de los recubrimientos evaluados, así mismo agradecemos a la UMSNH por permitirnos el uso de equipos de caracterización de los recubrimientos Ni-P-ZnO y a la doctora JOSEFINA GARCIA GUERRA por su importante apoyo en la elaboración de este proyecto.

REFERENCIAS

[1] Davis & Associates, Surface Engineering for Corrosion and Wear Resistance. 2001: ASM International.

[2] L. Fedrizzi y et.al., «The use of electrochemical techniques to study the corrosion behaviour of organic coatings on steel pretreated with sol–gel zirconia films,» Electrochimica Acta, vol. 46, p. 3715–3724, 2001.

[3] GaoJiaqiangLiuLeiWuYatingShenBinHuWenbin, Electroless Ni–P–SiC composite coatings with superfine particles, Surface and Coatings TechnologyVolume 200, Issues 20–21, 22 May 2006, Pages 5836-5842.

[4] S.AlirezaeiS.M.MonirvaghefiM.SalehiA.Saatchi, Wear behavior of Ni–P and Ni–P–Al_2O_3 electroless coatings, Wear, Volume 262, Issues 7–8, 15 March 2007, Pages 978-985

[5] O. Razavizadeh and M. Ghorbani, Surface modification of carbon steel by ZnOgraphene nano-hybrid thin film, Surface & Coatings Technology.

[6] ZahraSharifalhoseini[a]Mohammad H.Entezari[ab]MohsenShahidi[c], Direct growth of ZnO nanostructures on the Zn electroplated mild steel to create the surface roughness and improve the corrosion protection of the electroless Ni-P coating, Materials Science and Engineering: B, Volume 231, May 2018, Pages 18-27.

Efecto de la depositación química de partículas de ZnO en el comportamiento y triboquímico de recubrimientos Ni-P (B)

Emmanuel Eli Ovalle González
Facultad de Metalurgia-UAdeC
Monclova, Coahuila
Emmanuel.ovalle@uadec.edu.mx

Asesora: Josefina García Guerra
Facultad de Metalurgia-UAdeC
Monclova,aCoahuila
Josefinagarcia@uadec.edu.mx

Resumen — Esta investigación se enfoca en la producción de recubrimientos de óxidos metálicos de zinc (ZnO), mediante la técnica de depositación autocatalitica (electroless) sobre materiales ferrosos. Así mismo se analiza la relación entre las propiedades microestructurales y el comportamiento tribológico a diferentes velocidades de deslizamiento (5 y 10 cm/s). Así mismo los mecanismos de desgaste presentados se analizaron por medio de microscopia óptica. Los resultados obtenidos en los recubrimientos logrados muestran una mejora significativa en las propiedades químicas, así como también en la resistencia al desgaste.

Palabras clave — autocatalico-electroless, comportamiento tribológico, óxidos de Zinc.

Abstract — This research focuses on the production of zinc metal oxide (ZnO) coatings, using the autocatalytic (electroless) deposit technique on ferrous materials. The relationship between microstructural properties and tribological behavior at different sliding speeds (5 and 10 cm/s) is also analyzed. Also, the wear mechanisms presented were analyzed by optical microscopy. The results obtained in the achieved coatings show a significant improvement in chemical properties as well as in wear resistance.

Keywords — autocatalytic-electroless, tribological behavior, Zinc oxides

I. INTRODUCCIÓN

La protección de superficies es reconocida como una tecnología de gran importancia para la eficiente explotación de materiales en la práctica ingenieril, y es una parte integral del diseño de procesos, así como de la creación y síntesis de materiales avanzados y novedosos. Específicamente en las últimas décadas, el sector metalmecánico a nivel nacional ha estado en constante desarrollo para suplir la demanda actual y futura en varios sectores, pero en especial, en el sector automotriz, lo cual requiere de materiales que le permitan solventar y fortalecer la demanda de piezas terminadas [1,2]. Tomando en consideración que la mayoría de las piezas y herramientas empleadas en este proceso son aceros al carbono que operan en condiciones severas tales como: elevada presión, constante exposición a ambientes corrosivos, es común que estás presenten problemas de corrosión y desgaste, bajo esta perspectiva es de vital importancia evaluar y sobre todo buscar alternativas que permitan atender los problemas de corrosión y el desgaste, que representan pérdidas económicas muy elevadas.

Por tal motivo es de gran interés, la aplicación de recubrimientos superficiales y/o películas tanto metálicos, como cerámicos, como una forma de mitigar o retardar el desgaste y la corrosión superficial. En este contexto, los depósitos de óxidos metálicos tales como; ZnO, obtenidos por técnicas de depositación química son empleados industrialmente como películas multifuncionales debido a que poseen una combinación única de propiedades que

los hacen sobresalir en su resistencia a la oxidación, a la corrosión y al desgaste, su facilidad para recubrir partes con espesor uniforme, y la capacidad de recubrir componentes de geometría compleja a condiciones de presión y temperatura ambiente es una de sus propiedades apreciadas que ha hecho que gane gran aceptación en diversas aplicaciones industriales [8,9]. En este contexto O. Razavizadeh et al. [5] evaluó el crecimiento de ZnO-grafeno sobre sustratos de acero, empleando la técnica sol-gel. Ellos correlacionaron los procesos mecánicos y los parámetros de obtención con el comportamiento electroquímico, reportando un incremento en la resistencia a la corrosión hasta de un 90%

Es por ello, que esta investigación se enfoca en la producción de recubrimientos y películas delgadas nanoestructuradas de óxidos metálicos de zinc (ZnO), mediante técnicas de depositación química tales como: depositación autocatalitica (electroless) sobre materiales ferrosos. Así mismo se analiza la relación entre las propiedades microestructurales y el comportamiento tribologico y se contrastan los resultados con los obtenidos en las piezas del material ferroso sin recubrir.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El proceso de depositación química de recubrimientos NiP-ZnO se llevó a cabo sobre sustratos metálicos de acero APIX70 de dimensiones 3 x 3 x 0.3 cm, de composición química C→ 0.95%, Mn → 1.25%, Si → 0.30 %, Cr → 0.50 % , W→0.50 %, preparados superficialmente con papel abrasivo de SiC grado 180, 240, 320, 400 y 600, respectivamente. La sensibilización de la superficie se llevó a cabo a partir del siguiente procedimiento. Limpieza superficial por inmersión en un baño de acetona con agitación de ultrasonido, limpieza con una solución de NaOH a 50°C, microataque en una solución diluida de ácido clorhídrico al 30% vol a temperatura ambiente. Entre cada etapa del proceso, se realizó lavados con agua destilada para evitar contaminación de las soluciones. La composición química del baño y condiciones de proceso empleados se muestran en la tabla 1, partículas cerámicas de ZnO (vía sonoquímica) serán adicionadas al baño electrolítico en diferentes cantidades de polvos en orden de 1 y 2 gramos por litro de solución.

Tabla 1. Composición química del baño electrolitico

Componentes		Concentración (g/L)
Cloruro de níquel	$NiCl_2 \cdot 6H_2O$	30
Succinato de sodio	$Na_2C_4H_4O_4 . 6H_2O$	10
Glicina	H_2NCH_2COOH	10
Hipofosfito de sodio	$NaH_2PO_2.H_2O$	83
Nitrato de plomo	$PbNO_3$	2ppm

La caracterización tribológica se llevó a cabo en muestras recubiertas Ni-P-ZnO, de un área de contacto de 1 cm², empleando un tribometo Anton Paar como se muestra en la figura 1. A una carga de 1N a diferentes velocidades de deslizamiento 5, 10 cm/s a una distancia de 200m. Los ensayos se realizaron ensayos de desgaste por deslizamiento pin on disk, de acuerdo a la norma ASTM G133-02. Como contraparte se emplearon bolas de α-Al_2O_3 de 6mm de diámetro y dureza de HV 2000, el cual fue presionado sobre la probeta plana con un valor de carga constante 1N, con frecuencia de 1 Hz y longitud de carrera de 6 mm. El

lavado ultrasónico, se llevó a cabo en un limpiador ultrasónico marca Branson, modelo 1510-MT.

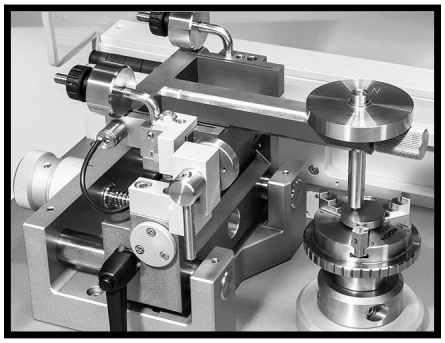


Figura 1. Tribometro Anton Paar

Una vez obtenidas las huellas, se graficaron en el programa *origin* sacando el área bajo la curva de cada huella, donde se calcula el volumen y la tasa de desgaste de acuerdo a la ecuación

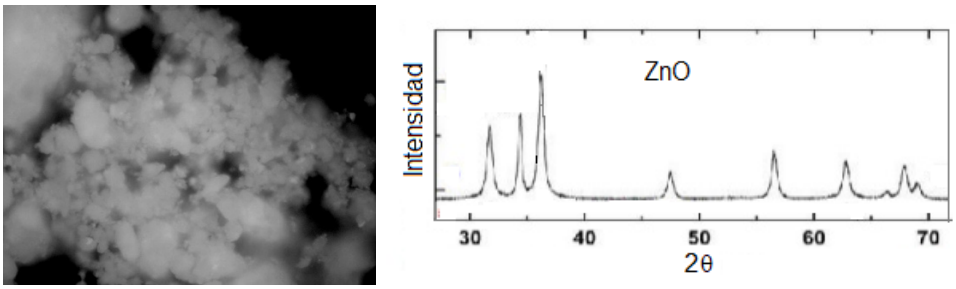
$$T\ de\ desgaste = \frac{Vdesgastado}{P*D} \quad (1)$$

dónde:
T= Tasa de desgaste (mm^3/N-mm).
P= Carga aplicada
D= distancia recorrida.
V= Volumen desgastado.

III. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

A. Caracterización de las partículas ZnO

La morfología de los polvos de ZnO fueron analizados por medio de microscopia óptica, tal como se muestra en la Fig 3a, estos polvos muestran la presencia de partículas semiesféricas de color blanco. La caracterización estructural de las partículas de ZnO se realizó por DRX empleando un difractómetro Bruker d8 Advance operado con una fuente de radiación de CuK_a (ë = 0,15045 nm) a 30 kV, 20 mA y con una velocidad de barrido de 2°/min. La figura 3a, la figura 3b muestra el difractograma DRX de las partículas empleadas en esta investigación. Claramente se observa que las partìculas sintetizadas corresponden al espectro de DRX del ZnO de estructura hexagonal wurztita, y con ausencia de picos de impurezas.



a) *b)*

Figura 3 morfologia y difractógrama de difracción de rayos X (DRX) de los polvos de ZnO

B. Propiedades tribológicas de recubrimientos Ni-P-ZnO

La modificación de la dureza superficial lograda por la presencia del recubrimiento Ni-P y las partículas ZnO, se ve reflejada en las propiedades tribológicas. La fricción y el desgaste en pares de materiales en contacto deslizante dependen de la calidad de la superficie, por lo tanto, la modificación superficial del recubrimiento Ni-P debido a la adición de partículas cerámicas de ZnO afecta directamente en la evolución del COF(μ) como se muestra en la figura 4, en donde se muestra el desarrollo del coeficiente de a las diferentes velocidades de deslizamiento en función de la distancia de deslizamiento. En general, los coeficientes de fricción de los recubrimientos están en función de la velocidad de deslizamiento, puesto que conforme se incrementa la velocidad de deslizamiento, el valor de COF disminuye, lo cual se asocia con la mayor rugosidad de la superficie que se adquiere por la presencia de partículas más grandes, obteniendo valores de 0.5 a 0.5 μm. Adicionalmente la evolución del coeficiente de fricción en todos los casos exhibe un comportamiento similar caracterizado inicialmente por un incremento rápido del coeficiente de fricción y en aproximadamente 50 m, este va en disminución, hasta alcanzar un estado estacionario a mayores tiempos de evaluación. En general se observa la disminución lineal con respecto a la velocidad de deslizamiento puesto que este factor modifica las condiciones de fricción, generando mayor aumento local de temperatura, induciendo la formación de triboreacciones que dan lugar a la formación de películas de óxido lubricantes sobre las superficies metálicas[3,4].

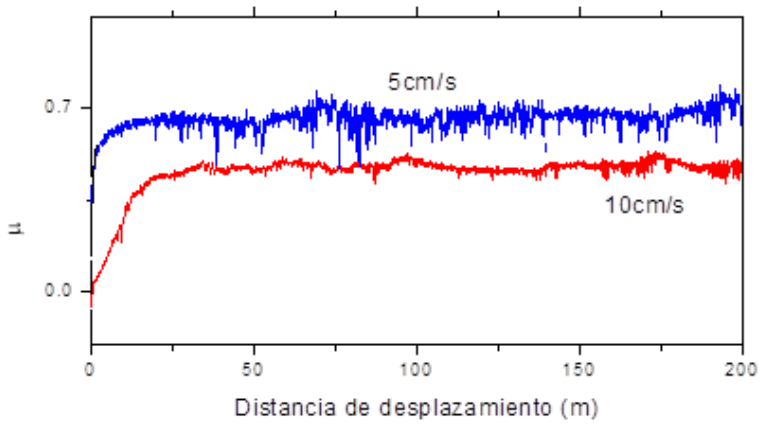


Figura 4 Evolución del coeficiente de fricción a diferentes velocidades de deslizamiento (5,10 cm/s).

Para comprender los mecanismos de desgaste que se presentan en los materiales evaluados, las superficies desgastadas fueron observadas mediante microscopia óptica. La Figura 5 muestra las imágenes ópticas de la huella de desgaste obtenido a las diferentes velocidades empleadas en el ensayo, de lo observado conlleva a concluir que el ancho de la huella está en función de la velocidad de deslizamiento. Se puede observar claramente que el mecanismo abrasivo a la máxima condición de velocidad de deslizamiento provoca mayor daño superficial y se logra mayor pérdida de material, incrementando significativamente al ancho del surco de la huella de desgaste, logrando un incremento hasta del 60% con respecto al obtenido a la velocidad de 5 cm/s.

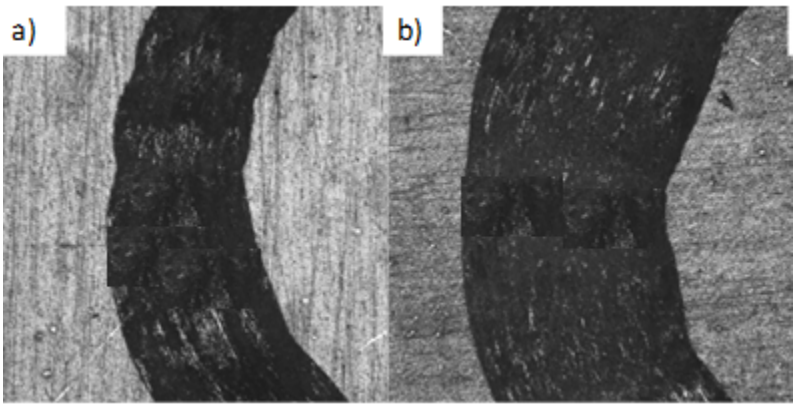


Figura 5 Imágenes ópticas de la huella de desgaste de los recubrimientos Ni-P-ZnO a 1 N a una velocidad de deslizamiento de a) 5cm/s, b) 10cm/s

El análisis por perfilometría permitió cuantificar el área desgastada, así como el análisis de la profundidad de las huellas de desgaste de los recubrimientos a las dos velocidades de deslizamiento evaluadas. Observando profundidades en un rango de 30 a 50 µm de profundidad. (Figura 6). Se observa que la presencia de las partículas ZnO reducen el deterioro superficial de los depósitos.

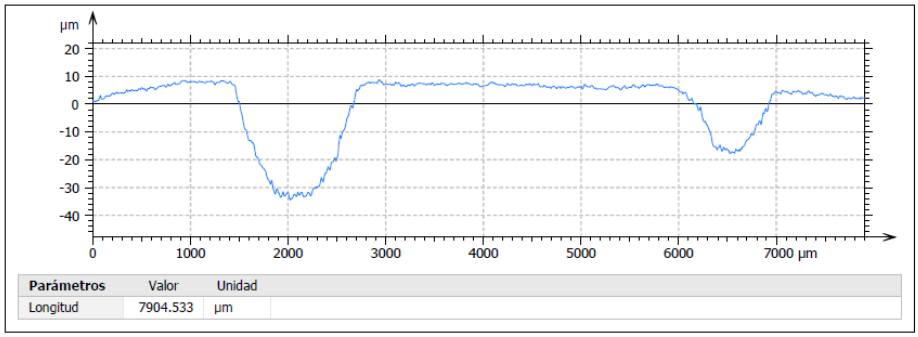


Figura 6 Huellas de desgaste evaluadas por perfilometría

IV. CONCLUSIONES

Se logro la obtención de recubrimientos de Ni-P-ZnO mediante la técnica electroless en sustratos de acero al carbón. Su caracterización micro-estructural por medio de microscopía óptica y difracción de rayos X, confirma que la técnica sonoquímic es una técnica óptima para la obtención de partículas ZnO.

-Los resultados tribológicos muestran que el coeficiente de fricción es altamente influenciado por la velocidad de desplazamiento. Así mismo se observa la mejora significativa con la presencia de las partículas ZnO, debido a su carácter cerámico.

V. RECONOCIMIENTOS

El autor de esta investigación agradece a la UADEC por permitirnos el uso de sus instalaciones y su infraestructura para realizar la síntesis de los recubrimientos evaluados,

así mismo agradecemos a la UMSNH por permitirnos el uso de equipos de caracterización de los recubrimientos Ni-P-ZnO.

REFERENCIAS

[1] Davis & Associates, Surface Engineering for Corrosion and Wear Resistance. 2001: ASM International

[2] L. Fedrizzi y et.al., «The use of electrochemical techniques to study the corrosion behaviour of organic coatings on steel pretreated with sol–gel zirconia films,» Electrochimica Acta, vol. 46, p. 3715–3724, 2001.

[3] Falcon-Franco, L., et al., *Wear performance of TiC as reinforcement of a magnesium alloy matrix composite.* Composites Part B: Engineering, 2011. **42**(2): p. 275-279.

[4] O. Razavizadeh and M. Ghorbani, Surface modification of carbon steel by ZnOgraphene nano-hybrid thin film, Surface & Coatings Technology.

[5] ZahraSharifalhoseini[a]Mohammad H.Entezari[ab]MohsenShahidi[c], Direct growth of ZnO nanostructures on the Zn electroplated mild steel to create the surface roughness and improve the corrosion protection of the electroless Ni-P coating, Materials Science and Engineering: B, Volume 231, May 2018, Pages 18-27

Efecto de la temperatura de madurado en el diámetro de poro de la SMD-1

Hugo Brian Román Chávez
Universidad Autónoma De Zacatecas
Unidad Académica de Ciencias Químicas,
Campus UAZ Siglo XXI, Carr. Guadalajara km 4,
Zacatecas, Zac
Hugo182-brian@hotmail.com

Asesor: Dr. Rufino Nava Mendoza
Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ingeniería-Campus Aeropuerto
Carr. a Chichimequillas s/n
C.P. 76140, Querétaro, Qro.
rufino@uaq.mx

Resumen — La Sílica Mesoporosa Desordenada, o SMD-1 como se abreviará en adelante, es un material mesoporoso que se sintetiza utilizando un sufractante no iónico y tetraetil ortosilicato (TEOS) como precursor de la sílica. La SMD-1 es una variante de la SBA-15 y SBA-16 con una estructura "wormhole". En este experimento se registra el efecto de temperatura de madurado de la SMD-1 en la adsorción de CO_2. La caracterización se llevó a cabo con TGA y XRD.

Palabras clave — SMD-1, materiales mesoporosos, adsorción de CO_2, proceso sol-gel.

Abstract — Disordered Mesoporous Silica, or SMD-1 as it will be abreviated, is a mesoporus material synthetized using a nonionic surfactant and tetraethyl ortosilicate (TEOS) as precursor of the silica. SMD-1 is a variant of SBA-15 and SBA-16 with a "wormhole" structure. In this experiment the effect of the SMD-1 temperature of madurate is registered in the adsorption of CO_2. The characterization was yield with TGA and XRD.

Keywords — SMD-1, mesoporous materials, CO_2 adsorption, sol-gel process

I. INTRODUCCIÓN

Como sabemos, el dióxido de carbono es uno de los gases de efecto invernadero que más afecta en la actualidad respecto al calentamiento global, por lo cual se han diseñado varios procesos para reducir las emisiones y concentraciones de este gas en la atmósfera.

En este experimento se pretende hacer una adsorción de dióxido de carbono por medio de la reacción entre este y el hidróxido de magnesio o el óxido de magnesio para así transformarlo en carbonato de magnesio, una vez obtenido el carbonato de magnesio este se puede utilizar como material de construcción, dándole un uso extra a este proceso. Para esto se utilizará como soporte de estos reactivos la SMD-1, la cual es una variante de la SBA-15 y SBA-16 con una estructura hexagonal pero tipo wormhole, como el camino de un gusano. La SMD-1 se sintetiza a partir del proceso sol-gel utilizando el sufractante pluronic f127 como agente director de poro.

Una vez sintetizada la muestra se impregnará con acetato de magnesio para después con temperatura convertirlo en hidróxido de magnesio u óxido de magnesio, según se muestre en la gráfica TGA.

Para corroborar que sí se haya transformado de acetato de magnesio a hidróxido de magnesio se le han realizado análisis de difracción de rayos X (XRD) en el cual se tendrá que observar el plano cristalográfico del hidróxido de magnesio.

(aquí falta saber qué se le tiene qué hacer, supongo que tiene que ponerse con dióxido de carbono o caracterizarse de otras maneras).

II. MARCO TEÓRICO

A. Materiales mesoporosos

Los sólidos inorgánicos porosos son de gran utilidad en intercambio iónico como soportes catalíticos, catalizadores y adsorbentes por sus propiedades texturales, térmicas y estructurales (Peña y col., 2009).

La IUPAC ha clasificado los materiales porosos según el tamaño de poro en (Posada y col., 2011):

Microporosos: diámetro de poro inferior a 2 nm.

Mesoporosos: diámetro de poro en el intervalo 2-50 nm.

Macroporosos: con diámetro de poro superior a 50 nm.

En 1992, científicos de la compañía Mobil Oil publicaron la primera síntesis de la familiade mallas moleculares silicato mesoporosas (a base de sílice y aluminosilicatos) denominada M41S, donde se incluyen las tres fases con arreglo de los poros: a) la fase laminar MCM-50, b) la fase cúbica MCM-48 y c) hexagonal MCM-41 (Selvam y col., 2001). Ver **Figura 1**

a) b) c)

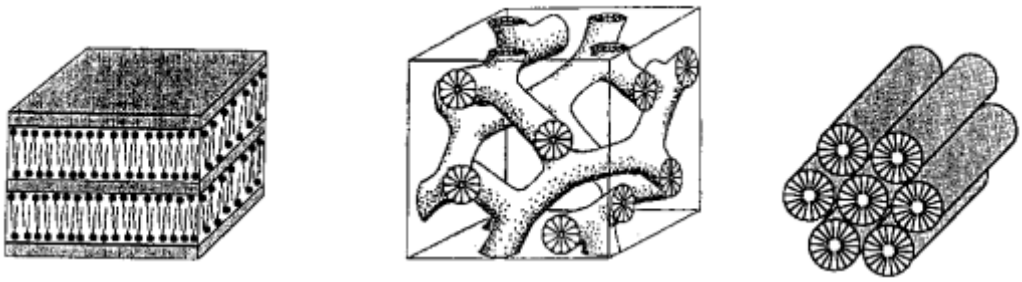


Figura 1. Representación esquemática de las diferentes estructuras de la familia M41S: a) Laminar, b) Cúbica y c) Hexagonal (Selvam y col., 2001).

1) Sílice

La sílice es un material de naturaleza inorgánica (SiO2) proveniente de la policondensación de los grupos silanoles (-Si-OH) del ácido silícico (Si (OH)4). El SiO2 es muy estable, presenta alta área específica y posee excelentes propiedades mecánicas pero es bastante inerte lo que limita su aplicación como catalizador o soporte catalítico (Peña y col., 2009).

2) Precursor de sílice

Los precursores de sílice o de síntesis de coloides en el proceso sol-gel, consisten de un metal o elemento metaloide rodeados por varios ligandos. Los alcóxidos metálicos son los más populares porque reaccionan rápidamente con agua. Los más usados son los alcoxisilanos, como el tetraetoxisilano (TEOS) (Ojeda-López y col., 2014).

3) Surfactantes

Los surfactantes son compuestos orgánicos que poseen al menos un grupo hidrofílico (polar, soluble en agua) y un grupo hidrofóbico (no polar, facilita solubilidad en disolventes no polares y aceites)

Surfactantes no iónicos: Son aquellos que no se disocian en agua y la cabeza hidrófila tiene una carga neutra. La cadena hidrófila la forma generalmente una cadena de poli (óxido de etileno) o poli (óxido de propileno) y la cola es una cadena alifática o alquilaromática. Se usan comúnmente en la formación de emulsiones, como dispersantes y detergentes (Misra y col., 2010). Dentro de los surfactantes no iónicos se encuentra el Pluronic F-127.

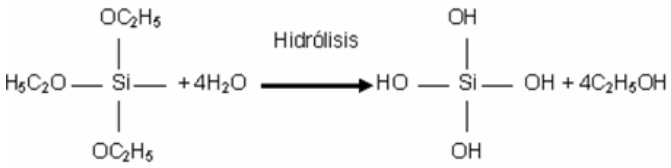
B. Proceso SOL-GEL

El proceso sol-gel implica la evolución de redes inorgánicas mediante la transformación continua de una solución a una suspensión coloidal de partículas sólidas en un líquido o dispersión coloidal (sol) y la condensación del sol al formar una red en fase líquida continua (gel)

Las principales reacciones químicas durante el proceso de Sol-Gel son:

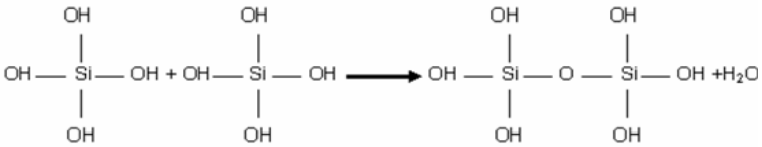
1) Hidrólisis y condensación de agua y alcohol

En esta etapa el tetraetilortosilicato (TEOS) reacciona con el agua en una reacción de hidrólisis, en esta etapa los grupos alcóxidos, OC_2H_5, son sustituidos por hidróxilos (OH) obteniéndose etanol y silanol (hidróxidos de silicio).

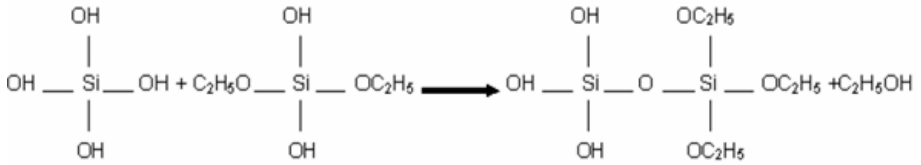


Posteriormente los enlaces siloxanos, Si-O-Si, se forman simultáneamente mediante:

1. Condensación de agua con la reacción de grupos hidróxilos de los hidróxidos de silicio



2. Condensación de alcohol con la reacción de un grupo hidroxilo (Si-OH) y un grupo alcóxido



Esta reacción se lleva a cabo hasta formar una red sólida tridimensional, gel, conteniendo en sus poros agua y etanol (Guzmán and Giles, 2012).

La estructura del gel se verá afectada por la temperatura, concentración de electrolitos, naturaleza del precursor, tipo de alcóxido, velocidad de reacción de hidrólisis y condensación (Wan and Zhao, 2007).

2) Gelificación

Etapa en la que se forma una red tridimensional por la unión de las partículas de sílice condensadas y un incremento en la viscosidad de la solución (Palma y col., 2010).

3) Madurado

Etapa donde se estabiliza la estructura y se consolida la matriz sólida en condiciones hidrotérmicas (Palma y col., 2010, Kato y col., 2005).

4) Secado

Eliminación del líquido que contiene el gel dentro de los poros formados por la red.

5) Calcinado

Etapa donde es eliminado el material orgánico a una temperatura de 500°C, el grupo alcóxido (SI-OC2H5) se calcina, dejando en el material solamente enlaces siloxanos (Si-O-Si) (Depagne y col., 2011, Martinelli, 2014).

$$Si\,(OCH_2CH_3)_4 + 4H_20 \rightarrow Si\,(OH)_4 + 4CH_3CH_2OH$$
$$Si\,(OH)_4 + 4CH_3CH_2OH \rightarrow SiO_2 + 2H_2O\ 1\ MOL\ TEOS = 1\ MOL\ SiO_2$$

El marco teórico debe contener información sobre los conceptos teóricos que sustentan el tema a desarrollar en el trabajo, y debe plantearse lo más sintetizada posible. La sección es opcional; en caso de que no sea incluida, se deben mencionar brevemente los fundamentos teóricos del trabajo al inicio de la sección de materiales y métodos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. SINTESIS DE LOS MATERIALES MESOPOROSOS DEL TIPO SMD-1

La síntesis de la sílice mesoporosa SMD-1 se realizó mediante el proceso Sol-Gel y siguiendo el procedimiento propuesto por Fuertes (2004) y Nava (2013), utilizando el surfactante neutro pluronic F127 como agente director de la mesoestructura.

A manera de resumen, en un vaso de precipitados se pesan 6.25 gr del surfactante Pluronic F127 y se disuelve con 120 mL de una solución 2M de HCl(ac) y 30 mL de agua a

temperatura ambiente y con agitación constante durante 1 hora, bajo agitación vigorosa para asegurar la disolución completa del surfactante.

La solución se coloca en un matraz de vidrio de fondo redondo de 3 bocas y posteriormente se agrega 13 ml de TEOS (Tetraetil ortosilicato), iniciando el proceso sol-gel. La mezcla se mantiene con agitación a temperatura constante de 35°C durante 24 horas.

Al término de las 24 horas se lleva a cabo el proceso de madurado pasando la mezcla a un frasco de polipropileno, se cierra, se introduce a la mufla durante 48 horas a 80 °C. Posteriormente, se recupera el sólido por filtración, se lava por triplicado con agua desionizada para eliminar el exceso de HCl, para dejar secar a temperatura ambiente.

Se colocan los sólidos recuperados en una capsula de porcelana, se seca a 110°C por 18 horas, para eliminar por completo las moléculas de agua contenidas en el material y posteriormente se calcina en la mufla a 500°C por 4 horas.

En éste proceso se eliminan las moléculas orgánicas del surfactante Pluronic F127. Finalmente se obtiene el material mesoporoso SMD-1 (Acosta-Silva y col., 2013).

Un esquema del procedimiento de síntesis de la SMD-1 se presenta en la **Figura 2**.

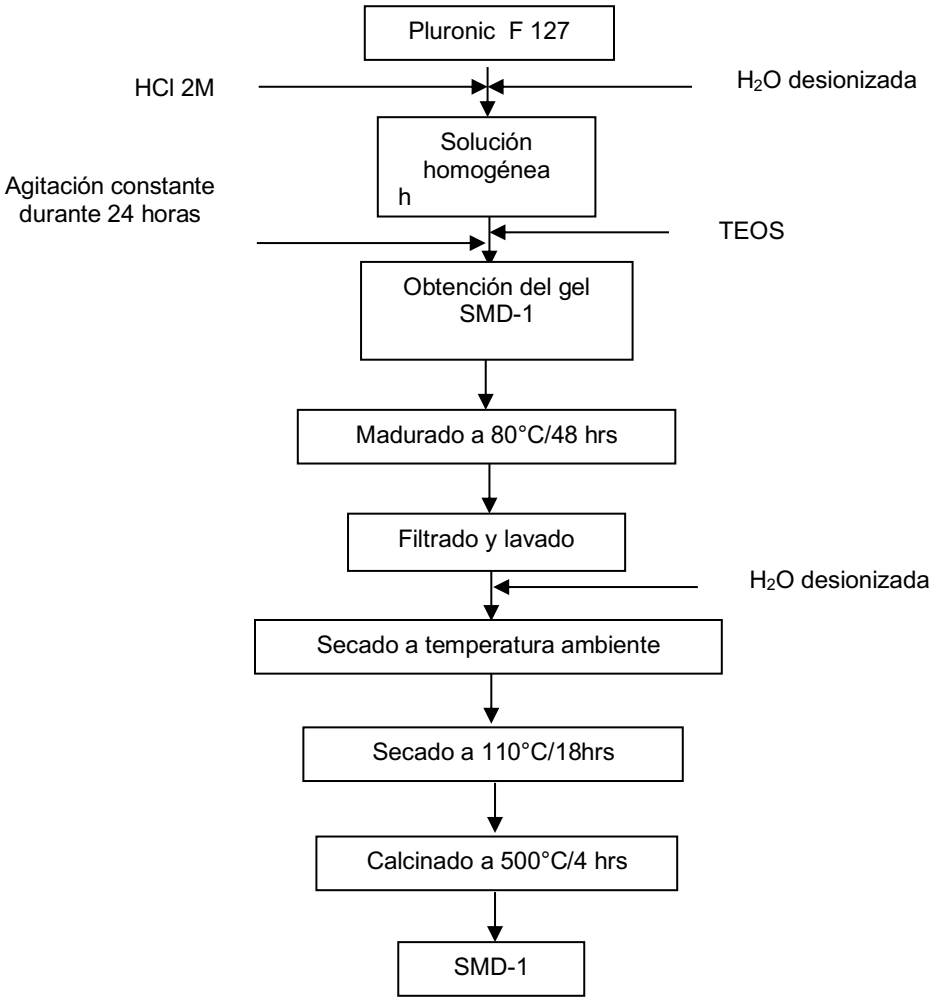


Figura 2. Procedimiento de síntesis del material mesoporoso SMD-1.

Las muestras sintetizadas a diferentes temperaturas de madurado se fueron registrando de la siguiente manera:

Muestra 1: temperatura de madurado a 80°C

Muestra 2: temperatura de madurado a 100°C

Muestra 3: temperatura de madurado a 120°C

Muestra 4: temperatura de madurado a 120°C (2)

B. INCORPORACIÓN DEL ACETATO DE MAGNESIO EN LA SUPERFICIE INTERNA DE LOS POROS DE LA SMD-1-80

Una vez sintetizada cada muestra se impregnó con acetato de magnesio al 10% en peso. Se tomaron muestras de 1.5 g de cada soporte las cuales fueron impregnados con 1.5 mL de Acetato de magnesio en dilución al 10%.

C. CARACTERIZACIÓN DE LA SÍLICE MESOPOROSA DESORDENADA SMD-1

Las isotermas de adsorción-desorción de N_2 a 77 K de las muestras de SMD-1 maduradas a 80 y 120°C, se midieron en un equipo Autosorb iQ2, de la marca Quanthachrome. La distribución del tamaño de poro se calculó mediante el método de B.J.H. (Barret-Joyner-Halenda) y utilizando los datos de la isoterma de desorción.

IV. RESULTADOS

A. ISOTERMAS DE ADSORCIÓN-DESORCIÓN

Las isotermas de adsorción-desorción de nitrógeno a 77K de los materiales SMD-1-80 y SMD-1-120, madurados a 80 y 120°C, respectivamente, se presentan en la Figura 1.

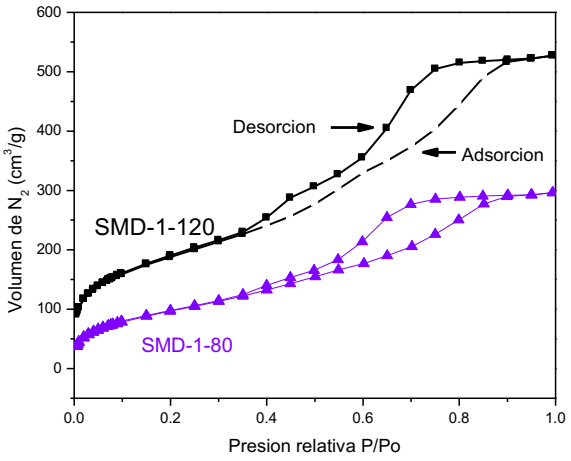


Figura 1. Isotermas de adsorción-desorción de las muestras de SMD-1-80 y SMD-1-120.

En la Figura 2 se exhiben las distribuciones de diámetro de poro de las muestras SMD-1-80 y SMD-1-120.

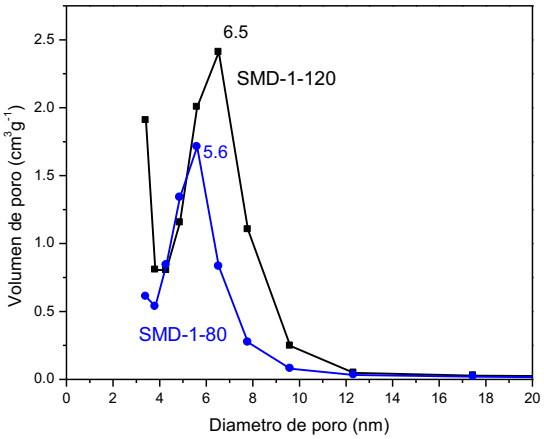


Figura 2. Distribuciones de diámetro de poros de las muestras de SMD-1-80 y SMD-1-120.

B. ANÁLISIS TERMOGRAVIMÉTRICO (TGA-DTA)

Para encontrar el punto en el que el acetato de magnesio se transforma a hidróxido de magnesio y posteriormente a óxido de magnesio se tuvo que realizar un análisis de TGA, el cual se muestra en la Figura 3. Se puede observar que existe una primera pérdida de peso, esta es debido al agua que se pierde de la muestra impregnada, después se observa la transformación a hidróxido de calcio y posteriormente a óxido de calcio, estas temperaturas se denotan en un punto aproximado de 170°C para el hidróxido de calcio y de cerca de 440°C para el óxido de calcio.

Una vez conocidas estas temperaturas se decidió hacer una primera prueba donde se calcinó una muestra de SMD-1 impregnada con acetato de magnesio a 180°C para obtener el hidróxido de calcio puro.

Para comprobar que sí se obtuvo el hidróxido de calcio se realizó un estudio simple de difracción de rayos X (XRD) a cada muestra como se ve en las Figuras 4 y 5.

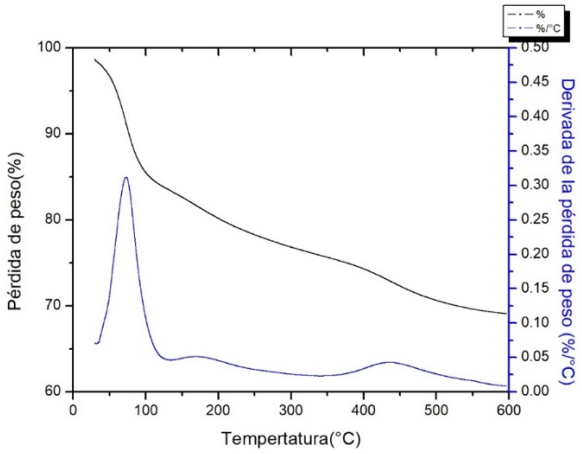


Figura 3.- TGA de la descomposición del acetato de magnesio.

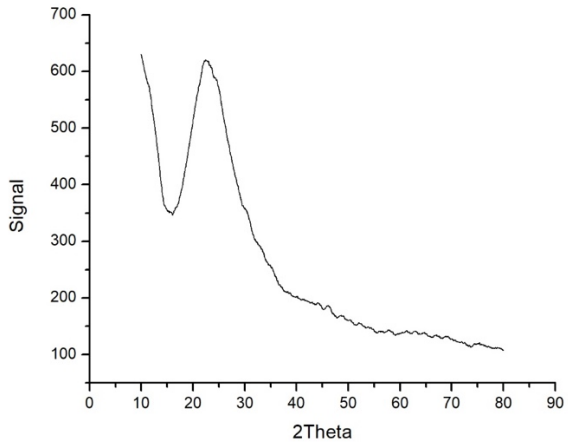


Figura 4.- Difractograma de rayos X para la muestra 1

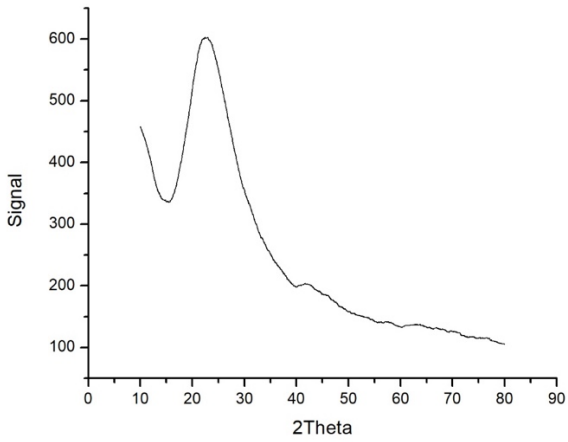


Figura 5.- Difractograma de rayos X para la muestra 2.

4) DISCUSIÓN

En la Figura 1 se muestran las isotermas de adsorción-desorción de los materiales mesoporosos SMD-1-80 y SMD-1-120, ambas isotermas corresponden al tipo IV, debido al llenado de los mesoporos por el fenómeno de condensación capilar. Además, se observa su curva de histéresis de tipo H1, que de acuerdo a la clasificación IUPAC, la cual es característica de los sólidos mesoporosos. Este ciclo de histéresis con dos etapas de condensación (bimodal) se presenta en los intervalos de P/Po de 0.4 a 0.6 y 0.6 a 0.9, lo cual se asocia a mesoporos relativamente uniformes (porosidad estructural o de red) y una porosidad complementaria (porosidad textural o de interpartículas) respectivamente.

La isoterma de la muestra madurada a 120°C (SMD-1-120) exhibe curva de histéresis más alargada, indicando una mayor porosidad en el material con una distribución de poro más amplia (Figura 2) y con un tamaño de poro mayor. Estos resultados ponen de manifiesto el efecto de la temperatura de madurado en el diámetro de poro del material.

La Figura 3 presenta el TGA de la muestra (SMD-1-80). En el primer intervalo de temperatura, desde 25 a 90°C aproximadamente se visualiza un gran cambio en la masa de la muestra, la cual se atribuye a la evaporación del agua presente en la muestra. Más adelante, en una temperatura aproximada de 170 grados se observa el otro cambio en la masa, el cual se ve reflejado en la curva de la derivada, gracias al cual se determinan las temperaturas en el máximo de la curva. La siguiente reacción correspondiente a la transformación de hidróxido de magnesio al óxido de magnesio que se registra en la temperatura de 440°C.

En las Figuras 4 y 5 no se obtuvo una respuesta esperada, esto se atribuye mayormente a que a la temperatura que fue calcinado el material fue muy baja y con poco tiempo. Además de que fue impregnada con muy poco material, y por eso los planos cristalográficos no alcanzan a ser observados con claridad. Sin embargo, después del suavizado se pueden observar mejor algunos picos pequeños los cuales sí nos podrían indicar la presencia de alguna especie de interés.

5) CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados de las Isotermas de Adsorción-Desorción de nuestras muestras demuestran que la metodología utilizada en este estudio permitió obtener la sílice mesoporosa desordenada SMD-1, con arreglo de los poros del tipo camino de gusano.

Además, el incremento en la temperatura de madurado (hasta 120°C) no destruye el arreglo camino de gusano de los poros en la SMD-1, incrementando el diámetro del poro con una distribución más amplia.

Los termogramas (TGA) y los patrones de difracción de rayos-X (DRX) indican la incorporación de las nanopartículas de MgO en la superficie interna de los poros de la SMD-1.

6) RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Mis más cálidos agradecimientos a la familia Hernández Olguín quienes me permitieron ser parte de su maravillosa familia durante el mes de estancia en la bella ciudad de Querétaro, Querétaro.

Así mismo, se agradece profundamente al Doctor Rufino Nava Mendoza y a su alumna de maestría Ireri Graciela Segura Gutiérrez, quienes estuvieron siempre al pendiente de mi trabajo y desarrollo dentro del laboratorio de nanociencias, perteneciente a la Facultad de Ingeniería, en el centro Académico Multidisciplinario, en la Universidad Autónoma de Querétaro, Campus Aeropuerto.

REFERENCIAS

Acosta-Silva, Y. J., Nava, R., Hernandez-Morales, V., Macías-Sánchez, S. A. & Pawelec, B. 2013. TiO 2/DMS-1 disordered mesoporous silica system: Structural characteristics and methylene blue photodegradation activity. *Microporous and Mesoporous Materials,* 170**,** 181-188.

Guzmán, O. G. y Giles, J. A. T. 2012. Proceso Sol-Gel. Crónica Naranja., 27.

Mannhardt, K., Schramm, L. L. y Novosad, J. J. 1992. Adsorption of anionic and amphoteric foam-forming surfactants on different rock types. Colloids and Surfaces, 68, 37-53

Ojeda-López, R., Pérez-Hermosillo, I. J., Esparza-Schulz, J. M. y Domínguez-Ortiz, A. 2014. Efecto de la temperatura de calcinación sobre la concentración de grupos silanoles en superficies de SiO2 (SBA-15). Avances en Química, 9, 21-28.

Efecto de tratamientos térmicos de temple, recocido y revenido sobre las propiedades mecánicas de un acero (A)

Alexis Francisco Escobedo Macias
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de Metalurgia
Carretera 57 Km 5, Los Bosques, 25710,
Monclova, Coah.
alexis.escobedo@uade.edu.mx

Asesora: María de Jesús Soria Aguilar
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de Metalurgia
Carretera 57 Km 5, Los Bosques, 25710,
Monclova, Coah.
mjsoriaa@yahoo.com.mx

Resumen — En este artículo se discute el efecto de los tratamientos térmicos de temple, recocido y revenido sobre la dureza de un acero comercial (A36) para uso de grado estructural, donde los factores que intervienen en dichos procesos son temperatura, el tiempo de calentamiento y la velocidad de enfriamiento. El objetivo de esta investigación es conocer el efecto de estos tratamientos térmicos sobre la dureza del material y como afectan los factores en dichos tratamientos. Los resultados obtenidos muestran que las probetas templadas (Austenización) a una elevada temperatura incrementan su dureza, mientras que tanto en el recocido Inter crítico a mayor velocidad de enfriamiento hubo un incremento de dureza y solo en el revenido a elevada temperatura disminuye la dureza.

Palabras clave — Dureza, tratamientos térmicos, medios de enfriamiento, temple, acero.

Abstract — In This article discusses the effect heat treatments, of hardening, annealing and tempering on the hardness of a commercial steel (A36) for structural grade use, where the factors involved in such processes are temperature, heating time and cooling rate The objective of this investigation is to know the effect of these thermal treatments on the duration of the material and how the factors of such treatments. The results detected that increase the temperate temperatures (Austenization) at an elevated temperature increase its hardness, while both in the intercritical reciprocal at a higher rate of fever there was an increase in hardness and only in the tempering at high temperature does the hardness increase.

Keywords — Hardness, cooling rate, heat treatments, hardening, steel.

I. INTRODUCCIÓN

Los procedimientos en los tratamientos térmicos son muy numerosos y variados según el fin que se pretende conseguir. La gran cantidad de tratamientos térmicos, las distintas aleaciones y sus reacciones y las diferentes exigencias técnicas requieren soluciones y conocimientos profundos de la materia. Los tratamientos térmicos pretenden endurecer o ablandar el acero, modificando también su estructura cristalina ya que esta le va dar las propiedades mecánicas al material. Podemos distinguir dos razones principales para efectuar tratamientos térmicos en los cuales se pretende conseguir un endurecimiento (temple), un ablandamiento (recocido) o reducir la dureza (revenido). El temple consiste en calentar el acero a una temperatura determinada por encima de su punto de transformación para lograr una estructura cristalina determinada (estructura austenítica), seguido de un enfriamiento rápido con una velocidad superior a la crítica, que depende de la composición del acero, para lograr una estructura austenítica, martensítica o bainítica, que proporcionan a los aceros una dureza elevada. Para conseguir un enfriamiento rápido se introduce el acero en agua, aceite, sales o bien se efectúa el enfriamiento con aire o gases. La velocidad de enfriamiento depende de las características de los aceros y de los resultados que se

pretenden obtener. Se aplica exclusivamente a los metales templados y es, por lo tanto, un tratamiento complementario del temple. Con el revenido se pretende mejorar la tenacidad del metal templado a expensas de disminuir un poco su dureza. El tratamiento térmico de recocido es el proceso mediante el cual se calienta el acero por encima de las temperaturas de transformación a la fase austenítica seguida de un enfriamiento lento, se aplica al acero para ablandarlo y proporcionarle la ductilidad y maleabilidad. La diferencia entre los tratamientos de temple, revenido y recocido se define con la velocidad de enfriamiento que sirve para definir la dureza y la resistencia finales de la pieza

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Materiales

Se utilizaron 36 probetas de acero (A36) con un una base de 3.44 cm, una altura de 5.47 cm y un espesor de 0.947 cm.

B. Métodos

Los tratamientos térmicos evaluados se realizaron en el laboratorio de tratamientos térmicos de la Facultad de Metalurgia. El cual cuenta con tres hornos tipo mufla (Carbolite CWF-1300), una cortadora cierra cinta (RF-712N), un durómetro (Identron- NI800), un microscopio (Olympus-GX41) Y elementos aptos para realizar los procesos de temple, recocido y revenido. Para este trabajo se utilizaron medios de enfriamiento diferentes para el caso de temple se usó aire y aceite; para recocido agua y agua con sal; y para revenido solo se utilizó aire. En la Tabla 1 se muestran las pruebas realizadas en el laboratorio.

Tabla 1. Factores de los tratamientos térmicos realizados en cada probeta.

PRUEBA	T1 AUS	t1	VEL. ENFRIAMIENTO	T2 RI	t2	VEL. ENFRIAMIENTO	T3 REV	t3	VEL. ENFRIAMIENTO
1					t1	AGUA		t1	
2			AIRE		t1	AGUA		t2	
3					t1	AGUA CON SAL		t3	
4					t2	AGUA		t1	
5	1		ACEITE FRIO	1	t2	AGUA	1	t2	
6					t2	AGUA CON SAL		t3	
7			ACEITE		t3	AGUA		t1	
8			CALIENTE		t3	AGUA		t2	
9					t3	AGUA CON SAL		t3	
10					t3	AGUA		t1	
11			AIRE		t3	AGUA		t2	
12					t3	AGUA CON SAL		t3	
13					t1	AGUA		t1	
14	2	Tiempo constante	ACEITE FRIO	2	t1	AGUA	2	t2	**AIRE**
15					t1	AGUA CON SAL		t1	
16			ACEITE		t2	AGUA		t2	
17			CALIENTE		t2	AGUA		t3	
18					t2	AGUA CON SAL		t2	
19					t2	AGUA		t2	
20			AIRE		t2	AGUA		t3	
21					t2	AGUA CON SAL		t1	
22					t3	AGUA		t2	
23	3		ACEITE FRIO	3	t3	AGUA	3	t3	
24					t3	AGUA CON SAL		t1	
25			ACEITE		t1	AGUA		t2	
26			CALIENTE		t1	AGUA		t3	
27					t1	AGUA CON SAL		t1	

Fig.1. Retiro de la probeta del horno de mufla hacia el recipiente del medio de enfriamiento.

Algunos utensilios utilizados para estos procesos de tratamientos térmicos fueron elementos de protección personal como: bata de laboratorio, guantes de asbesto aluminizado, careta fotosensible y demás elementos como recipientes para almacenar los diferentes medios de enfriamiento y pinzas, estos utensilios se pueden observar en la Figura 1.

C. Medición de dureza

Se realizaron medición de dureza Rockwell B en 36 probetas previamente seccionadas y preparadas para tal fin. Con la finalidad de analizar el efecto de las variables de tratamientos térmicos, los valores promedios de dureza fueron analizados con ayuda del software Minitab. En la Figura 2 Se puede mostrar la medición de dureza de una probeta.

Fig.2. Resultado de una prueba de dureza.

Tabla 2. Resultados del Minitab de los promedios de dureza escala Rockwell B.

PRUEBA	DUREZA	PRUEBA	DUREZA	PRUEBA	DUREZA	
1	77.1666667	13	80.7666667	25	82.6666667	
2	77.7	14	76.9333333	26	82.5333333	
3	79.9666667	15	80.8666667	27	99.0333333	
4	74.4333333	16	79.1666667	A	73.3	
5	78.0666667	17	72.5666667	B	79.2333333	
6	83.9666667	18	77.4	C	79.9	
7	81.2666667	19	82.5666667	D	76.0333333	
8	79.8333333	20	84.6333333	E	78.8333333	
9	86.3666667	21	103.533333	F	80.9	
10	72.3333333	22	84.9666667	G	74.7666667	
11	74.5666667	23	82.1666667	H	78.8333333	
12	77.7	24		105.7	I	78.3333333
					R	76.9

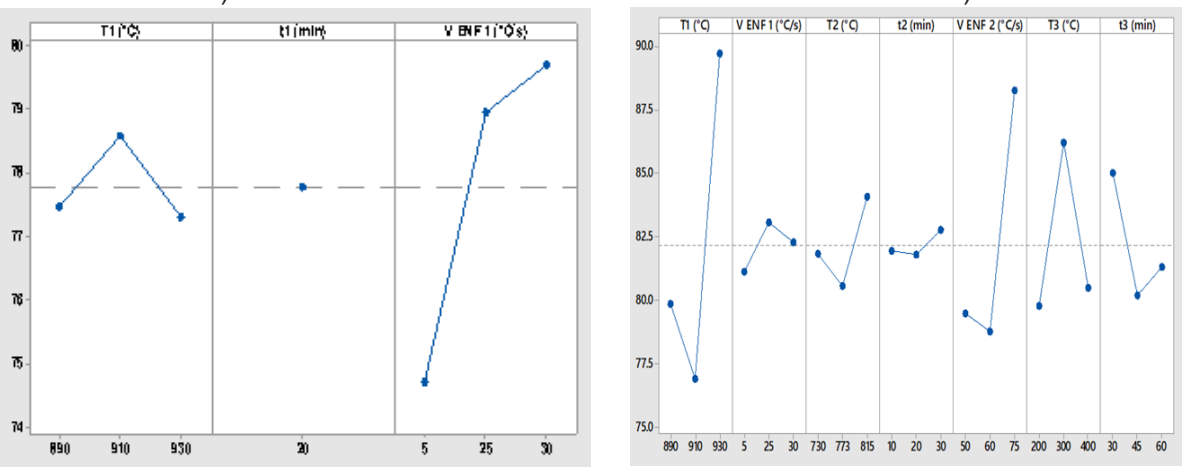
III. RESULTADOS

En la Tabla 2 se muestran los resultados de dureza del acero comercial (A36), realizados en el durómetro a escala Rockwell B. Los resultados arrojaron que las probetas 6,7,9,19,20,21,22,23,25,26,27, lograron alcanzar una mayor dureza esto debido a los tratamientos térmicos realizados, los promedios con mayor incremento de dureza en el acero van de los 81.26 a 103.53 HRB.

IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este acero comercial los procesos de temple y recocido logran aumentar la dureza del material en el caso del revenido sucede lo contrario esta disminuye la dureza. Mediante el software Minitab se pudo analizar gráficamente como los factores de temperatura y velocidad de enfriamiento logran incrementar la dureza en el caso del temple y estas fueron comparadas con el análisis de las muestras de referencia, en la Figura 3 se pueden observar los resultados de este análisis, también se pudo analizar que a mayor temperatura de austenización la dureza incrementa, en la Figura 4 se muestra el análisis de incremento de dureza en la austenización. En el proceso de recocido ocurre algo similar, a mayor velocidad de enfriamiento la dureza también incrementa y en el revenido a mayor temperatura y velocidad de enfriamiento la dureza disminuye aún más.

a) b)



a) b)

Fig.3. Análisis de dureza a) antes y b) el después.

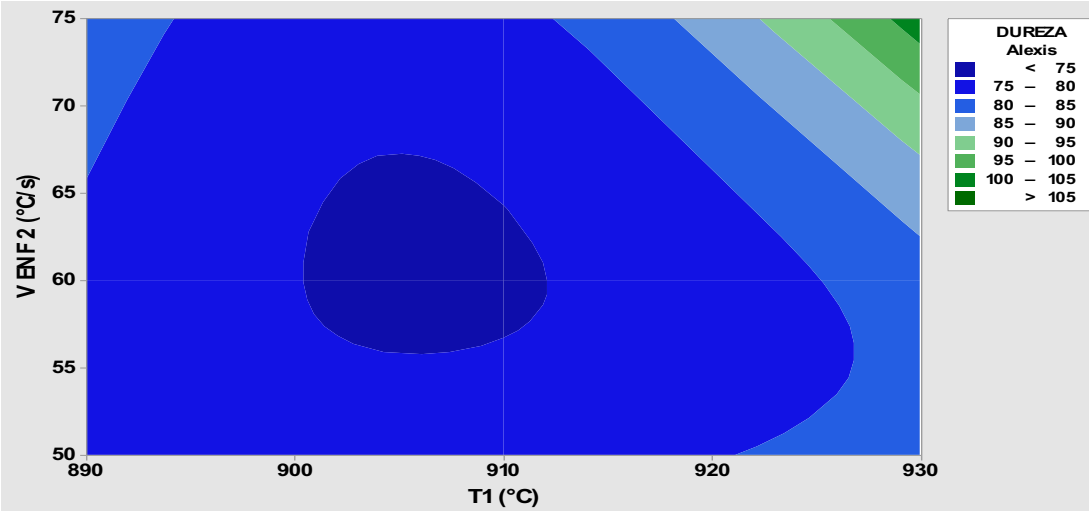


Fig. 4..Análisis de dureza en el proceso de temple.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para lograr que el material pueda obtener las propiedades mecánicas deseadas, ya sea que el material alcance una mayor o menor dureza esto dependerá de los tratamientos térmicos que se realicen al igual que los factores de temperatura, tiempo de calentamiento y velocidades de enfriamiento, también es posible emplear diferentes medios de enfriamiento, ya que puede depender del tipo de material con el que se vaya a trabajar, el cual se debe conocer sus características, composición química etc.

VI. AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo de la Facultad de Metalurgia, sin olvidar la colaboración de mi compañera Frida Salazar Ferrel y Ariadna Delgadillo, así como

la ayuda de la Dra. Ma. de Jesús Soria Aguilar mediante la supervisión del trabajo de investigación y revisión de dicho artículo.

REFERENCIAS

[1] *Formato PDF para presente artículo.* Disponible en: https://jci.uniautonoma.edu.co/2016/2016-7.pdf [consultado en junio 2019].

[2] *Formato PDF para presente artículo*. Disponible en: http://somim.org.mx/memorias/memorias2010/A3/A3_34.pdf [consultado en junio 2019].

[3] *Formato PDF para presente artículo.* Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/pdf/ingeniare/v26n3/0718-3305-ingeniare-26-03-00430.pdf [consultado en junio 2019].

Efecto de tratamientos térmicos de temple, recocido y revenido sobre las propiedades mecánicas de un acero (B)

Frida Guadalupe Salazar Ferrel
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de Metalurgia
Carretera 57 Km 5, Los Bosques, 25710,
Monclova, Coah.
fridasalazarferrel@uadec.edu.mx

Asesora: María de Jesús Soria Aguilar
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de Metalurgia
Carretera 57 Km 5, Los Bosques, 25710,
Monclova, Coah.
mjsoriaa@yahoo.com.mx

Resumen —Se realizaron diferentes tratamientos térmicos en un acero comercial A36 obtenido por un proceso de laminación en caliente, con la finalidad de mejorar sus propiedades microestructurales, y por ende, sus propiedades mecánicas. En este trabajo, fue posible comprobar que la serie de tratamientos térmicos aplicados, permiten modificar sustancialmente la microestructura y con ello, mejorar la dureza del material.

Palabras clave — Tratamientos térmicos, microestructura, martensita, dureza.

Abstract — Different heat treatments were performed on a commercial A36 steel obtained by a hot rolling process, in order to improve its microstructural properties, and therefore, its mechanical properties. In this work, it was possible to verify that the series of heat treatments applied, substantially modify the microstructure and thereby improve the hardness of the material.

Keywords — Heat treatments, microstructure, martensite, hardness.

I. INTRODUCCIÓN

Un tratamiento térmico se define como el proceso de operaciones aplicadas al acero, con cambios bruscos de temperatura, que a su vez producen cambios en la microestructura. El objetivo principal de un tratamiento térmico es modificar las características físicas y mecánicas del material, sin afectar su composición química.

Esta investigación se enfoca a la aplicación de diferentes tratamientos térmicos en un acero comercial para modificar su microestructura, específicamente para mejorar su dureza mediante la obtención de martensita.

II. MARCO TEÓRICO

Al realizar un tratamiento térmico a un acero, es posible modificar su tenacidad, su dureza, desgaste, maquinabilidad. Se define como Dureza a la resistencia que tiene el material a ser rallado o a ser penetrado por otro.

Existen distintos tipos de tratamientos térmicos, como lo son: Recocido, normalizado, revenido, temple.

Para esta investigación se sometió el acero a los tratamientos de temple, recocido intercritico y revenido.

Temple o austenización: En este proceso primeramente se calienta la pieza hasta austenizarla y se enfría rápidamente para obtener martensita. Este proceso favorece a la dureza y la resistencia mecánica. Este proceso varía dependiendo del tamaño de la pieza ya que el grosor es proporcional al tiempo que se debe dejar en el horno; la composición química, pues hay aleaciones que favorecen el temple; el tamaño de grano, para un grano grueso hay mayor tenacidad; medio de enfriamiento, dependiendo del fluido con el que se enfríe el acero es posible obtener una velocidad de enfriamiento que influya en la obtención de la martensita.

Recocido Intercritico: Se calienta la pieza a menos de 850°C y se enfría lentamente. Este proceso aumenta la elasticidad, afina el grano, elimina tensiones internas, disminuye la dureza.

Revenido: Se aplica a piezas previamente templadas, calentando la pieza a una temperatura debajo de la crítica. Su objetivo es minimizar las tensiones internas creadas en el temple, así como minimizar la dureza y la resistencia; incrementa la tenacidad [1].

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Materiales

Para esta investigación se tomaron como muestras, 36 probetas de un acero comercial A36. Con las especificaciones de la Fig. 1.

Además, como medios de enfriamiento se varió entre el aire, agua caliente, agua a temperatura ambiente, solución salina, aceite frio y aceite caliente.

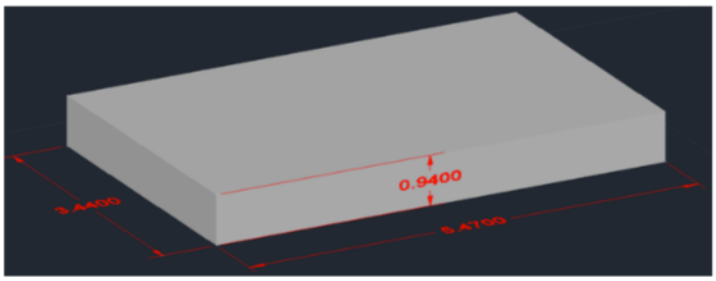


Fig. 1. Modelo de una probeta con dimensiones

B. Métodos

El diseño experimental de la investigación se muestra en la Tabla 1.

Las 36 muestras fueron sometidas al primer tratamiento térmico, austenizado o temple, en un horno tipo mufla Carbolite CWF 1300; a tres temperaturas diferentes, a un tiempo constante, con tres variables de medio de enfriamiento: agua, aceite frio y aceite caliente. El siguiente tratamiento térmico fue el recocido intercrítico, en el mismo horno, con tres temperaturas diferentes, a tres tiempos distintos, y con tres medios de enfriamiento diferentes: agua caliente, agua a temperatura ambiente y solución salina; este tratamiento se realizó únicamente en 27 piezas, dejando nueve como referencia del primer tratamiento.

El último de los tratamientos fue el revenido, en el mismo horno a tres temperaturas específicas, con tres tiempos distintos, y como medio de enfriamiento el aire.

Las 36 piezas fueron cortadas por la parte media horizontal con una cortadora sierra cinta Rong Fu modelo 712N, esto para facilitar su manejo en la preparación metalográfica.

Las probetas seccionadas fueron posteriormente preparadas metalográficamente para microscopia óptica. La otra mitad fueron preparadas para medir su dureza únicamente quitando la capa de oxido producido por los tratamientos.

Tabla 1. Diseño de experimento

PIEZA	T1	V1	MEDIO DE ENFRIAMIENTO	T2	t2	V2	MEDIO DE ENFRIAMIENTO	T3	t3
1	1	1		1	1	1	V2.1	1	1
2	1	1	V1.1	1	1	2	V2.2	2	2
3	1	1		1	1	3	V2.3	3	3
4	1	2		2	2	1	V2.1	1	1
5	1	2	V1.2	2	2	2	V2.2	2	2
6	1	2		2	2	3	V2.3	3	3
7	1	3	V1.3	3	3	1	V2.1	1	1
8	1	3		3	3	2	V2.2	2	2
9	1	3		3	3	3	V2.3	3	3
10	2	1		2	3	1	V2.1	2	3
11	2	1	V1.1	2	3	2	V2.2	3	1
12	2	1		2	3	3	V2.3	1	2
13	2	2		3	1	1	V2.1	2	3
14	2	2	V1.2	3	1	2	V2.2	3	1
15	2	2		3	1	3	V2.3	1	2
16	2	3	V1.3	1	2	1	V2.1	2	3
17	2	3		1	2	2	V2.2	3	1
18	2	3		1	2	3	V2.3	1	2
19	3	1		3	2	1	V2.1	3	2
20	3	1	V1.1	3	2	2	V2.2	1	3
21	3	1		3	2	3	V2.3	2	1
22	3	2		1	3	1	V2.1	3	2
23	3	2	V1.2	1	3	2	V2.2	1	3
24	3	2		1	3	3	V2.3	2	1
25	3	3	V1.3	2	1	1	V2.1	3	2
26	3	3		2	1	2	V2.2	1	3
27	3	3		2	1	3	V2.3	2	1

IV. RESULTADOS

A. Microscopía óptica

En la pieza tomada como referencia del acero A36 se observó una gran cantidad de ferrita, como se muestra en la Fig. 2. En las Fig. 3 y 4 se muestran las micrografías de la pieza #19 donde es posible confirmar la formación de las fases martensita, perlita y ferrita. En la Fig. 5 se muestra la micrografía de la pieza #25 con laminillas de martensita.

En todas estas imágenes fue posible apreciar el cambio en la microestructura del material desde el metal base hasta el que se sometió al tratamiento mas largo.

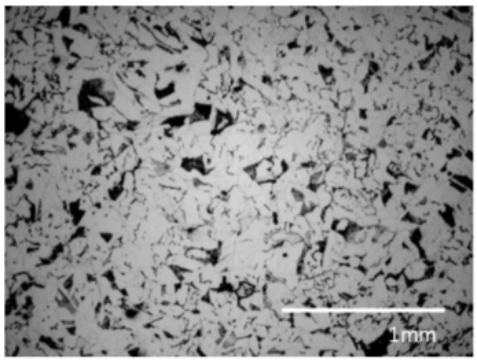


Fig. 2. Micrografía de la pieza "R" acero A36 sin tratamientos térmicos. Se observan zonas de ferrita (claro) y perlita (oscuro). Atacada con reactivo Nital. 500X

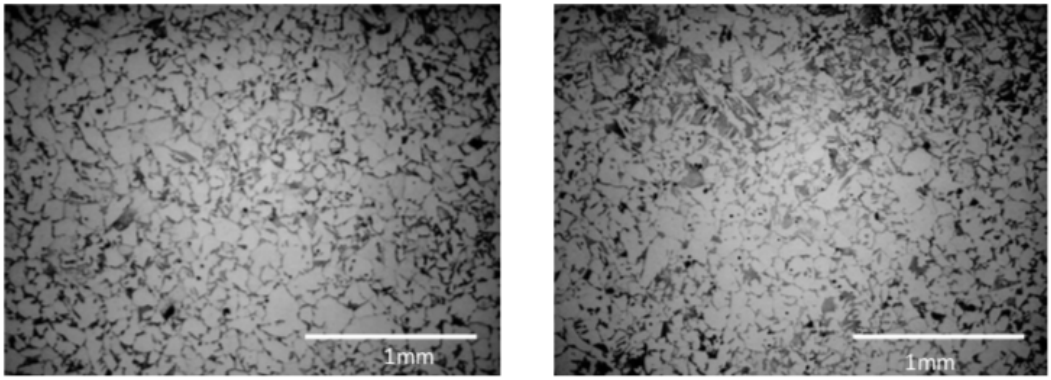


Fig. 3 y 4. Micrografías de la pieza #19 sometida a tratamientos térmicos. Se observa martensita (tonos medio oscuro). Atacada con N

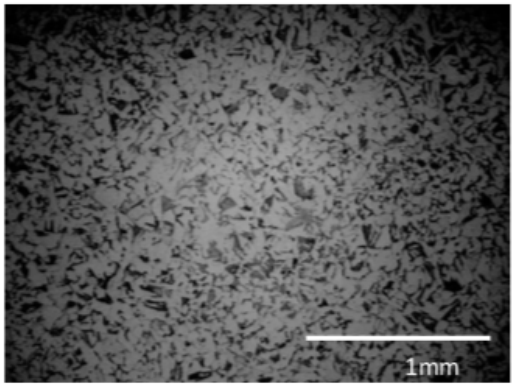


Fig. 5. Micrografía de la pieza #25. Se observa mas oscura, con laminillas de martensita (medio claro) y ferrita (claro) en el centro, además de perlita (o oscuro) en las orillas. 500X.

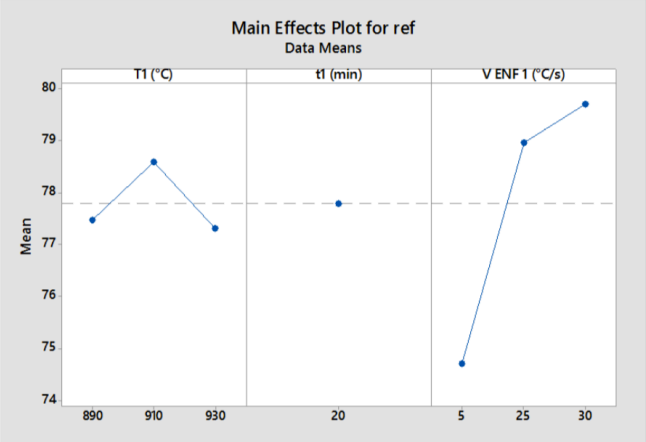


Fig. 6. Grafica comparativa de las variables que influyeron en el experimento.

B. Resultados de dureza

En la Tabla 2. Se muestran algunos de los resultados obtenidos de las pruebas de dureza medidas con un durómetro New Age Indentron modelo NI800. Los resultados están expresados en promedio en la escala Rockwell B.

Tabla 2. Medidas promedio de la dureza Rockwell B de tres piezas representativas del experimento.

PIEZA	DUREZA
19	83
25	83
R	77

V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se pudo observar en las micrografías la diferencia de tonalidades en los granos, notándose la martensita presente en la microestructura. Esto se pudo comprobar midiendo las durezas, que dieron como resultado un incremento comparado con el material de referencia sin tratamientos.

Además, se utilizó el programa Minitab para elaborar la grafica comparativa

VI. CONCLUSIONES

Observando las micrografías, comparando los datos de dureza, y además analizando la grafica comparativa de las variables, fue posible determinar que realmente se modificó la microestructura de inicio mediante los tratamientos térmicos aplicados. Cabe señalar que observando la gráfica comparativa fue posible observar que la variable mas importante siempre fue el medio de enfriamiento, en este caso, como la literatura indica, el tratamiento térmico mas influyente para la obtención de la martensita fue el Temple posterior al austenizado del acero.

VII. RECONOCIMIENTOS

Para este proyecto primeramente los autores agradecen a el XXI VERANO DE LA CIENCIA REGION CENTRO por su apoyo a la investigación, a la Dr. Ma. de Jesús Soria por dirigir este proyecto y estar siempre a la disposición de los alumnos, a Ariadna Delgadillo, por su apoyo a la investigación, y a la Facultad de Metalurgia por sus instalaciones y equipos.

REFERENCIAS

[1]http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m6/aceros%20estructuras%20 y%20tratamientos%20termicos.pdf

[2] Revista de Metalurgia 47. Caracterización de aceros dual-phase obtenidos por laminación en caliente. A. Monslave G., A. Artigas A., F. Castro C., R. Colás e Y. Houbaert. 2011.

[3] Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería, vol. 26 N°3, 2018, pp. 430-439. Caracterización microestructural y mecánica de aceros de fase dual (ferrita-martensita), obtenidos mediante procesos térmicos y termo mecánicos.

Efecto del DEHP sobre las sirtuinas en la línea celular HepG2

Erika del Rocío Torres Polina
Universidad Autónoma de Aguascalientes
Av. Universidad 940, CP.20131
Aguascalientes, Ags
erikadelRocio10@hotmail.com

Asesor:
Dr. Antonio De León Rodríguez
Instituto Potosino de Investigación
Científica y Tecnológica
Camino a la Presa San José 2055, CP
78216 San Luis, S.L.P.
aleonr@ipicyt.edu.mx

Resumen —Los ftalatos son compuestos usados como plastificantes en materiales como el cloruro de polivinilo (PVC), actuando como disruptores endocrinos. Los cuales pueden contribuir a la prevalencia de desórdenes metabólicos como la obesidad o resistencia a la insulina. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del ftalato DEHP en la regulación de las proteínas sirtuinas en células HepG2. Las células HepG2 fueron expuestas a DEHP a diferentes concentraciones (5, 10 y 25 µM). Posteriormente, por medio de Western blot se cuantificó los niveles de proteína de las sirtuinas. Las sirtuinas 1 y 3 disminuyeron a concentraciones de 25 µM de DEHP respecto al control. La exposición al DEHP afecta negativamente los niveles de proteína de la sirtuina 1 y 3.

Palabras clave — ftalatos, sirtuinas, HepG2.

Abstract —Phthalates are compounds used as plasticizer in materials such as polyinyl chloride (PVC), acting as endocrine disruptors, which can contribute to the prevalence of metabolic disorders as obesity or insulin resistance. The aim of this work was to determine the effect of DEHP on the regulation of sirtuin proteins in HepG2 cells. The HepG2 cells were exposed to DEHP at different concentrations (5, 10 y 25 µM). Subsequently by means of Western blot the protein levels of sirtuins were quantified. Sirtuin1 and 3 decreased at concentrations of 25 DEHP with respect to the control. Exposure to DEHP adversely affects the levels of protein of sirtuin 1 and 3.

Keywords — phthalates, sirtuins, HepG2.

I. INTRODUCCIÓN

Los ftalatos son sustancias plastificantes obtenidas a partir de alcoholes y del ácido ftálico, unidos por una cadena éster. Se utilizan para brindar flexibilidad a los termoplásticos, agregando moléculas entre los polímeros del plástico incrementando su movilidad; no obstante, al no estar completamente unidos a éste, se pueden desprender fácilmente y estar en contacto con el ambiente y el ser humano.

Los ftalatos se pueden clasificar en dos grandes grupos: los de alto peso molecular y los de bajo peso molecular. Los primeros; poseen más de 7 átomos de carbono, en cuyo caso, el más pesado es el ditridecilftalato con 530.82 Da; otros ejemplos son, el Dinonil-ftalato (DNP), Di- iso- nonil- ftalato (DIDP) y Di-etilhexil-ftalato (DPHP). Mientras los de bajo peso molecular son aquellos que poseen entre 3 y 6 átomos de carbono en su estructura principal; por ejemplo, el Dibutil- ftalato (DBP); Butil-benzil- ftalato (BBP), Di-isobutil-ftalato (DIBP) y el Diethyl phthalate (DEP). [1]

Los ftalatos son ampliamente utilizados debido a su bajo costo, su alta eficiencia de plastificación y su accesibilidad. Por ende, la aplicación de los ftalatos se ha diversificado;

por ejemplo: en el caso de DEHP se emplea en productos médicos, revestimiento de paredes, envasado de alimentos, juguetes, guantes, en películas de plástico, etc.

La exposición de los ftalatos de alto peso molecular, usualmente se adquieren por la vía oral; mientras que los ftalatos de bajo peso molecular se pueden adquirir por medio de vía cutánea e inhalatoria. En el interior del organismo, los ftalatos, sufren tres fases para poder ser metabolizados y posteriormente eliminados. En la primera fase, se lleva a cabo la de-esterificación, los ftalatos son hidrolizados en mono-ésteres por medio de esterasas o lipasas, los metabolitos resultantes son hidrofílicos con el fin de facilitar su eliminación. Algunos de estos metabolitos, pueden ser eliminados sin la necesidad de sufrir una segunda fase; ésta fase consiste en la biotransformación de los metabolitos en glucurónidos conjugados para que finalmente den lugar a la tercera fase, la excreción. [1,2]

Los ftalatos pueden interactuar con receptores nucleares dando lugar a la desregulación de diferentes factores de transcripción y receptores nucleares de las células; causando metilación o desmetilación del ADN e incluso condensación de la cromatina en la región promotora, dando como consecuencias cambios epigenéticos [1]. Las sirtuinas son principales reguladores epigenéticos, son un conjunto de proteínas con acción de deacetilasas, encargadas de la regulación de la transcripción de genes, entre ellos, los involucrados en la reparación y muerte celular, incluso pueden brindar protección ante las especies reactivas del oxígeno. (3) (4). Por lo cual, el objetivo de este trabajo es determinar si el ftalato DEHP causa cambios en la síntesis de proteínas y de manera indirecta evaluar si existen modificaciones a nivel genético, en la línea celular HepG2.

II. MÉTODOLOGÍA

A. Cultivos celulares

Se trabajó con cultivos celulares de hepatocitos inmortalizados con concentraciones de 5, 10 y 25 µM de DEHP con o sin 10 µM de etanol por 48h.

B. Extracción de proteína nuclear y mitocondrial

Después de los tratamientos con DEHP, se lavaron las células con PBS 1X y posteriormente se continuó con la extracción de proteínas citoplasmáticas, nuclear y mitocondrial. Se llevó a cabo la lisis celular con el buffer A en agitación vigorosa por 10 min. Se centrifugó por 10 min y en el sobrenadante se encontraban las proteínas citoplasmáticas. El pellet se re-suspendió en Buffer B, para llevar a cabo la extracción de la proteína nuclear se dejó a 4°C en agitación vigorosa por 40 min, posteriormente se centrifugó y en el sobrenadante se encontraba nuestra fracción de proteínas de interés.

C. Cuantificación de proteína

La cuantificación de proteína se realizó con el fin de determinar la cantidad necesaria de ésta, y para obtener una concentración homogénea en el gel de electroforesis. Se empleó el método de Bradford para la cuantificación, el cual consiste en 5 µL de nuestra muestra por triplicado y posteriormente agregar 250 µL del reactivo de Bradford, se dejó por 20 min en oscuridad y se leyó la absorbancia a 595 nm.

D. Gel de electroforesis SDS-PAGE

La separación de las proteínas se realizó por medio de gel de electroforesis SDS-PAGE al 9%. Se cargó 30 µg de proteína para cada una de las muestras y los geles se corrieron a 200 V por 45 min.

E. Transferencia de proteínas Western blot

Para llevar a cabo el Western blot, se realizó por medio de transferencia semi seca, utilizando una membrana de nitrocelulosa, la transferencia se realizó a 10 V por 60 min. Posteriormente la membrana de nitrocelulosa se bloqueó por una hora con leche al 5%, posteriormente se lavó 3 veces por 7 min con TBST, para después agregar el primer anticuerpo (Anti Sirt1, anti Sirt3 o anti β-actina) durante toda la noche con una dilución 1:1000. Al día siguiente, nuevamente se le dieron 3 lavados a la membrana y posteriormente se incubó el segundo anticuerpo (1:10000) el cual estaba acoplado a fosfatasa alcalina por 1:30 min. Para revelar la membrana utilizamos el buffer AP, incubando la membrana por 15 min y posteriormente se reveló la membrana con un método enzimático utilizando NBT y BCIP. Se utilizó como control de carga a la β-actina.

III. RESULTADOS

Para llevar a cabo la cuantificación de las proteínas nucleares de las células HepG2, utilizamos una curva de calibración con BSA desde 0.01 hasta 1 mg/mL, obteniendo la gráfica mostrada en la figura 1

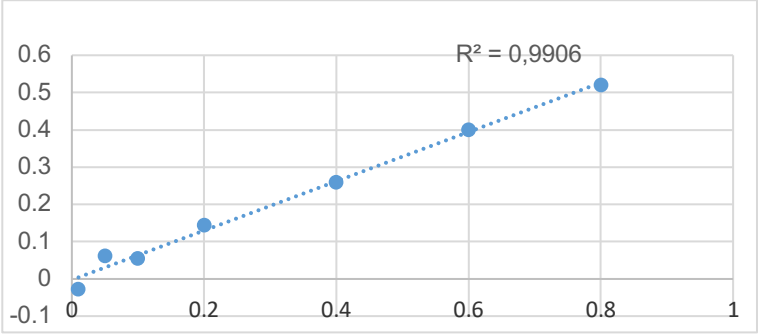


Fig. 1 Curva de calibración con BSA por método de Bradford; empleado en los experimentos

En la Fig. 1 observamos que el coeficiente de determinación es de 0.9906; por lo que se empleó la Ec. (1) para determinar la cantidad de proteína en cada uno de los experimentos para homogenizar la concentración de las mismas (30 µg), con el fin de separar las proteínas por SDS-PAGE y posteriormente realizar el Western Blot.

$$y = 0.6614x - 0.0023 \quad (1)$$

donde “y” es el valor de la absorbancia de proteínas en el método de Brandford, mientras que la “x” es la concentración de proteínas en la muestra.

Basándonos en la ecuación anterior; obtenemos los siguientes datos, de los cuales se prepararon las proteínas correspondientes con diferentes concentraciones de DEHP y en combinación con etanol de tal manera que sean homogéneas las muestras al realizar el Western blot, por lo tanto se le agregó H20 y 6x lb (Tabla 1.)

Tabla 1. Preparación de las muestras para western blot en proteínas nucleares

Muestra	concentración	30 ug	H20	6x lb	Vol. final
DMSO 1	4,63807703	6,47	18,53	5	30,00
DMSO 2	6,52280798	4,60	20,40	5	30,00
CONTROL 1	6,88700719	4,36	20,64	5	30,00
5 DEHP	5,86724939	5,11	19,89	5	30,00
10 DEHP	6,22234362	4,82	20,18	5	30,00
25 DEHP	7,04179186	4,26	20,74	5	30,00
10 ETOH	7,50614586	4,00	21,00	5	30,00
5+10	5,75798962	5,21	19,79	5	30,00
10+10	5,44842029	5,51	19,49	5	30,00
25+10	6,03113903	4,97	20,03	5	30,00

Para determinar el efecto del DEHP en los niveles de proteína Sirt1 y Sirt3 tratamos la línea celular HepG2 con diferentes dosis de DEHP y etanol durante 72 h. Los niveles de expresión de proteína Sirt1 a 25 µM de DEHP disminuyeron un 30% con respecto al control, como se puede observar en la figura 2b. Por otro lado, los niveles de proteína de Sirt3 disminuyeron un 20% a 25 µM de DEHP con respecto al control, tal como en la figura 2c. Por otro lado, únicamente se observó un efecto sinérgico para la proteína sirt1 en donde se pudo observar que al combinar 10 y 25 µM de DEHP más 10 µM de etanol los niveles de proteína disminuyeron un 60% según en la figura 2b. Se evaluaron un total de 4 experimentos, en donde se colocaron dos experimentos con proteínas citoplasmáticas y los dos restantes fueron proteínas nucleares con diferentes concentraciones de DEHP, sin embargo, solo se muestra una membrana como referencia

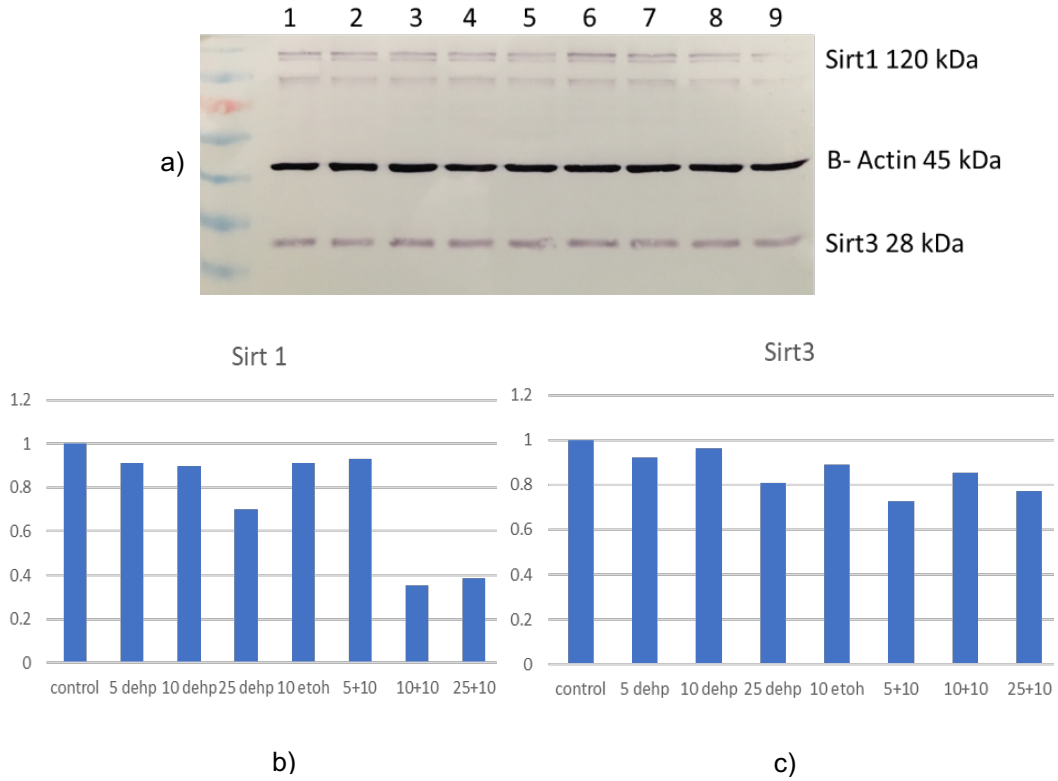


Fig. 2 Representación gráfica de los resultados obtenidos sobre la concentración de proteínas con diferentes concentraciones de DEHP y/o con etanol. a) Western blot de las proteínas SIRT1 y SIRT3. b) Histograma de las concentraciones de SIRT1 c) Histograma de las concentraciones de SIRT3

IV. DISCUSIÓN

El DEHP es el ftalato más utilizado a nivel industrial, sin embargo, sus efectos tóxicos han sido estudiados ampliamente, alguno de ellos son hepatoxicidad, daño al DNA e incluso la capacidad de disrupción endocrina. Debido a la capacidad de migración del DEHP, este ha sido encontrado en diferentes bebidas alcohólicas como cervezas, whisky, etc. y también en bebidas no alcohólicas como la leche, por lo cual es importante saber si el DEHP en combinación con el alcohol puede ayudar o disminuir su efecto sobre la expresión de las proteínas sirtuinas. Como observamos en la figura 2 los tratamientos con 25 µM de DEHP inhibieron la expresión de la sirtuina 1, lo cual es comparable con resultados reportados anteriormente en el cual trabajaron con los ftalatos BBP o MEHP [1]. Al realizar la combinación del DEHP con 10 µM de etanol para la proteína Sirt1, observamos un efecto sinérgico ya que se observó una disminución de casi el 70% lo cual es alarmante ya que este ftalato ha sido encontrado en diferentes bebidas alcohólicas.

V. CONCLUSIÓN

La exposición al DEHP afecta negativamente a la expresión de proteínas Sirt1 y Sirt3 y en combinación con etanol observamos un efecto sinérgico a altas concentraciones.

VI. AGRADECIMIENTOS

Agradezco al comité organizador del verano de investigación, al departamento de difusión científica y de investigación, así como al centro de las ciencias de la salud por el apoyo para que se realicen actividades que fortalezcan al desarrollo de la ciencia.

Le agradezco al Dr. Antonio de León Rodríguez por haberme aceptado en su proyecto de investigación e igualmente a la Dra. Ana Karen Gutiérrez García quién compartió su conocimiento y en la corrección de mi reporte.

Finalmente agradezco a la Universidad Autónoma de Aguascalientes y al comité organizador del “Verano de investigación de la región centro” por su apoyo y por fomentar el desarrollo científico al generar éste tipo de actividades en los jóvenes.

REFERENCIAS

[1] Benjamin, S., Masai, E., Kamimura, N., Takahashi, K., Anderson, R. C., & Faisal, P. A. (2017). Phthalates impact human health: Epidemiological evidences and plausible mechanism of action. J Hazard Mater, 340, 360-383. doi:10.1016/j.jhazmat.2017.06.036

[2] How, C. M., Yen, P. L., Wei, C. C., Li, S. W., & Liao, V. H. (2019). Early life exposure to di(2-ethylhexyl)phthalate causes age-related declines associated with insulin/IGF-1-like signaling pathway and SKN-1 in Caenorhabditis elegans. Environ Pollut, 251, 871-878. doi:10.1016/j.envpol.2019.04.141

[3] Lagunas-Rangel, F. A. (2019). Current role of mammalian sirtuins in DNA repair. DNA Repair (Amst), 80, 85-92. doi:10.1016/j.dnarep.2019.06.009

[4] Fang, Y., Tang, S., & Li, X. (2019). Sirtuins in Metabolic and Epigenetic Regulation of Stem Cells. Trends Endocrinol Metab, 30(3), 177-188. doi:10.1016/j.tem.2018.12.002

Efecto del tratamiento de secado en la preparación de monolitos de SiO_2, SiO_2 dopado con *Ag* y caracterización óptica

María Alethia Cabrera Feregrino
Instituto Tecnológico de Querétaro
Av. Tecnológico s/n, Centro Histórico,
C.P. 76000, Querétaro, Qro.
alethiacabreraferegrino@gmail.com

Asesor: Óscar Gómez Guzmán
Instituto Tecnológico de Querétaro
Av. Tecnológico s/n, Centro Histórico,
C.P. 76000, Querétaro, Qro.
ogg1804@yahoo.com.mx

Resumen — Se obtuvieron monolitos de SiO_2 sin dopar y dopados con Ag mediante el proceso Sol-Gel. Las condiciones, reactivos y cantidades de los precursores empleados son descritos. Se diseñaron distintas rampas de calentamiento para el proceso de secado de los geles para la obtención de los monolitos, los cuales, resultaron libres de fracturas y sin grietas. Finalmente, se llevó la caracterización óptica de estos materiales mediante espectroscopia infrarroja, espectrofluorometria y análisis UV-vis, identificando las especies presentes en los monolitos.

Palabras clave — Sol-Gel, monolitos de SiO_2, Ag.

Abstract — SiO_2 monoliths were obtained without doping and doped with Ag by the Sol-Gel process. The conditions, reagents and quantities of the precursors employed are described. Different heating ramps were designed for the drying process of the gels to obtain the monoliths, which were free of fractures and without cracks. Finally, the optical characterization of these materials was carried out by infrared spectroscopy, spectrofluorometry and UV-vis analysis, identifying the species present in the monoliths.

Keywords — Sol-Gel, SiO_2 monoliths, Ag.

I. INTRODUCCIÓN

El proceso Sol-Gel ha sido considerado como un excelente medio para la preparación de una variedad de materiales cerámicos con características distintivas como alta pureza y estructura microporosa. Para el caso de materiales de sílice, el proceso común de preparación es la hidrólisis de alcóxidos de silicio y su subsecuente polimerización y agregación. El estado del producto final depende de las condiciones de preparación y los productos típicos que se obtienen son: monolitos, micropartículas, películas y fibras [1]. Además, a través de este proceso se tiene un gran control en la composición y microestructura y las temperaturas empleadas son bajas [2]. En el presente trabajo se prepararon monolitos de SiO_2, los cuales pueden presentar distintas aplicaciones como componentes ópticos, superaisladores transparentes o traslúcidos y vidrios de baja expansión térmica [2]. Además, doparlos con materiales de soporte puede conferirles propiedades ópticas, eléctricas, mecánicas, antibacteriales, etc., según el dopante utilizado; en el presente trabajo se sintetizaron monolitos de SiO_2 dopados con Ag y sin dopar.

II. MARCO TEÓRICO

El método Sol-Gel basa su proceso en dos reacciones químicas: hidrólisis y condensación. Se emplea para ello la mezcla de un alcóxido, agua, solvente y si es requerido un catalizador [3]. Para el caso particular de la síntesis de monolitos de SiO_2 obtenidos en el

presente proyecto los precursores utilizados son el Tetraetilortosilicato (TEOS), agua destilada, etanol y HNO_3 como catalizador. Durante el proceso se lleva a cabo la hidrólisis del alcóxido y la condensación, obteniéndose un *sol* (suspensión coloidal con partículas menores a los 100 nm.) con la formación de grupos Si-OH (silanol) y la liberación de moléculas de alcohol (ROH). Los silanoles polimerizan en estructuras tridimensionales Si-O-Si, liberándose agua y alcohol, todo ello a través de la condensación como se muestra en las ecuaciones 1 y 2 respectivamente [4, 3]. Mediante la condensación se consigue la formación de un gel, que sometido a una etapa de secado llamada *envejecimiento* va adquiriendo un estado más denso y compacto debido a la liberación de solvente y agua. Dentro de este proceso de secado, en el gel aún se continúan desarrollando reacciones de hidrólisis y condensación [4].

$$Si(OR)_4 + H_2O \rightarrow HO - Si(OR)_3 + ROH \quad (1)$$

$$(OR)_3Si - OH + HO - Si(OR)_3 \rightarrow (OR)_3Si - O - Si(OR)_3 + H_2O \quad (2)$$

$$(OR)_3Si - OR + HO - Si(OR)_3 \rightarrow (OR)_3Si - O - Si(OR)_3 + ROH$$

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Reactivos, materiales y equipos: tetraetil ortosilicato (TEOS) $Si(OC_2H_5)_4$ (*Baker*, 99% pureza), etanol C_2H_6O (*Baker*, 99.94% pureza), agua destilada, HNO_3 al 5%, $AgNO_3$ (*Baker*, 0.1 N), vasos de precipitado, pipetas, agitadores magnéticos, celdas para espectrofotómetro, horno (*Felisa*), parrillas de agitación magnética Cimarec (*Thermolyne*, modelo SP1310154x4), espectrofotómetro UV-vis (*Ocean optics*, HR4000CG-UV-NIR), espectrofluorómetro (*Jobin Yvon*, Fluoromax 3), espectrómetro IR (*Bruker*, TENSOR 37).

Los monolitos de SiO_2 fueron obtenidos a través del proceso Sol-Gel empleando TEOS, etanol grado reactivo, agua destilada, HNO_3 al 5% como catalizador y $AgNO_3$ 0.1 N para los monolitos de SiO_2 dopados con Ag. Las razones molares del ternario TEOS-Agua-Etanol, el volumen de la sal metálica y el catalizador empleados se muestran en Tabla 1. En esta tabla aparecen las muestras de estudio: monolitos (M), sin dopar (SD), M-SiO_2-SD-1, M-SiO_2-SD-2 y dopados con Ag, M-SiO_2-Ag, los cuales presentan variación sólo en la razón molar de agua utilizada y en el volumen empleado de catalizador.

La metodología utilizada para la preparación de los soles de las muestras de estudio fue la siguiente: en un vaso de precipitado se mezcló TEOS y etanol (solución 1), mientras que en otro agua y HNO_3 (solución 2). Para el caso de las muestras dopadas con Ag se incorporó el $AgNO_3$ a la solución 2. Los vasos de precipitado con las soluciones 1 y 2 se colocaron en una parrilla de agitación magnética por 15 minutos, después de los cuales fue vertida la solución 2 en la 1 para obtener los soles (solución 3) y se dejó agitando la mezcla por unos minutos más. Finalmente, la solución 3 fue vaciada en celdas de plástico selladas y a temperatura ambiente para la obtención del gel. Una vez obtenidos los geles, estos fueron sometidos a un secado controlado para la obtención de los monolitos. En la Figura 1 se muestra un esquema de la metodología empleada.

Tabla 1. Razones molares y volumen de los reactivos empleados en la preparación de monolitos de SiO_2.

Muestras	Razones molares			Volumen empleado en la preparación de 50 ml de suspensión				
	TEOS	**Etanol**	**Agua**	**TEOS (ml)**	**Etanol (ml)**	**Agua (ml)**	**HNO_3 al 5% (ml)**	**$AgNO_3$ 0.1 N (ml)**
M-SiO_2-SD-1	1	4	15	15.4	16	16.6	2	0
M-SiO_2-SD-2	1	4	11.66	16.7	17.5	11.8	4	0
M-SiO_2-Ag	1	4	11.6	16.7	17.5	8.8	4	3

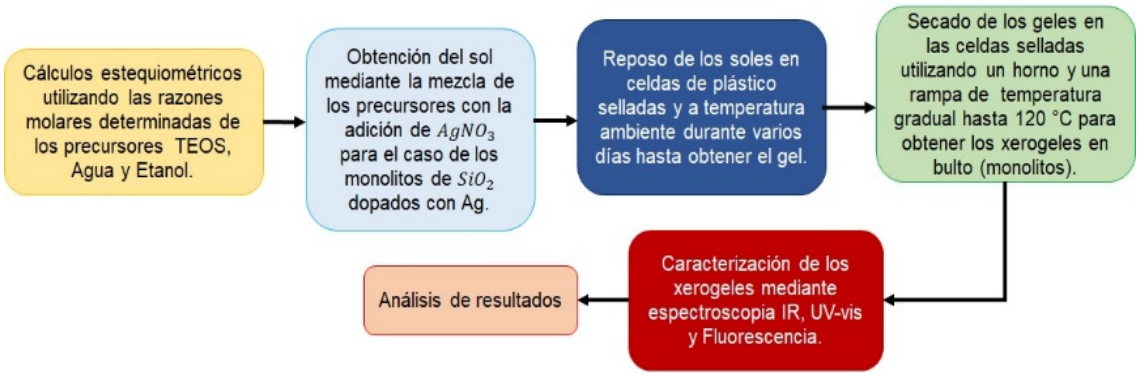


Figura 1. Esquema de la metodología utilizada en la preparación de los monolitos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los monolitos de SiO_2 obtenidos mediante el proceso Sol-Gel sin dopar y dopados con Ag se muestran en la Figura 2 a). Estos monolitos presentan una estructura macroscópica libre de fracturas y ópticamente semitransparentes, para lo cual, se utilizaron tiempos de secado lentos mediante el empleo de dos rampas de calentamiento distintas observadas en la Figura 2 b) y c). Como se observa en esta Figura, las muestras M-SiO_2-SD-2 y M-SiO_2-Ag fueron sometidas a 2 rampas de secado diferentes obteniéndose de igual manera monolitos semitransparentes y libres de fractura. Lo que se puede observar en estas rampas es que todas las muestras tuvieron un tiempo de reposo a temperatura ambiente diferente antes de ser sometidas a las rampas de secado. Los espectros UV-vis, Emisión e IR se muestran en la Figura 3. En el espectro UV-vis de la Figura 3 a) se observa una banda de absorción aproximadamente a 453 nm característico de la resonancia del plasmón de superficie (SPR), la cual confirma la formación de nanopartículas de plata presentes en las muestras M-SiO_2-Ag. Los picos localizados por debajo de los 400 nm son debidos a oligómeros de Ag dispersos dentro de los poros de sílice mesoporosa formada a causa de la descomposición de $AgNO_3$ a distintas temperaturas [5,6]. La Figura 3 b) muestra los espectros de emisión de las muestras M-SiO_2-SD y M-SiO_2-Ag. En esta grafica se observan dos bandas de emisión centradas en 340 nm y 420 nm aproximadamente. La emisión a 340 nm es atribuida a transiciones de los niveles $4d^{10}$ a $4d^9s^1$ de iones Ag^+ que se encuentran diluidos en la matriz de SiO_2, mientras que la emisión a 420 nm es atribuida a la matriz de SiO_2 [7]. La longitud de onda de excitación utilizada en estos espectros de emisión es de 300 nm.

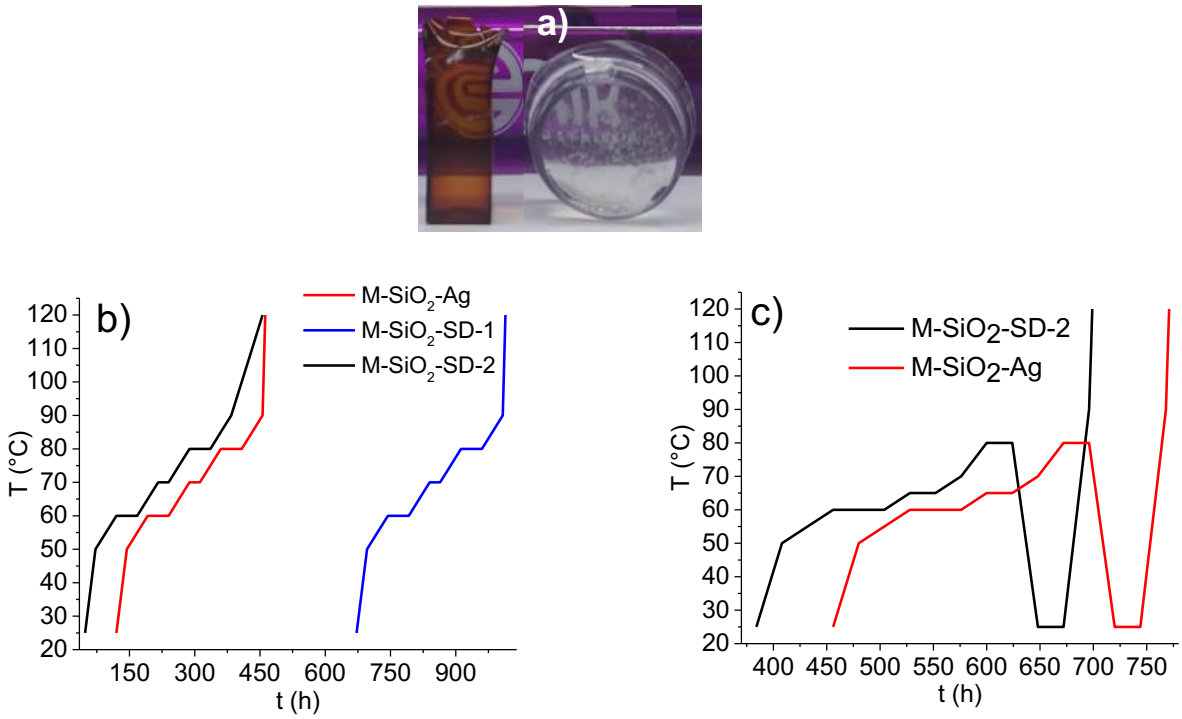
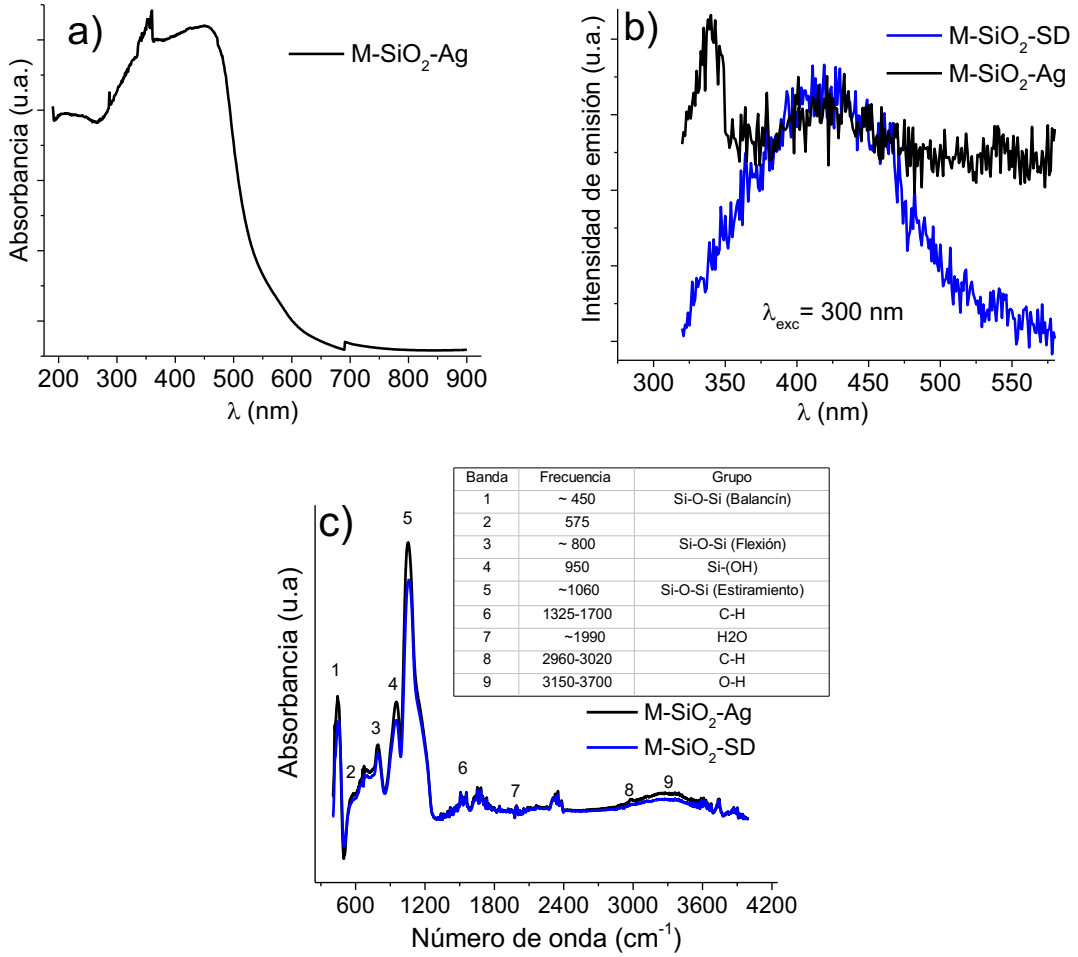


Figura 2. a) M-SiO_2-Ag (izq.) y M-SiO_2-SD (dcha.), **b)** y **c)** Rampas de secado utilizadas para la obtención de los monolitos.

La Figura 3 c) muestra los espectros IR de las muestras M-SiO_2-SD y M-SiO_2-Ag. Las bandas 1, 3 y 5 corresponden a una red de siloxanos Si-O-Si bajo distintos tipos de vibraciones. La banda 1 se adjudica a una red de siloxanos con vibraciones tipo balancín, la 3 con vibraciones de flexión y la 5 con vibraciones de estiramiento. La banda 2 está relacionada a la deformación de ciclotetrasiloxanos. La banda 4 es indicadora de vibraciones de grupos Si-(OH), mientras que la banda 9 se asigna a vibraciones de grupos O-H. Ambas bandas están, por tanto, en correspondencia con grupos OH. La banda 7, por su parte, es atribuida a la presencia de agua molecular. En procesos de hidrólisis y condensación, el agua y el etanol son subproductos, por lo que van abandonando la matriz de SiO_2. Sin embargo, mientras que el etanol se evapora con facilidad, el agua molecular se queda dentro de los poros de la red del óxido por tiempos más prolongados y a temperaturas más altas. De esta manera, según sea tratado térmicamente el monolito, las bandas 4 y 9 bajan su intensidad, y la banda 7 desaparece al obtenerse un gel completamente densificado. Las bandas 6 y 8 se relacionan con moléculas de etanol y TEOS. Según sea el caso de la razón de evaporación de etanol, las bandas 6 y 8 pueden ser adjudicadas a sólo la presencia de TEOS [3]. Como puede observarse en los espectros IR en los dos tipos de muestras analizadas no hay un cambio estructural en la matriz del SiO_2 cuando es dopada con Ag, esto puede ser debido a las bajas temperaturas de procesamiento utilizadas.



Banda	Frecuencia	Grupo
1	~ 450	Si-O-Si (Balancín)
2	575	
3	~ 800	Si-O-Si (Flexión)
4	950	Si-(OH)
5	~1060	Si-O-Si (Estiramiento)
6	1325-1700	C-H
7	~1990	H2O
8	2960-3020	C-H
9	3150-3700	O-H

Figura 3. a) Espectro de absorción UV-vis de muestras M-SiO_2-Ag. **b)** Espectros de emisión de muestras M-SiO_2-SD y M-SiO_2-Ag excitadas a 300 nm. **c)** Espectros de absorción infrarroja de muestras M-SiO_2-SD y M-SiO_2-Ag.

V. CONCLUSIONES

El proceso y las condiciones a través de las cuales el etanol y el agua salen de la matriz de SiO_2 adquieren especial relevancia dado que su salida puede originar fracturas en este tipo de materiales. A través del empleo de las rampas de calentamiento implementadas en el presente trabajo fue posible obtener monolitos de SiO_2 dopados con Ag y sin dopar prácticamente libres de agrietamientos y/o fracturas.

Las técnicas de análisis utilizadas muestran la presencia de nanopartículas de Ag a través de las bandas de absorción (UV-vis) y emisión (Fluorómetro) y, en particular, los espectros IR no muestran cambios estructurales en la red de SiO_2 por la presencia de Ag, esto puede ser debido a las bajas temperaturas de tratamiento utilizadas. Por otra parte, la identificación de distintas especies de Ag, como pueden ser Ag^0, $Ag_2{}^+$, $Ag_3{}^+$, etc., en estos monolitos puede ser tema para trabajos futuros. Los monolitos así obtenidos se caracterizan por ser porosos, semitransparentes, frágiles y con alto grado de pureza.

VI. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al programa “21° Verano de la Ciencia” de la Región Centro por el apoyo brindado para el desarrollo del presente proyecto. Al Tecnológico Nacional de México/I.T. Querétaro por el préstamo de sus instalaciones. A Franco Pérez Nora Guadalupe por su colaboración y apoyo en el desarrollo de los materiales obtenidos. Y a la Dra. Flores Hernández Cynthia Graciela, Dr. De la Luz Asunción Miguel y Dr. Pérez Ramírez Eduardo Enrique por su apoyo en los procesos de caracterización empleados.

REFERENCIAS

[1] Ken-ichi Kurumada, Hiroyuki Nakabayashi, Tsuyoshi Murataki, Masataka Tanigaki. (1998). Structure and formation process of silica microparticles and monolithic gels prepared by the sol-gel method. *Colloids Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects, 139*, 163–170.

[2] Gonzáles-Hernández, J.; Pérez-Robles, J.F.; Ruiz, F.; Martínez, J.R. (2000). Vidrios SiO_2 nanocompuestos preparados por sol-gel: revisión. *Superficies y Vacío, 11,* 1-16.

[3] Araujo-Andrade, C.; Ortega-Zarzosa, G.; Ponce-Castañeda, S.; Martínez, J.R. (2000). Análisis de las reacciones de hidrólisis y condensación en muestras de sílica xerogeles usando espectroscopía infrarroja. *Rev. Mex. Fis., 46 (6)*, 593-597.

[4] Ramírez-Palma, M.T.; Huirache-Acuña, R.; Espinoza-Acosta, G.; Hernández-Padrón, G. (2010). Estado del arte del proceso sol-gel en México. *Redalyc, 17 (2)*, 183-184.

[5] Abd Ellateef Abbass, A. Janse Van Vuuren, H.C. Swart, R.E. Kroon. (2017). Distinguishing the nature of silver incorporated in sol-gel silica. *Journal of Non-Crystalline Solids, 475*, 71-75.

[6] Martínez-Castañón, G.; Martínez, J. R.; Ortega-Zarzosa, G.; Facundo-Ruiz. (2005). Optical Absortion of Ag Particles Dispersed in a SiO2 Amourphous Matrix. *Journal of Sol-Gel Science and Tecnology*, *36*, 137-145.

[7] Garnica-Romo, M.G.; Yáñez-Limón, J.M.; Gonzáles-Hernández, J.; Zamorano-Ulloa, R.; Ramírez-Rosales, D.; Tirado-Guerra, S. (2007). Estudio de polvos y recubrimientos de SiO_2 con introducción de Ag preparados mediante el proceso Sol-Gel. *Superficies y Vacio, 20,* 14-20.

Efecto del tratamiento térmico en la resistencia a la corrosión de bronces

Anwar José Figueroa Berlanga
Facultad de Metalurgia-UAdeC
Monclova Coahuila
figueroaa@uadec.edu-mx

Asesora: Josefina García Guerra
Facultad de Metalurgia-UAdeC
Monclova Coahuila
josefinagarcia@uadec.edu.mx

Resumen — En esta investigación se observó el efecto del tratamiento térmico en las propiedades mecánicas y el comportamiento de corrosión en la solución 3.5wt.% NaCl de aleaciones de bronce de níquel y aluminio fundido (NAB). El tratamiento térmico empleado genera el aumento de precipitación de fases, mejorando así la resistencia al rendimiento, la dureza y su resistencia a la corrosión en un medio salino, de las aleaciones NAB.

Palabras clave — Bronce tipo NAB, medio salino, corrosión.

(Ayudan a a identificar los temas o aspectos principales del trabajo y son importantes para su indexación en bases bibliográficas. Deben ser de tres a cinco palabras clave, y pueden incluirse frases cortas que describan tópicos significativos del documento.)

Abstract — This research observed the effect of heat treatment on mechanical properties and corrosion behavior in the 3.5wt.% NaCl solution of nickel bronze and cast aluminum (NAB) alloys. The thermal treatment used generates the increase in phase precipitation, thus improving the resistance to performance, hardness and corrosion resistance in a salty medium, of NAB alloys.

Keywords — Bronze NAB, salty medium, corrosion.

I. INTRODUCCIÓN

Los elementos más comúnmente utilizados para mejorar las propiedades de los cupro-aluminios son: hierro, níquel y manganeso, puesto que, Incorporando estos tres elementos a los bronces al aluminio, se pueden mejorar las propiedades mecánicas y resistencia a corrosión. Así, los bronces al níquel-aluminio comprenden un amplio número de aleaciones de cobre. El principal elemento de aleación es el aluminio, presente en un rango del 8 al 13 %, el níquel se encuentra en un 3-5 %, el hierro en un 3-5 % y también contiene manganeso en un 0-3 %. Puede haber algún otro elemento minoritario, como el estaño y silicio, en menos del 0.2 % y 0.1 %, respectivamente [1]. Por lo tanto, los bronces NAB o bronces al níquel y aluminio, son aleaciones base cobre, con presencia significativa de níquel, aluminio, hierro y manganeso, fundamentalmente, que mejoran las propiedades mecánicas y químicas de la aleación resultante. Los niveles de los elementos de aleación vienen estrictamente vigilados por designaciones alternativas para aquellas aplicaciones en donde son fundamentalmente empleados: hélices marinas y turbinas de centrales hidroeléctricas. Entre sus propiedades fisicoquímicas destaca la elevada resistencia a la corrosión en numerosos ambientes, que las hace óptimas para aplicaciones tan exigentes como aquellas relacionadas con el medio marino, especialmente agresivo por su contenido en sales y actividad microbiológica. También presentan una buena resistencia al desgaste superficial, lo que justifica que sean aleaciones altamente versátiles. Entre sus campos de aplicación predomina la manufactura de válvulas, turbinas y hélices marinas [2].

Así mismo Los tratamientos térmicos aplicados a los bronces NAB, incluyendo la temperatura del proceso y la velocidad de enfriamiento, afectan notablemente a su microestructura, lo que da lugar a diversas investigaciones para mejorar su desempeño en servicio. [3]

II. MATERIALES Y MÉTODOS

En este proyecto se emplearon sustratos de una aleación de bronce tipo NAB de dimensiones 1 x 1 x 0.5 cm^3. Su composición se muestra en la tabla 1. El desbaste y pulido de las probetas empleadas fueron preparadas metalograficamente con papel abrasivo malla 180 hasta 1200, seguido de un púlido fino con soluciones de alúmina de diferentes tamaños de grano, siempre en orden decreciente, al igual que en el proceso de desbaste, desde 3 µm hasta 1 µm. El ataque químico se llevó a cabo con una solución de óxido de cromo, sulfato de amonio y ácido sulfúrico.

Tabla 1. Composición química de la aleación NAB empleada.

Elemento	Cu	Al	Fe	Mn	Si	Ni	Otros
	81.16	9.016	4.371	0.345	0.239	4.811	bal

Con el objetivo de valorar el efecto de la aplicación de tratamientos térmicos sobre la microestructura del bronce, las probetas se dividieron en dos grupos: 1) Probetas sin tratamiento térmico, 2) probetas tratadas térmicamente (temple) a 650. 800 y 900°C, enfriados en aceite. Los tratamientos térmicos fueron llevados a cabo en un horno eléctrico Carbolite Furnace 1100. Seguido de la caracterización mediante técnicas de microscopia óptica, y finalmente su resistencia a la corrosión en medio salino 3.5% NaCl, empleando técnicas de polarización.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 1 muestra la morfología superficial de las probetas en donde se muestran los detalles más relevantes obtenidos con el microscopio electrónico de barrido (SEM), en donde de acuerdo con su morfología de los precipitados microestructurales, se estima o se delimita su identidad. En la micrografía, se observa la presencia de granos de la fase α, con alto contenido en cobre, engrosados mientras que los granos de la fase β siguen siendo ligeramente alargados. Así mismo no se observa en buena precisión la presencia de la fase κ_{IV} seguramente por la concentración de Fe, pues la solubilidad del hierro en la fase α satura aún más, lo cual incrementará el número de granos de esta fase. Debido a ello las fases que predominan en un bronce tipo NAB son: α, β. La presencia de la fase κIV, constituida por pequeños precipitados dentro de la solución sólida α, se consiguen vislumbrar estos precipitados en los granos α, como se mostrará más adelante. Por último, mencionar la existencia de la fase κIII, presente en los límites de grano α y β, con una forma fibrilar. Como se puede observar en la figura 1b en donde la morfología de los precipitados observados en la fig 1ª se modifican completamente después de ser expuesta la probeta a un tratamiento térmico por arriba de los 800°C. Este cambio microestructural da como resultado el incremento de la dureza de los sustratos a 80 HRB.

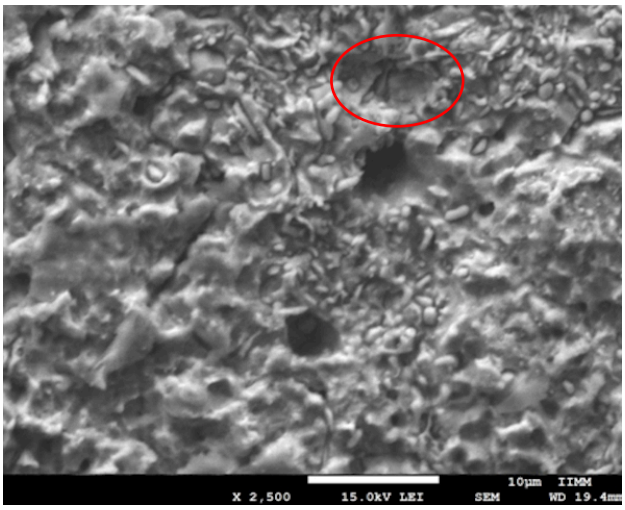


Figura 1 Micrografía SEM de sustratos de bronce tipo NAB con tratamiento térmico de 800°C

Conducta electroquímica en medio salino

El análisis de resistencia a la corrosión está relacionado con la microestructura resultante del proceso de tratamiento térmico de temple a diferentes temperaturas 900. 800 y 600°C. Las propiedades de resistencia a la corrosión de la aleación tipo NAB en medio salino se evalúo por polarización Tafel, en donde cómo se puede apreciar en la Figura 3, se muestran las curvas características de esta aleación. Se puede observar, que este proceso consta de dos etapas, la fase anódica y la fase catódica, así como se presenta un proceso totalmente activacional, lo que conlleva a una gran cantidad de corrosión libre y por consiguiente una pasivación provocada por los desechos de corrosión (AlO3, CuO, etc), cuando el potencial anódico alcanza un valor cercano a – 620 mV.

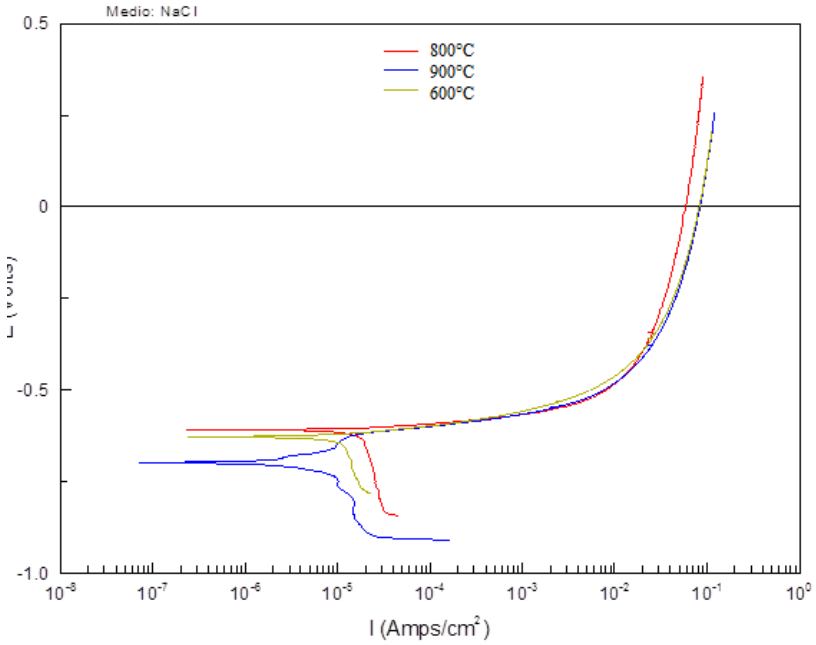


Figura 2 Conducta electroquímica de la aleación tipo NAB a diferentes tratamientos térmicos

En las curvas de polarización no se alcanza a apreciar de manera significativa el efecto de los cambios microestructurales debido al tratamiento por temple, en los valores de Ecorr, sin embargo, se logra observar el desplazamiento en los valores de Icorr entre las diferentes curvas Tafel de las diferentes muestras. Otro aspecto que se evidencia en los diagramas Tafel, en la región catódica es la presencia de una densidad de corriente límite i_L, en las curvas de los tres sustratos evaluados que corresponden a los sustratos de la aleación con y sin tratamiento térmico respectivamente. Este comportamiento es característico de procesos controlados o dominados por transferencia de masa.

La Tabla 2 muestra los valores de parámetros electroquímicos que se obtuvieron con la gráfica de polarización de la curva Tafel. Se puede apreciar que la muestra tratada 800°C obtuvo los menores valores Ecorr (potencial de corrosión) mientras que a 900°C obtuvo los mayores. Sin embargo, también mostró los menores valores de Icorr (intensidad de corriente) la cual está directamente relacionada a la velocidad de corrosión. Por lo tanto, la muestra tratada a 800°C fue la que mostró una degradación a menor velocidad.

Tabla 2 Datos obtenidos de la curva de polarización Taffel en NaCl.

Muestra	Ba (mV)	Bc (mV)	Io (Amp/cm^2)	Eo (Volts)	MPY
900°C	23.212	1095.6	1.95E-05	-0.609	8.82E-02
800°C	228.05	1090.4	1.56E-05	-0.698	7.07E-02
600°C	27.251	375.26	9.17E-06	-0.628	4.16E-02

De la exploración microscópica de la figura 4 se determina que las zonas susceptibles a la iniciación de la corrosión son las zonas adyacentes a los límites de grano y en las interfases formadas. En general podemos mencionar que, en medio salino, se presente corrosión por picadura debido a la presencia de fases intermetálicas en la matriz de Cu, las cuales contribuyen en gran proporción al incremento de la corrosión por picaduras como lo muestran las imágenes obtenidas por SEM (Fig. 4). Se observa que preferencialmente las picaduras comienzan en el micropar galvánico que se forma entre las fases intermetálicas conductoras y la matriz metálica. El diámetro de las picaduras oscila entre 15 y 20 µm, en las cuales se observa la completa disolución de la matriz metálica quedando solo las partículas cerámicas.

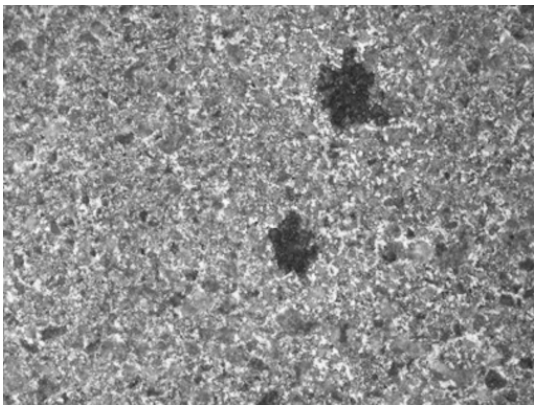


Figura 4 corrosion vista por microscopio opticon de barrido (SEM).

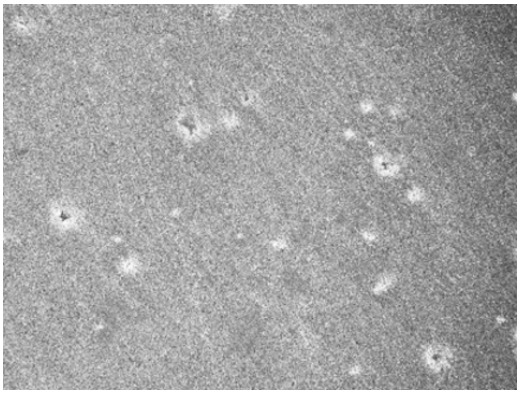


Figura 5. Micrografía óptica de bronce tipo NAB

IV. CONCLUSIONES

Las aleaciones NAB, la cantidad y tamaño de los precipitados κ aumentan con la temperatura de revenido, así como disminuye la presencia de fase β' en equilibrio, al disponer de la suficiente temperatura para descomponerse en reacción eutectoide. Se aprecia que la fase α está presente en todo momento, sea cual sea el tratamiento térmico empleado. Asi mismo es evidente que la presencia de mayor cantidad de precipitados distribuidos en la matriz de la aleación disminuye la resistencia a la corrosión de la aleación, debido a que incrementa la relación de micro celdas galvánicas en la matriz.

V. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

El autor de esta investigación agradece a la UADEC por permitirnos el uso de sus instalaciones y su infraestructura para realizar la síntesis de los recubrimientos evaluados, así mismo agradecemos a la UMSNH por permitirnos el uso de equipos de caracterización de los bronces tipo NAB.

REFERENCIAS

[1] I. Cobo, M. V. Biezma y L. Sánchez. "Estudio microestructural de bronces de aluminio y níquel (NAB) y bronces de aluminio y manganeso (MAB): Efecto de dos reactivos químicos". XIV Congreso Nacional de Materiales (2016).

[2] Y. Lv, L. Wang, Y. Han, X. Xu y W. Lu. "Investigation of microstructure and mechanical properties of hot worked NiAl bronze alloy with different deformation degree". Materials Science & Engineering, 643(A), 17–24 (2015).

[3] J. Anantapong, V. Uthaisangsuk, S. Suranuntchai y A. Manonukul. "Effect of hot working on microstructure evolution of as-cast Nickel Aluminum Bronze alloy". Materials and Design 60, 233–243 (2014).

El maguey como materia prima para la obtención de viscosa

María Fernanda Barceló Acosta
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato-Silao Km 12.5 Col. El Copal,
Irapuato, Guanajuato. C.P. 36821
sally.barce@gmail.com

Asesor: Gabriel Herrera Pérez
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato-Silao Km 12.5 Col. El Copal,
Irapuato, Guanajuato. C.P. 36821
gaherrera@itesi.edu.mx

Resumen — El objetivo de este trabajo es utilizar la celulosa proveniente de las fibras del *Agave tequilana* Weber para la elaboración de viscosa, siendo este un desecho agroindustrial proveniente de la elaboración del tequila. Una vez recolectadas las pencas frescas del maguey, las hojas se sometieron a tratamientos físicos como sumergimiento, ablandamiento y cepillado y a tres diferentes tratamientos químicos como hidrolisis ácida, alcalina y blanqueo para extraer la celulosa, de las cuales la tercera es a metodología más agresiva para las fibras ya que rompe los enlaces β (1,4) de la misma dejando una gran cantidad de celulosa en los residuos que posteriormente se utilizara para la realización de viscosa o rayón cuproamonio.

Palabras clave — Maguey, viscosa, celulosa.

Abstract — The objective of this work is to use cellulose from *Agave tequilana* Weber fibers for viscose processing, this being an agroindustrial waste from the production of tequila. Once the fresh maguey leaves were collected, the leaves were subjected to physical treatments such as submersion, softening and brushing and three different chemical treatments such as acid hydrolysis, alkaline and bleaching to extract cellulose, of which the third is a more aggressive methodology for the fibers since it breaks the β (1,4) bonds of the same leaving a large amount of cellulose in the residues that would later be used to make viscose or cuproammonium rayon.

Keywords — Maguey, viscose, cellulose.

I. INTRODUCCIÓN

El *Agave* o maguey (nombre común) pertenece a la familia de las agaváceas y dentro del reino vegetal es una de las plantas con mayor diversidad de usos, atribuyéndole más de cien de ellos (Parra et al, 2010). El Agave tequilana es una planta que crece en zonas áridas y cálidas, que se caracteriza por tener forma de roseta, se reproduce principalmente por hijuelos, crece entre 1.2 y 1.8 m de altura. Sus hojas presentan un color azul-verdoso, son delgadas y casi planas; miden aproximadamente 1.25 m de largo y 10 cm de ancho y tiene una espina terminal de color rojo oscuro de 2 cm (Leyva et al, 2006). Las fibras del maguey, como la mayoría de las plantas terrestres se componen principalmente de tres constituyentes principales: celulosa (38-50%), hemicelulosa (23-32%) y lignina (10-25%) (Jiménez et al., 2016). La celulosa, principal componente de las paredes celulares de las plantas, es un polisacárido formado por moléculas de cadenas lineales de β (1,4)-D-glucopiranosa. Es el polímero más abundante de la naturaleza y utilizado como materia prima en industrias de papel y textil (Jiménez et al., 2016). El maguey es una especie no maderable que puede ser utilizada para la extracción de celulosa y ser aprovechada para diversos usos en las industrias. En una hectárea se cultivan 2,500 agaves, en promedio de cada planta se obtiene 80 hojas que se encuentran físicamente aptas para extraer fibra. Por consiguiente, en una hectárea se generan 200,000 hojas que no están siendo aprovechadas (Rios, 2011). En la

industria textil la celulosa se utiliza para la elaboración de viscosa, esta es una de las fibras más empleadas en la confección de prendas. Se trata de una de las primeras fibras manufacturadas, producidas a partir de la celulosa de las maderas y del algodón. La obtención de viscosa o rayón puede realizarse de dos formas, una de ellas que es la más utilizada en la industria, es la elaboración de viscosa por medio de xantación; el segundo método es por medio de cuproamonio, en el cual disuelve carbonato de cobre con amoniaco conocido como reactivo de Schweitzer.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Las pencas utilizadas para la extracción de celulosa se recolectaron en las comunidades de San Gonzalo y El Jagüey en el municipio de Romita, Gto. las hojas utilizadas para este proyecto provienen de *Agaves* de 3, 6 y 8 años de edad.

El Primer paso para la obtención de celulosa es la extracción de las fibras de las pencas, esto se logró por medio de ablandamiento de las pencas de maguey se utilizó el método de sumergimiento en agua a cielo abierto propuesto por Parra et al (2004), el cual tuvo una duración de tiempo variable respecto a las edades de las pencas. Posteriormente se utilizó una técnica manual para la extracción de las fibras, la cual consiste en golpear las pencas con un objeto pesado y posteriormente seguir con un limpiado de la hoja con ayuda de un cepillo de alambre, las pencas cepilladas se lavaron con agua corriente eliminando cualquier partícula ajena a las fibras, finalmente las fibras se secaron a cielo abierto por 1 semana.

A. Extracción de celulosa

El procedimiento que se realizó para la extracción de la celulosa fue por medio de la técnica de pulpeo, el cual consta de cuatro pasos propuesto por Bolio et al (2011) y Leyva et al (2006), para la realización de este procedimiento se empleó material básico de laboratorio.

El segundo procedimiento que se realizó para la extracción de la celulosa consta de tres pasos propuesto por Tovar et al (2014), para la realización de este procedimiento se empleó material básico de laboratorio.

Hidrólisis alcalina suave: En un vaso de precipitados se colocaron las fibras sin tratar y una solución de NaOH al 10% (p/v), siguiendo con la hidrolisis ácida: se colocan las fibras en otro vaso de precipitados con una solución de H_2SO_4 al 4% (v/v), después la cloración o blanqueo: con NaClO al 10% (v/v). El tercer método utilizado para la extracción de la celulosa se diseñó a partir de la combinación de los pasos y las concentraciones de los procedimientos anteriores, esto se debe a que la primera metodología fue diseñada para la extracción de celulosa de una clase diferente de maguey y la segunda fue implementada para la extracción de celulosa proveniente del bagazo de la especie de interés, por lo cual la metodología propuesta consta de los siguientes pasos: Hidrólisis ácida suave: En un vaso de precipitados se colocaron las fibras sin tratar y una solución de H_2SO_4 al 4% (v/v), siguiendo con la hidrolisis alcalina: se colocan las fibras en una solución de NaOH al 20% (p/v), después la cloración o blanqueo: con NaClO al 10% (v/v), en cada paso hay un tiempo de sumergimiento en agitación continua por 1 hora y un lavado de las fibras antes del siguiente paso con agua destilada en las metodologías 2 y 3.

B. Elaboración de la viscosa

Para la elaboración del reactivo de schweitzer y viscosa se realizará la técnica propuesta por Pillaca & Graciano (2016), agregar 5 g de $CuSO_4$ en 15 ml de agua en un vaso de precipitados, posteriormente se agrega 1.6 ml de hidróxido de amonio al 30 % gota a gota en agitación constante (observar un precipitado de color azul pálido o turquesa). A continuación, se debe filtrar la solución anterior al vacío, lavando con 10 ml de agua. Posteriormente se coloca el sólido en un vaso de precipitado, se disuelve con 7 ml NH_4OH. Después se debe agregar poco a poco pequeños trazos de celulosa hasta obtener una consistencia viscosa. Al terminar se llena una jeringa con viscosa y se expulsa el contenido de la jeringa en un vaso de precipitado con 50 ml de H_2SO_4 al 5 %., finalizando con la espera a que las fibras tomen una coloración blanca y luego se enjuagan con agua.

C. Espectrofotometría UV-vis

Se utilizó el espectrofotómetro UV-vis modelo ANACHEM 220 a una longitud de onda de 507 y 570 nm en absorbancia para determinar la cantidad de celulosa presente en los residuos causados a lo largo de cada etapa de los procedimientos llevados a cabo, esto con el motivo de saber que tan agresivos son los procedimientos para la extracción de celulosa presente en las fibras de maguey.

III. RESULTADOS

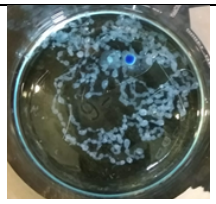
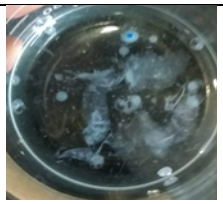
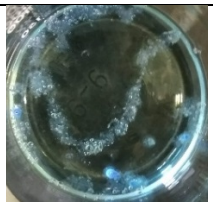
La fase de ablandamiento de las pencas de 3 años tuvo una duración de 1 semana, mientras que las de 6 y 8 años tuvieron un tiempo de 2 y 3 semanas respectivamente, mientras mayor sea la edad de las pencas será mayor el tiempo de ablandamiento, ya que la cantidad de humedad dentro de ellas es menor. De las tres metodologías presentadas las primeras dos son las que mantienen una mayor cantidad de celulosa presente en las fibras, mientras que la metodología 3 resulto ser lo bastante agresiva para hidrolizar las cadenas β (1,4) de la celulosa logrando que gran cantidad de ella quede en los residuos, evitando así la formación de viscosa al momento de que las fibras tratadas entren en contacto con el reactivo de Schweitzer, por ende las fibras con menos cantidad de celulosa no formaron hebras de rayón viscosa al entrar en contacto con el H_2SO_4 al 5%.

Obteniendo los resultados de las mediciones por medio del espectrofotómetro UV-vis se puede observar que la metodología tres es la que llego a hidrolizar las fibras hasta llegar a la celulosa provocando que se quedara una mayor cantidad de ella en los residuos como se muestra a continuación en las siguientes gráficas.

Tabla 1 Fibras tratadas

Metodología/ *Agave* (años)	3	6	8
1			
2			
3			

Tabla 2 Elaboración de viscosa

Papel	A. 3 años	A. 6 años	A. 8 años
			

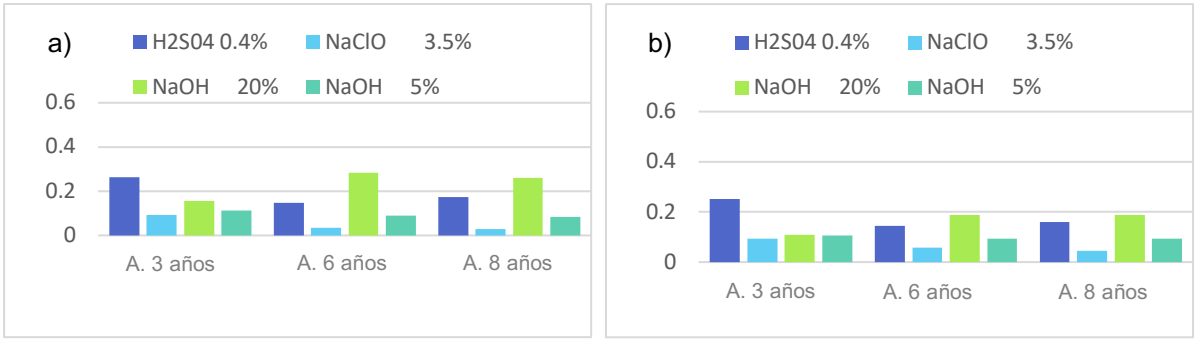


Figura 1. Absorbancia de la celulosa a) 507 nm y b) 570 nm, residuos de la metodología 1

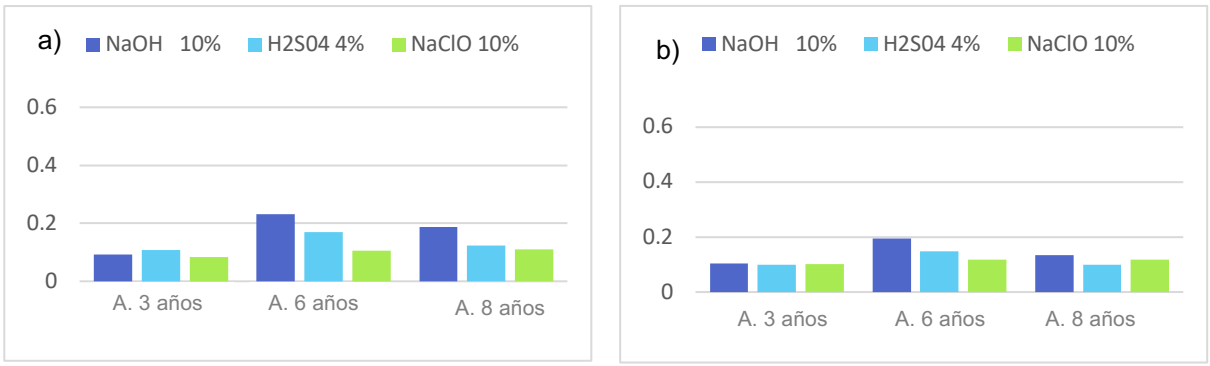


Figura 2. Absorbancia de la celulosa a) 507 nm y b) 570 nm, residuos de la metodología 2

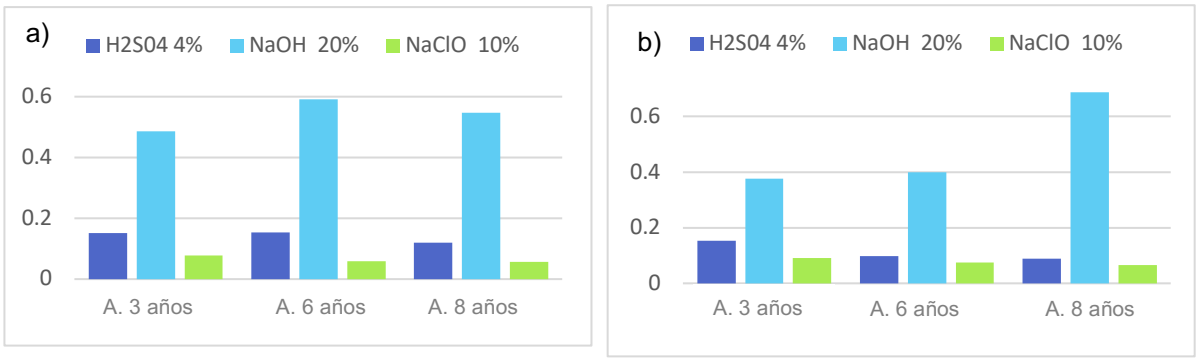


Figura 3. Absorbancia de la celulosa a) 507 nm y b) 570 nm, residuos de la metodología 3

IV. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Se muestran resultados favorables en la extracción de las fibras, ya que se obtuvo una cantidad apropiada para llevar a cabo la experimentación y desfavorables de acuerdo a la hipótesis realizada para esta investigación, ya que la mayor cantidad de celulosa se quedó en los residuos por lo que las fibras de rayón no llegaron a formarse como se esperaba, ya que estas al entrar en contacto con el H_2SO_4 no fueron continúas ni blancas como las que son reportadas en la investigación de Pillaca & Graciano (2016).

El reactivo de Schweitzer debe tener un color rey brillante, lo que indica que se realizó de manera adecuada, sin embargo, al pasar un día el color cambia a un azul Prusia opaco, lo cual es un indicador de que no se puede utilizar, ya que se pudo haber oxidado o reducido el cobre presente en el reactivo y se tiene que volver a hacer un reactivo fresco para su utilización. Si se llega a usar el reactivo más oscuro al momento de agregar la celulosa y pasar la viscosa al H_2SO_4 no se formará rayón viscosa, se formara una hebra marrón que se difunde en cuestión de segundos.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La extracción de celulosa no se llevó a cabo de una manera adecuada ya que la hidrolisis alcalina es el paso clave para una buena extracción, si esta está en una concentración del

20% en el residuo se encontrara una gran cantidad de celulosa lo que conlleva a que las fibras no se puedan disolver en el reactivo de Schweitzer y por ende no se pueda llevar a cabo una buena regeneración de celulosa al entrar en contacto con el H_2SO_4 ya que no se encontrara la cantidad suficiente de celulosa para llevar a cabo la regeneración que formara posteriormente el rayón viscosa. Se recomienda hacer al menos 4 pasos en la extracción a concentraciones bajas de cada reactivo utilizado para asegurar que en cada paso el compuesto de interés se quede en la fibra y no en el residuo.

VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Se agradece al Ing. Javier Díaz Méndez por su apoyo y auxiliar en el trabajo de Laboratorio de Química General.

REFERENCIAS

[1] Bolio, G., Valadez, A., Veleva, L. & Andreeva, A. (mayo, 2011). Whiskers de celulosa a partir de residuos agroindustriales de banano: obtención y caracterización. Revista mexicana de ingeniería química. Vol. 10, pp. 291-299.

[2] Jiménez, E., Prieto, F., Prieto, J., Acevedo, O. & Rodríguez, R. (2016, junio). Caracterización fisicoquímica de cuatro especies de agaves con potencialidad en la obtención de pulpa de celulosa para elaboración de papel. DYVA, vol. 83, pp. 233-243.

[3] Leyva, C, Pérez, V., Domínguez, R. & Madera, T. (2006). Extracción y caracterización fisicoquímica de celulosa extraída de la vaina del frijol pelón (Viagna unguiculata L. WALP). memorias de la semana de divulgación y vídeo científico, 1, pp. 288-292.

[4] Parra, L., Villar, P. & Prieto, A. (diciembre, 2010). Extracción de fibras de agave para elaborar papel y artesanías. Acta universitaria, Vol, 20, pp. 77-83.

[5] Pillaca, Y. & Graciano, I. (2016). *Obtención de rayón cuproamonio* (Tesis de pregrado). Universidad nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú

[6] Rios, L. (2011). Determinación del comportamiento viscoelástico y modelo reológico en las fibras de hojas del Agave angustifoli Haw. (Tesis de maestría). Instituto politécnico nacional. Santa Cruz Xoxocotlán, Oax.

[7] Tovar, K., Nakasone, K., Sugita, S., Tagaya, M. & Kobayashi, T. (junio, 2014). Effects of sodium hypochlorite on Agave tequilana Weber bagasse fibers used to elaborate cyto and biocompatible hydrogel films. Materials Science and Engineering, 42, 808-815.

Electrodeposición de aleaciones ternarias de zinc-cobalto-níquel para protección contra la corrosión en la industria automotriz

Luis Arturo Franco García
Universidad Politécnica de Querétaro
Ingeniería en Tecnologías de Manufactura
Carretera Estatal 420 s/n
C.P. 76240, El Rosario, El Marqués, Querétaro.
017022602@upq.edu.mx

Asesora: Alondra Anahí Ortiz Verdin
Universidad Politécnica de Querétaro
Ingeniería en Tecnologías de Manufactura
Carretera Estatal 420 s/n
C.P. 76240, El Rosario, El Marqués, Querétaro.
alondra.ortiz@upq.mx

Resumen — En este trabajo se presenta la electrodeposición de materiales puros como Ni, Zn y Co así como ternarios con los tres metales Zn-Ni-Co. Para llevar a cabo los electrodepósitos se utilizó una fuente de poder Loboratory DC power suppli, Gw Instek GPS-2303 y un durómetro portátil para Acero Rockwell C PC-316 donde se midio la dureza de los electrodepósitos.

Palabras clave — Metales, aleaciones, electrodepósitos.

Abstract — This paper presents the electrodeposition of pure materials such as Ni, Zn and Co as well as ternary with the three Zn-Ni-Co metals. To carry out the electrodeposits, a Loboratory DC power suppli, Gw Instek GPS-2303 and a portable hardness tester for Rockwell C PC-316 Steel were used, where the hardness of the electrodeposites was measured.

Keywords — Metals, alloys, electrodeposites.

I. INTRODUCCIÓN

En la presente investigación se ha obtenido un gran hallazgo en un proceso electroquímico para la elaboración de una película de aleaciones ternarias de Zinc, Níquel y Cobalto.

Las experiencias de electrodeposición se realizaron mediante transientes galvanostáticos (Milchev y Montenegro, 1992; Milchev, 1998a; Milchev, 1998b; Fletcher 1978; Fletcher, 2002), aplicando una corriente de acuerdo a un procedimiento de tipo industrial. Según sea el transiente durante la deposición se puede inferir cómo es la evolución del potencial en la muestra. La preparación superficial del acero utilizado como sustrato incide fuertemente en la textura de los cincados, ya sea que el acero se haya pulido mecánicamente o electrolíticamente; además las diferentes variables en el proceso de electrodeposición inciden en las morfologías y en las texturas (Raeissi et al., 2005). El comportamiento contra la corrosión de los recubrimientos metálicos depende de su textura, morfología y composición química (Park y Szpunar, 1998; Asgari et al., 2007). Mouanga et al. (2009), encontraron que, en depósitos de zinc, el refinamiento de grano mejora la resistencia contra corrosión por la técnica combinada de corriente pulsante más aditivo [1].

El níquel y sus aleaciones se usan en una amplia variedad de aplicaciones, y en la mayoría de ellos se requiere resistencia a la corrosión, resistencia al desgaste y resistencia a la temperatura. Entre las industrias que hacen uso de estos recubrimientos están la industria química, la petroquímica, la automovilística y la aeronáutica. En la constante búsqueda de nuevos materiales, se estudian actualmente los recubrimientos compuestos.

Los recubrimientos son sistemas heterogéneos formados por una matriz que puede ser metálica a la cual se le incorporan partículas micro o nanométricas de materiales metálicos o no metálicos. Las partículas pueden ser óxidos de alta dureza, carburo de silicio, diamante, óxidos de aluminio, titanio, silicio y sulfuro de molibdeno, sólidos lubricantes o microcápsulas de líquidos lubricantes en la literatura se reporta que el uso de una fase dispersa contribuye al mejoramiento de las propiedades tribológicas y reportan la formación de diferentes recubrimientos compuestos con una matriz de níquel. La fabricación de estos recubrimientos se puede realizar por métodos electroquímicos, método en el cual se pueden incorporar partículas finas de metales, compuestos no metálicos o cerámicos para mejorar las propiedades de un material. Adicionalmente, el depósito electroquímico es una técnica que permite realizar recubrimientos a piezas de diferente forma y dimensión disminuyendo el costo de producción. La elaboración de recubrimientos compuestos se ha venido desarrollando porque a medida que la tecnología avanza, el sector industrial encuentra la necesidad de emplear materiales que se ajusten adecuadamente a las funciones requeridas dentro de un determinado proceso. En las últimas décadas, con la incorporación de partículas en los recubrimientos se han podido mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales, tales como: resistencia al desgaste y a la corrosión, autolubricación, dureza superficial, maleabilidad etc., en comparación con el metal puro [2].

La resistencia a la corrosión de aleaciones electrodepositadas de Zn-Ni es más alta que la del cinc puro. La electrodeposición de la aleación Zn-Ni es clasificada como una codeposición anómala, donde el cinc, que es el metal menos noble, es depositado preferencialmente codeposición de la aleación Zn-Ni no siempre es anómala, pues a bajas densidades de corriente es posible obtener una codeposición normal, donde el Ni se deposita preferencialmente al Zn. Muchos autores atribuyen el comportamiento anómalo a la formación de hidróxido de cinc sobre la superficie del cátodo que suprime la descarga de iones níquel. La aleación puede ser electrodepositada de varios tipos de soluciones, tales como cloruro, conteniendo cloruro de amonio; sulfato, conteniendo ácido bórico; pirofosfato y baños de sulfato. La industria, para proteger vehículos de la corrosión, ha realizado en las últimas décadas progresos notables en la tecnología de electrodeposición de cubiertas basadas en cinc [3].

Los recubrimientos de Zn y sus aleaciones sobre sustratos de acero de bajo carbono, ofrecen una variedad de aplicaciones en la industria debido a su costo moderado y su relativa sencillez de obtención. Adicionalmente, la corrosión del acero es causa frecuente de pérdidas económicas debido a que el material pierde propiedades mecánicas y de durabilidad afectando la seguridad de las personas debido a la falla de estructuras y vehículos (Krugger, 2003). Se depositaron electro recubrimientos mediante un electrolito que contenía iones de zinc y hierro en solución, ya que la co-deposición de estos dos elementos sobre el acero podría mejorar el comportamiento frente a la corrosión respecto al zinc puro y a otros recubrimientos de Zn con elementos de aleación del grupo del hierro (Carcel,1990). Sin embargo, es tema de experimentación encontrar los parámetros (Lodhi et al., 2007; Bajat et al., 2004) de frecuencia y ciclo duty, de acuerdo con el recubrimiento que se desee obtener, ya que los cambios en estas variables se reflejan en el tipo de recubrimiento obtenido. Realizaron recubrimientos de Zn-Fe con corriente pulsante obteniendo como conclusiones que, a bajas frecuencias de deposición, los recubrimientos muestran menores

pendientes en la curva de polarización lineal. De esta forma los valores de velocidad de corrosión aumentan, indicando que los recubrimientos tendrán mayor tendencia a entregar sus electrones al medio circundante de acuerdo con la reacción de oxidación. Un aumento en el valor de resistencia a la polarización lineal, refleja una menor velocidad de corrosión del recubrimiento. Esto concuerda con la indicación de que la técnica de deposición electrolítica mediante fuentes de corriente pulsante y favorece el refinamiento del tamaño de grano de los depósitos; el tamaño de grano del recubrimiento obtenido con una frecuencia de 100 Hz será menor que los obtenidos con valores de frecuencia más bajos. Independientemente de la técnica de deposición con corriente DC, la técnica de electrodeposición con corriente pulsada, permitió observar cambios en la velocidad de corrosión del recubrimiento depositado [4].

Se ha encontrado que la resistencia a la corrosión de las aleaciones zinc depende significativamente en la concentración molar en el depósito. El uso de aditivos de baño específicos también se ha encontrado beneficioso con respecto a resistencia a la corrosión, incluso para bajos contenidos de molaridad. Ha sido observó que la aleación ternaria ZnNiCo se caracteriza por resistencia a la corrosión mejorada en comparación con el binario ZnNi y Aleaciones de Zn-Co [5].

II. METODOLOGÍA

Para el desarrollo experimental del proceso electrolítico se utilizaron tres soluciones acuosas basadas en cloruro de níquel ($NiCl_2$), cloruro de cinc ($ZnCl_2$) y cloruro de cobalto ($CoCl_2$), en la tabla 1 se muestra las concentraciones de las soluciones, así como las condiciones de operación que se utilizaron para llevar a cabo la electrodeposición de los materiales. Las láminas de acero prepulido de la marca Q-panel utilizadas como cátodo. La limpieza de los cátodos se realizó con agua corriente, alcohol etílico y finalmente con agua desionizada. El proceso de electrodeposición en todos los casos tuvo una duración de 5 minutos y 0.1A de corriente a una temperatura ambiente de aproximadamente 25°C con un pH de 5.5 .

Tabla 1. Soluciones utilizadas para los electrodepósitos.

Solución	**$ZnCl_2$**	**$NiCl_2$**	**$CoCl_2$**
1	1M	0.01M	0.01M
2	1M	0.1M	0.1M
3	1M	0.1M	0.01M
4	1M	0.01M	0.1M
Condiciones de Operación			
Volumen	50 ml.		
Temperatura	25°C		
Aguas desionizada	------		
Ánodo	Grafito		
Área catódica	2.25cm^2		
pH	5.5		

III. RESULTADOS

Los electrodepósitos de los materiales puros y los ternarios mostraron alta resistencia a la corrosión y buena apariencia como se puede observar en la figura 1. La parte marcada como sustrato presenta corrosión y la parte donde se encuentra la película de los recubrimientos presenta una mejora en la resistencia a la corrosión. En la figura 1 se muestran los electrodepósitos obtenidos.

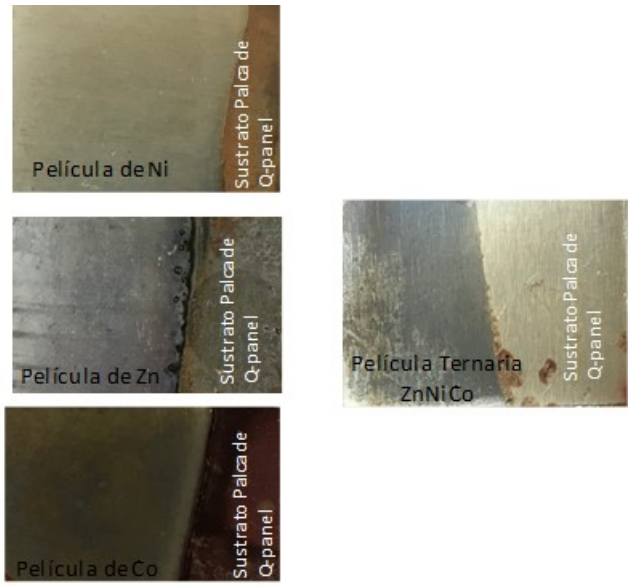


Fig. 1 Electrodepositos de Zn, Ni y ZnNiCo

IV. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos de los electrodepósitos se observa claramente que tanto los metales puros como en aleaciones ternarias tienen alta resistencia a la corrosión, por lo que dichos recubrimientos pueden ser una alternativa para ser utilizados en la industria del sector automotriz y así proteger de la corrosión los vehículos.

V. RECONOCIMIENTO

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Politécnica de Querétaro por las facilidades y la beca otorgada para la realización de la estancia de verano.

VI. REFERENCIAS

[1] Zulema A. Mahmud, Norma Míngolo, Gabriel Gordillo, “Eefecto de la textura de electrodepósitos de zinc en acero sobre su resistencia a la corrosión”, *Avances en ciencias e ingeniería*, Vol 1(3), pp. 15-25. 2010.

[2] Henao Guzmán, Johny Edwar, Gómez Botero, Maryory Astrid, Calderón Jorge Andrés, “Depósito electroquímico de recubrimientos compuestos de Ni-SiC y evaluación de su comportamiento

anticorrosivo", *Revista de la facultad de ingeniería Universidad de Antioquia*, Vol. 49, pp. 70-80. 2009.

[3] W. Reátegui R., A. Vergara R., "Efecto de la incorporación del Ni y Co en la electrodeposición del Zn", *Industria Química*, Vol 17, pp. 47-53. 2014.

[4] Edilberto Tovar Quiroz, Andrea del Pilar González Sánchez, Luis Fernando Lozano Gómez., "Evaluación electroquímica de recubrimientos Zn-Fe depositados con corriente pulsante, *Informador Técnico*, Vol. 79(1), pp. 6-10. 2015.

[5] N. Eliaz, K. Venkatakrishna, A. Chitharanjan Hegde, "Electroplating and characterization of Zn-Ni, Zn-Co and Zn-Ni-Co", *Surface & coatings technology*, Vol. 205, pp. 1969-1978. 2010.

Electrofermentación para la producción de bioetanol

Daniela Joselin Hernández García
Universidad autónoma de Coahuila
Carretera Torreón-Saltillo
C.P. 27440, Torreón, Coahuila
d.hernandez@uadec.edu.mx

Asesor: Aldo Amaro Reyes
Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de ciencias químicas
Av. 5 de febrero y calle Hidalgo
C.P. 76010, Santiago de Querétaro, Qto.
Aldo.amaro@uaq.edu

Resumen — el etanol es un producto químico obtenido a partir de fermentaciones de azucares y utilizado como biocombustible. Recientemente se han estado estudiado sistemas bioelectroquímicos (BES), como la electrofermentación (EF), para aumentar la productividad de obtención, por lo cual, buscamos conocer el impacto en la concentración de etanol de dos sistemas EF (15V y 30V), suministrando electrones a dos biorreactores utilizando electrodos de acero inoxidable y cobre, conectados a un regulador de potencia. Las EF se realizaron a través de enzimas de *K. marxianus,* con xilosa como sustrato (15g/L). Los resultaros mostraron un mayor rendimiento de etanol en 15V (0.07g/g), y 30 V (0.04g/g), que en control (0.019g/g), lo que significa un incremento de productividad por los sistemas EF.

Palabras clave — biocombustible, sistemas bioelectroquímicos, electrofermentación.

Abstract — Ethanol is obtained from sugar fermentations and used as a biofuel. Recently, bioelectrochemical systems (BES), such as electro-fermentation (EF), have been studied to increase the productivity to obtained, so we seek to know the impact on the ethanol concentration of two EF systems (15 V and 30 V), supplying electrons in two bioreactors using stainless steel and copper electrodes, connected to a power regulator. EFs were performed through enzymes of *K. marxianus*, with xylose as a substrate (15 g / L). The results obtained showed a higher ethanol yield in 15 V (0.07 g / g), and 30 V (0.04 g / g), than in control (0.019 g / g), which means an increase in productivity by EF systems.

Keywords — Biofuel, bioelectrochemical systems, electro-fermentation.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día existe un gran interés por generar fuentes de energía distintas a las ya convencionalmente conocidas (como los derivados de petróleo), con diversos fines ya sea ambientales y/o económicos. Para esto se han abierto líneas de investigación dirigidas a la obtención de material combustible a partir de materiales lignocelulósicos.

Los biocombustibles pueden ofrecer ahorros en las emisiones de al menos el 50%, comparando con combustibles fósiles como el gasóleo o la gasolina (Hernandez *et al.* 2008), por ello, en países como Brasil y Estados Unidos se ha apoyado desde hace años el uso de biocombustibles como bioetanol obtenido de granos de maíz y caña de azúcar, principalmente (De Paula y Cristian, 2009). Sin embargo la situación en México es diferente, dado que la producción agrícola no es lo suficientemente alta como para cubrir la demanda alimenticia y energética a la vez. Rendon-Sagardi *et al.* (2014) mencionaron que el uso de materia orgánica, como el maíz, para la producción de etanol genera un aumento en el precio del grano, desfavorable para los dos tercios de población en México que viven en pobreza, por lo que no es la mejor opción. Ante esta disyuntiva se ha optado a usar material lignocelulósico; este tipo de material se compone principalmente de desechos agrícolas y es una buena fuente de carbono. Sin embargo, la industria energética se ha encontrado con

dificultades en el momento de someter este tipo de sustratos a procesos fermentativos, por lo que se ha visto en la necesidad de recurrir a pretratamientos y otras técnicas biotecnológicas que ayuden a optimizar las líneas de obtención de bioetanol. En 2005, la principal técnica disponible era la hidrólisis ácida diluida, la cual tenía aproximadamente un 35% de eficiencia de biomasa a etanol, se concluyó entonces que los avances en biotecnología, **especialmente a través de combinaciones de procesos**, podrían llevar la eficiencia del etanol al 48% (Carlo N. Hamelinck *et al*. 2005). Recientemente, los sistemas electroquímicos biológicos (BES) han recibido atención debido a su posible aplicación en diversos dominios. La integración de BES en la fermentación es considerado como bio-procesamiento híbrido (electro-fermentación, EF), el cual, retrata sinérgicamente las características ventajosas de ambos procesos con la capacidad de dirigir el metabolismo hacia la producción selectiva (J. Shanthi *et al.* 2018). Estos sistemas ya han sido probados para obtención de biohidrógeno, ácidos grasos y metano, donde mostraron tener un impacto significativo al elevar un 40 % (+- 2) el rendimiento del proceso (J. Shanthi *et al.* 2018).

II. MARCO TEÓRICO

Los procesos fermentativos utilizan cepas microbianas capaces dirigir la transformación de un sustrato a un producto de interés a través de su metabolismo. *Kluyveromyces marxianus* es capaz de producir etanol a partir de azúcares presentes en material lignocelulósico, como glucosa, xilosa (*Nitiyon et al*. 2016). Sin embargo, como todo proceso de fermentación, suele estar limitado por parámetros como pH, temperatura y presión parcial de H_2 , los cuales siempre son difíciles de controlar(Roman Moscoviz *et al. 2016*), por lo que ha surgido la alternativa de dirigir las fermentaciones a través de EF, con el fin de utilizar de cofactores redox para la mejora de la expresión de xilosa reductasa (XR) y xilitol deshidrogenasa (XDH), extraídas de *K. marxianus,* dado que, XR se activa mediante el cofactor NADH+, lo cual reduce la xilosa a xilitol, para después ser oxidado mediante XDH usando NAD como cofactor.

La electrofermentación consiste en controlar electroquímicamente el metabolismo fermentativo microbiano con electrodos (Moscoviz *et al*. 2016). Los electrodos pueden actuar como sumideros de electrones o fuentes que pueden modificar el medio cambiando el balance redox, también ayudan a regular la cinética de velocidad, lo que podría tener un efecto positivo en la síntesis del producto a partir de un sustrato determinado (Shoi *et al*. 2014). La manera en que un sistema de electro fermentación trabaja, básicamente, es modificando la carga de electrones del medio, conocido como potencial de oxidación/reducción extracelular (ORP extracelular). El ORP extracelular es en específico importante debido a que afecta al ORP intracelular a través del balance de oxido/reducción NAD ($NADH/NAD^+$) (Graef *et al.* 1999).. El ORP intracelular representa el estado redox dentro de la célula, este controla la expresión génica y la síntesis de enzimas, lo que impacta en todo el proceso metabólico y puede modificar las vías metabólicas (Liu, C. g. et al. 2013).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Material biológico: se empleó levadura *K. marxianus*, cultivada en placas de agar con extracto de levadura, peptona, agar y xilosa (YPX, Difco, Michigan, E.U.A) compuesto por (g L^{-1}): extracto de levadura;10, peptona; 20, agar; 20 y xilosa; 20.

Medio de cultivo: el medio estándar YPX para activación de levaduras se elaboró con las concentraciones de (g L-1): extracto de levadura; 10, peptona; 20 y xilosa; 20 en agua destilada. (Para la elaboración de medio solido YPX se añadió 10 g L-1 de agar base al medio estándar YPX).

Preinóculo: se preparó un preinóculo tomando una colonia de caja Petri con agar YPX para ser cultivada en 100 mL de medio estándar YPX. Se incubó por 8 horas a 50 ºC, 100 rpm.

Extracto enzimático: se extrajo un extracto enzimático del preinoculo; los 100 ml de preinoculo fueron centrifugados por 10 minutos a 6000rpm para extraer el precipitado, este fue lavado con etanol al 50% durante 15 minutos a 50° C y en agitación de 100 rpm. Posterior a esto fue, otra vez, centrifugado en exactas condiciones previas. El precipitado obtenido de este lavado fue resuspendido en una solución tampón acetato pH 4.3 y agitado. Por ultimo fue nuevamente centrifugado, de igual manera, y el precipitado fue resuspendido en el tampón acetato hasta 90 ml. Estos 90 m fueron sometidos a cuatro ciclos de sonicación.

Inoculo: los inoculos fueron realizados en nueve frascos de polipropileno (100 ml volumen de trabajo) recubiertos con 300 vueltas de cobre, los cuales contenían xilosa como sustrato (15 g/L). 0.5% (v/v) rojo de metilo, con una relación al 10% (v/v) de extracto enzimático. Los nueve frascos se agruparon en tres sistemas (15 V, 30 V y control), por triplicado.

Fermentación con electrostática: los experimentos se llevaron a cabo a 30 °C durante 72, se tomó muestras de 2 mL cada 12 horas; el cultivo por lote en el sistema de fermentación electrostático se realizó utilizando un conjunto de electrodos de acero inoxidable y la mezcla de fermentación contenida en un recipiente de polipropileno de 5.2 x 7.5 x 5 cm de área. El conjunto de electrodos consistió en un electrodo de acero de 13 cm de alto conectado a la red de voltaje y uno idéntico sin electricidad, más un electrodo de alambre de cobre calibre 24 también conectado a la corriente energética a una fuente con voltaje en corriente continua modelo GPS-3030DD y un amperímetro (Mut-33, Truper, China). La aplicación de corriente a través del electrodo de cobre y no en ambos de acero impidió que el voltaje aplicado causase una corriente cerrada en el circuito. El electrodo de acero conectado a la corriente estuvo suspendido de la tapa del recipiente (4 cm de diámetro), y conectado a la fuente de voltaje.

El sobrenadante se utilizó para determinar azúcares totales y reductores por medio de método fenol-ácido sulfúrico, y método de ácido dinitrosalicílico (DNS), respectivamente. La concentración de azúcares será calculada usando curvas estándar de xilosa y se expresará en gramos de azúcar por litro. La producción de etanol será determinada por el método de oxidación con una solución ácida de dicromato.

Se calculó el rendimiento producto/sustrato $Y_{P/S}$ (Ecuación 1) y la productividad volumétrica del consumo de azúcares reductores (ecuación 2).

Donde, RPS teórico es el máximo rendimiento de etanol a partir de xilosa, Pf y Pi son la concentración final e inicial de etanol, respectivamente, Sf y Si son la concentración de azúcares final e inicial consumidos para la producción máxima de etanol.

$$Y_{P/S}\ (g\ etanol\ g-1\ de\ azucares\ consumidos) = \frac{Pf-Pi}{Si-Sf} \qquad (1)$$

$$Pvol\ (g\ L-1*h-1) = (Pf - Pi)o\ (Sf - Si)t \quad (2)$$

IV. RESULTADOS

En la fig. 1 se muestra el consumo de azucares (g/L) con respecto al tiempo en que se llevó a cabo la fermentación, como podemos observar la degradación de sustrato para el sistema control fue de 6.93909021 g/L, para 15 V 4.4975 g/L y finalmente 30 V consumió 8.2241 g/L. lo cual nos que hay un mayor consumo de sustrato (xilosa) en el sistema 30 V, sin embargo, el consumo de sustrato aun para 30 V es bajo, en comparación con otros experimentos donde la concentración de xilosa en el medio de fermentación se reduce aproximadamente en un 80%. Este consumo de sustrato es afectado por la temperatura en que se lleva a cabo el proceso, para *K. marxianus* la temperatura optima es de 42°C (Biao Zhang *et al.* 2013).

El aprovechamiento de azucares representa una importancia significativa, debido a que de cada gramo de xilosa consumido depende los gramos de etanol que se producen, esta relación producto/sustrato (rendimiento), se muestra en la tabla 2; en primera estancia el objetivo de este experimento es comparar los sistemas 15 V y 30 V, con el control, para lo que observamos el rendimiento producto/sustrato (Y P/S) resultante de cada sistema, donde al parecer existe una mayor producción de alcohol por gramo de xilosa, en 15 V (0.07 g/g), seguido de 30 V (0.04 g/g), esto debido a que los electrodos agregados en estos dos sistemas modifican el ORP extracelular, que eleva la actividad enzimática de XR y XDH. Sin embargo comparando con reportes previos, la productividad y rendimiento del presente experimento sigue aún por debajo de lo ya reportado; en 1995 Banat *et al.* reportaron rendimientos de etanol de ~ 0.12 g/g, a 45 ° C en células *K. marxianus* modificadas genéticamente, posteriormente en 2008, Wilkins MR *et al.* encontraron una productividad de etanol de 0.15 g/g, y más recientemente Rodrussamee N. *et al.* (2011) reportaron una productividad de etanol por *K. marxianus* igual a 0.1 - 0.11 g/g.

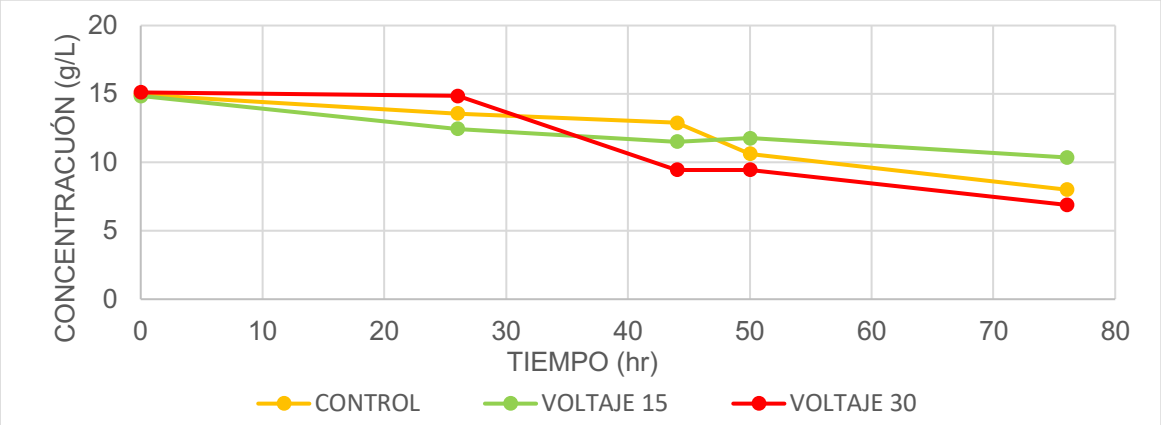


Fig. 1 Consumo de azucares reductores

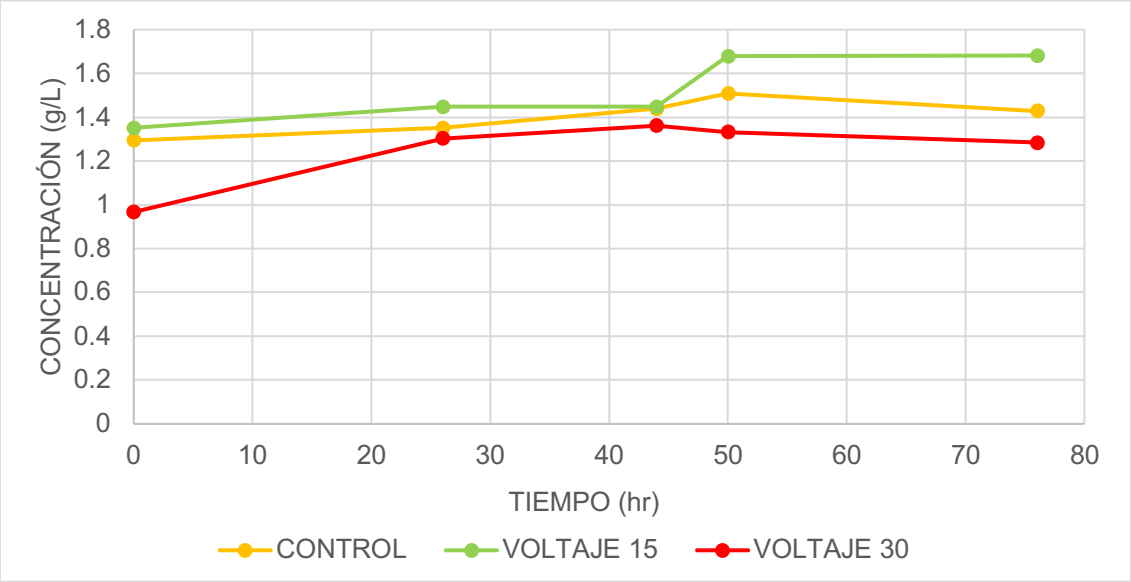


Fig. 2 concentración de etanol (g/L)

Tabla 2. Producción, rendimiento y productividad de etanol

	Temperatura C°	Xilosa (g/L)	Consumo de xilosa (g/L)	Producción de etanol (g/L)	Rendimiento P/S (g/g)	Tiempo Hhr)	Productividad (g/L * h)
K. marxianus CONTROL	35	15	6.939	1.428	0.0193	76	0.018
K. marxianus EF 15 V	35	15	4.497	1.682	0.07	76	0.022
K. marxianus 30 V	35	15	8.22410691	1.2856	0.04	76	0.016

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los sistemas de Electro-fermentación representan un impacto positivo, de manera que incrementan la producción de etanol (g/L), por lo que puede ser un sistema de regulación eficiente para la obtención de etanol. Sin embargo aun falta establecer otros parámetros óptimos de manera acertada, tales como la temperatura, por lo cual es recomendable realizar más estudios que evalúen el proceso a diferentes condiciones de temperatura y agitación para estandarizar un proceso adecuado, en donde la optimización se vea reflejada en todos los aspectos, de manera que se obtenga un proceso de mayor rendimiento que se vea reflejado en costo-beneficio, el cual despierte un mayor interés en el país de elevar la producción de energías bio-sustentables que beneficien al medio ambiente y la economía.

VI. AGRADECIMIENTOS

Agradezco al CONACYT por promover este tipo de programas, a la Universidad autónoma de Querétaro por la aceptación y conocimientos compartidos, y a la Universidad autónoma de Coahuila por el apoyo económico brindado.

REFERENCIAS

[1] Hernández M., Hernández J. (2008). *Verdades y mitos de los biocombustibles*. Elementos 71. México. (2008).

[2] D. Paula, G. Cristian, L. *Inseguridad energética y gestión de recursos naturales estratégicos: análisis de la política de biocombustibles en Argentina en el contexto global*. Revista UNISCI Discussion, Redaly 1(20), 60-77. Argentina. (2009).

[3] Rendon-Sagardi MA, Sanchez-Ramirez C, Cortes-Robles G, Alor-Hernandez G, Cedillo-Campos M. *Dynamic analysis of feasibility in ethanol supply chain for biofuel production in México*. Applied Energy. 123: 358-367. (2014).

[4] Carlo N. Hamelinck, Geertje Van Hooijdonk, André PC Faaij. *Ethanol from lignocellulosic biomass: techno-economic performance in short-, middle- and long-term. Biomass and Bioenergy.* Volume 28, Issue 4, pp 384-410. (2005).

[5] J Shanthi Sravan, Sai kishore Butti, Omprakash Sarkar. *Electrofermentation of food waste-Regulating acidogenesis towards enhanced volatile fatty acids production.* Chemical Engineering Journal, ELSEVIER. (2018).

[6] S. Nitiyon, C. Keo-oudone, M. Murata, N. Lertwattanasakul, S. Limtong, T. Kosaka, M. Yamada. *Efficient conversion of xylose to ethanol by stress-tolerant Kluyveromyces marxianus BUNL-21.* SpringerPlus. DOI 10.1186/s40064-016-1881-6 (2016).

[7] R. Moscoviz, J. Toledo-Alarcón, E. Trably, N. Bernet. *Electro-Fermentation: How To Drive Fermentation Using Electrochemical Systems.* Trends in Biotechnology, Elsevier Ltd. Vol. 34, No. 11. (2016).

[8] O. Choi, T. Kim, H.M. Woo, Y. Um. *Electricity-driven metabolic shift through direct electron uptake by electroactive heterotroph Clostridium pasteurianum*, Sci. Rep. 4. (2014).

[9] Graef, M.R.D., Alexeeva, S., Snoep, J.L., Mattos, M.J.T.D. *The steady-state internal redox state (NADH/NAD) reflects the external redox state and is correlated with catabolic adaptation in Escherichia coli.* J. Bacteriol. 181, 2351– 2357. (1999).

[10] Liu, C.G. *Redox potential control and applications in microaerobic and anaerobic fermentations. Biotechnol.* Adv. 31, 257–265. (2013).

[11] Zhang Biao, Dongmei Wang, Zhang Jia, J. Hong. *Improving ethanol and xylitol fermentation at elevated temperature through substitution of xylose reductase in Kluyveromyces marxianus.* Journal of Industrial Microbiology. DOI: 10.1007/s10295-013-1230-5 · Source: PubMed. (2013).

[12] Wilkins MR, Mueller M, Eichling S, Banat IM. *Fermentation of xylose by the thermotolerant yeast strains Kluyveromyces marxianus IMB2, IMB4, and IMB5 under anaerobic conditions*. Process Biochem 43:346–350. (2008)

[13] Rodrussamee N, Lertwattanasakul N, Hirata K, Suprayogi, Limtong S, Kosaka T, Yamada M. *Growth and ethanol fermentation ability on hexose and pentose sugars and glucose effect under various conditions in thermotolerant yeast Kluyveromyces marxianus*. Appl Microbiol Biotechnol 90(4):1573–1586. (2011).

Enseñanza de la ingeniería de software a través de software lúdico

Fabián Zamora Rojas
Universidad Autónoma de Zacatecas
Ing. de Software, Campus Siglo XXI, Zacatecas
fzamora_ro007@hotmail.com

Asesor: Sodel Vázquez Reyes
Universidad Autónoma de Zacatecas
Ing. de Software, Campus Siglo XXI, Zacatecas
vazquezs@uaz.edu.mx

Resumen — En el trabajo se analizó que tipo de artefacto, móvil o plataforma web, se utilizaría y que conceptos son los más relevantes y/o ya utilizados y probados que realmente han ayudado para el aprendizaje de Ingeniería de Software, las herramientas o tecnologías que se han utilizado como apoyo para su realización y para que rango de edad sería más factible lograr la motivación de continuar aprendiendo sobre el tema.

Palabras clave — Juegos serios, Ingeniería de Software, Educación.

Abstract — In the work it was analyzed what type of device, mobile or web platform, would be used and what concepts are the most relevant and / or already used and tested that have really helped to learn Software Engineering, the tools or technologies that have been used as support for its realization and for what age range it would be more feasible to achieve the motivation to continue learning about the subject.

Keywords — Serious games, Software Engineering, Education.

I. INTRODUCCIÓN

Las conocidas Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) desde sus inicios de han caracterizan por su pronta evolución y su gran capacidad de transformar la estructura social, pero esto siempre se ha logrado por la capacidad del humano de “evocar, aprender y construir conocimiento” (Litwak, Mariño, & Godoy, 2009).

Actualmente al software con fines educativos es conocido como un juego serio que “es aquel aplicativo de software cuyo fin es la enseñanza o el aprendizaje formal, el cual está ganando cada vez más aceptación al usarse como una herramienta valiosa de formación dentro de la comunidad educativa, debido a su simplicidad y esencialmente porque la mayoría de la gente prefiere aprender jugando” (Rios Tejada, Guerrero Peña, & Ortiz Valencia, 2018) .

Al ser para fines educativos nos da una amplia variedad de áreas en las cuales se puede enseñar y aprender, pero una de las áreas que actualmente ha tomado gran importancia en nuestras vidas sin las TIC y dentro de ella existen temas como lo es Ingeniería de Software (IS) y la programación, de las cuales se conocen en todo el mundo sus aplicaciones o productos finales derivados, pero muy poco en comparación a éstas los procesos y lo que implica llegar al producto final.

Al desarrollar y programar software para algunas personas puede ser intimidante y complicadas por lo cual se rehúsan a intentarlo y comienzan a crear distintos comentarios falsos y nada favorecedores, y para las personas que lo practican se les tiene una imagen falsa sobre ellos (Ramírez Rosales, 2016).

Daniel Martínez expone que los niños pueden aprender programación desde los 10 años e incluso más jóvenes, porque les resulta motivador y disfrutan a la vez ya que les permite

desarrollar y mejorar las técnicas para enfrentarse a problemas de la vida real que el conocimiento matemático no contempla y el utilizar herramientas como Scratch y Logo ayudaran a la mejora y pueden llegar a utilizarse en alumnos de secundaria (Martínez Contador, 2014).

Al aprender a programar un aspecto es el reconocimiento de patrones y como los seres humanos somos inteligentes eso nos ejercita, estimula y nos divierte (Martínez Contador, 2014).

II. MARCO TEÓRICO

En el trabajo realizado por Michael Alexander Miljanovic y Jeremy Bradbury en 2018, exponen que en los juegos serios que actualmente existen enfocados a la programación y de acuerdo con las áreas de conocimiento identificadas en Computer Science Curricula ACM 2013 los conceptos fundamentales de la programación que deben ser enseñados son:

a) Conceptos de programación no especifica.

b) Sintaxis y semántica.

c) Variables de tipo de datos primitivos.

d) Expresiones y asignaciones.

e) Entrada y salida.

f) Condicionales e iterativos.

g) Funciones y parámetros.

h) Recursión.

III. METODOLOGÍA

La investigación será 3 etapas:

a) En la primera etapa se analizó que tipo de artefacto sería factible, si una aplicación móvil o mediante una plataforma web.

b) La segunda etapa se analizó los diferentes tipos de juegos serios enfocados que actualmente existen y cuáles son los temas que abarcan.

c) Por último se analizaran las actuales tecnologías se han utilizado para la realización de juegos serios.

Así logrando tener una base para la realización de un buen diseño, desarrollo, pruebas y validación de nuestra propuesta.

IV. RESULTADOS

Para la elección si será una app móvil o web de acuerdo con los datos del año 2017 según el INEGI en colaboración con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y el

Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT), da continuidad a la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH), en el 2017 el 72.2% de la población de seis años o más utiliza el teléfono celular. Ocho de cada diez, disponen de celular inteligente. El número total de usuarios que sólo disponen de un celular inteligente creció de 60.6 millones de personas a 64.7 millones de 2016 a 2017.

Los usuarios de computadora de seis años o más alcanzan en 2017 los 50.6 millones, equivalentes al 45.3% del total de la población en este rango de edad. Este universo es menor en 1.7 puntos porcentuales respecto al registrado en 2016, el cual alcanzó el 47.0 por ciento (INEGI, SCT, & IFT, 2018).

Actualmente existen distintas herramientas o tecnologías que son utilizadas en juegos serios (ver Tabla 1).

En la tabla se muestran e nombre de la herramienta seguida por el dominio que abarca esa tecnología, después a que público va dirigido y probado, el tipo de programación que utiliza y finalmente que tipo de licencia tiene esa tecnología.

Tabla. 1. Tabla comparativa de herramientas o tecnologías (Martínez Contador, 2014).

	Dominio	**Público objetivo**	**Programación**	**Licencia**
Logo	Gráficos de tortuga	Adolescentes a adultos	Sintaxis reducida.	---
Scratch	Videojuegos, historias, animaciones, robótica	8 – 16 años	Asistente visual de sintaxis.	Libre
Kodu	Videojuegos	8 años en adelante	Visual.	Comercial
Alice	Historias, animaciones	Escuela secundaria	Asistente visual de sintaxis.	Libre
Blockly	Videojuegos, historias, animaciones	Niños – Adultos	Asistente visual de sintaxis.	Libre
Code.org	Propósito general	Escuela primaria y secundaria	Asistente visual de sintaxis / lenguajes de uso profesional.	---

Existen distintos trabajos relacionados con la enseñanza de la programación orientada a niños y jóvenes y cada uno de ellos tiene sus características específicas como las estructuras, la mecánica, las reglas.

El en 2018 Michael Alexander Miljanovic y Jeremy Bradbury realizaron una investigación donde revisaban los juegos serios enfocados a la programación en donde ellos los categorizan por edades, niños (5 -13 años) y estudiantes de secundaria (14 -17 años) (Miljanovic & Bradbury, 2018) (ver Tabla 2).

En la siguiente tabla está dividida por el tipo de público que va dirigido según el rango de edad que tomaron Michael Alexander Miljanovic y Jeremy Bradbury y después las áreas que se mostraron en el marco teórico en base a los conceptos fundamentales de la programación seguidos de unos recuadros de color azul los cuales, si es más oscuro significa que el tema fue cubierto en su totalidad (primario) y un azul más claro lo cual indica que el tema es secundario.

Tabla. 2 Clasificación de programas serios basados en contenido educacional.

Juegos		**ACM Computer Science Curricula – System Development Fundamentals & Software Engineering**							
		Conceptos fundamentales de la programación							
		Conceptos de programación no específica	**Sintaxis y semántica**	**Variables de tipo de datos primitivos**	**Expresiones y asignaciones**	**Entrada y salida**	**Condicionales e iterativos**	**Funciones y parámetros**	**Recursión**
Niños	Minecraft: Hero's Journey	■					▒	▒	
	Code Combat	■	▒	▒	▒	▒	▒	▒	▒
	ToonTalk								
	PlayLogo 3D							■	
	Software KIDS						▒	▒	
	Cquest	■		▒	▒				
	World of Variables			■					
Secundaria	Unnamed RPG	■	▒	▒	▒	▒	▒		
	May's Journey	■	▒	▒	▒		▒	▒	
	Co.Co.I.A.			▒			■		
	RoboBuilder			▒			▒		

Leyenda:

Foco primario: ■

Foco secundario: ▒

V. CONCLUSIONES

En los resultados podemos observar que para la elección de una plataforma móvil o web la elección más factible seria la creación de una aplicación móvil ya que el 72.2% de las personas mayores de 6 años cuentan con un celular, para la elección de una herramienta para facilitar la realización de la aplicación seria Scratch ya que como se realizara un juego serio para niños de secundaria es la más utilizada para esa edad.

Con los resultados obtenidos podemos confirmar que es factible realizar una juego serio para niños de secundaria (12 -15 años) para la enseñanza de conceptos fundamentales de la programación e ingeniería en software y ya se tienen las bases sobre qué temas tomar en cuenta.

VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de Zacatecas y al Dr. Sodel Vázquez Reyes por el apoyo y motivación otorgado para la realización de la estancia de verano.

REFERENCIAS

INEGI, SCT, & IFT. (2018). Comunicado De Prensa Núm. 105/18. 1/2. Retrieved from http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/OtrTemEcon/ENDUTIH2018_02.pdf

Litwak, N., Mariño, S., & Godoy, M. (2009). Diseño de un" software" educativo lúdico para el nivel inicial. Revista Iberoamericana de …. Retrieved from http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2966319

Martínez Contador, D. (2014). Desarrollo de una Herramienta para la Enseñanza de la Programación a Niños a Través de la Música.

Miljanovic, M. A., & Bradbury, J. S. (2018). A Review of Serious Games for Programming. Serious Games, (September), 204–216.

Ramírez Rosales, S. (2016). JUEGO SERIO PARA PROMOVER LA ENSEÑANZA DE CONCEPTOS BÁSICOS DE LA PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS E INGENIERÍA DE SOFTWARE.

Rios Tejada, C., Guerrero Peña, D. A., & Ortiz Valencia, P. A. (2018). Estado del arte de los juegos serios sobre plataforma móvil android para el aprendizaje del modelado de software. Ingeniería Solidaria, 13(23), 138. https://doi.org/10.16925/in.v13i23.2069

Estandarización de la línea de producción de queso asadero de la empresa “Lácteos Fátima” (A)

Ríos Guerra María Guadalupe.
Instituto Tecnológico Superior de Abasolo.
Ingeniería Industrial
Cuitzeo de los naranjos #401
C.P.36976 , Abasolo, Gto.
Lupitarios43@gmail.com

Asesora: Beatriz Contreras Robles
Instituto Tecnológico Superior de Abasolo.
Ingeniería Industrial
Cuitzeo de los naranjos #401
C.P.36976 , Abasolo, Gto.
beatriz.contreras@tecabasolo.edu.mx

Resumen La presente investigación es inmersión al campo, se realiza en la línea de producción de la empresa Lácteos Fátima con la finalidad de estandarizar su proceso de producción y mejorar la calidad del producto. Es necesario observar las actividades que desempeñan en la línea de producción para la implementación de mejoras y controlar su el proceso cumpliendo con los requisitos del cliente. Se implementa un estudio de tiempos, hojas de trabajo para unificar las tareas que implica cada parte del proceso.

Palabras Clave: Estandarización, análisis FODA, diagrama de flujo, estudio de tiempos, manual de procedimientos.

Abstract The present investigation is the immersion in the field, it is carried out in the production line of the Lácteos Fátima company with the purpose of standardizing its production process and improving the quality of the product. It is necessary to observe the activities they perform in the production line for the implementation of improvements and control the process of compliance with the requirements of the client. A time study is implemented, worksheets to unify the tasks involved in each part of the process.

Keywords: Standardization, SWOT analysis, flow chart, time study, procedures manual.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las organizaciones se encuentren en entornos cada vez más competitivos y globalizados, para mantenerse, requieren producir bienes o servicios con excelentes estándares de calidad, con economía y eficiencia.

La empresa Lácteos Fátima necesita controlar y gestionar sus procesos de la manera efectiva, para el cumplimiento de los objetivos. Las actividades desarrolladas en la elaboración del queso asadero se realizan de manera diferente, de acuerdo a la experiencia del trabajador, la materia prima no se tiene establecida ocasionando un descontrol en el proceso y variaciones en las características del producto, generando quejas por parte de los clientes.

II. MARCO TEÓRICO

Estandarización: La estandarización es el proceso de ajustar o adaptar características en un producto, servicio o procedimiento; con el objetivo de que éstos se asemejen a un tipo, modelo o norma en común. (Secretaría de Economía, 2015).

Diagrama de Flujo: Los diagramas de flujo de procesos, necesitan varios, símbolos además de los de operación e inspección que se utilizan en los diagramas de proceso. (Niebel, 2014)

Estudio de tiempos: Freivalds - Niebel (2002) dicen que el estudio de tiempos es una técnica para establecer un tiempo estándar permitido para realizar una tarea dada. Esta técnica se basa en la medición del contenido del trabajo con el método prescrito, con los debidos suplementos de fatiga y por retrasos personales inevitables.

III. METODOLOGÍA

Para la realización del proyecto en la empresa Lácteos Fátima se implementan diferentes herramientas para estandarizar el proceso de producción. Se Desarrolla un diagrama de flujo de las actividades del proceso productivo, para conocer la forma adecuada de realizar las actividades, Se realiza un estudio de tiempo, para obtener el tiempo estándar de cada operación, una hoja de trabajo, para que el operario identifique fácilmente el procedimiento de la operación que desempeña. Finalmente se brindan platicas a personal para que conozcan cómo realizar cada operación y el tiempo en que la deben de realizan

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realiza un diagrama de flujo, para conocer las actividades de manera gráfica e ilustrativa, además de identificar aquellas que no agregan valor al proceso, como se muestra en la tabla 1.

Se analizan las actividades que no están agregando valor al proceso por lo que se debe de realizar un nuevo diagrama de flujo de acuerdo al cambio de las mejoras implementadas De acuerdo al grafico se determina que la cantidad de actividades se disminuye a 16 como se muestra en la figura 1.

Para estandarizar el proceso se debe de realizar un estudio de tiempos para establecer el tiempo estándar que debe durar cada una de las actividades. En la tabla 2 se muestra el formato de estudio de tiempos.

Ubicación: ITESA	
Actividad: Proceso de elaboración de queso asadero	
Fecha:	
Operador:	Analista: Blanca Jessenia Alvarado Alvarado y María Guadalupe Ríos Guerra.
Marque el método y tipo apropiados. Método. actual propuesto Tipo: obrero material máquina	
Descripción de la actividad	**Símbolo**
Recibir materia prima (leche).	
Almacenar la leche en el tanque de refrigeración.	
Pasteurizar leche por 30 minutos a 35 grados centígrados.	
Realizar la base que lleva el queso asadero.	
Transportar la base a la tina quesera.	
Cuajar la leche y si falta acidez subir el nivel de acidez.	
Desuerar la cuajada.	
Transportar la cuajada a la tina quesera.	
Vaciar la cuajada a la tina quesera.	
Vaciar la base a la tina quesera.	
Vaciar el queso en cajas.	
Transportar el queso asadero a las mesas de trabajo.	
Estirar y moldear el queso asadero.	
Pesar y enrollar el queso asadero.	
Almacenar por un día.	
Distribuir y vender.	

Fig. 1 Diagrama de flujo del proceso de producción de queso asadero

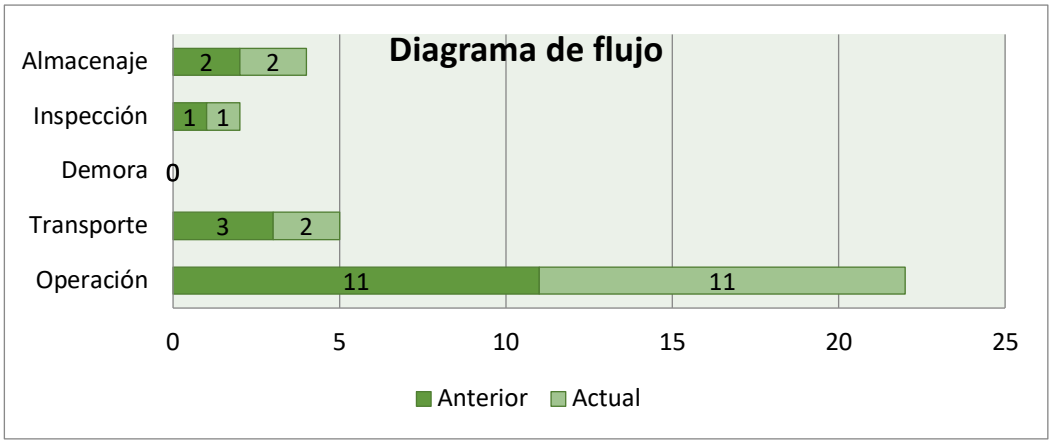


Fig. 2 Resultados del diagrama de flujo

Tabla 2. Formato del estudio de tiempos inicial

Estaciones	Observaciones								Tiempo Estándar	Tiempo Estándar con holguras
Recepción de la leche	4.45	2.1	5.08	8.53	3.31				20.694	22.14258
Pasteurizar leche	4.02	6.23	5	7.12	5.4				35.554	38.04278
Realización de la base	8	9.3	6.5						87.9333	110.796
Cuajar la leche	5.05	6.03	2.51	3.1	3.3				33.998	39.43768
Realización del queso Asadero	5.3	6.02	8.25						46.5233	65.5979
Estirar queso	3.5	5	2.39	4.04	6.01	3.33	5.5	4.3	14.2587	16.54015
Pesar y enrollar el queso	0	9.37	2.11						50.4933	54.02786

En la figura 4 se observa que disminuye el tiempo en que se realizan las actividades, antes el tiempo estándar total en que se realizaban las actividades era de 346.5849567 minutos y el tiempo estándar después de las mejoras es de 288.946493 minutos donde se tiene una reducción en el tiempo de 16.63%.

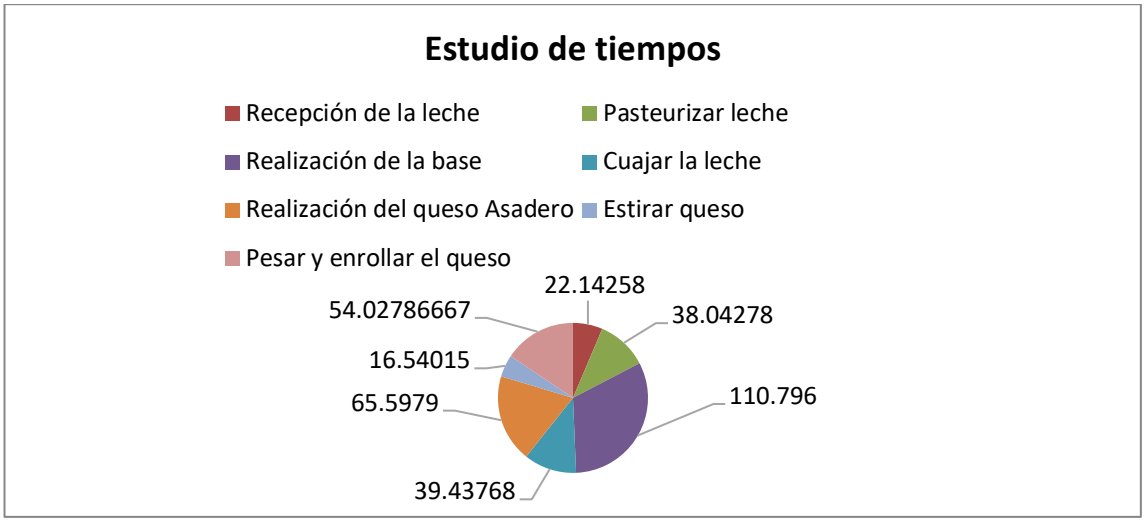
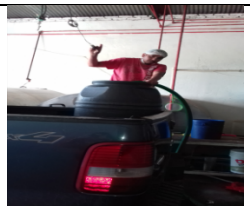


Fig. 3 Resultados del estudio de tiempos

Se desarrolla una hoja de trabajo para cada una de las estaciones para establecer las actividades que debe desempeñar cada trabajador de acuerdo a lo que se le

haya asignado, con los tiempos establecidos además de que identifiquen aquellos insumos necesarios para la actividad.

Tabla 3 Hoja de trabajo

Estación 1: Recepción de leche			
	Mover la leche con el cucharon de metal directamente de los barriles.	Cucharon de metal 110 cm de largo	12 segundos
	Sacar el cucharon de metal y colocar dos gotas en el refractómetro que es el instrumento con el que se mide la cantidad de agua en la leche.	Cucharon de metal. Refractómetro.	6 segundos
	Colocar el refractómetro en uno de los ojos en dirección a la luz para que se pueda observar la cantidad de agua contenida en la leche, el nivel de agua que debe de tener para ser aceptada es de mínimo 9% Brix si este es menor se rechaza.	Refractómetro. 15 cm de largo y 5 cm de ancho.	15 segundos
	Poner la manguera en el barril de leche, con la mano izquierda sostener la manguera, mientras tanto con la mano derecha presionar el botón verde que se encuentra en la parte superior para comenzar a succionar el líquido al tanque de refrigeración.	Manguera de 2 pulgadas aproximadamente 5.08 centímetros.	90 segundos

V. RECONOCIMIENTO

Agradezco al Instituto Tecnológico Superior de Abasolo por las facilidades y el apoyo otorgado en la realización del verano regional y al docente Beatriz Contreras Robles por disponibilidad brindada.

VI. CONCLUSIONES

Con la implementación de las herramientas en la empresa lácteos Fátima, se mejora el proceso productivo, eliminando una actividad innecesaria en el diagrama de flujo, se disminuye el tiempo en que se realizan las actividades en un 16.63%, generando productos con calidad. Además de estandarizar el proceso productivo se obtiene la satisfacción del cliente, por la entrega de productos que satisfacen sus requerimientos.

REFERENCIAS

Álvarez Torres, M. (2015). MANUAL PARA ELABORAR MANUALES DE POLÍTICAS Y PROCEDIMIENTOS. PANORAMA.

Escalante Lago, A., & González Zúñiga , J. F. (2016). Ingeniería Industrial. Métodos y tiempos con manufactura ágil . México: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V. México .

Espinoza Moreno, N. (2015). Número de observación. CIENCIA UANL, 3-32.

López Peralta , J., Alarcón Jiménez, E., & Rocha Pérez, M. (2014). Estudio del Trabajo: Una Nueva Visión. México, D.F.: Grupo Editorial Patria S.A. de C.V. .

Martínez Martínez, A., & Cegarra Navarro, J. G. (2014). Gestión pro procesos de negocio: organización horizontal . Madrid, España : Editorial del economista 2014.

Niebel, B. (2014). Ingeniería Industrial de Niebel (métodos, estándares y diseño del trabajo). Mexico, D.F.: McGRAW-HILL.

Niebel, B. (2014). INGENIERÍA INDUSTRIAL DE NIEBEL MÉTODOS, ESTÁNDARES Y DISEÑO DEL TRABAJO. MEXICO, D.F.: McGRAW-HILL.

Ramirez Luz , R. (2017). Gestíos de proyectos de instalaciones de telecomunicaciones . Madrid, España: Ediciones Paraninfo, SA.

Sánchez Delgado, O., Mier y Terán Iza, F., & Astete Flores, L. (Febrero de 2016). Secretaría de Función Pública. Obtenido de Secretaría de Función Pública: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/56904/Gu_a_para_la_Optimizaci_n__Estandarizaci_n_y_Mejora_Continua_de_Procesos.pdf

Secretaría de Economía. (30 de Diciembre de 2015). Gob.mx. Obtenido de Gob.mx: https://www.gob.mx/se/articulos/que-es-la-estandarizacion

Tejada Díaz, N. L., Gisbert Soler, V., & Pérez Molina, A. I. (22 de Diciembre de 2017). METODOLOGÍA DE ESTUDIO DE TIEMPO Y MOVIMIENTO; INTRODUCCIÓN AL GSD. Obtenido de METODOLOGÍA DE ESTUDIO DE TIEMPO Y MOVIMIENTO; INTRODUCCIÓN AL GSD: ojs.3ciencias.com/index.php/3c-empresa/article/view/575/pdf_55

UNAM. (10 de Septiembre de 2017). Manual de Procedimiento. Obtenido de http://www.ingenieria.unam.mx/~guiaindustrial/diseno/info/6/1.htm

Vivanco Vergara, M. (2017). LOS MANUALES DE PROCEDIMIENTOS COMO HERRAMIENTAS DE CONTROL INTERNO DE UNA ORGANIZACIÓN. Revista Universidad y Sociedad.

Estandarización de la línea de producción de queso asadero de la empresa “Lácteos Fátima” (B)

Blanca Jessenia Alvarado Alvarado
Instituto Tecnológico Superior de Abasolo.
Ingeniería Industrial
Cuitzeo de los naranjos #401
C.P.36976 , Abasolo, Gto.
blankisalvarado.2017@gmail.com

Asesora: Beatriz Contreras Robles
Instituto Tecnológico Superior de Abasolo.
Ingeniería Industrial
Cuitzeo de los naranjos #401
C.P.36976 , Abasolo, Gto.
beatriz.contreras@tecabasolo.edu.mx

Resumen - El presente proyecto es acerca de un proyecto se implementan mejoras en una empresa de lácteos, donde se realiza la estandarización de la línea de producción de queso asadero, para controlar la calidad del producto en el área y que todo cuente siempre con las mismas características estipuladas por los clientes, se establecen las actividades a realizar en cada estación y como se deben de realizar especificando los recursos, los insumos y el tiempo en que se debe de realizar cada una, se implementan hojas de trabajo para que los para que sea más fácil realizar las operaciones en la línea.

Palabras claves – estandarización, diagrama de flujo, estudio de tiempos y hojas de trabajos

Abstract - This document is about a research Project in the company “Lacteos Fatima” where the standardization of the line of cheese production was inserted, with this the product quality is controlled in this area so that all have the same characteristics stipulated by the clients, the activities are established in each station and how they must be made specifying the resources, inputs and the time in which each one must be made of work sheets, to make it easy to perform the operations of the line.

Keywords - standardization, Ishikawa diagram, study of times and worksheets

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad las empresas productivas deben ser competitivas por las exigencias que tiene el mercado, para búsqueda de productos que satisfagan sus necesidades del cliente. El presente proyecto se implementan herramientas de ingeniería industrial para lograr la estandarización de la línea de producción, además de optimizar el proceso productivo de la empresa Lácteos Fátima y controlar las características de los productos que se realizan como lo es el sabor y la consistencia del queso, cumpliendo con los requerimientos del cliente.

II. MARCO TEÓRICO

La estandarización es el proceso de ajustar o adaptar características en un producto, servicio o procedimiento; con el objetivo de que éstos se asemejen a un tipo, modelo o norma en común.

Los diagramas de flujo de proceso muestran todos los retrasos de movimientos y almacenamientos a los que se expone un artículo a medida que recorre la planta. Los diagramas de flujo de procesos, por lo tanto, necesitan varios, símbolos además de los de operación e inspección que se utilizan en los diagramas de proceso.

Los estándares de tiempo establecidos con precisión hacen posible incrementar la eficiencia del equipo y personal operativo; los estándares mal establecidos, aunque es mejor tenerlos que

no tener estándares, generan costos altos, inconformidades del personal y posiblemente fallas de toda la empresa. Estos pueden significar la diferencia entre el éxito y el fracaso de un negocio.

Hojas de trabajo Facilita el análisis y control de los datos sobre procesos. Permite observar el grado de cumplimiento de determinadas funciones, actividades, especificaciones o estándares.

III. METODOLOGÍA

Para la realización del proyecto de estandarización es necesario:

1. desarrollar un diagrama de flujo de las actividades del proceso productivo, para conocer la forma adecuada de realizar las actividades, implicando:
   a. Monitorear la manera en la que se realiza el proceso, incluyendo máquina, método, mano de obra.
   b. Realizar entrevista al personal y supervisor del área para determinar el mejor método de trabajo.
   c. Realizar un diagrama de flujo de las actividades que implica el proceso productivo.
2. Para realizar el estudio de tiempos se requiere:
   a. Calcular el número de observaciones para la toma de tiempos.
   b. Realizar la toma de tiempos en cada operación según la cantidad de observaciones.
   c. Registrar los tiempos obtenidos en un formato.
   d. Calcular los suplementos que implique cada estación de trabajo.
   e. Obtener el tiempo estándar de cada operación.
3. Para la elaboración del instructivo de trabajo se requiere:
   a. Realizar un formato donde incluye la descripción de las actividades que se deben de realizar en cada estación de trabajo y una imagen para que el operario identifique fácilmente el procedimiento de la operación que desempeña.
   b. Se brindan ´platicas a los operarios para que ellos conozcan cómo realizar cada operación y el tiempo en que la deben de realizan

IV. RESULTADOS

Para el cumplimiento del proyecto se requiere realizar un diagrama de flujo de las operaciones que implica la realización del queso asadero (ver tabla 1).

Tabla 1 Formato del diagrama de flujo de la empresa "Lácteos Fátima"

Ubicación: ITESA	
Actividad: Proceso de elaboración de queso asadero	
Fecha:	
Operador:	Analista: Blanca Jessenia Alvarado Alvarado y María Guadalupe Ríos Guerra.
Marque el método y tipo apropiados. Método. actual propuesto Tipo: obrero material máquina	
Descripción de la actividad	**Símbolo**
Recibir materia prima (leche).	
Almacenar la leche en el tanque de refrigeración.	
Pasteurizar leche por 30 minutos a 35 grados centígrados.	
Realizar la base que lleva el queso asadero.	
Transportar la base a la tina quesera.	
Cuajar la leche y si falta acidez subir el nivel de acidez.	
Desuerar la cuajada.	
Transportar la cuajada a la tina quesera.	
Vaciar la cuajada a la tina quesera.	
Vaciar la base a la tina quesera.	
Vaciar el queso en cajas.	
Transportar el queso asadero a las mesas de trabajo.	
Estirar y moldear el queso asadero.	
Pesar y enrollar el queso asadero.	
Almacenar por un día.	
Distribuir y vender.	

El diagrama de flujo es importante para identificar cada una de las actividades y conocer el proceso de la elaboración del queso asadero. Además de que el operario desarrolle correctamente cada una de las actividades en cada proceso.

Se elimina la actividad de “Transportar la base a la tina quesera” porque se encuentra que existe una maquina igual a la tina revolvedora donde se realiza la base a un costado de la tina quesera por lo que se utilizar esta máquina.

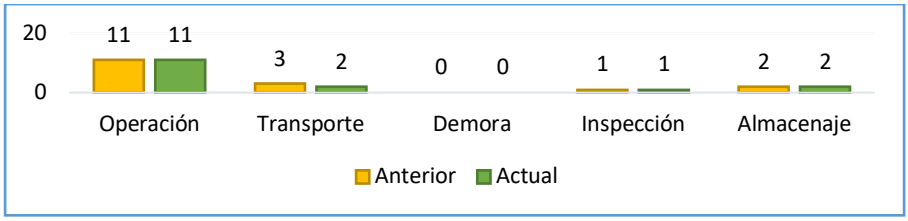


Figura 1 Gráfica de la comparación del diagrama de flujo

La cantidad total de actividades del diagrama que se tiene al inicio son 17 actividades y las de ahora son 16 actividades, por lo que se reduce el número de actividades en un 5.88%.

Se realiza un estudio de tiempo de acuerdo a las estaciones de trabajo con las que cuenta la línea de producción de queso asadero, las estaciones con las que se cuentan son 7, se procede a determinar el tiempo estándar (ver tabla 2) de cada operación, para determinar la cantidad de queso que se realiza el final de cada jornada laboral.

Tabla 2 Formato del estudio de tiempos

Estaciones	Observaciones								Tiempo Estándar	Tiempo Estándar con holguras
Recepción de la leche	4.45	2.1	5.08	8.53	3.31				20.694	22.14258
Pasteurizar leche	4.02	6.23	5	7.12	5.4				35.554	38.04278
Realización de la base	8	9.3	6.5						87.9333	110.796
Cuajar la leche	5.05	6.03	2.51	3.1	3.3				33.998	39.43768
Realización del queso Asadero	5.3	6.02	8.25						46.5233	65.5979
Estirar queso	3.5	5	2.39	4.04	6.01	3.33	5.5	4.3	14.2587	16.54015
Pesar y enrollar el queso	0	9.37	2.11						50.4933	54.02786

De acuerdo a lo que se observa existe tiempo ocio en los trabajadores ya que el tiempo de las actividades es extenso y las actividades son dependientes una de la otra y en el tiempo ocio no se hacen actividades adicionales.

Existe una reducción en los tiempos después de implementar mejoras que son la realización de un manual de procedimientos y mejoras como que los trabajadores ya tengan todos los ingredientes, equipos y herramientas que se necesitan para desarrollar su trabajo a la mano antes de comenzar a trabajar.

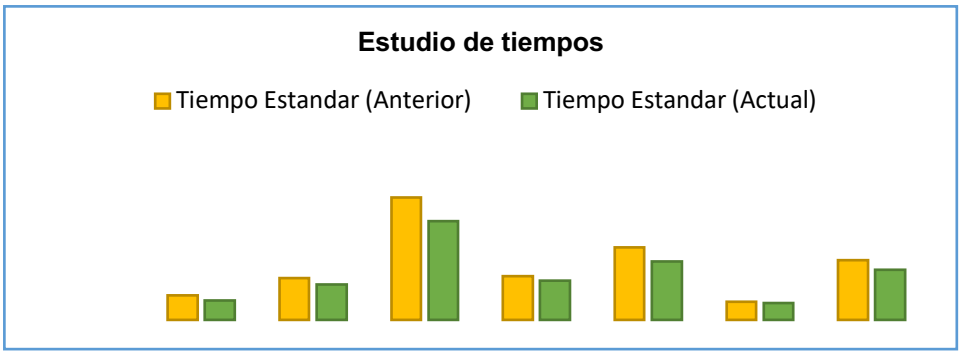
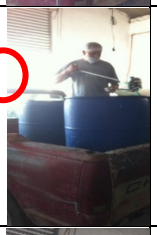


Figura 1 Gráfica de la comparación del estudio de tiempos

Se puede observar en la gráfica que disminuye el tiempo, anteriormente el tiempo estándar total en era de 346.5849567 minutos y el tiempo estándar actual es de 288.946493 minutos se tiene una reducción en el tiempo de 16.63%.

Se realiza una hoja de trabajo (ver tabla 3) donde se especifica cómo realizar cada una de las actividades del proceso, así como los insumos y tiempo requerido para la elaboración del queso asadero.

Tabla 3 Hoja de trabajo

Estación 1: Recepción de leche			
Imagen	**Descripción**	**Insumos**	**Tiempo**
	Mover la leche con el cucharon de metal directamente de los barriles.	Cucharon de metal 110 cm de largo	12 segundos
	Sacar el cucharon de metal y colocar dos gotas en el refractómetro que es el instrumento con el que se mide la cantidad de agua en la leche.	Cucharon de metal. Refractómetro.	6 segundos
	Colocar el refractómetro en uno de los ojos en dirección a la luz para que se pueda observar la cantidad de agua contenida en la leche, el nivel de agua que debe de tener para ser aceptada es de mínimo 9% Brix si este es menor se rechaza.	Refractómetro. 15 cm de largo y 5 cm de ancho.	15 segundos

Con la hoja de trabajo se establecen las actividades a realizar en el proceso, ayudando a disminuir el tiempo ocio y hace el proceso más sencillo. Las hojas de trabajo se realizan de manera sencilla para que pueda ser utilizado por cualquier personal que labore en la empresa. Las hojas se encuentran en el área de producción y en la oficina de la secretaria en un archivero porque no puede estar en el área de producción porque aquí siempre esta húmedo por los materiales necesarios para el proceso por lo que las hojas se pueden mojar.

Figura 2 Operario observando las hojas de trabajo

Figura 3 Secretaria almacenando las hojas de trabajo

V. CONCLUSIONES

La empresa “Lácteos Fátima” no contaba con la estandarización del proceso de elaboración del queso asadero por lo que se realiza un diagrama de flujo donde se identifica que se puede eliminar la actividad de “transportar la base a la tina quesera” por lo que se reduce el número de actividades en un 5.88%. En base a las actividades determinadas en el diagrama de flujo se desarrolla un estudio de tiempos obteniendo un tiempo estándar de 346.5849567 minutos, después de aplicar las mejoras se obtiene que un tiempo estándar de 288.946493 minutos por lo tanto se reduce el tiempo en un 16.63%. enseguida con los datos recabados se hacen unas hojas de trabajo donde se establece como los trabajadores deben desempeñar sus actividades y el tiempo que deben durar, el cual se encuentra en la oficina de la secretaria de la empresa, en un archivero donde tienen acceso todos los trabajadores para cualquier consultoría. El cambio de acuerdo a las herramientas implementadas es recomendable para la empresa ya que las mejoras muestran un comportamiento satisfactorio para la línea.

VI. RECONOCIMIENTO

Expreso mi agradecimiento a al instituto tecnológico superior de Abasolo por las facilidades y el apoyo otorgado en la realización del verano regional y al docente Beatriz Contreras Robles por el tiempo y disponibilidad prestado.

VII. REFERENCIAS

[1] Niebel, B. (2014). *Ingeniería Industrial de Niebel (métodos, estándares y diseño del trabajo).* Mexico, D.F.: McGRAW-HILL.

[2] Villagómez Cortés, J. A., Mora Brito, Á. H., Barradas Troncoso, D. S., & Vázquez Selem, E. (2014). EL ANÁLISIS FODA COMO HERRAMIENTA PARA LA DEFINICIÓN DE LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 1121-1131.

[3] Vivanco Vergara, M. (2017). LOS MANUALES DE PROCEDIMIENTOS COMO HERRAMIENTAS DE CONTROL INTERNO DE UNA ORGANIZACIÓN. *Revista Universidad y Sociedad*.

Estrategia de mejora de la carrera de ingeniería industrial del ITSM con base en los requerimientos del sector de hidrocarburos no convencionales en Coahuila

Julio César Martínez Valdés
Tecnológico Nacional de México
Campus Monclova
Carretera 57 km 4.5 Unidad Tecnológica y, Universidad, 95245 Monclova, Coahuila
julio.ce98@hotmail.com

Asesora: Edith Margoth Meléndez López
Tecnológico Nacional de México
Campus Monclova
Carretera 57 km 4.5 Unidad Tecnológica y, Universidad, 95245 Monclova, Coahuila
edmelendezl@uadec.edu.mx

Resumen — La ingeniería industrial ha estado en constantes cambios para la mejora en las empresas. Aprovecha todo lo necesario para adaptarse a diferentes situaciones presentes en la industria. Siendo la rama encargada del análisis, interpretación, comprensión, diseño, programación y control de sistemas productivos y logísticos. En la región carbonífera cada día se manifiestan más los hidrocarburos, en específico los no convencionales, pero dentro de sus alrededores no existen planes de estudio o carreras que puedan ser aplicables a este tipo de trabajo. La investigación que se presenta en el artículo propone una mejora en el plan de estudios vigente del tecnológico Monclova para que los egresados cuenten con conocimientos acerca de hidrocarburos no convencionales y así estar preparados en este campo.

Palabras clave — Hidrocarburos no convencionales, ingeniería industrial, región carbonífera.

Abstract — Industrial engineering has been in constant changes for improvement in companies. Take advantage of everything you need to adapt to different situations in the industry. Being the branch in charge of the analysis, interpretation, understanding, design, programming and control of productive and logistic systems. In the carboniferous region, hydrocarbons are manifested every day, specifically unconventional ones, but within their surroundings there are no curricula or careers that may be applicable to this type of work. The research presented in the article proposes an improvement in the current curriculum of the Monclova technology so that graduates have knowledge about unconventional hydrocarbons and thus be prepared in this field.

Keywords — Non-Conventional hydrocarbons, industrial engineering, carboniferous region.

I. INTRODUCCIÓN

Los temas de hidrocarburos no convencionales forman parte del presente de un ingeniero y consigo las carreras tienen que ir adaptándose a ello.

Actualmente, el tema de hidrocarburos abarca desde el planear una excavación de forma adecuada hasta el momento de poder procesarlos como se deben.

El propósito de esta investigación es enriquecer la carrera de ingeniería industrial para tener oportunidad en el campo de hidrocarburos no convencionales. Ya que los ingenieros cuentan con ciertas competencias para colaborar, más no con todas las necesarias, así que hay que prepararlos con un plan de estudios adecuado. La importancia económica es fundamental, el mundo industrial se mueve a base de hidrocarburos, o combustibles fósiles

(gas, carbón y petróleo) todas las fabricas productoras, toda la economía mundial depende de los combustibles, y toda la economía depende del precio de los barriles de petróleo. La sociedad en la que vivimos, especialmente los países desarrollados dependen de los hidrocarburos, sino la economía colapsa, hay crisis, y quilombo político.

II. MARCO TEÓRICO

Los hidrocarburos son compuestos orgánicos formados únicamente por átomos de carbono e hidrógeno. La estructura molecular consiste en un armazón de átomos de carbono a los que se unen los átomos de hidrógeno. Las cadenas de átomos de carbono pueden ser lineales o ramificadas y abiertas o cerradas.

Los hidrocarburos se pueden diferenciar en dos tipos que son alifáticos y aromáticos y, a su vez se pueden clasificar en alcanos, alquenos y alquinos según los tipos de enlace que unen entre sí los átomos de carbono. (Gutierrez, 2019)

A. Hidrocarburos no convencionales

En principio, los hidrocarburos no convencionales serán aquellos que no cumplan los requisitos con los que se han caracterizado los hidrocarburos convencionales en el epígrafe anterior (estar albergados en rocas porosas y permeables, capacidad de fluir sin estimulación).

El problema es que, así definido, el grupo incluye un rango amplio y heterogéneo de tipos de acumulaciones de hidrocarburos. El objetivo de este artículo es describirlos todos, a veces solo citarlos, con objeto de proporcionar al menos una referencia de cada uno de ellos, para posteriormente centrarse en aquellos que actualmente están siendo ya objeto de una intensa actividad exploratoria en todo el mundo, casi siempre acompañada de un cierto debate público.

Ese grupo amplio y heterogéneo de tipos de acumulaciones de hidrocarburos que conformarían el grupo de hidrocarburos no convencionales incluye:

Hidratos de gas: también denominados caltratos. Se generan y almacenan en sedimentos marinos actuales, profundos, depositados en los fondos marinos. El gas natural se encuentra en forma de sólidos cristalinos, como “cristales de hielo”, que consisten en moléculas de metano densamente empaquetadas rodeadas por moléculas de agua. (Portero, 2011)

B. Extracción de hidrocarburos no convencionales

La necesidad de producir mayores cantidades de energía, ha impulsado un gran avance en técnicas y tecnologías que hoy día se implementan a nivel mundial. En el mundo contemporáneo se utilizan desde las fuentes convencionales de energía térmica como el carbón, pasando por el petróleo, hasta los últimos desarrollos nucleares, que sobre todo las potencias económicas desarrollan con fines energéticos y militares.

Los hidrocarburos son la principal fuente energética que mueve las ruedas de la producción contemporánea, destacándose el petróleo como el recurso no renovable mayormente utilizado a escala planetaria. No obstante, es bien sabido que la tasa encuentro

de nuevos yacimientos productivos, la cual hace un par de décadas era creciente, ha llegado a su fase estacionaria y la extracción de crudo se asienta en casi su totalidad sobre las reservas probadas que se encuentran en su mayoría en los países del Medio Oriente y en la cuenca del Orinoco en América Latina.

Ante la crisis energética, las grandes corporaciones transnacionales, buscan a toda costa suplir la cada vez más creciente demanda energética del mundo capitalista y desarrollan nuevos proyectos tecnológicos que en su necesidad por saciar los mercados desdeñan los límites ambientales y las reglas naturales de los ecosistemas alrededor del mundo entero.

Grandes corporaciones estadounidenses han avanzado en tecnologías recientes para la obtención de fuentes alternativas de energía. Es así como el país norteamericano ha hecho una amplia prospección de su territorio y en la última década ha enfatizado en la exploración y explotación de zonas ricas en minerales de esquisto, mineral de origen metamórfico, como fuente natural de hidrocarburos gaseosos no convencionales, mundialmente conocido como Shale Gas. (GEGT, 2015)

III. MATERIALES Y MÉTODO

Se trabajó con la multiplataforma llamada Mendeley para la recolección de datos.

El método que se utilizó fue una breve encuesta dirigida hacia trabajadores o egresados relacionados con las carreras referentes a hidrocarburos no convencionales, tales como ingeniería química, petrolera, industrial, en energías renovables, etc. para saber si tenía el aplicar la mejora a la carrera de ingeniería industrial era factible, este procedimiento consta de tres etapas:

a) En la primera etapa se realiza una encuesta de veinticinco preguntas referentes al tema a tratar.
b) Ya una vez finalizado el diseño de la encuesta, esta es enviada a personas que cuenten con requisitos mencionados anteriormente.
c) Por último, se darán de alta todos resultados en la plataforma de google y posteriormente serán dirigidos a la plataforma de Mendeley en donde se estarán trabajando.

IV. RESULTADOS

Con la finalidad de que el plan de estudios actual del tecnológico de Monclova cuente con la propuesta para que sus futuros egresados cuenten con conocimientos en el campo de hidrocarburos no convencionales, los resultados de las encuestas dicen que existe área de oportunidad dentro del campo, dando un efecto de mejora a la carrera de ingeniería industrial.

V. CONCLUSIONES

Los resultados fueron enviados a los encargados del plan académico de la institución, esperando así el poder crear la mejora propuesta y así poder crear el cabio en el plan de estudios vigente para ser adaptado a los hidrocarburos no convencionales.

VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al Tecnológico de Monclova y al CONACyT por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

El amor, el interés, el apoyo y la paciencia por parte de mis padres conforme el desarrollo de este proyecto.

A mis tíos Rosy y Carlos Vaquera que siempre me alentaron a ser mejor persona, a dejar de ser ordinario para lograr a ser alguien en la vida, alguien extraordinario.

REFERENCIAS

GEGT. (Octubre de 2015). *Megaproyectos*. Obtenido de Megaproyectos: http://encuentromegaproyectosymineria.blogspot.com/2012/10/extraccion-de-hidrocarburos-no.html

Gutierrez, L. (2019). *Química Orgánica.*

Portero, J. G. (11 de Febrero de 2011). *Tierra y Tecnología*. Obtenido de Tierra y Tecnología: https://www.icog.es/TyT/index.php/2013/02/hidrocarburos-no-convencionales-i/

Estudio de factibilidad y pertinencia de vehículo monoplaza para discapacitados

Luis Fernando Soto Otero
Universidad Politécnica de Querétaro
Dirección de institución (Arial 9 pt)
016021050@upq.edu.mx

Asesora: Enriqueta Ortiz Moctezuma
Universidad Politécnica de Querétaro
Dirección de institución (Arial 9 pt)
enriqueta.ortiz@upq.mx

Resumen — Hoy en día la movilidad es muy importante por el tamaño de las ciudades, donde estas cada vez con más grandes, por lo tanto es necesario contar con un transporte para poder trasladarnos. En este trabajo de investigación el objetivo principal es saber que tan factible sería comenzar a fabricar vehículos para personas que tienen alguna discapacidad que les impida movilidad sin depender de alguien. La industria automotriz ha ido avanzando de una manera muy buena en la cual algunos autos cuentan con tecnología altamente avanzada, gracias a esto es más fácil poder seguir con este proyecto, ya que teniendo tecnologías tan buenas se pueden fabricar vehículos lo bastante eficientes e inteligentes para ayudar a aquellas personas que tienen alguna discapacidad.

Palabras clave — Vehículo monoplaza, personas discapacitadas, factibilidad, estudio de mercado.

Abstract — Nowadays, mobility is very important because of the size of the cities, where you are getting bigger, so it is necessary to have a transport to be able to move. In this research work the main objective is to know how feasible it would be to start manufacturing vehicles for people who have a disability that prevents them from mobility without depending on someone. The automotive industry has been advancing in a very good way in which some cars have highly advanced technology, thanks to this it is easier to be able to continue with this project, since having such good technologies can be manufactured sufficiently efficient and intelligent vehicles to Help those people who have a disability.

Keywords — Single-seater vehicle, disabled people, feasibility, market research.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la palabra inclusión ha venido a tomar especial importancia, ya que se busca integrar a todos los seres humanos, buscando la equidad, no solo entre hombres y mujeres, sino entre las diferencias que suelen haber por decisión, por nacimiento o por circunstancias que a lo largo de la vida experimentamos los seres humanos.

De acuerdo con la OMS (2019)[1], la discapacidad tiene que ver con una manera de referirse a las limitaciones y deficiencias que obstaculizan la relación de diversas tareas:

> Es un término general que abarca las deficiencias, las limitaciones de la actividad y las restricciones de la participación. Las deficiencias son problemas que afectan a una estructura o función corporal; las limitaciones de la actividad son dificultades para ejecutar acciones o tareas, y las restricciones de la participación son problemas para participar en situaciones vitales.

> Por consiguiente, la discapacidad es un fenómeno complejo que refleja una interacción entre las características del organismo humano y las características de la sociedad en la que vive.

Es por ello, que se comenzó a realizar el proyecto de diseño de un vehículo para las personas que por alguna de las circunstancias tiene alguna discapacidad, buscando que puedan realizar una actividad de traslado de manera, hasta cierto punto, normal.

II. MARCO TEÓRICO

En Querétaro se tiene una población de 2.045 millones de habitantes (INEGI, 2015)[2]. El INEGI en 2014, reportó la existencia de 7.1 millones de discapacitados. El INEGI, estudia variables de los 7 tipos de discapacidad más comunes, los cuales suelen censar y medir cada periodo que se requiere.

Tabla 1: Tipos de actividades con dificultad
Fuente: INEGI, 2010

	Caminar o moverse. Hace referencia a la dificultad de una persona para moverse, caminar, desplazarse o subir escaleras debido a la falta de toda o una parte de sus piernas; incluye también a quienes teniendo sus piernas no tienen movimiento o presentan restricciones para moverse, de tal forma que necesitan ayuda de otras persona, silla de ruedas u otro aparato, como andadera o pierna artificial.
	Ver. Abarca la pérdida total de la vista en uno o ambos ojos, así como a los débiles visuales y a los que aún usando lentes no pueden ver bien por lo avanzado de sus problemas visuales.
	Mental. Abarca cualquier problema de tipo mental como retraso, alteraciones de la conducta o del comportamiento.
	Escuchar. Incluye a las personas que no pueden oír, así como aquellas que presentan dificultad para escuchar (debilidad auditiva), en uno o ambos oídos, a las que aún usando aparato auditivo tiene dificultad para escuchar debido a lo avanzado de su problema.
	Hablar o comunicarse. Hace referencia a los problemas para comunicarse con los demás, debido a limitaciones para hablar o porque no pueden platicar o conversar de forma comprensible.
	Atención y aprendizaje. Incluye las limitaciones o dificultades para aprender una nueva tarea o para poner atención por determinado tiempo, así como limitaciones para recordar información o actividades que se deben realizar en la vida cotidiana.
	Autocuidado. Hace referencia a las limitaciones o dificultades para atender por sí mismo el cuidado personal, como bañarse, vestirse o tomar alimentos

El INEGI (2010)[2], también refiere que una persona con una discapacidad puede generar que se active la segunda, por ello es posible que alguien con discapacidad auditiva, la tenga también al hablar. Las causas. Más comunes se pueden visualizar en la Figura 1.

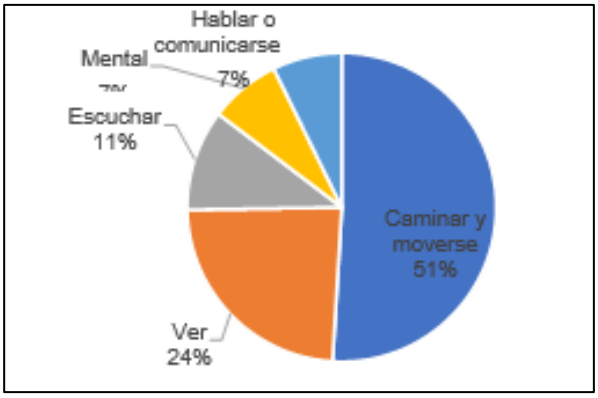


Figura 1: Causas de discapacidad
Fuente: Elaboración propia con base del INEGI (2010)

El mayor porcentaje de discapacitados se encuentra entre los 30 y 84 años, según el censo 2010 del INEGI. En un reporte especial del INEGI (2014)[3] muestra cómo Querétaro tiene censados el 1.7% de las personas con discapacidad de la República Mexicana, es decir, la discapacidad más fuerte es la que limita caminar y moverse, véase Figura 2.

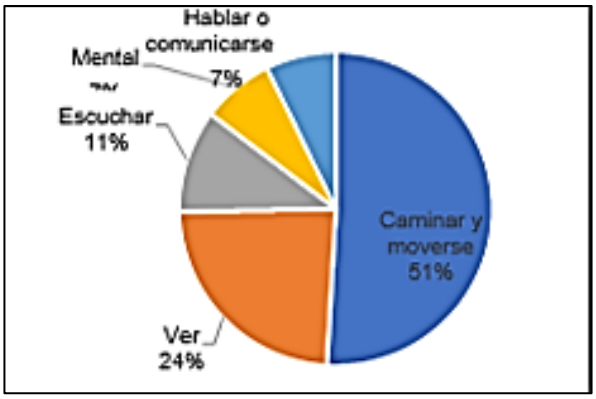


Figura 2: Tipos de discapacidad
Fuente: Elaboración propia con base del INEGI (2010)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Como primera etapa del proyecto se han desarrollado investigaciones y realizado algunas encuestas que permitan mostrar la factibilidad del diseño y construcción de un vehículo autónomo para discapacitados en el estado de Querétaro.

A partir de estos resultados se diseñará el vehículo con base a las normas vehiculares de transporte y construcción de un vehículo monoplaza, materiales, condiciones de suelo y caminos.

IV. RESULTADOS

Tabla 1. Resultados de la investigación.
Fuente: Elaboración propia

<table>
<tr><td colspan="5">Cuantitativo 1: Diseño muestral</td></tr>
<tr><td>Características de la muestra</td><td colspan="4">Automovilistas de Querétaro
El Marqués y Corregidora, de todos los niveles socioeconómicos</td></tr>
<tr><td>Tamaño de la población</td><td colspan="4">508,206 (INEGI, 2017).</td></tr>
<tr><td>Tamaño de la muestra</td><td colspan="4">600 encuestas, con un 4% de error y un 95% de confianza</td></tr>
<tr><td>Tipo de muestra</td><td colspan="4">Para fines espciales</td></tr>
<tr><td>Distribución de la muestra</td><td colspan="4"><table><tr><td></td><td>20 a 30</td><td>30 a 50</td><td>Más de 50</td></tr><tr><td>Querétaro</td><td>50</td><td>50</td><td>50</td></tr><tr><td>Corregidora</td><td>50</td><td>50</td><td>50</td></tr><tr><td>El marques</td><td>40</td><td>40</td><td>40</td></tr><tr><td>Pedro Escobedo</td><td>30</td><td>30</td><td>30</td></tr><tr><td>Huimilpan</td><td>30</td><td>30</td><td>30</td></tr><tr><td>Total</td><td>200</td><td>200</td><td>200</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>Procedimiento</td><td colspan="4">Se agregará una sección de preguntas para el estudio anual de indicadores del automovilista. Este cuestionario se aplicará face to face.</td></tr>
</table>

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de dicho estudio. Al cuestionar a los automovilistas acerca del uso correcto de los lugares para discapacitados, más de la mitad, manifestó no ser ocupados correctamente; consideraron que la primera causa de que esto suceda es la falta de respeto de dichos espacios.

Figura 3: Espacios asignados a discapacitados
Fuente: Elaboración propia

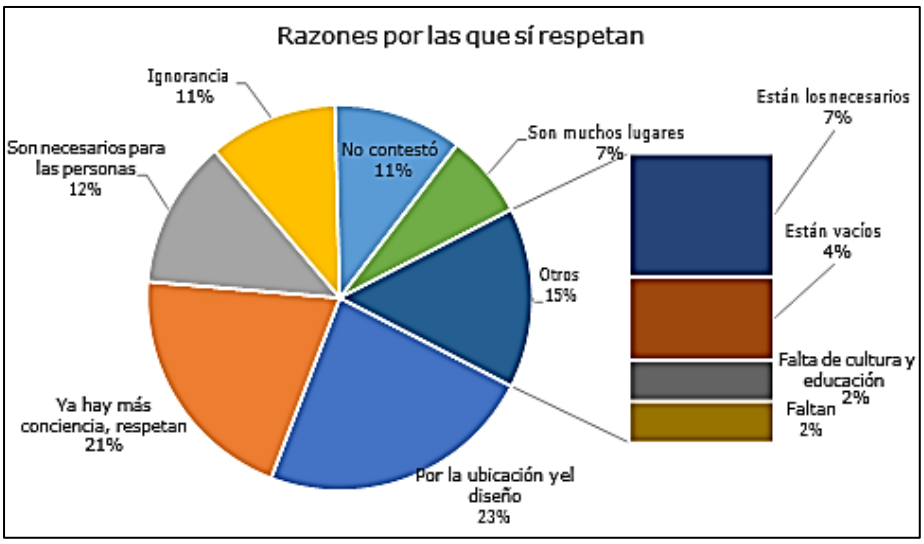


Figura 4: Espacios asignados a discapacitados
Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que 4 de cada 10 automovilistas entrevistados, consideran que sí están bien utilizados, ello se debe principalmente a que están bien ubicados y diseñados debido a que hay más conciencia de la gente y respetan. La percepción de que saben que son necesarios, ayuda a que consideren la buena utilización de los ellos (ver figura 4). Por otro lado, 6 de cada 10 automovilistas perciben que no son bien utilizados principalmente porque no respeta la gente y se aprovecha, aspecto que recae en la falta de cultura y educación, otra de las razones que predominó (ver figura 5).

Figura 5: Espacios asignados a discapacitados
Fuente: Elaboración propia

Los lugares donde consideran que hacen falta lugares especiales de estacionamiento para discapacitados son: lugares públicos como plazas, cines y hospitales, cabe señalar que ya existen en estos espacios por la normativa, sin embargo, se destaca la necesidad de que existan en escuelas públicas y privadas, además de calles y avenidas, incluyendo pueblos y lugares turísticos.

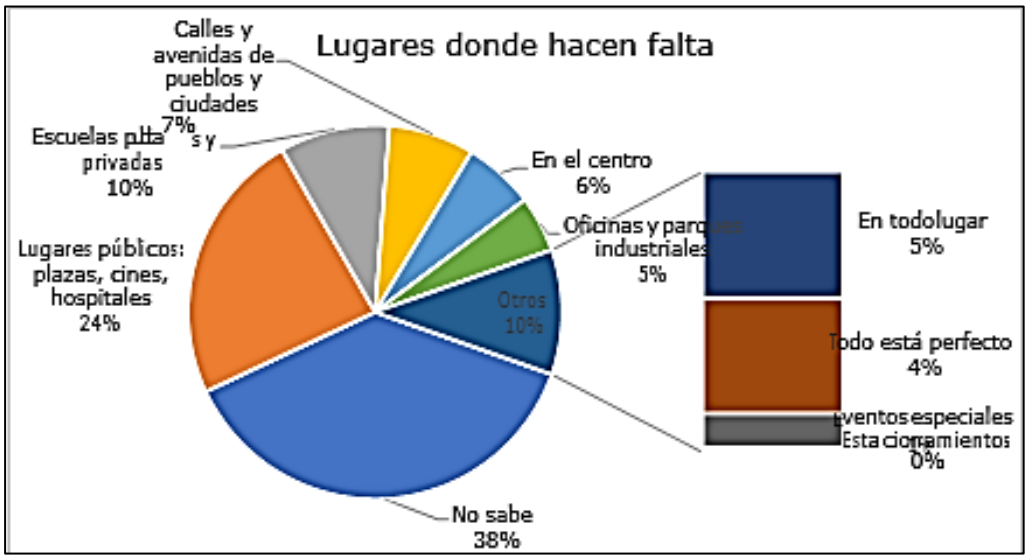


Figura 6: Espacios asignados a discapacitados
Fuente: Elaboración propia

Se les preguntó acerca de qué productos pueden hacer falta en esta sección la mayoría de los participantes manifestó no saber cómo qué puede hacer falta, sin embargo, algunos dieron ideas, la principal: un auto especializado, seguida de rampas, y de transporte público, así como taxis. Nótese que tanto 2 de estos tres, se relacionan con el medio de transporte, aspecto que empieza a comprobar la necesidad de un auto.

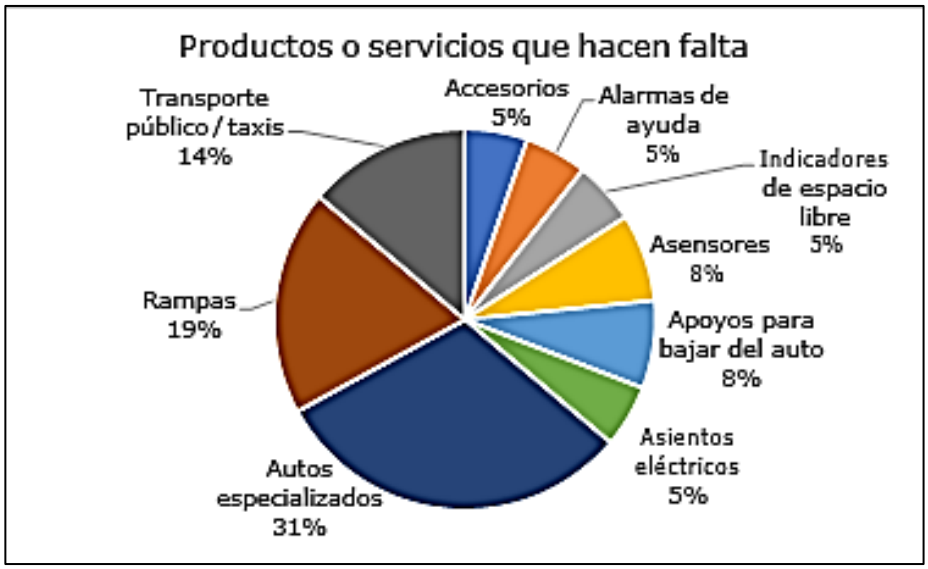


Figura 7: Espacios asignados a discapacitados
Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Después de los resultados de esta primera etapa detectamos que un automovilista promedio, ha visto que se utilizan los lugares para discapacitados y se debe a la falta de respeto, reconocen que en algún momento pensando que van rápido, se han estacionado sin tener derecho a ello y que, ante una posible multa, la mayoría comprende que es lo justo, así que es posible llegar a las siguientes conclusiones:

- 8 de cada 10 automovilistas, poseen un auto no mayor a 10 años de antigüedad.
- Existe falta de cultura en cuanto a los lugares de estacionamiento destinados a discapacitados ya que en la actualidad 7 de cada automovilista no respetan los lugares.
- El tamaño de los lugares para discapacitados es el adecuado.
- Los lugares donde consideran hacen falta que no es común verlos en toda la ciudad es en los pueblos, las calles y las avenidas.
- En promedio casi 2 de cada 10 automovilistas llegan a ocupar los lugares para discapacitados cuando van de prisa, la mayoría respetan los espacios.
- La multa que se tiene estipulada de 10 UMA's ($75.49) más una aportación a grupos de emergencia con un total de $849.90, es considerada en casi 2 terceras partes como adecuada.

La mayoría de las personas no nos ponemos a pensar en esas personas que tienen alguna discapacidad desconociendo cuales pueden ser las cifras de personas que tienen alguna discapacidad, después de recabar información nos damos cuenta que solamente en México es un gran número de personas y que si se pudiera continuar con este proyecto podríamos hacer que la vida de bastantes personas que han tenido un mal momento en la vida, tengan otra oportunidad de movilidad.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con la investigación que se hizo en esta primera etapa llegamos a la conclusión de que es una buena opción continuar con el proyecto, ya que existen bastantes personas que dependen de algún familiar para tener movilidad por sí mismos, en una etapa futura se deberá comenzar con un diseño más detallado, contemplar materiales para la fabricación del vehículo.

VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco a la Universidad Politécnica de Querétaro por promover este tipo de espacios para que los estudiantes se interesen por la investigación y desarrollo de prototipos que beneficiarán a la sociedad y las problemáticas que se presentan dia con día y, que en ocasiones pasan desapercibidas. También quisiera agradecer a la maestra Enriqueta Ortiz Moctezuma por haberme dado la oportunidad de contribuir con un proyecto tan importante para la sociedad y que llevándolo más que solo una investigación este puede ser un excelente proyecto para la sociedad.

REFERENCIAS

1. OMS. (2019). Discapacidades. Recuperado el 10 de julio de 2019 de https://www.who.int/topics/disablities/es/
2. INEGI. (2010). Discapacidad en México. Recuperado el 14 de abril de 2019 de http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/discapacidad.aspx?tema=P
3. INEGI. (2014). Parque vehicular. Recuperad el 14 de abril de 2019 de http://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?t=0260000000000000&ag=22#D0260003000000000#divFV6207048973

Estudio de tratamiento de aguas por electrocoagulación de un efluente real del proceso de curtido de una empresa de la ciudad de León (A)

Lisset Estepanía Ruíz Hernández
Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Química
Cerro de las Campanas S/N, Centro Universitario, 76010 Santiago de Querétaro, Qro.
lisset.ruhl@gmail.com

Asesor: Tzayam Pérez Segura
Universidad de Guanajuato
División de Ciencias Naturales y Exactas,
Departamento de Ingeniería Química
Noria Alta S/N, Noria Alta, 36050
Guanajuato, Gto.
tzayam@gmail.com

Resumen — La producción de cuero genera aguas residuales que impactan de manera negativa a los organismos y al medio ambiente. Los efectos adversos causados por el aprovechamiento del recurso hídrico demandan la implementación de procesos que permitan su depuración con la finalidad de disminuirlos o evitarlos En el presente trabajo se evaluó el proceso de electrocoagulación como alternativa para el tratamiento de aguas residuales del proceso de curtido, donde se analizó la influencia de la velocidad de flujo y la densidad de corriente aplicada, obteniéndose favorables resultados en la disminución de la concentración de contaminantes como sólidos disueltos y suspendidos, así como de la demanda química de oxígeno y turbidez; sin embargo, no hubo remoción significante de especies como cloruros.

Palabras clave —aguas residuales, electrocoagulación, proceso de curtido

Abstract — Leather production generates wastewater that negatively impacts organisms and the environment. The adverse effects caused by the use of the water resource require the implementation of processes that specify their purification with the modification of reducing or avoiding them. In this work the electrocoagulation process is evaluated as an alternative for the treatment of wastewater from the tanning process, where he analyzed the influence of the flow rate and the applied current density, obtaining favorable results in the decrease of the concentration of contaminants as dissolved and suspended solids, as well as the chemical demand of oxygen and turbidity; however, there was no significant removal of species such as chlorides.

Keywords —sewage, electrocoagulation, tanning process.

I. INTRODUCCIÓN

El proceso de curtido consiste en someter las pieles de animales a una serie de tratamientos con diversas sustancias, destinadas a la modificación química y física de las mismas, con la finalidad de obtener un material duradero, con propiedades imputrescibles, poco permeable al agua, flexible y suave, denominado cuero [1].

En la ciudad de León, Guanajuato, la curtiduría es una de las actividades productivas más importantes, aportando un aproximado de las dos terceras partes del total de la cantidad de pieles que se producen en la República Mexicana [2]. El proceso de curtido abarca cuatro etapas principales: ribera, curtido; re-curtido, teñido y engrase (éstas tres últimas agrupadas dentro de una sola denominada por sus siglas RTE) y acabado. En cada una de las etapas, la transformación de la piel en cuero requiere del consumo de cantidades elevadas de agua y productos químicos, lo que genera efluentes

contaminados con altas concentraciones de cromo, sales, materia orgánica y otros compuestos que pueden producir impactos adversos a los organismos y al medio ambiente [3].

Se ha reportado que por cada tonelada de piel procesada, se producen alrededor de 30-40 m3 de agua residual [4], que son descargados a los sistemas de alcantarillado y cuya composición diferirá según el proceso que se tenga en planta y la finalidad para la que esté destinada el producto.

Por su composición, los efluentes son difíciles de tratar y existe una diversa gama de tratamientos probados para su depuración. En los últimos años, se han utilizado varias tecnologías de tratamiento electroquímico, una de ellas es la electrocoagulación. La electrocoagulación (EC) implica la disolución del ánodo de sacrificio como resultado de la aplicación de la diferencia de potencial a través de los electrodos. Esta disolución del ánodo da como resultado la producción de flóculos en forma de hidróxidos metálicos dentro de la muestra de agua a tratar. Este proceso in situ incluye principalmente tres pasos principales: una reacción electrolítica en la superficie del electrodo, formación de coagulante y, finalmente, la adsorción de las partículas coloidales en los flóculos producidos que se eliminan mediante la sedimentación de la flotación. Es importante seleccionar un material de electrodo adecuado para llevar acabo este proceso de electrocoagulación, materiales como el aluminio y el hierro son con frecuencia los más utilizados, ya que se ha observado que dan buenos resultados en comparación con otros materiales de electrodos [5-6].

Los electrodos de aluminio han demostrado ser muy efectivos [5,7]. Debido a que presentan una mayor valencia de carga que otros metales, lo que favorece el proceso de coagulación con una menor concentración de coagulante [5,6]. El proceso de electrocoagulación que emplea electrodos de aluminio podría resumirse con las siguientes reacciones en el ánodo y el cátodo, respectivamente:

$$Al(s) \rightarrow Al3+(aq) + + 3e- \quad (1)$$

$$2H2O + 2e- \rightarrow H2\,(g) + 2OH-(aq) \quad (2)$$

El coagulante electro generado (Al3+) y OH- se transferirán a la solución y experimentarán reacciones de hidrólisis espontáneas adicionales para formar varias especies monoméricas y poliméricas, parte de las cuales finalmente se transformarán en flóculos de hidróxido [8].

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La figura 1 (a) muestra el reactor de configuración del laboratorio de electrocoagulación real, que fue utilizado para el tratamiento, este sistema consta de dos tanques de sedimentación acoplados a un reactor electroquímico de electrodo de cilindro rotatorio (RCE) con 6 placas de aluminio como ánodos, que se colocaron en la superficie del reactor de forma equidistante en un ángulo de 60 ° entre sí. Los electrodos están unidos a la pared del reactor. La forma en que opera el reactor se ilustra en la figura 1 (b), donde se observa que, para introducir el agua residual al sistema, esta es bombeada a la

parte inferior del reactor, donde se ubica la entrada. Posteriormente el fluido se derrama desde la parte superior del reactor al primer tanque de sedimentación, luego el líquido se derrama nuevamente desde la parte superior del primer tanque de sedimentación al segundo tanque de sedimentación. Por último el fluido sale del sistema por la parte media del reactor.

A. Detalles experimentales

Para este tratamiento se emplearon 2 muestras diferentes , la primera (M1) considera una mezcla representativa de todas las etapas de proceso (remojos, curtido, recurtido, teñido y engrase) y la segunda (M2) sólo la etapa correspondiente al curtido de la piel.Para la experimentación se varió la densidad de corriente aplicada utilizando 3,6 y 9 mA/cm^2 , se utilizó un volumen de agua residual para M1 Y M2 de 20 L con un pH entre 7 y 8 ,a un caudal de entrada constante de 3 L min-1 y una velocidad de agitación del RCE de 100 rpm (10.5 Rad s-1). Las densidades de corriente se aplicaron de forma independiente utilizando una fuente de poder modelo PsP-2010 GW INSTEK. Se tomaron muestras de 75 ml a la salida del reactor. La experimentación se realizó por un periodo de tiempo de 180 minutos, con toma de muestra cada 40 minutos para cada densidad de corriente.

B. Caracterizacion de las muestras

Los parámetros medidos en las muestras de agua residual fueron: Demanda química de oxígeno (DQO); determinada de acuerdo al método establecido por la NMX-AA-030/2-SCFI-2011;Turbidez, utilizando un turbidímetro portátil 2100P marca Hach; Cloruros, medidos por medio del Apéndice Informativo F de la NMX-AA-030/2-SCFI-2011; Sulfatos, medidos de acuerdo a la metodología establecida en la NMX-AA-074-1981 y los sólidos suspendidos (SS) y solidos disueltos (SD) se midieron de acuerdo a los procedimientos de la NMX-AA-034-SCFI-2015.

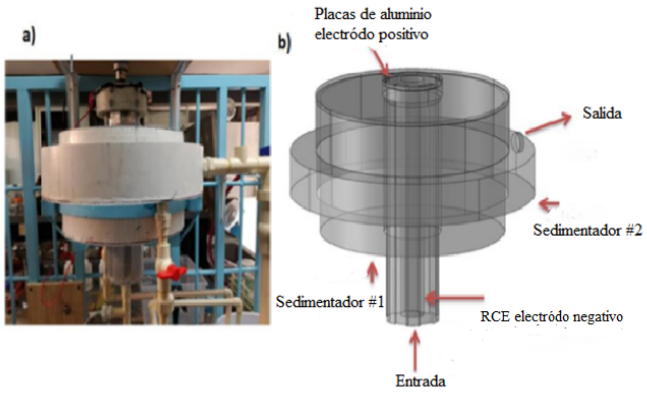


Figura 1. (a) Sistema de configuración del laboratorio de electrocoagulación. (b) componentes del sistema de electrocoagulación.

III. RESULTADOS

Tabla 1. Concentración inicial de contaminantes presentes en M1 y M2

Contaminantes	M1 concentración inicial (ppm)	M2 concentración inicial (ppm)
DQO	13000	11000
Cloruros	16000	16000
Solidos disueltos	40000	50000
Solidos suspendidos	6000	8000
Sulfatos	1000	4000
Turbidez	999	999

A continuación se presentan los resultados obtenidos para la EC, donde se evaluaron tres densidades de corriente para M1 y una para M2, considerando un caudal de entrada constante de 3 L min-1 y una velocidad de agitación de 100 rpm para ambas. En la Figura 2(a) y 2(b) se observa la curva de decrecimiento para la DQO, encontrando que esta fue removida más del 60 % después de 50 minutos de tratamiento, por otro lado se muestra que la cantidad de DQO removida aumentó con el incremento de la corriente aplicada, debido a que aumenta la dosis de aluminio generada, por lo que a menor densidad de corriente la remoción será más tardada y en este caso se vio más limitada. En cuanto a los SD, la Figura 2(c) y 2(d) muestra que la remoción fue muy poca siendo esta del 20 % ya que la concentración no vario significativamente posterior al tratamiento. Para el caso de los SS se observa en la Figura 2(e) y 2(f) que la concentración promedio de estos disminuyó mas del 50 % despues de 40 minutos de tratamiento, lo que refleja que la EC resulta eficiente para disminuir la presencia de estos, ya que en funcion de la cantidad de solidos en suspensión presentes en el agua (3850mg/L) nos podemos dar una idea del grado de contaminacion de esta .Otro parametro estudiado y muy relacionado con la presencia de los SS fue la turbidez, en la Figura 2(g) y 2(h) se aprecia que ambas muestras fueron tratadas con éxito ya que hubo una minima dispercion de luz posterior a la EC, siendo este parametro un indicador de la ausencia de SS presentes en M1 y M2.

Para el caso de la muestra M2 solo se pudo realizar un experimento a 3 y 6 mA/cm2, esto debido a falta de tiempo por parte de la empresa para proporcionarnos muestra de agua residual, sin embargo se aprecia que para la DQO la remoción alcanza más del 70%, SS y turbidez más del 90 %, mientras que para SD un 20 % de remoción. Como se puede observar en la Figura 3, la EC es altamente eficiente en la remoción de la DQO, sólidos suspendidos y sólidos disueltos; alcanzando una remoción estacionaria de hasta un 70% para la DQO, un 20% para los SD, un 90% para los SS y un 99% para la turbidez. Para el caso de los cloruros, no se observó variación alguna en estos compuestos ya que la concentración inicial y final permaneció constante en M1 y M2, siendo de 16000 ppm para ambas. Por ello se debe considerar otra etapa adicional de tratamiento ya que la EC no tuvo ningún tipo de efecto sobre ellos.

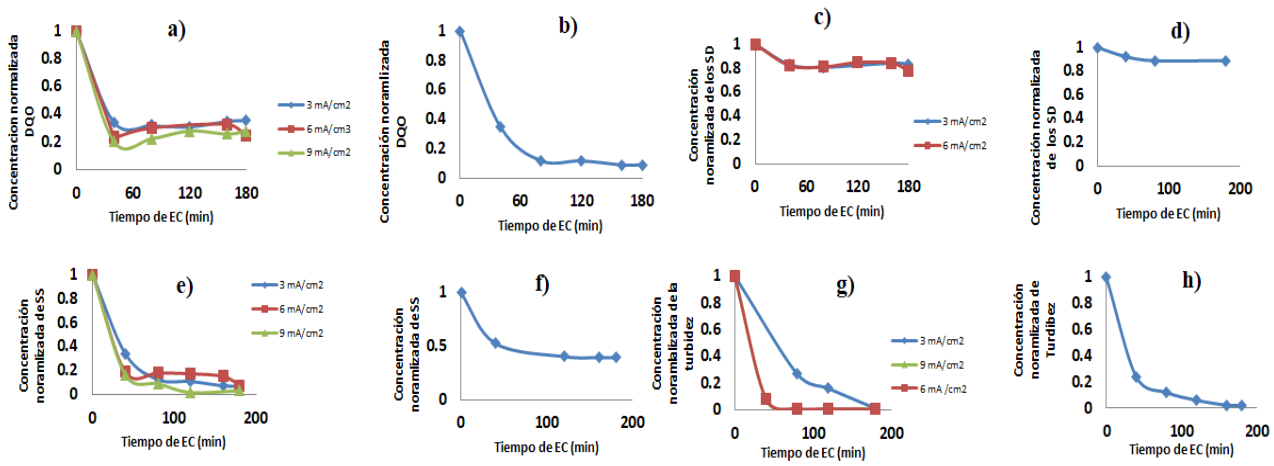


Figura 2: Resultados de remoción de contaminantes para M1 y M2. a) Concentración normalizada en función del tiempo para 3,6 y 9 mA/cm^2 de la DQO en M1, b) Concentración normalizada en función del tiempo para 3 mA/cm^2 de la DQO en M2, c) Concentración normalizada en función del tiempo para 3 y 6 mA/cm^2 de los SD en M2, d) Concentración normalizada en función del tiempo para 3 mA/cm^2 de los SD en M2, e) Concentración normalizada en función del tiempo para 3, 6 y 9 mA/cm^2 de los SS en M1, f) Concentración normalizada en función del tiempo para 3 mA/cm^2 de los SS en M2, g) Concentración normalizada en función del tiempo para 3, 6 y 9 mA/cm^2 de la turbidez en M1, h) Concentración normalizada en función del tiempo para 3 mA/cm^2 de la turbidez en M2.

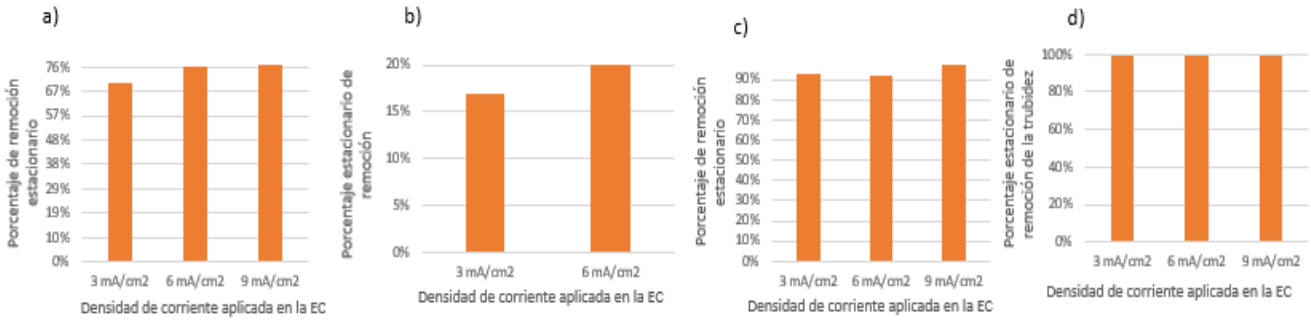


Figura 3: Porcentajes de remoción estacionarios para M1 a 3, 6 y 9 mA/cm^2. a) Demanda química de oxígeno,b) Sólidos disueltos, c) Sólidos suspendidos, d) Turbidez.

IV. CONCLUSIONES

El tratamiento por electrocoagulación para el agua de mezcla y agua de curtido resulto ser una técnica eficiente para la remoción de ciertos contaminantes presentes en el agua de proceso, obteniéndose para cada contaminante analizado porcentajes de remoción estacionario bastante aceptables, que mejoraron considerablemente la calidad del agua analizada, arrojando resultados de remoción de más del 70% para la DQO, un 20% para los SD, un 90% para los SS y un 99% para la turbidez.

Sin embargo esta técnica resultó ineficiente para el tratamiento de cloruros ya que no se logró ninguna variación en la concentración de dicho componente, es por ello que se recomienda considerar una etapa adicional de tratamiento para estos.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad de Guanajuato por las facilidades y el apoyo brindado para la realización del verano de investigación, así mismo quiero agradecer al Dr. Tzayam y al Mtro. Daniel por la paciencia, tiempo y dedicación que tuvieron durante mi estancia de investigación e hicieron posible que el proyecto se pudiera realizar con éxito.

REFERENCIAS

[1] Téllez, J., Roxs, M. y Gaitán, A. (2004). Aspectos toxicológicos relacionados con la utilización del cromo en el proceso productivo de curtiembres. Revista de la Facultad de Medicina, 52(1), 50.

[2] Pardo, B., Galván, F., Gutiérrez, S., Serafín, A. y Pérez, P. (2015). Caracterización microbiológica de agentes metanogénicos sobreproductores de biometano en condiciones termofílicas para lodos de tenería. En Jóvenes en la Ciencia, 1(2), 1944- 1948. Guanajuato, México.

[3] Lorber, K., Conrad, C., Marcelo, F., Muñoz, C., Méndez, R. y Rivela, B. (2007). Análisis de los flujos de materia en las industrias de curtido. En R. Méndez Pampín, Producción limpia en la industria de curtiembre (pág. 63). Santiago de Compostela: Universidade de Santiago de Compostela.

[4] Suthanthararajan, R., Ravindranath, E., Chits, K., Umamaheswari, B., Ramesh, T. y Rajamam, S. (2004). Membrane application for recovery and reuse of water from treated tannery wastewater. Desalination, 164(2), 151-156.

[5]M. Changmai, M. Pasawan, M.K. Purkait, Treatment of oily wastewater from drilling site using electrocoagulation followed by microfiltration, Sep. Purif. Technol. 210 (2019) 463–472. doi:10.1016/j.seppur.2018.08.007.

[6] J.N. Hakizimana, B. Gourich, M. Chafi, Y. Stiriba, C. Vial, P. Drogui, J. Naja, Electrocoagulation process in water treatment: A review of electrocoagulation modeling approaches, Desalination. 404 (2017) 1–21. doi:10.1016/j.desal.2016.10.011.

[7] V. Khandegar, A.K. Saroha, Electrocoagulation for the treatment of textile industry effluent- A review, J. Environ. Manage. 128 (2013) 949–963. doi:10.1016/j.jenvman.2013.06.043.

[8] J. Lu, Y. Li, M. Yin, X. Ma, S. Lin, Removing heavy metal ions with continuous aluminum electrocoagulation: A study on back mixing and utilization rate of electro-generated Al ions, Chem. Eng. J. 267 (2015) 86–92. doi:10.1016/j.cej.2015.01.011.

Estudio de tratamiento de aguas por electrocoagulación de un efluente real del proceso de curtido de una empresa de la ciudad de León (B)

Daniel Gamiño Hernández
Universidad de Guanajuato
División de Ciencias Naturales y Exactas
Noria Alta s/n
C.P. 36050, Guanajuato, Guanajuato.
danielgamher@gmail.com

Asesor: Tzayam Pérez Segura
Universidad de Guanajuato
División de Ciencias Naturales y Exactas
Noria Alta s/n
C.P. 36050, Guanajuato, Guanajuato.
tzayam@gmail.com

Resumen — En este trabajo se presenta la implementación de un sistema de tratamiento de aguas mediante la aplicación de electrocoagulación en un reactor batch perfectamente agitado. El sistema propuesto se implementó en un efluente real de un proceso común de curtido de pieles de origen vacuno de una industria de la ciudad de León, Guanajuato.

Palabras clave — Electrocoagulación, Tratamiento de aguas, Efluente real.

Abstract — In this work there appears the implementation of a system of water treatment by means of the electrocoagulación application in a reactor batch perfectly waved. The proposed system was implemented in an effluent real one of a common process of leather tanning of bovine origin from an industry of the city of León, Guanajuato.

Keywords — Electrocoagulation, Water treatment, Real effluent.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, el consumo de agua y la generación de aguas residuales se está convirtiendo en un problema cósmico en esta era de la revolución industrial. Las tecnologías convencionales actualmente disponibles son costosas y se han vuelto ineficientes debido a sus propias limitaciones para tratar las aguas residuales al nivel deseado [1]. La introducción de tecnologías electroquímicas para el tratamiento de aguas residuales industriales es de gran influencia y reemplaza fácilmente las tecnologías de tratamiento convencionales. En los últimos años, se han utilizado varias tecnologías de tratamiento electroquímico, como electrodiálisis [2] electro-oxidación avanzada [3], foto oxidación [4] y electrocoagulación [3,5]. La electrocoagulación (EC) se caracteriza por la electroelectricidad in situ. -generación de especies coagulantes, es una tecnología ecológica y de bajo costo para el tratamiento de aguas residuales que contienen iones de metales pesados tóxicos, orgánicos e incluso residuos radiactivos [6–9]

II. MARCO TEÓRICO

El proceso de EC implica la disolución del ánodo de sacrificio como resultado de la aplicación de la diferencia de potencial a través de los electrodos. Esta disolución del ánodo da como resultado la producción de flóculos en forma de hidróxidos metálicos dentro de la muestra de agua a tratar. Este proceso in situ incluye principalmente tres pasos principales: una reacción electrolítica en la superficie del electrodo, formación de

coagulante y, finalmente, la adsorción de las partículas coloidales en los flóculos producidos que se eliminan mediante la sedimentación de la flotación. También es de suma importancia que se seleccione un material de electrodo adecuado para llevar a cabo el proceso de electrocoagulación. Los materiales como el aluminio y el hierro se usan con frecuencia y se ha encontrado que dan buenos resultados en comparación con otros materiales de electrodos [10,11].

Los electrodos de aluminio han demostrado ser muy efectivos [10,12–14]. Debido a que presentan una mayor valencia de carga que otros metales, lo que favorece el proceso de coagulación con una menor concentración de coagulante [10,11]. El proceso de electrocoagulación que emplea electrodos de aluminio podría resumirse con las siguientes reacciones en el ánodo y el cátodo, respectivamente:

$$Al\ (s) \rightarrow Al^{3+}_{(aq)} + + 3e^{-} \quad (1)$$

$$2H_2O + 2e^{-} \rightarrow H_{2\,(g)} + 2OH^{-}_{(aq)} \quad (2)$$

El coagulante electrogenerado (Al^{3+}) y OH^{-} se transferirán a la solución y experimentarán reacciones de hidrólisis espontáneas adicionales para formar varias especies monoméricas y poliméricas, parte de las cuales finalmente se transformarán en flóculos de hidróxido [13,15,16] Un aspecto importante a considerar en el diseño de la celda es el ión de aluminio electrogenerado.

Además de la generación de aluminio, las propiedades hidrodinámicas y el movimiento del flujo de gas producido por la ecuación (2) deben considerarse en la ciencia de la ingeniería electroquímica, ya que la fase dispersa modifica las propiedades eléctricas del electrolito (así como las transferencias de masa y calor). En el caso de una reacción electroquímica con producción de gas, el gas se produce en la superficie del electrodo con un caudal de masa de gas local. El caudal de masa de gas local q debido a la reacción electroquímica es proporcional a la densidad de corriente local *j* utilizando la primera ley de electrólisis. La distribución también es, para un electrolito homogéneo, uniforme, si se considera que los electrodos son perfectamente conductores. Dado que las burbujas de gas se elevan hacia arriba a lo largo del electrodo, la no uniformidad se genera a lo largo del electrodo y la fracción de vacío del gas, que es un efecto obstaculizador para la corriente eléctrica, aumenta a lo largo del electrodo. La distribución de la fracción vacía depende de la producción local de gas en la superficie del electrodo y del movimiento del flujo de fluido inducido por las burbujas [17].

Estos procesos complejos son difíciles de analizar con precisión solo por métodos experimentales o tienen largos períodos experimentales y altos costos operativos. De hecho, hay un campo de flujo, un campo eléctrico y un campo de temperatura en el proceso de EC, que involucra transferencia de masa, flujo de fluido, transferencia de electrones y otros [13,17].

Debido a lo anterior, el diseño del reactor electroquímico juega un papel importante en el proceso de tratamiento. Impulsa la dinámica del fluido a tratar dentro del reactor electroquímico. La geometría y el diseño efectivos eliminan los problemas que entran en juego con los reactores electroquímicos regulares. El diseño y la geometría adecuados del reactor electroquímico ayudan a que el fluido sea tratado de manera uniforme, sin dejar

zonas muertas, cortocircuitos, canalizaciones y ensuciamiento del electrodo. Todos los problemas se pueden abordar con una mezcla eficiente dentro del reactor electroquímico [1].

III. METODOLOGÍA

A. Rector de electrocoagulación

La Figura 1 muestra (a) el reactor de configuración del laboratorio de electrocoagulación real y (b) el dominio computacional 3D del sistema. El sistema consta de dos tanques de sedimentación acoplados a un reactor RCE con 6 placas de aluminio como ánodos, que se colocan en la superficie del reactor de forma equidistante en un ángulo de 60 ° entre sí. Los electrodos están unidos a la pared del reactor. Diferentes trabajos informados sobre sistemas RCE muestran que la geometría más adecuada del dominio computacional, es considerar los seis electrodos de placa sin la cara en contacto con la pared concéntrica del reactor [15-16].

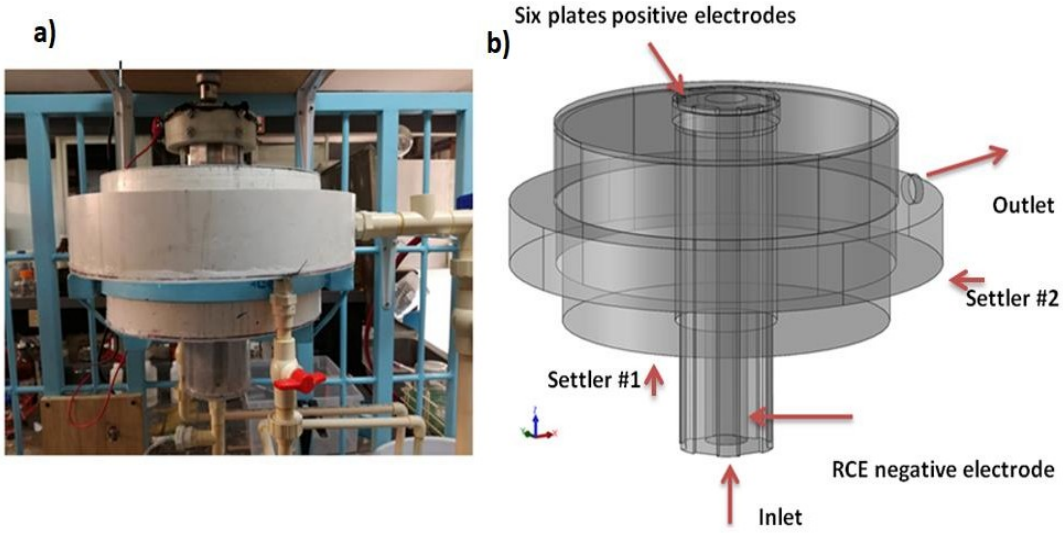


Figura 1. (a) Sistema de configuración del laboratorio de electrocoagulación. (b) Dominio computacional 3D del sistema.

La entrada del reactor está en el centro en la base de esto, luego el fluido se derrama desde la parte superior del reactor al primer tanque de sedimentación, y luego el líquido se derrama nuevamente desde la parte superior del primer tanque de sedimentación al segundo tanque de sedimentación. Finalmente, el fluido sale del sistema en la salida. La tabla I muestra los parámetros geométricos del sistema descrito. El derrame de agua en la parte superior del sistema desde el reactor hasta el primer tanque de sedimentación y desde el primero hasta el segundo tanque de sedimentación, se consideró como un dominio continuo con una elevación de 0.5 cm.

Tabla I. Parámetros geométricos del reactor

Diametro interno	8.5 cm
Diametro de la entrada	1.27 cm
Diametro del RCE	4 cm
Altura del RCE (en contacto con la solución)	30 cm
Altura del sedimentador	15 cm
Diametro del sedimentador	34 cm
Área del RCE, ARCE (en contacto con la solución)	386.8 cm²
Altura de las placas utilizadas como ánodos (unidos a la pared del reactor)	30.5 cm
Espacio interelectródico, L/ m	1.8 cm

B. Detalles experimentales y cuantificación de iones de aluminio (Al3+)

Se llevó a cabo una serie de experimentos que variaron la densidad de corriente aplicada de 5 a 34 A / m^2, empleando soluciones de 20 L de sulfato de sodio al 0.075 M (Na2SO4) y cloruro de sodio 0.01 M (NaCl) con un pH = 7 a una caudal de entrada constante de 0.4 L min^{-1} y 100 rpm (10.5 Rad s^{-1}) de velocidad de agitación. La conductividad eléctrica se midió con un conductímetro modelo U-10 Horiba Ltd. Las densidades de corriente se aplicaron de forma independiente utilizando una fuente de poder modelo PsP-2010 GW INSTEK. Se tomaron muestras de 10 ml en la parte superior del reactor cada 2 minutos durante 8 minutos para cada densidad de corriente aplicada. La cuantificación del ión aluminio (Al^{3+}) se llevó a cabo utilizando un espectrómetro de absorción atómica modelo PerkinElmer AAnalyst-200. Para esta determinación se usó un pH entre 2 y 3, usando ácido nítrico concentrado para disminuir el pH de las muestras. Las curvas de calibración se realizaron para cada densidad de corriente utilizando un estándar de aluminio de 1000 ppm de compuesto de absorción atómica Golden Bell®. El estándar tiene un pH de 2, por lo que no se usó ácido en él. Las curvas de calibración obtenidas se realizaron en el rango de 0-100 ppm obteniendo una correlación de 0.9983. El blanco utilizado fue agua destilada.

IV. RESULTADOS

A. Análisis de Demanda química de oxígeno (mezcla compuesta)

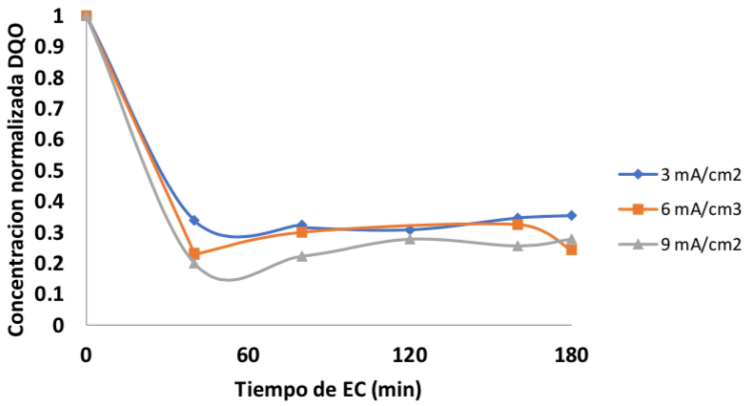


Figura 1. Concentración normalizada en función del tiempo para 3,6 y 9 mA/cm^2 de la demanda química de oxígeno en 180 min de EC.

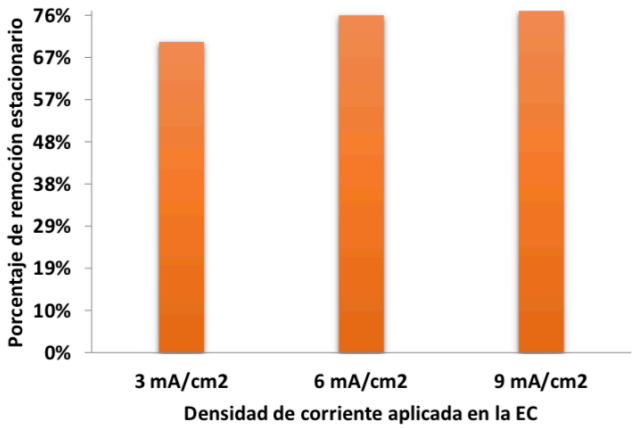


Figura 2. Porcentaje de remoción promedio estacionario para 3,6 y 9 mA/cm^2 de la demanda química de oxígeno.

B. Análisis de sólidos disueltos (mezcla compuesta)

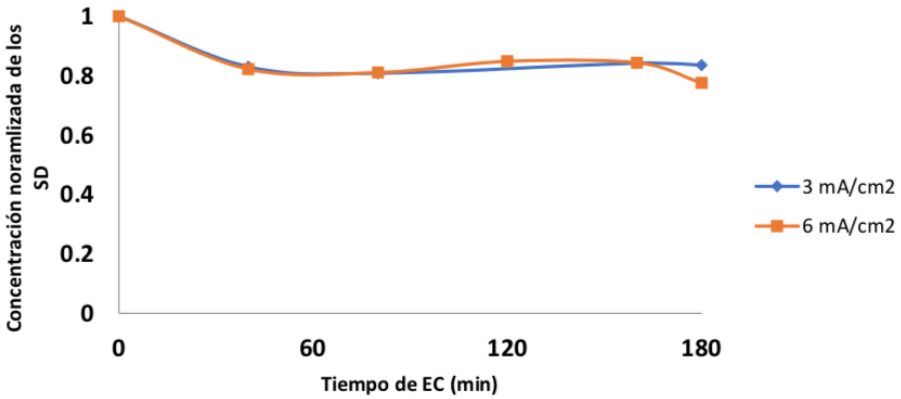


Figura 3. Concentración normalizada en función del tiempo para 3 y 6 mA/cm^2 de los sólidos disueltos en 180 min de EC.

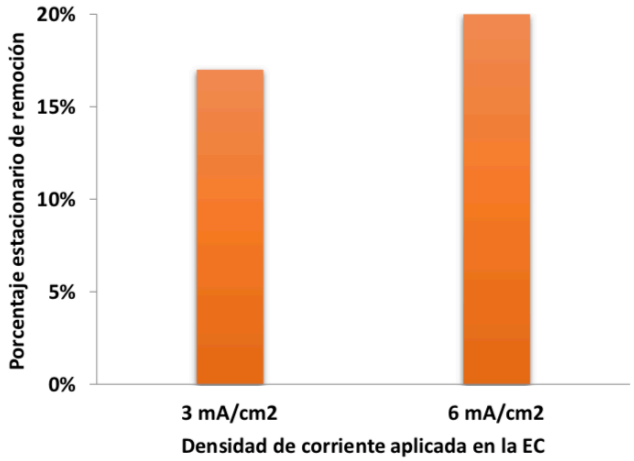


Figura 4. Porcentaje de remoción promedio estacionario para 3 y 6 mA/cm^2 de los sólidos disueltos

C. Análisis de sólidos suspendidos (mezcla compuesta)

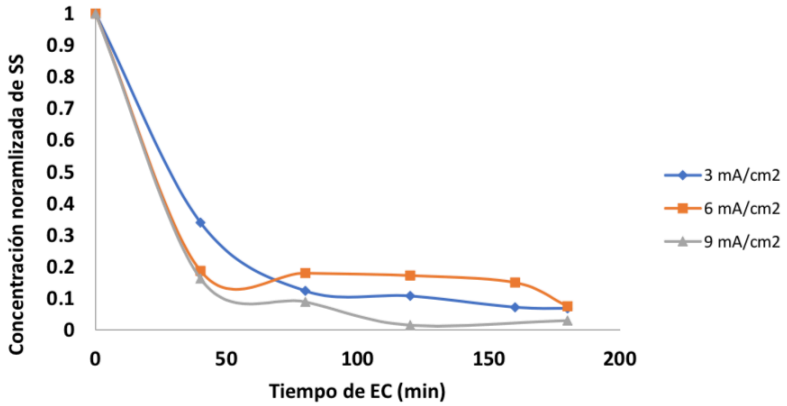


Figura 5. Concentración normalizada en función del tiempo para 3, 6 y 9 mA/cm^2 de los sólidos suspendidos.

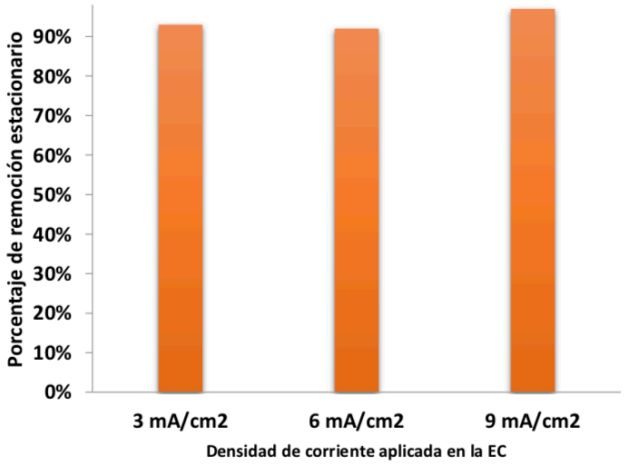


Figura 6. Porcentaje de remoción promedio estacionario para 3, 6 y 9 mA/cm^2 de los sólidos suspendidos.

D. Análisis de la turbidez (mezcla compuesta)

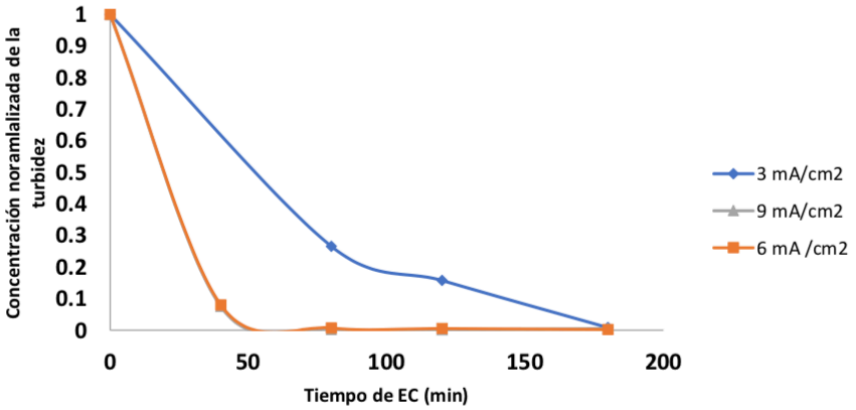


Figura 7. Concentración normalizada en función del tiempo para 3, 6 y 9 mA/cm^2 de la turbidez en 180 min de EC.

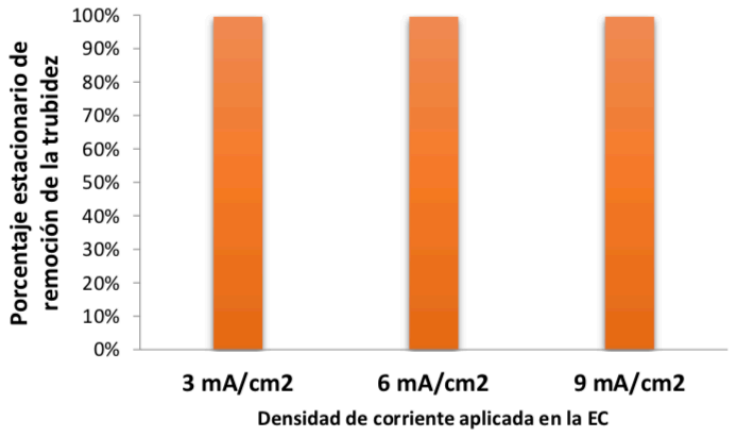


Figura 8. Porcentaje de remoción promedio estacionario para 3, 6 y 9 mA/cm^2 de la turbidez.

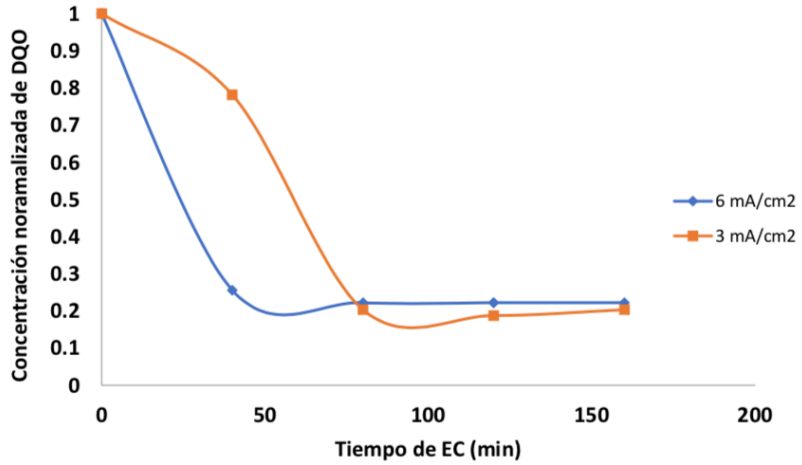


Figura 9. Concentración normalizada en función del tiempo para 3 mA/cm^2 de la demanda química de oxígeno en 180 min de EC.

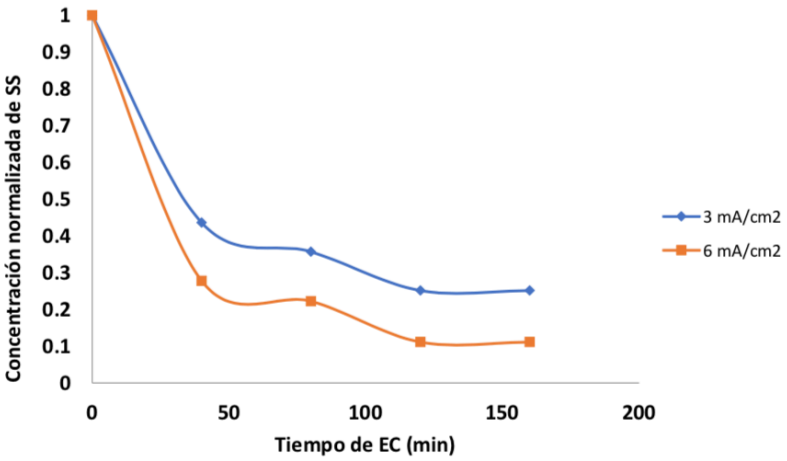


Figura 10. Concentración normalizada en función del tiempo para 3 mA/cm^2 de los sólidos en suspensión en 180 min de EC.

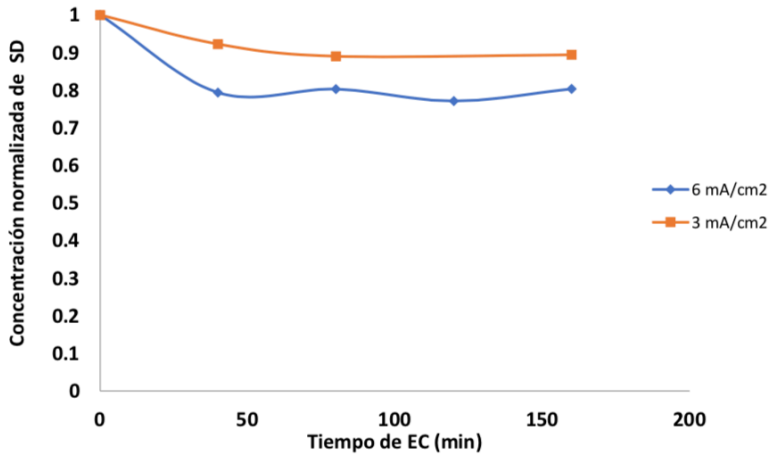


Figura 11. Concentración normalizada en función del tiempo para 3 mA/cm^2 de los sólidos disueltos en 180 min de EC.

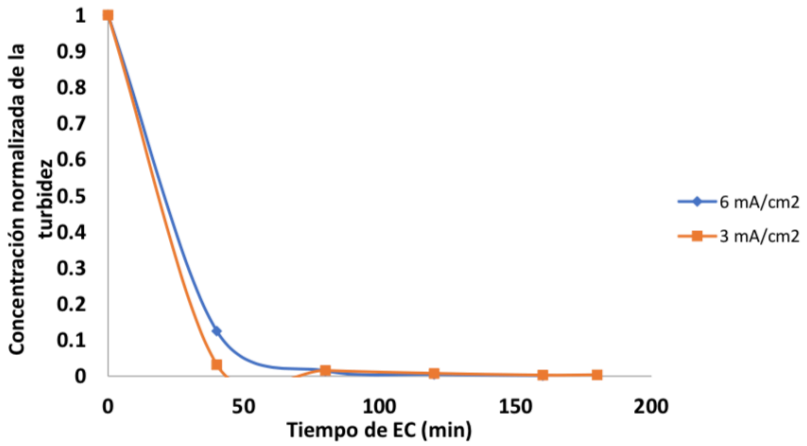


Figura 12. Concentración normalizada en función del tiempo para 3 mA/cm^2 de la turbidez en 180 min de EC.

V. CONCLUSIONES

En este proyecto se propuso y realizó la implementación de un sistema de electrocoagulación en un reactor batch perfectamente agitado para el tratamiento de aguas residuales de la industria del curtido. Con la finalidad de reducir los contaminantes disueltos en el agua se realizaron varios experimentos a diferentes amperajes de corriente y se analizaron las muestras tratadas.

Los resultados obtenidos, presentados en la sección anterior, muestran que el procedimiento de electrocoagulación utilizado cumplió de manera satisfactoria con el objetivo propuesto, ya que, se redujo casi por completo los contaminantes por demanda química de oxígeno, sólidos totales (disueltos y suspendidos) y turbidez.

VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad de Guanajuato por las facilidades y el apoyo

otorgado para la realización de la estancia de verano. También agradezco sinceramente al departamento de Ingeniería Química, al Dr. Tzayam Pérez y al Mtro. Daniel Villalobos por el gran apoyo recibido para la realización de este proyecto de Verano de la Ciencia Región Centro.

REFERENCIAS

[1] A. Choudhary, S. Mathur, Performance evaluation of 3D rotating anode in electro coagulation reactor: Part II: Effect of rotation, J. Water Process Eng. 19 (2017) 352– 362. doi:10.1016/j.jwpe.2017.08.019.

[2] Y. Tanaka, Electrodialysis, in: Prog. Filtr. Sep., 2014. doi:10.1016/B978-0-12- 384746-1.00006-9.

[3] J. An, N. Li, S. Wang, C. Liao, L. Zhou, T. Li, X. Wang, Y. Feng, A novel electro- coagulation-Fenton for energy efficient cyanobacteria and cyanotoxins removal without chemical addition, J. Hazard. Mater. 365 (2019) 650–658. doi:10.1016/j.jhazmat.2018.11.058.

[4] A. Babuponnusami, K. Muthukumar, A review on Fenton and improvements to the Fenton process for wastewater treatment, J. Environ. Chem. Eng. (2014). doi:10.1016/j.jece.2013.10.011.

[5] H.I. Maarof, W.M.A.W. Daud, M.K.D. Aroua, Recent trends in removal and recovery of heavy metals from wastewater by electrochemical technologies, Rev. Chem. Eng. 33 (2017) 359–386. doi:10.1515/revce-2016-0021.

[6] J. Lu, Q. Tang, Z.R. Wang, C. Xu, S.L. Lin, A study on continuous and batch electrocoagulation process for fluoride removal, Desalin. Water Treat. 57 (2016) 28417–28425. doi:10.1080/19443994.2016.1186567.

[7] A.A. Pujol Pozo, E. Bustos Bustos, F. Monroy-Guzmán, Decontamination of radioactive metal surfaces by electrocoagulation, J. Hazard. Mater. 361 (2019) 357– 366. doi:10.1016/j.jhazmat.2018.08.061.

[8] J. Lu, Z. Wang, X. Ma, Q. Tang, Y. Li, Modeling of the electrocoagulation process: A study on the mass transfer of electrolysis and hydrolysis products, Chem. Eng. Sci. 165 (2017) 165–176. doi:10.1016/j.ces.2017.03.001.

[9] M.A. Sandoval, R. Fuentes, J.L. Nava, O. Coreño, Y. Li, J.H. Hernández, Simultaneous removal of fluoride and arsenic from groundwater by electrocoagulation using a filter-press flow reactor with a three-cell stack, Sep. Purif. Technol. 208 (2019) 208–216. doi:10.1016/j.seppur.2018.02.018.

[10] M. Changmai, M. Pasawan, M.K. Purkait, Treatment of oily wastewater from drilling site using electrocoagulation followed by microfiltration, Sep. Purif. Technol. 210 (2019) 463–472. doi:10.1016/j.seppur.2018.08.007.

[11] J.N. Hakizimana, B. Gourich, M. Chafi, Y. Stiriba, C. Vial, P. Drogui, J. Naja, Electrocoagulation process in water treatment: A review of electrocoagulation modeling approaches, Desalination. 404 (2017) 1–21. doi:10.1016/j.desal.2016.10.011.

[12] V. Khandegar, A.K. Saroha, Electrocoagulation for the treatment of textile industry effluent - A review, J. Environ. Manage. 128 (2013) 949–963. doi:10.1016/j.jenvman.2013.06.043.

[13] J. Lu, Y. Li, M. Yin, X. Ma, S. Lin, Removing heavy metal ions with continuous aluminum electrocoagulation: A study on back mixing and utilization rate of electro- generated Al ions, Chem. Eng. J. 267 (2015) 86–92. doi:10.1016/j.cej.2015.01.011.

[14] P. Song, Z. Yang, G. Zeng, X. Yang, H. Xu, L. Wang, R. Xu, W. Xiong, K. Ahmad, Electrocoagulation treatment of arsenic in wastewaters: A comprehensive review, Chem. Eng. J. 317 (2017) 707–725. doi:10.1016/j.cej.2017.02.086.

[15] P. Song, Q. Song, Z. Yang, G. Zeng, H. Xu, X. Li, W. Xiong, Numerical simulation and exploration of electrocoagulation process for arsenic and antimony removal: Electric field, flow field, and mass transfer studies, J. Environ. Manage. 228 (2018) 336–345. doi:10.1016/j.jenvman.2018.09.001.

[16] P. Bernard, J. Wallace, S. Yavuzkurt, Turbulent Flow: Analysis, Measurement, and Prediction, Appl. Mech. Rev. 56 (2003) B83. doi:10.1115/1.1623759.

[17] M. Philippe, H. Jérôme, B. Sebastien, P. Gérard, Modelling and calculation of the current density distribution evolution at vertical gas-evolving electrodes, Electrochim. Acta. 51 (2005) 1140–1156. doi:10.1016/j.electacta.2005.06.007.

Estudio de un sistema de balance de una esfera sobre una superficie plana

Ana Laura Razo García
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Silao Irapuato km 12.5 El Copal,
36821, Irapuato, Guanajuato.
laura.gar1297@gmail.com

Asesor: José Miguel Sosa Zúñiga
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Silao Irapuato km 12.5 El Copal,
36821, Irapuato, Guanajuato.
jmsosa@itesi.edu.mx

Resumen — En este documento se estudia el sistema de control de un mecanismo, de dos grados de libertad, de una esfera que rueda sobre una plataforma. El sistema de esfera sobre plataforma es un sistema de control multivariable no lineal, el cual es la generalización del sistema esfera y viga al caso de dos dimensiones. Este tipo de sistemas son utilizados con propósitos educacionales o de investigación. Los principales objetivos de control son el seguimiento de trayectorias y estabilización de posiciones. En este documento se reporta el modelado matemático del sistema obtenido utilizando las ecuaciones de movimiento de Euler-Lagrange y se propone un controlador proporcional-integral-derivativo para la estabilización de una posición de la esfera. Se presentan resultados de simulación numérica.

Palabras clave — Controlador, PID, no-lineal, esfera sobre plataforma.

Abstract — In this document the control system of a two-degree-of-freedom mechanism of a ball rolling on a plate is studied. The ball and plate system is a multivariable nonlinear control system, which is the generalization of the ball and beam system to the two dimensional case. This kind of systems are used for educational or research purposes. The main control objectives are the trajectory tracking and the position stabilization. In this document the mathematical model of system is obtained by using the Euler-Lagrange movement equations and a proportional-integral-derivative controller is proposed for ball position stabilization. Numerical simulation results are presented.

Keywords — Controller, PID, nonlinear, ball and plate.

I. INTRODUCCIÓN

La ingeniería de control es de gran importancia para el avance de la ciencia y la tecnología, se ocupa del modelado y control de los sistemas. Estudiar, modelar y controlar sistemas que permitan una mejor comprensión de los conceptos de control es de importancia. Existen sistemas, por ejemplo, el sistema de bola y viga [1], la esfera que rueda en una plataforma sin deslizarse [2] y el péndulo invertido [5] los cuales se han utilizado para motivar el aprendizaje de control lineal y no lineal. El sistema esfera sobre plataforma consiste en un mecanismo que modifica la orientación de una plataforma sobre la que rueda libremente una esfera sin deslizarse. La estabilización de posiciones de la esfera y el seguimiento de trayectorias son objetivos de control en este sistema. El sistema de esfera sobre plataforma ha sido estudiado anteriormente. Se han realizado implementaciones con el sistema sobre plataforma con dos grados de libertad (DOF por sus siglas en inglés) [6] o más DOFs [3]. La posición de la esfera se ha obtenido mediante el uso de pantallas táctiles [4] cámaras [9] o sensores de fuerza colocados en la plataforma [3]. Los controladores incluyen esquemas PID [8] control LQ [7], modos deslizantes [2], redes neuronales [10] y controladores difusos [11], entre otros.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

En esta sección se describe la formulación de Euler Lagrange que permite obtener el modelo matemático del sistema. Además se describe cómo se realizaron las simulaciones numéricas de lazo cerrado.

La formulación de Euler-Lagrange es un formalismo que permite obtener las ecuaciones de movimiento para mecanismos que se deriva de la función Lagrangiana. La formulación de Euler-Lagrange requiere la definición de la función Lagrangiana del sistema $\mathcal{L}(q,\dot{q})$ que hace uso de dos funciones de energía, la energía cinética y la energía potencial y está definida por $\mathcal{L}(q,\dot{q}) = K(q,\dot{q}) - V(q)$. Las variables q y $\dot{q}$ denotan los vectores de posiciones u orientaciones y de velocidades, respectivamente. La energía cinética está dada por $K(q,\dot{q}) = \frac{1}{2}\dot{q}^{\mathrm{T}} M(q)\dot{q}$. Las ecuaciones de movimiento dinámicas se obtienen usando las ecuaciones de Euler-Lagrange en Ec. (1) por cada coordenada generalizada, donde τ_i representa la fuerza o torque externo aplicado al sistema.

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial \mathcal{L}(q,\dot{q})}{\partial \dot{q}_i}\right) - \frac{\partial \mathcal{L}(q,\dot{q})}{\partial q_i} = \tau_i \tag{1}$$

Para realizar las simulaciones numéricas se hace uso del entorno Simulink de Matlab donde se implementan gráficamente cada una de las ecuaciones de movimiento y las ecuaciones del controlador. Se definen condiciones iniciales y se obtienen gráficas de la respuesta de posición de la esfera tanto en el tiempo como gráficas de posición x-y.

III. RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados de aplicar la formulación de Euler-Lagrange al sistema y la evaluación en simulación numérica. Estos resultados son el modelo matemático, su linealización, la obtención de un controlador PID y resultados de simulación en lazo cerrado.

A. Modelo del sistema de esfera sobre superficie

En esta subsección se presenta el modelado del sistema esfera sobre superficie. En la Fig. 1 se muestra una descripción gráfica del sistema. La variable de estado que describe una posición y orientación específica del sistema es denotada por $q = [x, y, \theta_x, \theta_y]$ y representa la posición (x, y) de la esfera con respecto al marco $\hat{\imath}, \hat{\jmath}$ fijo sobre la plataforma y la orientación de la plataforma (θ_x, θ_y). Las variables x, y son las posiciones de la esfera sobre la plataforma; $\dot{x}$ y $\dot{y}$ definen la velocidad de la esfera sobre la plataforma; r es el radio y m es la masa de la esfera; θ_x y θ_y son los ángulos de rotación de la plataforma en los ejes; $\dot{\theta}_x$ y $\dot{\theta}_y$ son las velocidades angulares de la plataforma; J_p es el momento de inercia de la plataforma y J es el momento de inercia de la esfera.

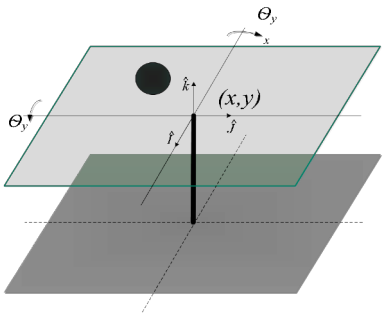


Fig. 1. Descripción gráfica del sistema esfera sobre plataforma.

La suma de la energía cinética de la pelota y la energía cinética de la superficie es $K = K_b + K_p$ y está dada por $K(q,\dot{q}) = \frac{1}{2}m(\dot{x}^2 + \dot{y}^2) + \frac{1}{2}J\frac{(\dot{x}^2+\dot{y}^2)}{r^2} + \frac{1}{2}J\left({\dot{\theta}_x}^2 + {\dot{\theta}_y}^2\right) + \frac{1}{2}J_p\left({\dot{\theta}_x}^2 + {\dot{\theta}_y}^2\right) + \frac{1}{2}m\left(x\dot{\theta}_x + y\dot{\theta}_y\right)^2$. La energía potencial del sistema está dada por $V(q) = mg(x\sin\theta_x + y\sin\theta_y)$. Utilizando la formulación de Euler-Lagrange se obtienen las ecuaciones de movimiento en las Ec. (2)-(5).

$$\left(m + \frac{J}{r^2}\right)\ddot{x} - mx{\dot{\theta}_x}^2 - my\dot{\theta}_x\dot{\theta}_y + mg\sin\theta_x = 0 \quad (2)$$

$$\left(m + \frac{J}{r^2}\right)\ddot{y} - my{\dot{\theta}_y}^2 - mx\dot{\theta}_x\dot{\theta}_y + mg\sin\theta_y = 0 \quad (3)$$

$$\tau_x = \left(J + J_p + mx^2\right)\ddot{\theta}_x + mxy\ddot{\theta}_y + 2mx\dot{x}\dot{\theta}_x + m\dot{x}y\dot{\theta}_y + mx\dot{y}\dot{\theta}_y + mgx\,cos\,\theta_x \quad (4)$$

$$\tau_y = \left(J + J_p + my^2\right)\ddot{\theta}_y + mxy\ddot{\theta}_x + 2my\dot{y}\dot{\theta}_y + m\dot{x}y\dot{\theta}_x + mx\dot{y}\dot{\theta}_x + mgy\cos\theta_y \quad (5)$$

B. Linealización

En esta subsección, este modelo se linealiza alrededor de una posición fija de la esfera sobre la plataforma. Para un cascarón de esfera de un material de densidad constante, el momento de inercia está dado por $J = \frac{2}{3}mr^2$. Las Ec. (6) y (7) se presenta el modelo linealizado de las ecuaciones de movimiento del sistema esfera sobre superficie.

$$\frac{5}{3}\ddot{x} + g\theta_x = 0, \frac{5}{3}\ddot{y} + g\theta_y = 0 \quad (6)$$

$$J_t\ddot{\theta}_x = \tau_x,\ J_t\ddot{\theta}_y = \tau_y \quad (7)$$

Donde J_t representa la suma de momentos de inercia de la plataforma y de la esfera.

C. Controlador

El controlador que se utilizó es un esquema PID (Proporcional Integral y Derivativo) para cada uno de los ejes de la plataforma y se muestra en la Fig. 2. La ecuación del controlador PID para cada uno de los ejes está dada por $G_{PID}(s) = K_p + \frac{K_i}{s} + sK_d$. Al agregarse el controlador PID en cada eje, se convierte en un sistema en lazo cerrado y

se obtienen las ecuaciones en Ec. (8), las cuales son las funciones de transferencia de las posiciones de la esfera con respecto a la condición inicial.

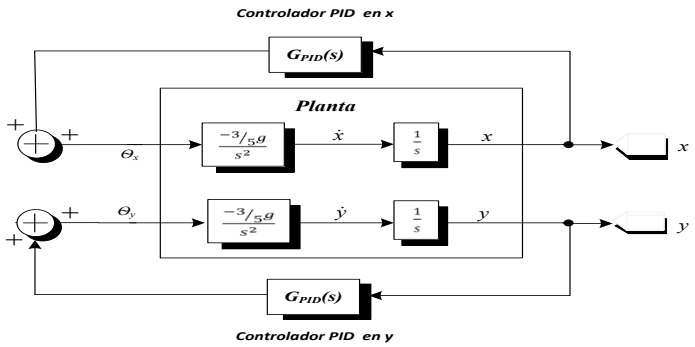
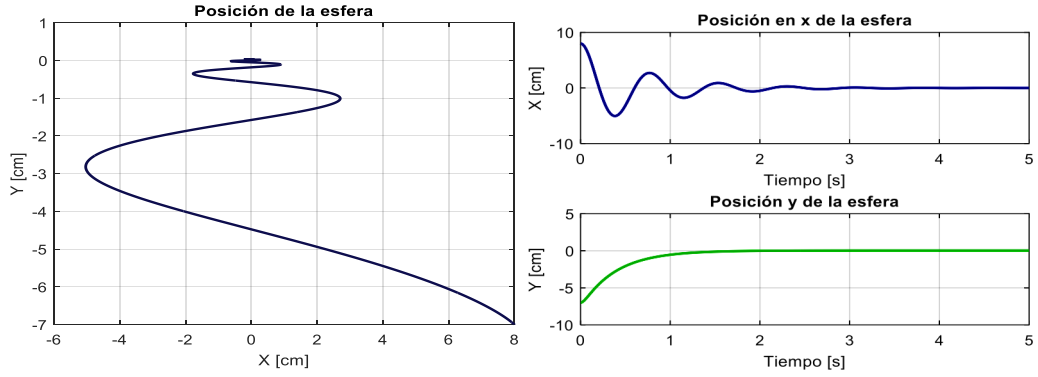


Fig. 2. Controlador del sistema esfera sobre superficie.

$$\frac{x}{u}(s) = \frac{{}^{3}/_{5}g(K_{d1}s^2+K_{p1}s+K_{i1})}{s^3+{}^{3}/_{5}g(K_{d1}s^2)+{}^{3}/_{5}g(K_{p1}s^2)+{}^{3}/_{5}g(K_{i1}s^2)}, \frac{y}{u}(s) \frac{{}^{3}/_{5}g(K_{d2}s^2+K_{p2}s+K_{i2})}{s^3+{}^{3}/_{5}g(K_{d2}s^2)+{}^{3}/_{5}g(K_{p2}s^2)+{}^{3}/_{5}g(K_{i2}s^2)} \quad (8)$$

D. Resultados de simulación

En esta sección se muestran los resultados obtenidos donde se aplicó el criterio de Routh-Hurwitz y de esta manera se puede determinar dentro de que rangos es estable el sistema. Se obtuvo que $K_d > 0$ y $K_i > 0$, así como $\frac{3g}{5}K_pK_d > K_i$. En la Fig 3 y 4 se muestran los resultados obtenidos de la simulación con una condición inicial de $(x_0, y_0) = (8, -7)$. Las ganancias que se utilizaron en la Fig. 3 y Fig. 4 para el eje x son $K_{p1} = 12$, $K_{d1} = 0.6$ y $K_{i1} = 9$ y para el eje y $K_{p2} = 12$, $K_{d2} = 5$ y $K_{i2} = 0.15$. En la Figura 5 y 6 se muestran los resultados obtenidos con la simulación con una condición inicial de $(-5,3)$.



a) b)

Fig. 3. a) Respuesta de la posición de la esfera en una gráfica xy con condición inicial $(8, -7)$, b) Respuesta de la posición de la esfera con respecto al tiempo (arriba) posición x y (abajo) posición y.

Con una condición inicial de $(-5,3)$. Las ganancias que se utilizaron para el eje x son $K_{p1} = 20$, $K_{d1} = 0.8$ y $K_{i1} = 0.8$ y para el eje y $K_{p2} = 15$, $K_{d2} = 0.9$ y $K_{i2} = 4$.

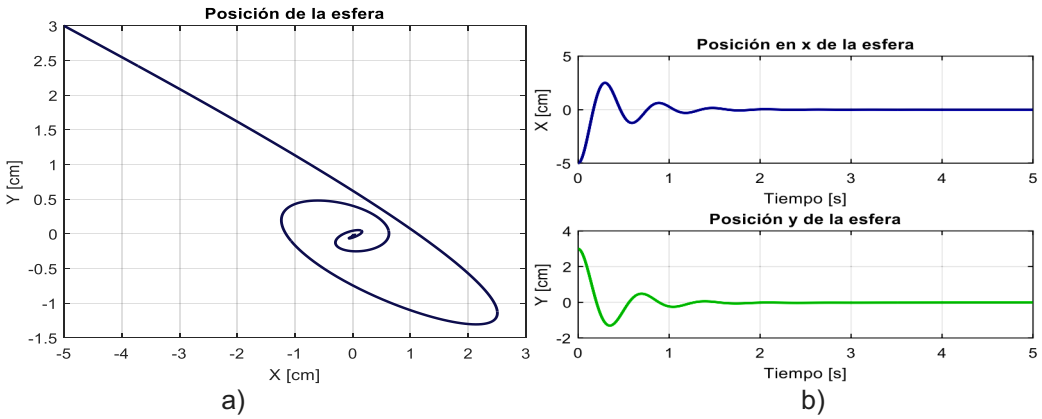


Fig. 4. a) Respuesta de la posición de la esfera en una gráfica xy con condición inicial $(-5,3)$, b) Respuesta de la posición de la esfera con respecto al tiempo (arriba) posición x y (abajo) posición y.

IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se observó que mientras las ganancias cumplan los rangos establecidos en el criterio de Routh-Hurwitz se tiene una estabilización de la esfera. Además se observa cómo se obtuvieron resultados satisfactorios, así como se comprobó que el controlador puede actuar de distintas maneras dependiendo de los valores de las ganancias.

En la Fig. 3 se muestra el movimiento de la esfera cuando se le da una condición inicial de $(8,-7)$ donde esta condición es el punto de partida de la esfera. Se observa como cumple el objetivo de control de estabilizar posiciones. En la Fig. 3b) se muestra la posición de la esfera en el eje x y en el eje y, donde se observa la respuesta en segundos con respecto a la distancia recorrida en cada eje. Se observa que la primer grafica empieza en 8 y comienza a converger a cero, mientras la segunda grafica empieza en -6 y sube para converger a cero. En la Fig. 4 se muestra el movimiento de la esfera cuando se le da una condición inicial de $(-5,3)$. Al igual que en el caso anterior la esfera parte de la condición inicial al origen. En la Fig. 4b) se muestra la posición de la esfera en el eje x y en el eje y, donde se observa la respuesta en segundos con respecto a la distancia recorrida en cada eje. Se observa como de la primer grafica empieza en -5 y sube para converger a 0, mientras que la cuarta grafica empieza en 3 y converge a 0. Considerando el criterio de estabilidad y los resultados obtenidos se puede decir que el sistema es estable.

V. CONCLUSIONES

En este trabajo se presentó el modelado matemático y se realizó el análisis para determinar las ganancias de un controlador PID para estabilizar posiciones. Se realizaron distintas pruebas del controlador propuesto y se obtuvieron resultados aceptables de la estabilización de la posición de la esfera sobre la plataforma siempre y cuando las ganancias del controlador se encuentren el rango establecido.

VI. RECONOCIMIENTOS

Se expresa el agradecimiento al Comité Organizador del Verano Regional y al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, ITESI, por el apoyo otorgado para la realización de esta estancia de verano. También al personal del Laboratorio de Electrónica de Potencia del ITESI, por las herramientas y facilidades que ofrecieron para llevar a cabo el proyecto. También se expresa agradecimiento a mi familia por siempre apoyarme. Agradezco al M.I. Cesar A. Limones y al Dr. José Miguel Sosa Zúñiga por la asesoría y la paciencia que me tuvieron a lo largo del proyecto, por la ayuda que me han brindado y los conocimientos que me han compartido.

REFERENCIAS

[1] C. Barbu, R. Sepulchre, Wei Lin y P. V. Kokotovic, "Global asymptotic stabilization of the ball-and-beam system," Proceedings of the 36th IEEE Conference on Decision and Control, San Diego, CA, USA, 1997, pp. 2351-2355 vol.3. doi: 10.1109/CDC.1997.657134.

[2] H. Bang y Y. S. Lee, "Implementation of a Ball and Plate Control System Using Sliding Mode Control," in IEEE Access, vol. 6, pp. 32401-32408, 2018. doi: 10.1109/ACCESS.2018.2838544.

[3] D. González, L. R. Giralt y F. Arroyo, "Estabilización de una bola sobre un plano utilizando un robot paralelo 6-RSS" en Daniel González, Lluís Ros Giralt, Federico Thomas Arroyo, Gijón, España, 2017, págs. 746-753.

[4] S. Awtar, C. Bernard, N. Boklund, A. Master, D. Ueda, y K. Craig, “Mechatronic design of a ball-on-plate balancing system,” in Mechatronics,Volume 12, Issue 2, Pages 217-228, 2002, doi: 10.1016/S0957-4158(01)00062-9.

[5] K. Pathak, J. Franch and S. K. Agrawal, "Velocity and position control of a wheeled inverted pendulum by partial feedback linearization," in IEEE Transactions on Robotics, vol. 21, no. 3, pp. 505-513, June 2005. doi: 10.1109/TRO.2004.840905.

[6] F. Dusek, D. Honc y K. R. Sharma, "Modelling of ball and plate system based on first principle model and optimal control," 2017 21st International Conference on Process Control (PC), Strbske Pleso, 2017, pp. 216-221. doi: 10.1109/PC.2017.7976216.

[7] L. Spacek, V. Bobal and J. Vojtesek, "Digital control of Ball & Plate model using LQ controller," 2017 21st International Conference on Process Control (PC), Strbske Pleso, 2017, pp. 36-41. doi: 10.1109/PC.2017.7976185.

[8] A. Kassem, H. Haddad y C. Albitar, "Commparison Between Different Methods of Control of Ball and Plate System with 6DOF Stewart Platform", IFAC-PapersOnLine, vol. 48, no. 11, 2015, pp. 47-52, dio:10.1016/j.ifacol.2015.09.158.

[9] A. Knuplez, A. Chowdhury and R. Svecko, "Modeling and control design for the ball and plate system," IEEE International Conference on Industrial Technology, 2003, Maribor, Slovenia, 2003, pp. 1064-1067 Vol.2. doi: 10.1109/ICIT.2003.1290810.

[10] X. Dong, Z. Zhang y C. Chen, "Applying Genetic Algorithm to On-Line Updated PID Neural Network Controllers for Ball and Plate System," 2009 Fourth International Conference on Innovative Computing, Information and Control (ICICIC), Kaohsiung, 2009, pp. 751-755. doi: 10.1109/ICICIC.2009.113.

[11] X. Fan, N. Zhang y S. Teng, "Trajectory planning and tracking of ball and plate system using hierarchical fuzzy control scheme", Fuzzy Sets and Systems, vol. 144, no. 2, 2004, pp. 297-312, doi: 10.1016/S0165-0114(03)00135-0.

Estudio del efecto de madurado en el diámetro del poro de la SBA-15

Daniel Rodríguez López
Universidad Autónoma de Zacatecas
Unidad Académica de Física
Calzada Solidaridad esquina con paseo de la bufa s/n
C.P. 98060, Zacatecas Zac.
sag_da_10@hotmail.com

Asesor: Rufino Nava Mendoza
Universidad Autónoma de Querétaro
Laboratorio de Nanotecnología-Campus Aeropuerto
Carr. a Chichimequillas s/n
C.P. 76140, Querétaro, Qro.
rufino@uaq.mx

Resumen — Los sólidos inorgánicos porosos son de gran utilidad en intercambio iónico como soportes catalíticos, catalizadores y adsorbentes por sus propiedades texturales, térmicas y estructurales. La SBA-15 cuenta con distintas características, una de ellas es su tamaño de poro, el cual se puede modulamos mediante la variación de la temperatura de madurado en el proceso de síntesis empleando el método Sol-Gel, logrando obtener una ampliación de los poros en una medida considerable. Dicho material poroso, puede ser utilizado en una amplia gama de posibilidades de gran impacto para la sociedad y el ambiente, pero en particular nos enfocamos en la captura de C02.

Palabras clave — Proceso de síntesis, sílice hexagonal mesoporosa SBA-15

Abstract — Porous inorganic solids are very useful in ion exchange as catalytic supports, catalysts and adsorbents for their textural, thermal and structural properties. The SBA-15 has different characteristics, one of them is its pore size, which can be modulated by varying the ripening temperature in the synthesis process using the Sol-Gel method, achieving an extension of the pores to a measure Considerable. Such porous material can be used in a wide range of possibilities of great impact for society and the environment, but in particular we focus on the capture of C02.

Keywords — Synthesis process, mesoporous hexagonal silica SBA-15

I. INTRODUCCIÓN

El material denominado SBA-15 (Santa Bárbara Amorfo No. 15), fue desarrollado por Stucky et al., (1994). Tiene una estructura hexagonal de poros uniformes (honeycomb-like). Puede ser preparado en un amplio rango de tamaños de poro (4.6 nm a 30 nm) y espesores de pared de poro (3.1 nm a 6.4 nm). Esto se logra variando la temperatura (35 ºC a 140 ºC) y tiempo de reacción (11 h a 72 h) durante su síntesis. La SBA-15 se sintetiza por el método sol-gel y por medio de un mecanismo neutral que involucra interacciones del tipo de enlaces de hidrógeno entre surfactantes neutros (copolímeros anfifílicos de tres bloques) como agentes directores de estructura y precursores inorgánicos neutros. El papel del surfactante es el de guiar la formación de la estructura mesoporosa.

II. MARCO TEÓRICO

A. Sílice

La sílice es un material de naturaleza inorgánica (SiO2) proveniente de la policondensación de los grupos silanoles (-Si-OH) del ácido silícico (Si (OH)4). El SiO2 es muy estable, presenta alta área específica y posee excelentes propiedades mecánicas pero

es bastante inerte lo que limita su aplicación como catalizador o soporte catalítico (Peña y col., 2009).

B. Precursor de sílice

Los precursores de sílice o de síntesis de coloides en el proceso sol-gel, consisten de un metal o elemento metaloide rodeados por varios ligandos. Los alcóxidos metálicos son los más populares porque reaccionan rápidamente con agua. Los más usados son los alcoxisilanos, como el tetraetoxisilano (TEOS) (Ojeda-López y col., 2014).

C. Surfactantes

Los surfactantes son compuestos orgánicos que poseen al menos un grupo hidrofílico (polar, soluble en agua) y un grupo hidrofóbico (no polar, facilita solubilidad en disolventes no polares y aceites) (Huo y col., 1994, Yildirim y col., 2016). Para que un compuesto sea clasificado como un surfactante debe presentar actividad superficial, además de tener una concentración de agregación crítica llamada concentración micelar crítica (CMC) que es cuando se forman micelas en un medio acuoso como la que se presenta en la Figura 1 (Šteflová y col., 2016).

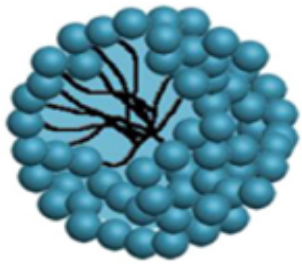


Fig. 1. Estructura de una micela

D. Proceso Sol-Gel

El proceso sol-gel implica la evolución de redes inorgánicas mediante la transformación continua de una solución a una suspensión coloidal de partículas sólidas en un líquido o dispersión coloidal (sol) y la condensación del sol al formar una red en fase líquida continua (gel) (Guzmán and Giles, 2012).

III. METODOLOGÍA

A. Preparación de la síntesis.

Se disolvieron 3.6 g de Pluronic P123 en una solución de 84 ml de agua y 56 ml de HCl 4M (HCl, J.T. Baker, 36.6%) con agitación constante y a una temperatura de 35°C. Posteriormente, se adicionó a la solución anterior la cantidad de 8ml de TEOS y la reacción

se mantuvo a 35°C y con agitación constante durante 24 h. Una vez transcurrido este tiempo, la mezcla de reacción se transfirió a un bote de polipropileno y se calentó a 100°C durante 24 h sin agitación. Después de la síntesis, el sólido obtenido se recuperó por filtración, se le efectuaron tres lavados con agua destilada para limpiar nuestra síntesis, se dejó secar a temperatura ambiente hasta que ésta se seque, posteriormente se secó a 100°C y finalmente se calcinó a 500°C durante 6 h para eliminar el molde orgánico.

Se realizaron tres síntesis bajo este procedimiento, realizando una variación en la temperatura de madurado de 100°C, 120°C y 140°C respectivamente.

B. Preparación de los adsorbentes

Metodo de impregnación por llenado de poros o mojado incipiente. Primeramente, se preparó una solución de acetato de calcio (precursor del hidróxido de calcio) con una concentración adecuada para tener una carga de Ca(OH)2 del 10% en peso en las sílices mesoporosas.

C. Caracterización de la sílice hexagonal mesoporosa SBA-15

Difracción de Rayos-X (DRX)

El análisis por difracción de rayos X de los materiales de sílice mesoporosa SBA-15 en su forma de polvo, se realizó para comprobar la formación de la estructura mesoporosa hexagonal en la SBA-15 y la conservación de este arreglo con el incremento en la temperatura de madurado. Las mediciones de los difractogramas se registraron en un difractómetro D8 Advance, de la marca Bruker, utilizando radiación monocromática Cu Kα en el rango 2θ de 0.5 º a 3º.

IV. RESULTADOS

Difracción de Rayos-X (DRX).

Las Figura 1 y 2 muestras los patrones de difracción de rayos-X a bajos ángulos de nuestros materiales de sílice mesoporoso SBA-15. En ellas, se presenta una primera reflexión muy intensa centrada aproximadamente en 1.0° en 2θ, seguida por otras dos reflexiones muy débiles centradas aproximadamente en 1.7° y 2.0° en 2θ, que de acuerdo a la literatura corresponden a las reflexiones [1 0 0], [1 1 0] y [2 0 0], respectivamente, asociadas con la simetría hexagonal (Zhao y col. 1998).

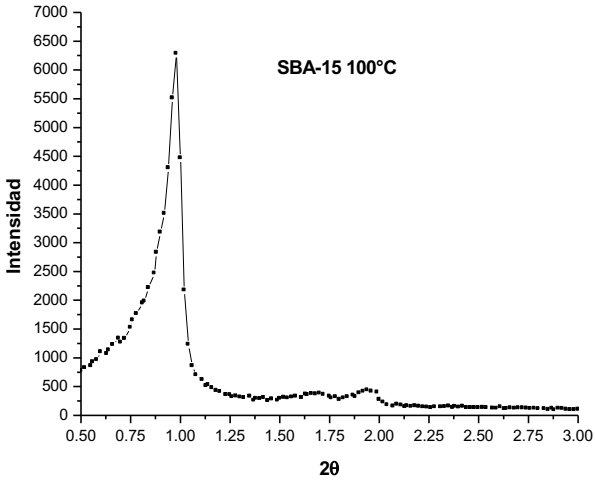


Fig. 1. Patrón de Difracción de Rayos-X de la SBA-15 madurada a 100°C

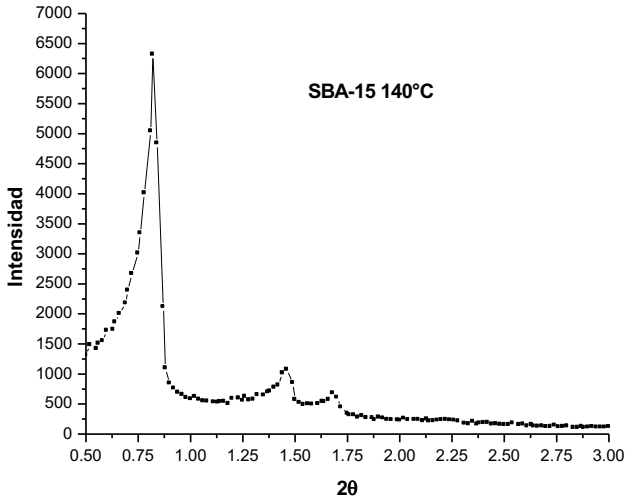


Fig. 2. Patrón de Difracción de Rayos-X de la SBA-15 madurada a 140°C.

V. CONCLUSIONES

Los resultados de DRX de nuestras muestras demuestran que la metodología utilizada en este estudio permitió obtener la sílice mesoporosa con un arreglo hexagonal de poro, es decir la SBA-15.

Además, el incremento en la temperatura de madurado (hasta 140°C) no destruye el arreglo hexagonal de los poros en la SBA-15.

Finalmente, el desplazamiento de las reflexiones a ángulos más bajos con el incremento de la temperatura de madurado, indica que ocurrió un incremento en el diámetro de poro en la SBA-15.

REFERENCIAS

Asaftei, I. V., Bilba, N., Birsa, L. M. y Luchian, C. 2008. Sorption Properties of MCM-41 Mesoporous Materials. Anales Científica de la Universidad "Alexandru Ioan Cuza", XVI, 48-60.

Depagne, C., Roux, C. y Coradin, T. 2011. How to design cell-based biosensors using the sol–gel process. Analytical and Bioanalytical Chemistry, 400, 965-976.

Guzmán, O. G. y Giles, J. A. T. 2012. Proceso Sol-Gel. Crónica Naranja., 27.

Hermida, L., Abdullah, A. Z. y Mohamed, A. R. 2008. Mesoporous functionalized acid catalysts and their use as environmentally friendly catalysts in esterification of glycerols for monoglyceride production. International Conference on Environment 2008.

Huo, Q., Margolese, D. I., Feng, P., Gier, T. E. y Sieger, P. 1994. Generalized syntheses of periodic surfactant/inorganic composite materials. Nature.

Kato, M., Sakai-Kato, K. y Toyo'oka, T. 2005. Silica sol-gel monolithic materials and their use in a variety of applications. Journal of Separation Science, 28, 1893-1908.

Mannhardt, K., Schramm, L. L. y Novosad, J. J. 1992. Adsorption of anionic and amphoteric foam-forming surfactants on different rock types. Colloids and Surfaces, 68, 37-53.

Misra, A., Florence, K., Lalan, M. y Shah, T. 2010. Surfactants and block copolymers in drug delivery. Colloids in Drug Delivery. Chemical Rubber Company Press.

Ojeda-López, R., Pérez-Hermosillo, I. J., Esparza-Schulz, J. M. y Domínguez-Ortiz, A. 2014. Efecto de la temperatura de calcinación sobre la concentración de grupos silanoles en superficies de SiO2 (SBA-15). Avances en Química, 9, 21-28.

Palma, M. T. R., Acuña, R. H., Acosta, G. E. y Padrón, G. H. 2010. Estado del arte del proceso sol-gel en México. Ciencia Ergo Sum, 17, 183-188.

Peña, J. D., Cardona, E. M., Marín, J. M. y Rios, L. A. 2009. Producción de Sílice Mesoporosa Empleando Monoestearato de Glicerol como Porógeno Oleoquímico. Información Tecnológica, 20, 67-74.

Polarz, S., Landsmann, S. y Klaiber, A. 2014. Hybrid surfactant systems with inorganic constituents. Angewandte Chemie International Edition, 53, 946-954.

Posada, J. A., Giraldo, O. H. y Cardon, C. A. 2011. Síntesis y caracterización de sílicas mesoestructuradas funcionalizadas con grupos acidosulfónicos. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, 63-73.

Selvam, P., Bhatia, S. K. y Sonwane, C. G. 2001. Recent advances in processing and characterization of periodic mesoporous MCM-41 silicate molecular sieves. Industrial y Engineering Chemistry Research, 40, 3237-3261.

Šteflová, J., Štefl, M., Walz, S., Knop, M. y Trapp, O. 2016. Comprehensive study on critical micellar concentrations of SDS in acetonitrile–water solvents. Electrophoresis.

Wan, Y. y Zhao, D. 2007. On the controllable soft-templating approach to mesoporous silicates. Chemical Reviews, 107, 2821-2860.

Yildirim, A., Turkaydin, M., Garipcan, B. y Bayindir, M. 2016. Cytotoxicity of multifunctional surfactant containing capped mesoporous silica nanoparticles. Royal Society of Chemistry Advances, 6, 32060-32069.

Zhao, D., Huo, Q., Feng, J., Chmelka, B. F. y Stucky, G. D. 1998. Nonionic triblock and star diblock copolymer and oligomeric surfactant syntheses of highly ordered, hydrothermally stable, mesoporous silica structures. Journal of the American Chemical Society, 120, 6024-6036.

Estudio sistemático en la polimerización de concreto polimérico

Gerardo Enrique Béjar Barrientos
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato-Silao km 12.5
C.P. 36821, Irapuato, Gto., México.
bejarjr@gmail.com

Asesor: Javier Gustavo Cabal Velarde
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato-Silao km 12.5
C.P. 36821, Irapuato, Gto., México.
javelarde@itesi.edu.mx

Resumen **–** En el presente trabajo se muestra el estudio sistemático realizado a un tipo de concreto polimérico. Se hizo un barrido de muestras, donde cada una presentaba una variación en los reactivos que componen el concreto polimérico, principalmente se varió lo que fue las sustancias oleofílicas y cemento. Se realizaron ensayos mecánicos como el ensayo de tensión con la maquina universal, ensayo de compresión. Los resultados obtenidos nos hacen saber que la variación de porcentajes de cemento y sustancias oleofílicas produce un cambio de propiedades en el concreto polimérico.

Palabras clave – Concreto polimérico, matriz polimérica, propiedades.

Abstract - In the present work the systematic study realized to a type of polymeric concrete is shown. A sweep of samples was made, where each one showed a variation in the reagents that make up the polymer concrete, mainly what was the oleophilic substances and cement was changed. Mechanical tests were carried out, such as the tensile test with the universal machine, compression test. The results obtained let us know that the variation of percentages of cement and oleophilic substances produces a change of properties in polymeric concrete.

Keywords - Polymeric concrete, systematic study, property.

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de nuevos materiales compuestos que posean una mayor resistencia y durabilidad en comparación con los tipos convencionales es un requisito importante de las aplicaciones en reparaciones y en la mejora de materiales de infraestructura utilizado en la industria de la construcción civil. Hormigón Polimérico (PC) es un ejemplo de un material relativamente nuevo con tan alto rendimiento y su excelente resistencia mecánica y durabilidad. Reducir la necesidad de mantenimiento y reparaciones frecuentes requeridas por hormigón convencional. Una ventaja adicional de PC es su tiempo de curado rápido, que es un activo en la producción de prefabricados como piezas pueden ser demolidas unas pocas horas después de la colocación de hormigón. En aplicaciones con recubrimientos y reparaciones, la estructura original puede volver a usarse después de un solo día solo [1, 2]. Estas características de la PC son el resultado de sustitución de un material polimérico por el aglutinante de cemento [3].

Un composito es un material compuesto por una matriz, que puede ser de naturaleza orgánica o inorgánica a la cual se le adiciona un material que puede ser de cohesión o de refuerzo (comúnmente llamado “material de relleno”) y que se encuentra en mucha menor proporción. Usualmente ambos materiales, la matriz y el refuerzo-relleno, son inmiscibles entre sí y lo que ocurre es la dispersión del refuerzo en la matriz, con lo cual al relleno se lo denomina también como fase dispersa. Un mismo composito puede estar compuesto con dos o más fases dispersas, que se clasifican en función de la forma, tamaño distribución y

orientación del material de relleno. Al combinar el material de la matriz con el material de relleno, se obtiene un material con nuevas propiedades físicas y químicas [4] .

Conforme transcurre el tiempo se va presentando una diversidad de necesidades para el ser humano, gracias a ello se ha tenido un gran avance en el campo tecnológico esto con la finalidad de saciar dichas necesidades, por consiguiente, el hombre ha creado nuevos materiales entre ellos el concreto polimérico, para ello se requiere realizar un estudio para poder observar las características de dichos materiales y así poder dar una buena solución a sus problemas.

Los concretos que utilizan polímeros se clasifican en: I) Concreto modificado con polímeros (CMP), que consiste en utilizar el polímero junto con el cemento; II) Concreto impregnado con polímeros (CIP), en el cual se introduce un monómero o polímero en la red de poros del concreto *ya endurecido* y posteriormente se polimeriza in situ; y el Concreto polimérico (CP), en el cual el aglutinante es un polímero que sustituye a la pasta de cemento [5-7].

La síntesis de un tipo de concreto polimérico compuesto por silicón, cemento y sustancias oleofílicas, para ello se llevará a cabo la preparación variando la concentración de cemento y sustancias oleofílicas. Se pretende realizar un estudio sistemático del efecto de las concentraciones del concreto y sustancias oleofílicas en silicón, para el estudio de sus propiedades mecánicas.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales utilizados para la síntesis del concreto polimérico son:

- Cemento (marca Cemex)
- Silicon (EPSA)
- Sustancia oleofílica (aceite marca EPSA)
- Catalizador (EPSA)

Metodología:

1. Pesar el recipiente donde se depositarán los elementos a utilizar y posteriormente tarar la báscula
2. Agregar el polímero (silicón) a dicho recipiente
3. Por consiguiente, se añade un porcentaje de sustancia oleofílica
4. De misma forma que en el paso anterior se agrega un porcentaje de cemento
5. Teniendo los reactivos en el recipiente se procede a mezclar hasta llegar a una composición homogénea
6. Al obtener dicha mezcla se añade el respectivo porcentaje de catalizador
7. Nuevamente se vuelve a mezclar procurando que en la totalidad de la muestra se distribuya uniformemente
8. Colocar la muestra en un molde de probeta para tensión, dejar polimerizar
9. Al tener las muestras polimerizadas se procede a retirar las probetas del molde

El proceso de la realización de las probetas de cada muestra con diferentes concentraciones se presenta en la Figura 1.

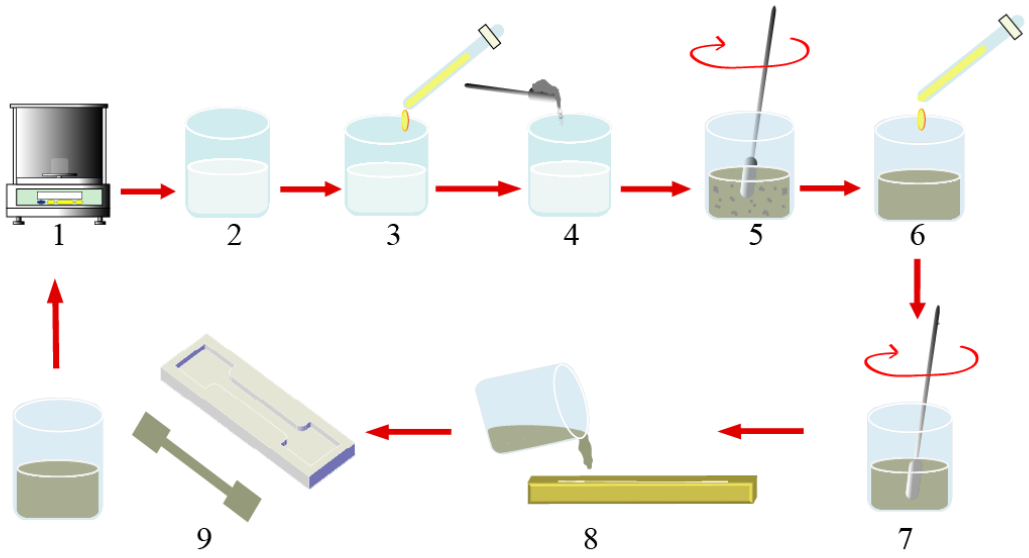


Fig. 1. Metodología de la síntesis de cemento polimérico y la realización de probetas de ensayo, para su caracterización a diferentes concentraciones.

III. RESULTADOS

Se obtuvieron 9 probetas de ensayo (ver la Figura 2 (a)), cada una de ellas con distinta concentración de cemento y sustancias oleofílicas y se caracterizaron mediante la realización de un ensayo de tensión en una maquina universal (ver la Figura 2 (b)), el cual obtenemos las curvas de fuerza contra desplazamiento, para las diferentes concentraciones de concreto y sustancias oleofílicas.

En la Figura 2 (a) se muestran 3 grupos de probetas, el grupo uno es el de menor porcentaje de cemento, el grupo 2 es el porcentaje medio de cemento y el grupo 3 es el porcentaje más alto de cemento. Dentro de cada grupo nuevamente se aplica la variación baja, media y alta pero ahora de concentración de sustancias oleofílicas.

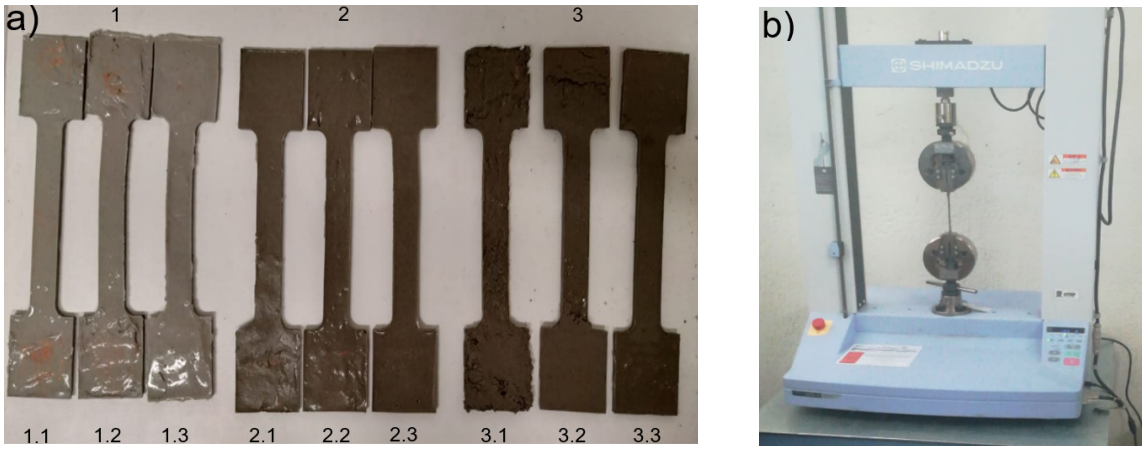


Fig. 2. (a) Probetas de las muestras a diferentes concentraciones de cemento y sustancias oleofílicas, (b) Pruebas de ensayo en maquina universal.

La caracterización mecánica de las muestras a diferentes concentraciones de concreto polimérico se obtuvieron sus curvas de fuerza contra desplazamiento obtenidas a partir de las caracterizaciones de tensión, de las diferentes concentraciones en la Figura 3 (a) el reactivo constante es el cemento con el 10% y sus variantes corresponden a las sustancias oleofílicas con respectivos porcentajes del 10%, 50% y 100%. Para la Figura 3 (b) el reactivo constante es el cemento a 50% y para la Figura 3 (c) el cemento a 100%.

Haciendo una comparación entre sus muestras se puede observar que la muestra que contiene un 50% de aceite a 10% de cemento tiene mayor resistencia, pero tiene mucho mayor desplazamiento que las otras muestras, mientras que la muestra que contiene 100% de sustancias oleofílicas a 50% de cemento presenta el menor desplazamiento y la muestra con un porcentaje de 10% de sustancia oleofílica es la muestra que menor resistencia tiene.

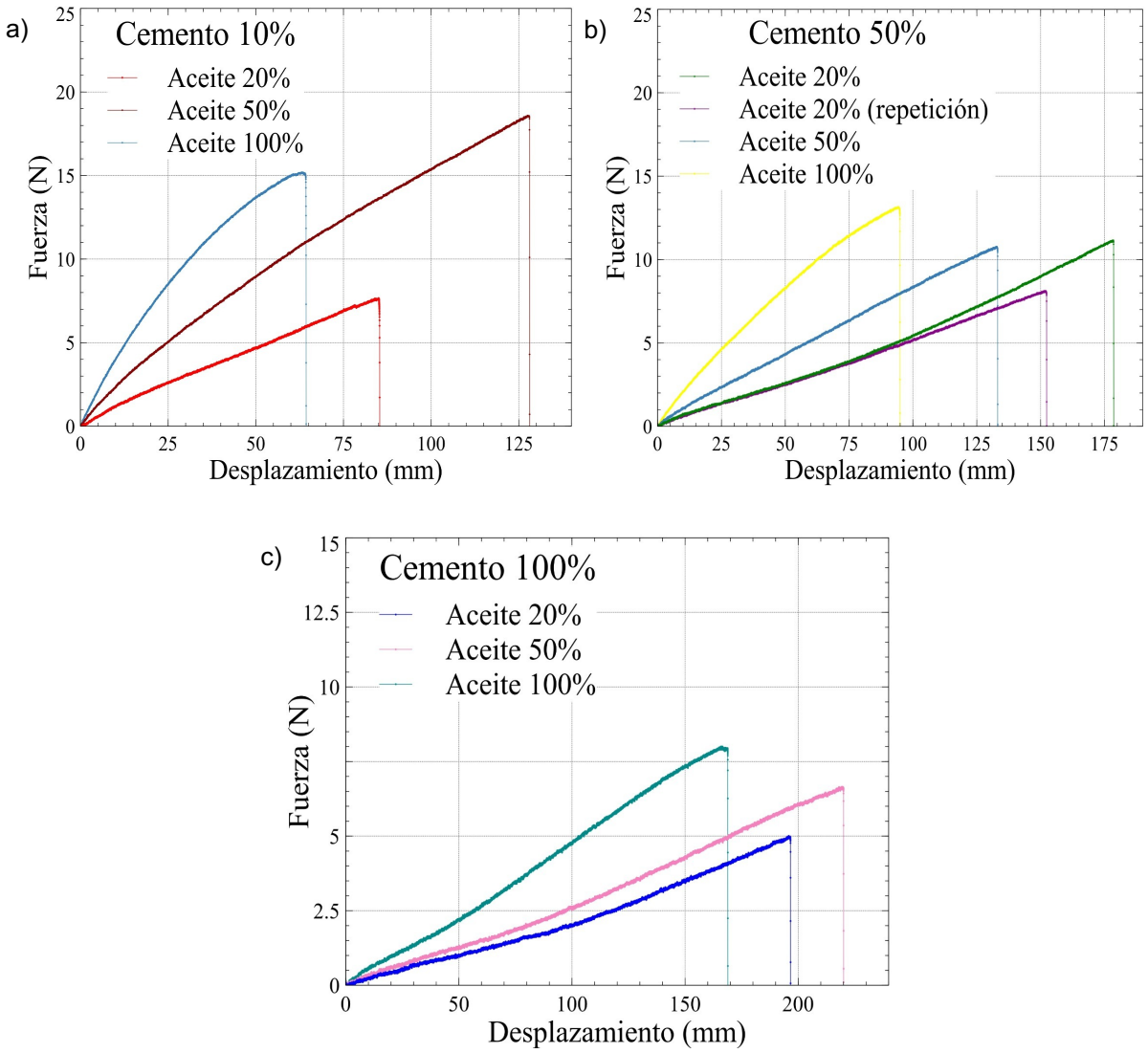


Fig. 3. Curvas de Fuerza-Desplazamiento a diferentes concentraciones de cemento (a) 10%, (b) 50%, (c) 100%.

Por otro lado, haciendo la comparación entre los incisos de la Figura 3, se puede apreciar un gran incremento para el concreto polimérico con el 100% de cemento presenta un mayor

desplazamiento contra una fuerza mucho menor en comparación con los concretos poliméricos de menor porcentaje de cemento, pero la fuerza aplicada que soporta es mucho menor.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados preliminares se obtuvieron sus estudios sistemáticos del análisis de sus propiedades mecánicas del comportamiento a diferentes concentraciones obteniendo sus curvas de fuerza contra desplazamiento, el cual se concluye un comportamiento distinto de sus propiedades mecánicas en cada una de las muestras de acuerdo con la variación de concentración del cemento y así mismo con la concentración de sustancias oleofílicas.

En la Figura 3 (a) al realizarse una comparación entre las gráficas de la Figura 3 (b) y la Figura 3 (c) se pudo concluir que esta gráfica contiene el muestreo que mayor resistencia y menor desplazamiento. Por estas razones, las muestras pertenecientes a esta gráfica que corresponden al cemento 100% muestran un comportamiento plástico-rígido.

En el caso de las muestras de concreto polimérico al 50% de cemento, el comportamiento de estas muestras es plástico-elástico ya que presentan un desplazamiento considerable, así como resistencia a la fuerza aplicada.

Para el concreto polimérico las muestras que tienen un módulo elástico más pequeño, por lo que muestran un comportamiento de un elastómero. Por otro lado, se observa que tienen un mayor desplazamiento en comparación con las gráficas mostradas en la Figura 3 (a) y la Figura 3 (b) a su vez esta gráfica contiene las muestras que tienen una menor resistencia.

IV. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato y al departamento de micro y nanotecnología y al CONACyT por el compromiso y apoyo otorgado para la realización de esta estancia de investigación.

REFERENCIAS

[1] Rebeiz, K. and D.W.J.S.P. Fowler, *Shear and flexure behavior of reinforced polymer concrete made with recycled plastic wastes.* 1996. **166**: p. 61-78.

[2] Dikeon, J. and A.O. Kaeding. *US and other specifications and standards for polymer concretes*. in *International congress on polymer in concrete*. 1992.

[3] Gorninski, J.P., *Estudo da influência das resinas poliéster isoftálica e ortoftálica e do teor de cinza volante nas propriedades mecânicas e durabilidade do concreto polímero.* 2002.

[4] Ruiz, M.M., *Estudio de compositos magnetoelásticos estructurados. Síntesis y caracterización de partículas magnéticas y conductoras para obtener propiedades de Piezo y Magneto resistencia*. 2016, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

[5] Islam, M., M. Rahman, and M.J.I.C.J. Ahmed, *POINT OF VIEW: Polymer-modified concrete: World experience and potential for Bangladesh.* 2011. **85**(1): p. 55.

[6] Barbuta, M. and M.J.B.I.P.d.I.S.C. Harja, Arhitectura, *Properties of fiber reinforced polymer concrete.* 2008. **54**(3): p. 13.

[7] Altwair, N. *&Kabir S. 2010a. Green concrete structures by replacing cement with pozzolanic materials to reduce greenhouse gas emissions for sustainable environment. American Society of Civil Engineers*. in *6th International engineering and Construction Conference, Cairo, Egypt*.

Estudio y determinación de la vida útil de los LED de potencia en función de sus formas de onda de alimentación

Cristian Jesús Robles Aguilar
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato - Silao km 12.5
C.P. 36820, Irapuato, Guanajuato.
cristianjesus0809@hotmail.com

Asesor: Mario Alberto Juárez Balderas
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato - Silao km 12.5
C.P. 36820, Irapuato, Guanajuato.
mario.juarez@itesi.edu.mx

Resumen — El contenido de este trabajo expone la evolución de la depreciación de lumen de LED´s de potencia alimentados con un rectificador de media onda y una PWM en un ambiente controlado con temperatura de 85°C, según las especificaciones de la norma LM-80. Estas condiciones llevaron al 70% de emisión de flujo luminoso en 7900 horas aproximadamente al LED con rectificador de media onda; siendo esta, la forma de alimentación menos eficiente y 8900 horas aproximadamente para el LED con PWM según la tendencia exponencial de los datos obtenidos durante las pruebas. Para determinar el flujo luminoso se implementó una esfera de Ulbricht equipada con un luxómetro y un LED patrón que no fue expuesto a las pruebas de vida acelerada.

Palabras clave — depreciación de lumen, flujo luminoso, esfera de Ulbricht.

Abstract — The content of this work exposes the evolution of the depreciation of lumen of power LEDs fed with a half-wave rectifier and a PWM in a controlled environment with a temperature of 85°C, according to the specifications of the LM-80 standard. These conditions LED to 70% of the emission of luminous flux in approximately 7900 hours to the LED with a half-wave rectifier; being this, the less efficient and approximately 8900 hours power supply for the LED with PWM according to the exponential trend of the data obtained during the tests. To determine the luminous flux, an Ulbricht sphere equipped with a luxmeter and pattern LED was implemented and was not exposed to the accelerated life tests.

Keywords — depreciation of lumen, luminous flux, Ulbricht sphere.

I. INTRODUCCIÓN

La iluminación tradicional con lámparas compactas de descarga, halógenas, fluorescentes, e incandescentes ha disminuido con el avance en la tecnología de iluminación LED debido al ahorro energético, económico y de mantenimiento que representa esta última; como es de saber un LED de potencia no deja de funcionar repentinamente, estos a lo largo de su vida útil presentan un fenómeno llamado degradación del flujo luminoso o depreciación del lumen, dicho fenómeno es el motivo de esta investigación ya que se ve afectado directamente por la temperatura ambiente a la que está sometido y el tipo de controlador empleado para su alimentación.

La vida útil de LED´s se estima utilizando las curvas de depreciación del lumen obtenidas en este estudio mediante pruebas realizadas con una esfera de Ulbricht. Cuando es fabricado un led este es sometido a pruebas durante 6,000 a 10,000 horas con recopilación de datos cada 1000 horas según LM-80. Después de cada prueba; la norma TM-21, es la normativa aprobada por el IESNA (Illuminating Engineering Society of North America) de cálculo para interpretar los datos recabados durante las pruebas de la norma LM-80 estos datos son utilizados para definir la vida útil L70 de LED´s. El L70 es definido como el número

de horas después de que el flujo luminoso de LED´s se reduce un 30% [1]. Estas dos normas en conjunto solo ofrecen una aproximación de vida útil del LED.

La frecuencia más común empleada en los controladores para LED´s es a 50kHz; sin embargo, el rendimiento con rectificadores de onda completa de baja frecuencia para LED´s es sumamente óptimo y severamente ineficiente cuando estos son alimentados por una corriente de media onda rectificada [2]. Por tales motivos es necesario estimar la vida útil de estos LED´s alimentados con media onda rectificada y una modulación por ancho de pulso (De aquí en adelante PWM por sus siglas en ingles) para obtener un dato aproximado de la depreciación del lumen cuando son sometidos a estas formas de onda y en un ambiente controlado con temperatura de 85°C.

II. MARCO TEÓRICO

A. Vida útil de un LED de potencia

El flujo luminoso Φ dado en lúmenes es la radiación del espectro electromagnético que puede ser percibido fácilmente por el ojo humano; este fenómeno decrece a lo largo de la vida útil de un LED de potencia, estos son dispositivos semiconductores de estado sólido (SSL), son llamados de potencia debido a que por lo general son diseñados para potencias de 1 W en adelante y presentan una autonomía según el fabricante y el ambiente en el que estén sometidos de 50,000 a 100,000 horas libres de mantenimiento.

B. Características generales de una Esfera de Ulbricht

Uno de los equipos más utilizados en un laboratorio de fotometría para determinar el flujo luminoso de cualquier tipo de lámpara es la implementación de una esfera de Ulbricht, esta es hueca en su interior, recubierta por una pintura blanca especial con cierta concentración de sulfato de bario que le añade propiedades como el texturizado de la pintura sin comprometer el esplendor, es resistente a la temperatura y la corrosión. Para que una esfera de Ulbricht se comporte como esfera integradora es necesario poner una barrera pintada con la misma pintura interna de la esfera entre el equipo de medición y el foco luminoso, mediante esta prueba también se concluye que la esfera es una superficie Lambertiana y por tanto refleja la luz en cualquier punto de la esfera [3,4].

La llamada constante de la esfera está determinada por sus dimensiones, el tipo y calidad de la pintura, el envejecimiento de esta y la temperatura. Con esta constante k de la esfera, se puede obtener el valor del flujo luminoso que emite una determinada lámpara bajo ensayo midiendo la Iluminancia E dada en luxes haciendo uso de la Ec. (1) [3].

$$\Phi = kE \tag{1}$$

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio consta de las siguientes secciones en las cuales se explican los materiales de construcción, tipo de LED y el promedio para obtener la constante de la esfera.

a) Se realizó un modelado 3D haciendo uso de un software CAD, en el cual se presentó la idea de diseño para la estructura de la esfera de Ulbricht (véase Figura 1). Para hacer dicha estructura se escogió como material perfil de aluminio estructural el cual, tiene dos ranuras con un ancho de 8 milímetros en toda la longitud del perfil, este material fue utilizado debido a su versatilidad, durabilidad, dureza y peso ligero.

b) El material utilizado para la esfera es acrílico transparente de alto impacto de 3 milímetros de grosor moldeado en dos partes semiesféricas de 500 milímetros de diámetro, estas semiesferas están montadas dentro de un marco cuadrado de 600 milímetros.

c) Las guías lineales se escogieron varillas redondas de acero inoxidable de 8 milímetros de diámetro con una longitud de 310 milímetros por cada varilla, los bujes para las guías lineales y la tornillería son de acero inoxidable para mejor estética y mayor durabilidad.

d) La aplicación de pintura de ambas semiesferas consistió en cuatro capas de pintura base color negra en la parte externa de cada una de estas, con esto se pretende que la luz dentro de la esfera no salga; en el interior de ambas semiesferas se utilizó una pintura de color blanca con una pequeña concentración de sulfato de bario el cual añade propiedades como alta reflectancia, anticorrosión y soporte de temperaturas de hasta 350 °C con esto se obtiene una alta reflectancia de hasta el 99% dependiendo de la calidad, pureza y concentración del sulfato de bario mezclado en la pintura blanca aplicada [5].

e) El LED patrón y los LED´s previamente madurados con la forma de onda PWM de 50kHz con un ciclo de trabajo del 90% y un rectificador de media onda corresponden al mismo modelo LED GOLDEN DRAGON® LUW W5SM, los LED´s madurados estuvieron en un horno (véase la Figura 2) con temperatura constante de 85°C un aproximado de 9000 horas de encendido como lo indica la norma LM-80.

f) Las pruebas se realizaron introduciendo el LED dentro de la esfera de Ulbricht por 10 minutos aproximadamente para cada uno, tiempo en el cual se alcanza un equilibrio térmico entre el chip del LED y su disipador de aluminio, durante este lapso la lectura del luxómetro se ajusta.

g) La constante $\mathrm{k} = 0.1944$ de la esfera se obtuvo promediando los datos de la Tabla 1.

Tabla 1. Lecturas del luxómetro con distintos focos.

Lectura del luxómetro	Foco	k (lm/lx)
3780 lx	810 lm	0.2142
4880 lx	840 lm	0.1721
660 lx (LED patrón)	130 lm	0.1969

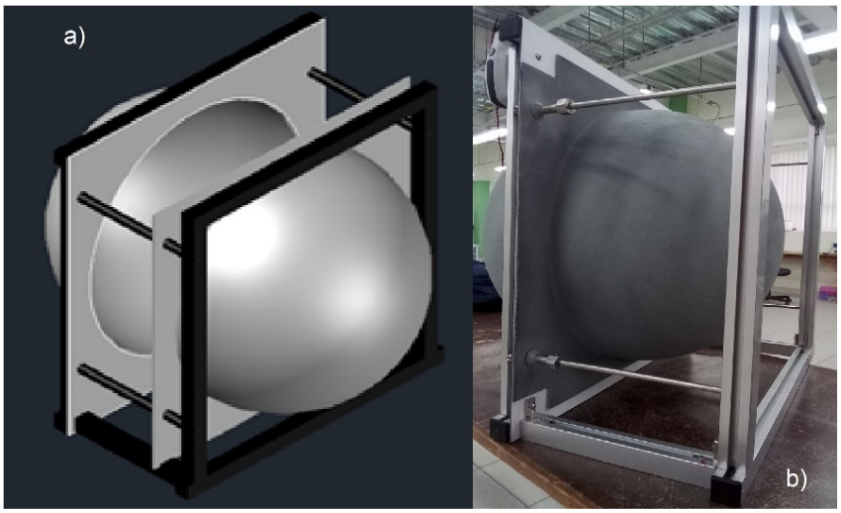


Figura 1. Esfera de Ulbricht, a) Modelo 3D y b) Armada y pintada.

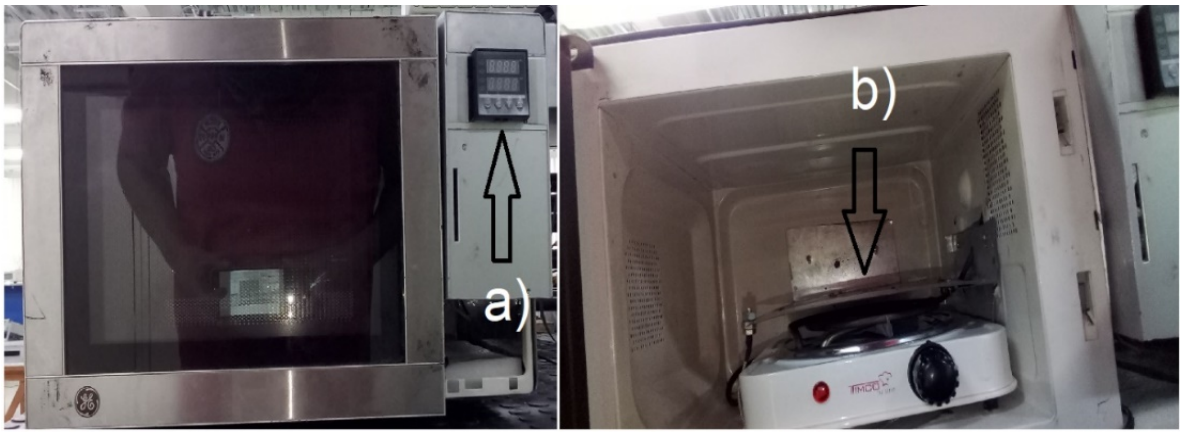


Figura 2. Horno implementado para la maduración de los dos LED´s, a) Controlador PID de temperatura y b) Parrilla eléctrica que proporciona la temperatura constante de 85°C.

IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos para cada LED se muestran en las Figuras 3 y 4. La Ec. (2) y Ec. (3) representan la depreciación del porcentaje de flujo luminoso en el tiempo dado en horas para cada LED, presentando en ambos casos un comportamiento exponencial.

$$Tendencia_{PWM}(t) = -0.2673 \cdot e^{5.264x10^{-4}(t)} + 100.3 \cdot e^{-1.343x10^{-6}(t)} \quad (2)$$

$$Tendencia_{M.O.R}(t) = -1.135 \cdot e^{4.0980x10^{-4}(t)} + 101.1 \cdot e^{-2.642x10^{-6}(t)} \quad (3)$$

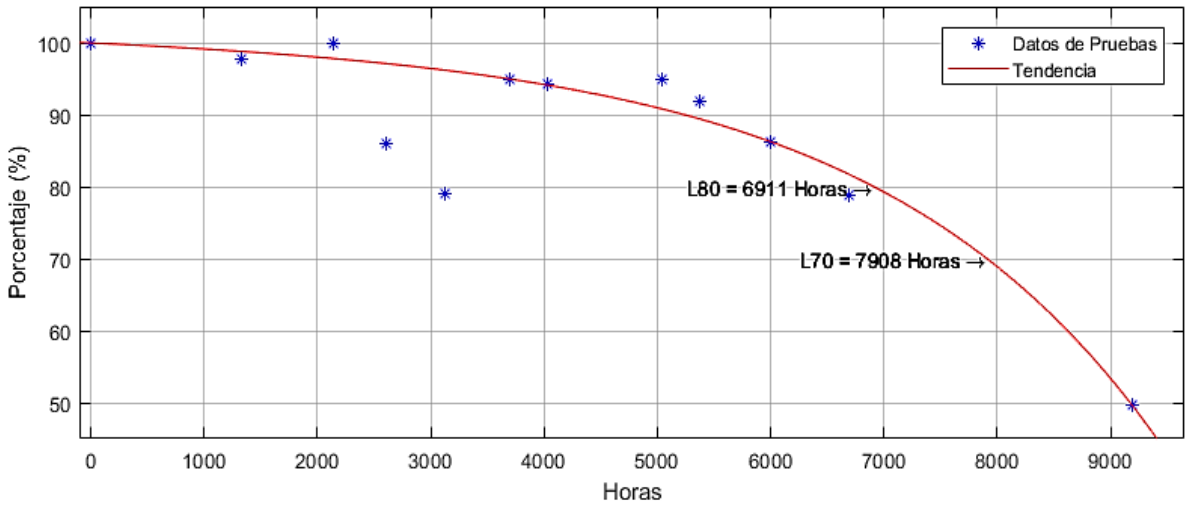


Figura 3. Tendencia del porcentaje del flujo luminoso del LED alimentado con rectificador de media onda.

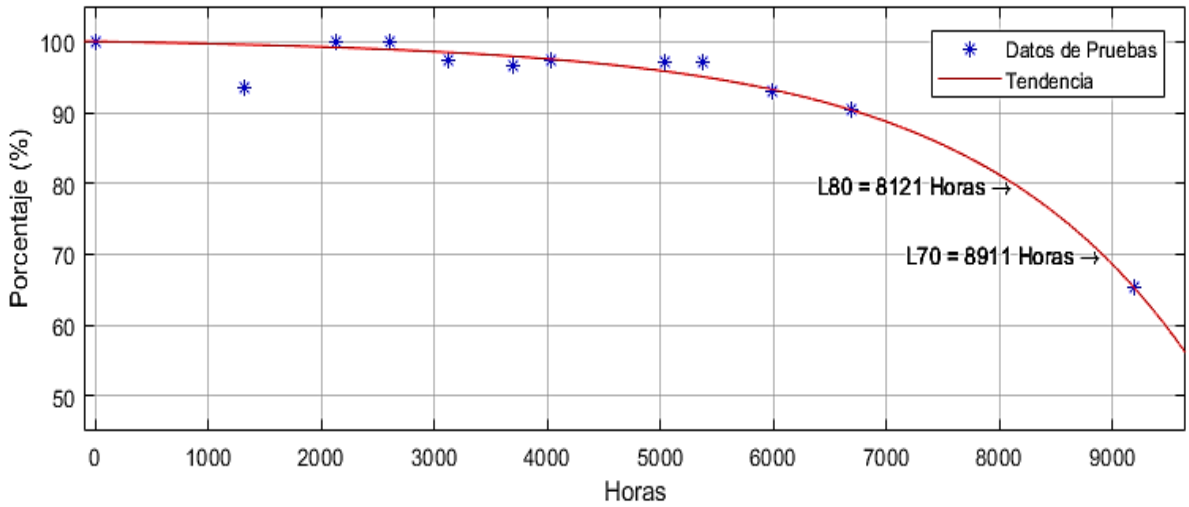


Figura 4. Tendencia del porcentaje del flujo luminoso del LED alimentado con PWM.

V. DISCUSIÓN O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Mediante las pruebas realizadas se puede apreciar y corroborar lo mencionado en la introducción de este informe que la forma de onda que más desgasta prematuramente un LED es la de media onda rectificada alcanzando su valor L70 en aproximadamente 7900 horas según la tendencia exponencial de la gráfica mostrada en la Figura 4 además de cambiar el color de luz que emite el LED de blanco a un color azul marino y también se puede apreciar en la gráfica de la Figura 5 que el valor L70 para el LED alimentado con PWM es alcanzado aproximadamente a las 8900 horas según el ajuste de curva exponencial aplicado a los datos recabados durante las pruebas con un cambio de color de blanco a lila tenue.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Basado en los resultados de esta investigación, el hecho de exponer durante aproximadamente 9000 horas al LED encendido a un ambiente de 85°C deterioro su vida útil considerablemente, lo cual podría indicar que para hacer un estudio más intensivo y obtener más datos se puede hacer las mismas pruebas introduciendo más formas de ondas como PWM con diferentes ciclos de trabajo y frecuencia, limitadores de corriente, rectificadores de onda completa de baja frecuencia los cuales como se mencionó anteriormente son la forma de onda de alimentación más eficiente para prolongar la vida útil de sistemas de iluminación LED.

VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco al CONACYT por ofrecer y organizar este tipo de estancias de investigación de verano, a mi docente titular de investigación Mario Alberto Juárez Balderas por el conocimiento y experiencia compartida, al encargado del Laboratorio de electrónica y eléctrica de potencia del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato Cesar Augusto Limones Pozos y en especial a mi familia por el apoyo ofrecido incondicionalmente para cumplir mi sueño de ser un profesionista y aspirar a una calidad de vida mejor.

REFERENCIAS

[1] EATON Powering Business Worldwid. (2015). Cómo seleccionar el sistema de iluminación LED adecuado para mejorar la seguridad en los ambientes más demandantes y peligrosos. 08/07/2019, de EATON Powering Business Worldwide Sitio web: http://www.eatonenewsletterbuilder.com/uploads/20150811010845boletin_EATON8.pdf

[2] Pedro S. Almeida, Fernando J. Nogueira, Luiz F. A. Guedes and Henrique A. C. Braga. (2011). An experimental study on the photmetrical impacts of several current waveforms on power white LEDs. 10/07/2019, de Conference: Power Electronics Conference (COBEP), 2011 Brazilian Sitio web: https://www.researchgate.net/publication/261264832_An_experimental_study_on_the_photometrical_impacts_of_several_current_waveforms_on_power_white_LEDs

[3] Ing. Nicolás Rivero, Ing. Andrés Cardozo, Guzmán Pérez, Matías Sellanes. (2010). Medida de flujo luminoso en esfera de Ulbricht. Estudio de incertidumbres. Intercomparación con cálculo por integración. 13/07/2019, de Instituto de Ingeniería Eléctrica Sitio web: https://iie.fing.edu.uy/publicaciones/2010/RCPS10/RCPS10.pdf

[4] Dirección general de desarrollo minero. (2014). Perfil de mercado de la barita. 14/07/2019, de Coordinación general de minería Sitio web: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/5568/pm_barita_2014.pdf

[5] Frédéric B. Leloup, Sven Leyre, Toon Van den Abeele, Peter Hanselaer. (2015). Design of an inexpensive integrating sphere laboratory setup for the optical characterization of a light source. 14/07/2019, de Proc. SPIE 9793, Education and Training in Optics and Photonics Sitio web: https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-spie/9793/979313/Design-of-an-inexpensive-integrating-sphere-laboratory-setup-for-the/10.1117/12.2223098.full?SSO=1

Evaluación de antenas inteligentes para cosecha de energía en las bandas de radiofrecuencia

Arturo Pérez Ruiz
Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Facultad de Ciencias
Av. Chapultepec #1570, Priv. del Pedregal
C.P. 78295, San Luis Potosí, S.L.P. México.
arturoapr15@gmail.com

Asesor: Enrique Stevens Navarro
Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Facultad de Ciencias
Av. Chapultepec #1570, Priv. del Pedregal,
C.P. 78295, San Luis Potosí, S.L.P. México.
estevens@galia.fc.uaslp.mx

Resumen — El presente reporte aborda la cosecha de energía, los precursores de esta idea fueron Nicola Tesla y Heinrich Hertz. Quienes propusieron radiar energía por medio de ondas electromagnéticas en el ambiente para después recuperarla en forma de corriente continua. Se utilizo el kit Powercast, con él se implementaron dos experimentos distintos: el primero permite conocer máximos y mínimos de potencia recibida y el segundo los tiempos de carga del condensador. Se replico 25 veces cada experimento, con los resultados se realizaron diagramas de caja y bigotes; se analizó cada uno de ellos y se obtuvieron resultados importantes. Se observo como a mayor distancia hay menor captación de radiofrecuencia, así como valores atípicos en distintas partes.

Palabras clave — Antenas, cosecha de energía, radiofrecuencia.

Abstract —This report addresses the energy harvest, the precursors of this idea were Nicola Tesla and Heinrich Hertz. Those who proposed to radiate energy through electromagnetic waves in the environment and then recover it in the form of direct current. The Powercast kit was used, with it two different experiments were implemented: the first allows knowing maximum and minimum power received and the second the capacitor charging times. Each experiment was replicated 25 times, with the results box and mustache diagrams were performed; each one of them was analyzed and important results were obtained. It was observed that the greater the distance there is less uptake of radio frequency, as well as outliers in different parts.

Keywords — Antennas, energy harvest, radio frequency.

I. INTRODUCCIÓN

En las dos últimas décadas se han realizado distintas investigaciones en la recolección de energía de radiofrecuencia (RF), en este contexto se han descubierto y probado técnicas en diversas circunstancias para mejorar los sistemas de captación de RF. Los dispositivos de captación de radiofrecuencia buscan la radiación electromagnética transmitida por dispositivos de radio, estás señales son el medio para transmitir energía radiada. Una de las ventajas de RF es que llegan a distancias muy lejanas, sin embargo, el sistema sufre una baja transformación de energía RF-Corriente Continua (CC) la causa de ello es la poca captación de RF en la antena [1].

En el presente reporte se trabajó con tecnología para captación de energía en bandas de radiofrecuencia dado que estás fuentes de energía se encuentran en el ambiente (la vibración, el calor y las ondas electromagnéticas). Nicola Tesla y Heinrich Hertz fueron los primeros en tener está idea. Tenían como objetivo radiar potencia inalámbrica hacia el espacio libre para después recuperarla como CC utilizable [2]. El potencial de dicha implementación impacta en las baterías de los aparatos eléctricos y aumenta la calidad de vida de estas. En la actualidad, la electrónica de baja potencia tiene un auge debido a los

distintos dispositivos electrónicos que utilizamos en nuestra vida cotidiana (relojes inteligentes, teléfonos inteligentes, tabletas, etcétera) lo cual requiere que realicen una mayor cantidad de actividades y por ende un consumo mayor de potencia.

II. MARCO TEÓRICO

El principio que permite captar las radiofrecuencias y convertirlas en CC ocurre cuando las ondas de radio alcanzan una antena y provocan una diferencia de potencial variable a lo largo de su longitud, la figura 1 muestra el proceso pertinente. Dicha diferencia de potencial hace que los portadores de carga se muevan a lo largo de la longitud de la antena en un intento de igualar el campo, y el circuito integrado de RF a CC puede capturar la energía del movimiento de esos portadores de carga. La energía se almacena temporalmente en un condensador y luego se utiliza para crear una diferencia de potencial deseada en la carga [3]. Esto puede considerarse una promoción de energía renovable, ya que actúa como una solución para alimentar las redes inalámbricas restringidas por energía [1].

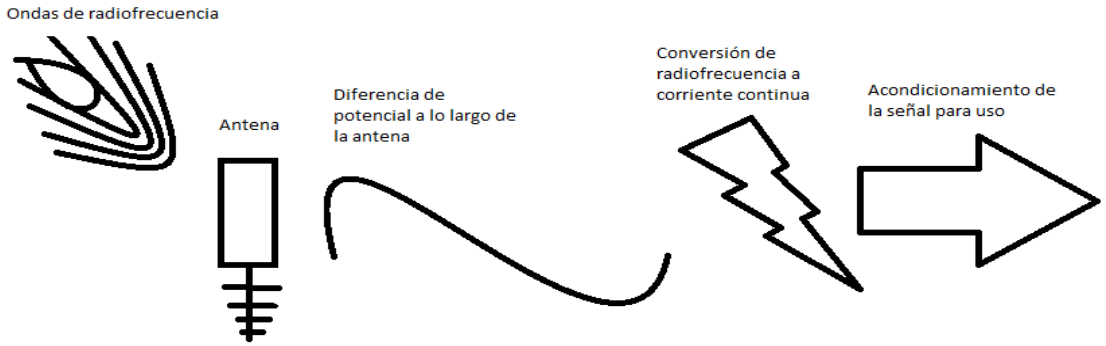


Fig.1. Diagrama de bloques básico de la cosecha de energía en radiofrecuencia.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron 2 experimentos cada uno se repitió 25 ocasiones distintas. El primero fue medir los mínimos y máximos de potencia recibida en la tarjeta de cosecha de energía a través de las antenas y el segundo midió los tiempos de carga del condensador en la misma. Ambos permiten comprobar que a mayor distancia hay una menor captación de energía y por lo tanto el tiempo de carga es mayor. En los experimentos se utilizó el kit Powercast (P2110CSR-EVB contiene 2 antenas y una placa) con antenas dipolo y parche de 915MHz, así, como una placa con un capacitor de 0.5mF a 5V. Se colocó la tarjeta con la antena dipolo sobre un papel bond cuadriculado con marcas cada 0.1m (9 muestras que van de 0.10 a 0.90m). Se usaron 2 bases distintas para nivelar la antena dipolo a una altura de 2.7cm, en la figura 2 y la figura 4 se aprecia lo anteriormente mencionado. Se colocó la antena parche en el generador de radiofrecuencias usando un conector N a SMA, posteriormente se ajustó el generador de radiofrecuencias Keysigth (N9310A de 9KHz a 3GHz) a 915MHz y 20dBm de potencia.

La configuración de los interruptores de la tarjeta fue S_1(selecciono el voltaje de salida):4.1V, S_2(Selecciono la potencia de salida): Exit y S_3(controlador del flujo de corriente): V_{cc}. Se empleó un osciloscopio digital Tektronix (TDS2012C de dos canales, ancho de banda de 100MHz) conectado a las puntas de mediciones de la tarjeta V_{out} y GND. Una vez

conectado el osciloscopio a la tarjeta se encendía el generador de RF y se lograba observar el tiempo de carga acorde a la distancia a la que se encontraba la antena dipolo del generador, la figura 3 lo demuestra. Se realizó este proceso en cada una de las marcas sobre el papel dado que conforme se alejaba la tarjeta del generador la antena recibía menos potencia, por lo tanto, hubo un mayor intervalo de tiempo para que cargara el condensador a 4.1V, los tiempos de descarga son independientes a la distancia a la que se encontraba la tarjeta del generador, al medirlo se encontró el periodo de descarga en 15s. Para medir la potencia se utilizó el analizador de espectro portable TTi (PSA2701T de 2.7GHz) conectando la antena dipolo y configurando la frecuencia central en el analizador a 915MHz, los valores del generador de radiofrecuencias se mantuvieron intactos para esta medición; en cada marca del papel bond se colocó el analizador de espectros con la antena dipolo y esté mostro el valor mínimo y máximo en dBm que recibía como se muestra en la figura 4.

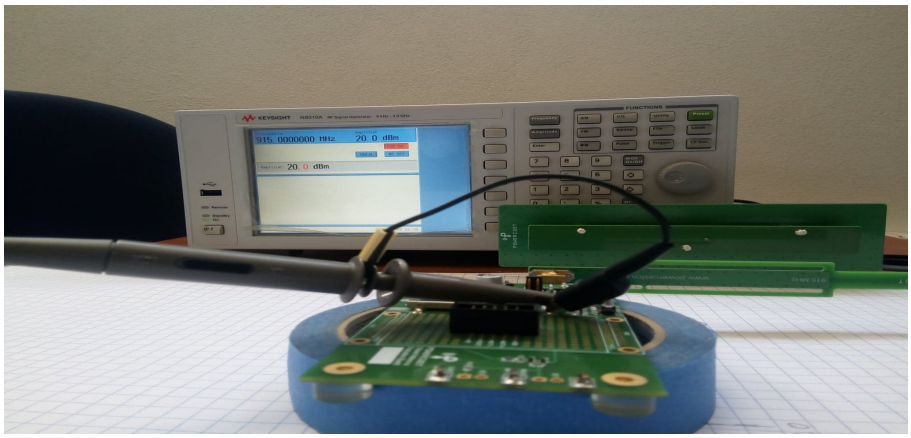


Fig. 2. Tarjeta de cosecha de energía con la antena dipolo que recibió la señal del generador de radiofrecuencias.

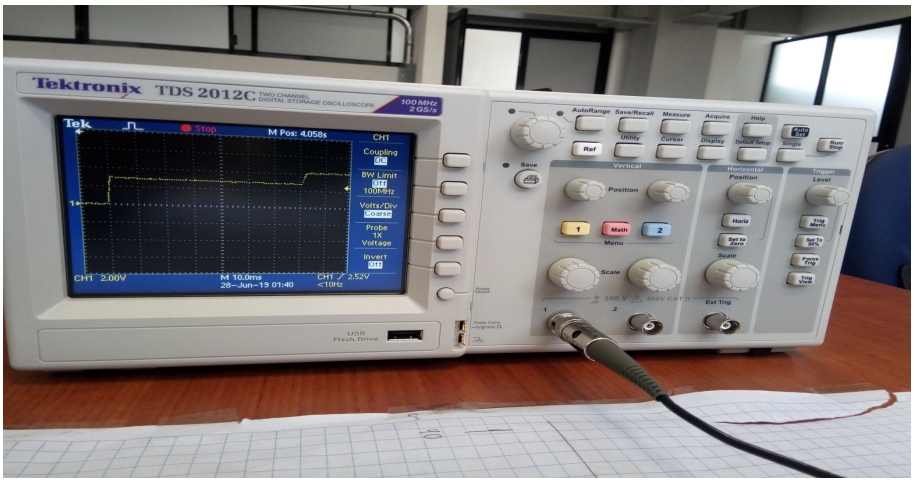


Fig. 3. Configuración para el experimento del tiempo de carga del condensador en el osciloscopio tomando una captura de pantalla.

Fig. 4. Analizador de espectro conectado con la antena dipolo para que recibiera y mediera la señal de potencia del generador.

IV. RESULTADOS

Se crearon 3 archivos script en Matlab (R2017a) uno para cada experimento, conforme se realizaron las mediciones se capturaban los datos. Se utilizo el comando “boxplot” para crear diagramas de caja y bigotes. La figura 5 muestra el diagrama de los máximos respecto a distancia. La figura 6 es el diagrama de los mínimos respecto a la distancia, muestra dos valores atípicos en 0.2m y 0.9m. La figura 7 muestra los tiempos de carga respecto a distancia.

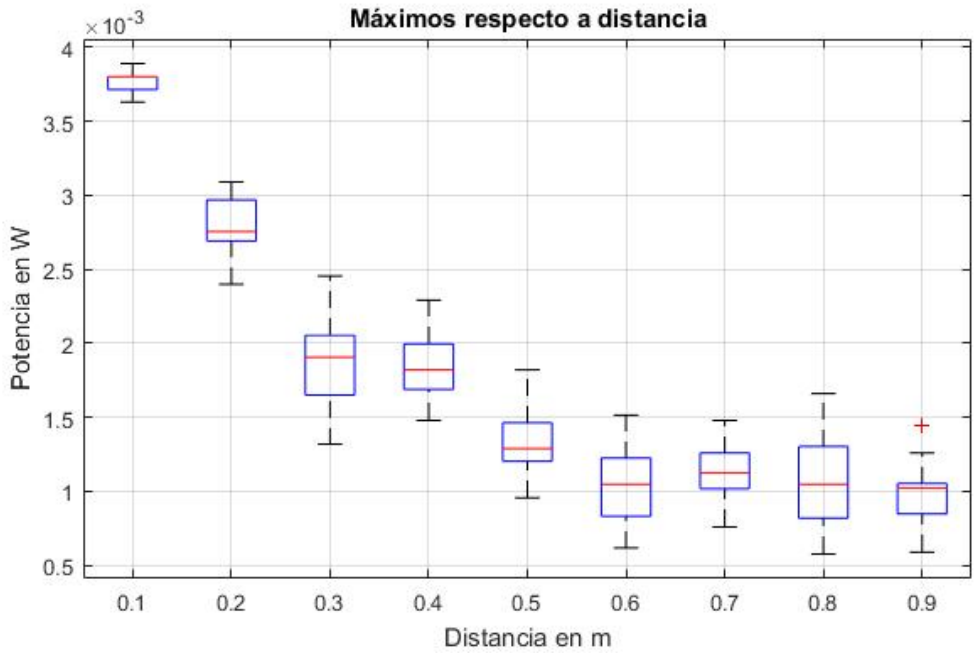


Fig. 5. Diagrama de caja y bigotes pertinente a los máximos de potencia.

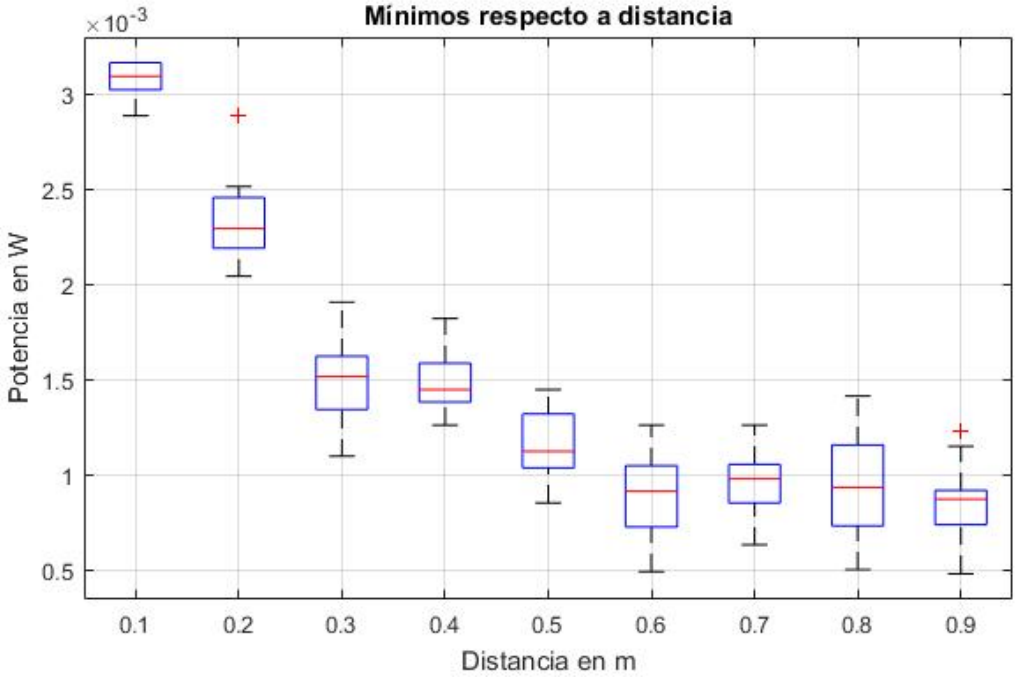


Fig. 6. Diagrama de caja y bigotes pertinente a los mínimos de potencia.

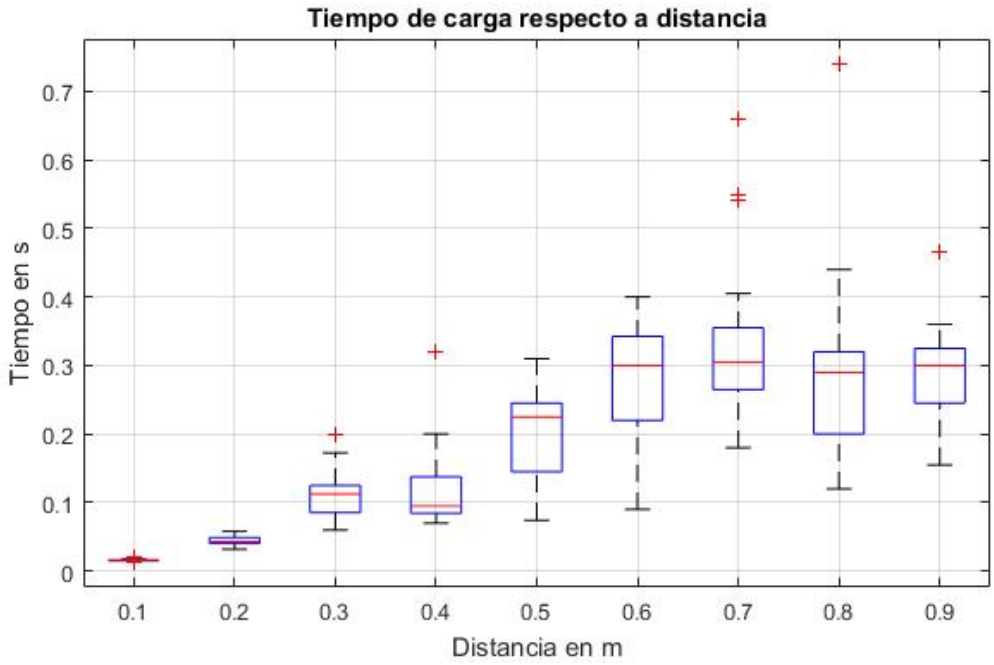


Fig. 7. Diagrama de caja y bigotes pertinente a los tiempos de carga respecto a distancia.

V. DISCUSIÓN

Se puede ver en la figura 5 que conforme la distancia aumenta hay una menor captación de potencia. Cada una de las cajas indica el valor máximo y el valor mínimo con las líneas punteadas, particularmente los valores distan mucho en 0.3m, 0.8m y en 0.6m, se observa cómo hay valores máximos más grandes en 0.8m que en 0.6m; esto indica que hay una mayor variabilidad de datos. Solo se tuvo un valor atípico en 0.9m (muestra de color rojo). La figura 6 muestra que en 0.6m y 0.8m se muestra que los mínimos y los máximos de la caja son muy grandes; pero se muestra que en 0.8m hay mediciones con valores más grandes de potencia en comparación con la caja de 0.6m, así, como el tercer cuartil es más grande en 0.8m respecto al que se ubica en 0.6m. Esto contrasta con lo mencionado de que “Se puede ver que conforme la distancia aumenta hay una menor captación de potencia”. La figura 7 muestra una mayor cantidad de valores atípicos (9 en total) 3 de ellos están en 0.7m y 2 en 0.1m. Se puede apreciar como las cajas muy pequeñas en 0.1m y 0.2m.

VI. CONCLUSIONES

Se logro obtener los tiempos de carga, así como las potencia mínima y máxima que recibe el kit Powercast a través de una antena dipolo. Además, se corroboró que conforme la distancia aumenta hay una menor captación de potencia lo cual solo sucede de 0.1m a 0.5m. Con ello se descubrió que hay un comportamiento atípico a partir de 0.6m por lo cual es pertinente investigarlo ya que puede aportar información importante sobre la potencia y el tiempo de carga. Por lo tanto, se puede concluir que, aunque existe un intervalo en el cual los valores aumentan la cosecha de energía es exitosa pues en ningún momento se perdió la captación de ella. Es necesario replicar los experimentos a una mayor distancia y automatizarlos; para descubrir si continúa repitiéndose este fenómeno en otros puntos, ver ¿qué es lo que causo?, así como su solución y para encontrar valores más exactos.

VII. RECONOCIMIENTOS

Se agradece el apoyo del Dr. Armando Arce Casas por sus pertinentes recomendaciones, así como al Laboratorio de Redes de la Facultad de Ciencias por prestar sus instalaciones para llevar a cabo el proyecto durante la estancia de verano.

REFERENCIAS

[1] G. Srinivasu, V. Sharma and N. Anveshkumar ” A Review on the Contemporary Research on Radio Frequency Energy Harvesting”. JASC: Journal of Applied Science and Computations, Vol. VI, Issue: II, p. 791-800, 2019.

[2] M. Diagarajan, A. Ramasamy, N. Din and P. Vummadisetty” A Review on the Contemporary Research on Radio Frequency Energy Harvesting”. International Journal of Engineering & Technology,Vol VII, Issue: XV, p.52-58,2018.

[3] M. Hugues (2018-2019) All about circuits: Wireless RF Energy Harvesting: RF-to-DC Conversion and a Look at Powercast Hardware. Disponible en https://www.allaboutcircuits.com/technical-articles/wireless-rf-energy-harvesting-rf-to-dc-conversion-powercast-hardware/

Evaluación de la actividad cerebral por medio de sistemas embebidos

Luis Antonio Franco Vergara
Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ingeniería
Universidad Autónoma de Querétaro, C.U.
Cerro de las Campanas s/n, Cp. 76010,
Querétaro, Querétaro, México.
lfranco20@alumnos.uaq.mx

Asesor: Marco Antonio Aceves Fernández
Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ingeniería-Campus Aeropuerto
Carr. a Chichimequillas s/n
C.P. 76140, Querétaro, Querétaro, México.
marco.aceves@gmail.com

Resumen — En este reporte se describe el uso de sistemas embebidos para procesar y adquirir señales electroencefalográficas (EEG), las cuales se utilizan para analizar las regiones cerebrales más activas durante pruebas de pensamiento matemático y memoria. Empleando análisis de componentes principales (PCA), espectro de potencia y densidad de potencia espectral (PSD) se determina cuales zonas presentan mayor actividad cerebral.

Palabras clave — EEG, PCA, PSD, Espectro de Potencia, Sistema 10-20, MAV.

Abstract — This article describes the use of embedded systems to process and acquire electroencephalographic signals (EEG), which are used to analyze the most active brain regions during mathematical and memory test. Using principal component analysis (PCA), power spectrum and power spectral density (PSD) it is determined which areas have the highest brain activity during the test.

Keywords — EEG, PCA, PSD, Power Spectrum, 10-20 System, MAV.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, el desarrollo tecnológico ha crecido de manera exponencial, mejorando la calidad de vida del ser humano. Una de las áreas más beneficiadas por dichas innovaciones es el sector de salud, pues las nuevas tecnologías proporcionan herramientas que permiten realizar mejores diagnósticos, tratamientos y ofrecer mejores cuidados a los pacientes. El procesamiento de bioseñales es una de ellas.

Estudiando las propiedades de las bioseñales de pacientes que presenten algún padecimiento se pueden identificar características que permitan realizar un sistema de diagnóstico que evalúe a otros pacientes de manera más acertada sobre su estado de salud.

Otro procedimiento de suma importancia y que se abordará en el reporte es el procesamiento de electroencefalogramas (EEG). Dicha señal es el registro extracelular de la actividad eléctrica cerebral en el cuero cabelludo; utilizando electrodos superficiales y microelectrodos extra e intracelulares, se ha demostrado correlaciones entre la actividad de la superficie y las descargas de las células piramidales situadas superficialmente. El rango promedio del voltaje obtenido es de 0 a 300μV con un ancho de banda de 0.5 a 100 Hz [1].

Una señal electroencefalográfica puede proporcionarnos una versatilidad de aplicaciones, desde el uso de un sistema con BCI (Brain Computer Interface) basado en EEG hasta un sistema de diagnóstico para enfermedades neurodegenerativas. Es por esta razón que en este trabajo se hace un acercamiento al procesamiento de EEG con sistemas embebidos, que nos permita hallar regiones activas durante ciertas pruebas que involucren gran actividad cerebral.

II. MARCO TEÓRICO

A. Sistema Internacional 10-20

Debido a la diversidad de derivaciones que se pueden emplear para conectar las terminales de entrada del amplificador de un EEG y se creó en 1958 un sistema que permitiera estandarizar la colocación de electrodos en el cuero cabelludo, para que de esta manera fuera más sencillo el intercambio de información y resultados a través de la literatura [1]. El sistema se basa en la distancia que tienen uno de otro los electrodos conectados al cuero cabelludo, que es entre el 10 y 20 % de distancia, así se cubre de manera adecuada toda la cabeza. Los puntos de referencia son 4, a partir de los cuales se realizan las mediciones:

- Nasion: depresión localizada entre la frente y la nariz
- Inion: protuberancia localizada en la parte posterior de la cabeza, en el hueso occipital, la cual se puede palpar moviendo el dedo desde el cuello hasta el cráneo.
- Los puntos preauriculares: depresiones que se localizan justo arriba de ellos cartílagos que cubren la entrada del conducto auditivo interno hacia el oído.

B. Análisis de Componentes Principales

El análisis de componentes principales es una técnica que nos permite extraer la información más representativa de un conjunto de variables interrelacionadas, logrando reducir las dimensiones de esa información. El método busca combinaciones lineales de las variables originales que representen lo mejor posible la variabilidad presente en los datos, de esta manera cada combinación es una componente principal y con pocos componentes principales se puede entender la información contenida en los datos [2].

Número de electrodo		Marca Internacional		Posición
Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	
1	2	FP_1	FP_2	Polo frontal
3	4	F_3	F_4	Frontal
5	6	C_3	C_4	Central
7	8	P_3	P_4	Parietal
9	10	O_1	O_2	Occipital
13	14	F_7	F_8	Temporal anterior
15	16	T_3	T_4	Línea media temporal
17	18	T_5	T_6	Temporal posterior
19		Fz		Línea media frontal
24		Cz		Línea media central
20		Pz		Línea media parietal
11	12	A_1	A_2	Auricular

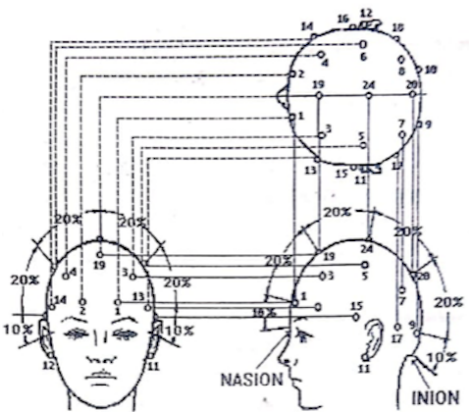


Fig 1. Colocación de Electrodos de acuerdo al Sistema Internacional 10-20 y nomenclatura [1].

Los vectores propios de la matriz de covarianza son las direcciones de los ejes donde la varianza es mayor, estos ejes son los componentes principales. Los valores propios son los

coeficientes correspondientes a cada vector propio de dirección, que proporcionan la cantidad de varianza que contendrá cada componente principal de acuerdo a la variable correspondiente [3].

C. Densidad de Potencia Espectral Método de Welch.

El método de Welch para obtener el espectro de potencia divide la señal en bloques sucesivos, formando un periodograma para cada bloque y promedia. Es decir, es un promedio de periodogramas a lo largo del tiempo [4].

D. Espectro de Potencia

El espectro de potencia nos muestra cómo se distribuye la energía de la señal a lo largo del dominio de las frecuencias. Utilizando la Transformada Rápida de Fourier (FFT), que nos permite cambiar de dominio tiempo a dominio frecuencia. Para obtener la escala de amplitud correcta es necesario tomar en cuenta que la energía de la señal es proporcional al cuadrado del valor absoluto del voltaje y también hay que tener en cuenta la impedancia del sistema [5]. Con la siguiente ecuación es posible obtener el espectro de potencia:

$$P_{dBm} = 10log_{10}(1000[\frac{|F\{x(t)\}|^2}{R}]) \quad (1)$$

donde F representa (FFT) y R es resistencia del sistema, que suele ser de 50 ohm.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Adquisición de EEG

Para la adquisición de señales se utilizó el dispositivo llamado Open BCI Cyton Board, el cual nos permite adquirir EEG a través de sus 8 entradas biopotenciales. Cuenta con una GUI fácil de utilizar de manera intuitiva, creada por el propio fabricante. Con ella es posible observar el EEG, espectro en frecuencia, un mapa cerebral y cambiar el tipo de filtro que se implementa para pre-procesar la señal. Para el registro de las señales participaron 5 sujetos de manera voluntaria para realizar una prueba matemática y otra de memoria, se emplea la siguiente metodología:

a) Primero, se colocan los electrodos (Fig.2) en el sujeto de prueba de acuerdo al sistema internacional 10-20 utilizando como medio conductor pasta conductiva y una cinta médica como soporte para el electrodo. Es importante utilizar la pasta y que esta se encuentre en contacto directo con la piel.

b) Segundo, el sujeto comienza la prueba y el registro de la señal inicia, siendo ambas cronometradas a 5 min. Finalizado el tiempo se detiene el registro de la señal. Se realiza lo anterior en las dos pruebas

c) Tercero, se cambia al sujeto de prueba limpiando los electrodos y llevando a cabo el proceso anterior.

B. Evaluación de la actividad cerebral

Es bien sabido que diferentes regiones cerebrales presentan mayor actividad dependiendo de lo que el ser humano esté realizando. Se activa un sistema superior posterior parietal relacionado con la atención y resolución de problemas [5], en el proceso de la memoria tenemos a la Corteza Pre frontal (CPF) bastante presente ejerciendo su función para la memoria apoyándose en el hipocampo fijando la atención y seleccionando los estímulos [6].

El procedimiento para evaluar la actividad cerebral se llevó a cabo en Matlab, importando cada conjunto de señales de cada individuo al software por medio de archivos de texto. La información registrada por Cyton es guardada en columnas y cada columna corresponde a un canal o electrodo conectado, siendo así la columna uno la señal obtenida por el electrodo uno. Se estandarizó la duración de cada señal a 292000 datos, lo equivalente a cuatro minutos y 51 segundos. El recorte de la señal se realizó al principio del comienzo del registro, ya que la información inicial puede presentar problemas de comunicación entre el Cyton y la computadora. Las dimensiones de la matriz resultante son 292000x8 de cada sujeto en cada prueba. Para realizar PCA, se caracterizó la señal con MAV cada 6 segundos de la señal, resultando una matriz de 48x8.

Se procede a realizar el análisis de componentes principales con la función integrada en Matlab de PCA, obteniendo los vectores y valores propios de la matriz de la información por las combinaciones lineales realizadas por el software, esperando obtener qué canales influenciaron más en la componente principal con mayor varianza de cada sujeto en cada prueba. Posteriormente, se obtiene por el método de Welch la densidad de espectro de potencia, en el cual se pueden visualizar los canales más activos en el dominio de frecuencia. A partir de las gráficas obtenidas, se guardaron los canales más activos.

Por último, empleando FFT se visualiza el espectro de potencia de cada canal de cada sujeto en cada prueba. Obteniendo el promedio de la energía de cada canal se determinaron los canales más activos.

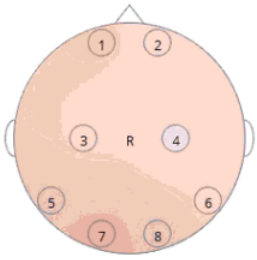


Fig 2. Colocación de Electrodos en cada sujeto de prueba, siendo el número en la figura correspondiente al electrodo colocado y al canal registrado con Cyton.

IV. RESULTADOS PRELIMINARES

Tras haber realizado la técnica de PCA se obtuvieron los siguientes canales más activos en cada sujeto en cada prueba. Además, los porcentajes de variabilidad de los componentes son adecuados para representar la información hasta en dos dimensiones, según el caso. De igual manera, se presentan gráficos como ejemplo del sujeto dos.

Tabla 1. Canales más según PCA.

	Sujeto 1	**Sujeto 2**	**Sujeto 3**	**Sujeto 4**	**Sujeto 5**
Canales Activos Memoria	1, 3, 7	4, 7, 8	1, 4, 5, 8	2, 3, 7	3, 4, 6, 8,
Canales Activos Matemáticas	6, 7, 8	1, 4, 6, 8	3, 5, 8	2, 3, 4, 7	1, 2, 5, 6

Tabla 2. Variabilidad de los datos en cada Componente Principal.

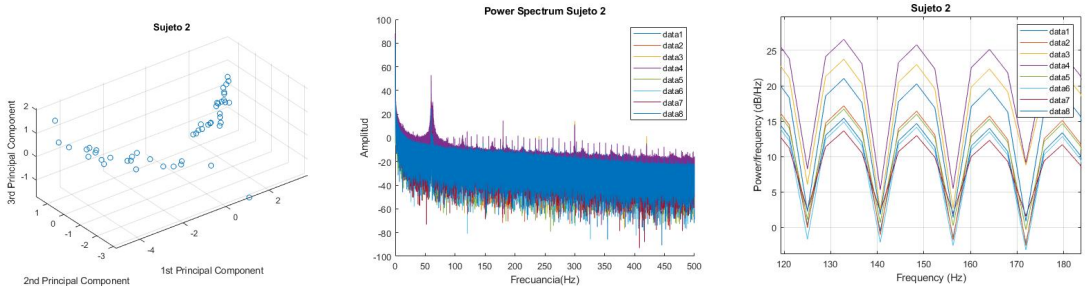
	Sujeto 1	**Sujeto 2**	**Sujeto 3**	**Sujeto 4**	**Sujeto 5**
Porcentaje de Variabilidad Memoria	C1 – 94.48% C2 – 4.89%	C1 – 94.48% C2 – 6.83%	C1 – 71.33% C2 – 22.34% C3 – 2.98%	C1 – 79.15% C2 – 16.32% C3 – 2.87%	C1 – 78.51% C2 – 12.64% C3 – 7.61%
Porcentaje de Variabilidad Matemáticas	C1 – 73.61% C2 – 21.68% C3 – 2.71%	C1 – 79.04% C2 – 14.09% C3 – 6.33%	C1 – 91.10% C2 – 8.10%	C1 – 73.30% C2 – 16.13% C3 – 6.75%	C1 – 54.14% C2 – 32.92% C3 – 10.52%

Tabla 3. Canales más activos según PSD.

	Sujeto 1	**Sujeto 2**	**Sujeto 3**	**Sujeto 4**	**Sujeto 5**
Canales Activos en Memoria	4, 8, 6	4, 6, 8, 3	3, 7, 2, 4	8, 4, 6	4, 2, 3, 5
Canales Activos en Matemáticas	4, 6, 2, 3	4, 3, 8, 2	2, 3, 5, 8	4, 6, 8, 3	4, 2, 3, 5

Tabla 4. Canales más activos de acuerdo al promedio del Valor de la Energía de la señal (FFT).

	Sujeto 1	**Sujeto 2**	**Sujeto 3**	**Sujeto 4**	**Sujeto 5**
Canales Activos en Memoria	4, 3, 2, 1	4, 6, 8, 3	3, 7, 2, 4	8, 4, 6	4, 2, 3, 5
Canales Activos en Matemáticas	4, 6, 2, 3	4, 3, 8, 2	3, 7, 5, 4	4, 6, 8, 3	4, 2, 3, 5



a) b) c)

Figura 3. Gráficos obtenidos a partir de los datos del sujeto dos en la prueba de matemáticas. a) Representación gráfica de los datos PCA del sujeto 2, b) Espectro de Potencia del EEG con 8 canales, c) PSD realizado con el método de Welch.

V. CONCLUSIONES

Para realizar este trabajo se planteó la evaluación de la actividad cerebral durante ciertos eventos, en este caso pruebas matemáticas y de memoria a cinco sujetos voluntarios. Buscando una metodología para buscar la actividad cerebral se propuso lo antes descrito, dando como resultado que aquellas regiones más activas fueron la prefrontal y la parietal posterior, cercana al hueso occipital, cuyos canales correspondientes son los que coinciden en las tres tablas presentadas en los resultados preliminares.

A pesar de que el procedimiento para colocar los electrodos podría presentar muchos inconvenientes como ruido y movimiento en los electrodos se logró obtener un resultado satisfactorio que coincide con la literatura revisada.

VI. AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a la Universidad Autónoma de Querétaro, al doctor encargado del proyecto y al estudiante de maestría que lograron hacer posible la estancia de verano 2019.

REFERENCIAS

[1] T. Gonzalez, A. Jiménez, R. Ortiz, A. Peña, *Potenciales Bioeléctricos: origen y registro*, Ed. UAM. México, D.F., 1998.

[2] C. Sánchez. (2008). Máster en Técnicas Estadísticas [Online]. Available: http://eio.usc.es/eipc1/BASE/BASEMASTER/FORMULARIOS-PHP/MATERIALESMASTER/Mat_14_master0809multi-tema5.pdf.

[3] Z. Jaadi. (28 Febrero 2019), A step by step explanation of Principal Component Analysis [Online]. Available: https://towardsdatascience.com/a-step-by-step-explanation-of-principal-component-analysis-b836fb9c97e2

[4] J. Smith. (2011) Welch's Method [Online]. Available: https://ccrma.stanford.edu/~jos/sasp/Welch_s_Method.html

[5] J.C. Guillen (20 Marzo 2012) Matemáticas y Neurociencia [Online]. Available: https://escuelaconcerebro.wordpress.com/2012/03/20/matematicas-y-neurociencia/

[6] F. Piñerúa (1 Agosto 2017) La Memoria y Estructuras Cerebrales Implicadas [Online]. Available: https://www.expertoe.com/blog/2017/08/01/la-memoria-y-estructuras-cerebrales-implicadas/

Evaluación del desempeño del transporte aéreo en la cadena de suministro para el abastecimiento de empresas industriales en el estado de Guanajuato

Ana Karen Alonso López
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Ingeniería en Logística
Carretera Irapuato - Silao km 12.5
Colonia El Copal
C.P 36821 Irapuato, Gto.
akalp_ana@hotmail.com

Asesor: Miguel Ángel Alvarado Díaz
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Ingeniería en Logística
Carretera Irapuato - Silao km 12.5
Colonia El Copal
C.P 36821 Irapuato, Gto
miguel.alvarado@itesi.edu.mx

Resumen — El objetivo general del estudio fue determinar el nivel de participación del transporte aéreo en el estado de Guanajuato, se ha determinado que los parques industriales en tal estado y las empresas que forman parte de él, son fundamentales en los cambios del crecimiento de la demanda y ahora existe una satisfacción logística en los servicios disponibles.
El crecimiento de la demanda especialmente en el segmento internacional ha promovido el ingreso de nuevos prestadores del servicio y la creación de novedosas oportunidades de negocio, como son los servicios especializados en transporte de carga aérea.
Es evidente que la importancia de este modo de transporte no se debe medir por los volúmenes de carga, sino por su función estratégica dentro de un segmento de cadena de suministro.

Palabras clave — Evaluación, Desempeño, Transporte Aéreo, cadena de suministro, Industria.

Abstract — The general objective of the study was to determine the level of participation of air transport in the state of Guanajuato, it has been determined that the industrial parks in that state and the companies that are part of it, are fundamental in the changes in the growth of demand and There is now a logistics satisfaction in the services available.
The growth of demand especially in the international segment has promoted the entry of new service providers and the creation of new business opportunities, such as specialized services in air cargo transportation.
It is clear that the importance of this mode of transport should not be measured by cargo volumes, but by its strategic function within a supply chain segment.

Keywords — Evaluation, Performance, Air Transport, supply chain, Industry.

I. INTRODUCCIÓN

El transporte aéreo es un modo de transporte sumamente rápido y seguro, tomando en cuenta la gran presencia de las nuevas tecnologías, tales como las etiquetas RFDI y la automatización de los procesos para agilizar el check-in, etc. Cabe destacar que gran parte de las innovaciones se encuentran en fase de desarrollo, lo cual, a largo plazo generará una auténtica revolución empresarial, de gestión e incluso social que cambiará en gran medida lo que hoy se conoce como normal en el transporte aéreo de mercancías.

A pesar de esta sencillez operativa, su alto coste convierte la gestión del transporte aéreo en un aspecto muy sensible dentro del sistema logístico, por lo cual, es necesario contar con los conocimientos y asesoramiento idóneos.

El presente proyecto está enfocado en determinar el nivel de participación del transporte aéreo en el Bajío con el objetivo de analizar la contribución del mismo en la región, de igual manera definir las razones del porque fue seleccionado, manifestando que este modo de transporte crece a pasos agigantados convirtiéndose progresivamente en la vía de transporte más viable para el envío de mercancía de forma habitual y no sólo de emergencia.

Aunado a ello y a su lenta aceptación, se reconoce el inminente ascenso del transporte aéreo, ¿Qué tan beneficioso será este cambio para las industrias que hacen uso de este modo de transporte para envío de mercancía?

II. MARCO TEÓRICO

Marta Alles describe a la evaluación del desempeño como un procedimiento estructural y sistemático para medir, evaluar e influir sobre los atributos, comportamientos y resultados relacionados con el trabajo, así como el grado de absentismo, con el fin de descubrir en qué medida es productivo y así poder mejorar su rendimiento futuro; Asimismo, Torres en el 2015 hace referencia a que la finalidad de la evaluación del desempeño es juzgar o estimar el valor y la excelencia de las actividades, así como su contribución para determinar problemas y, en consecuencia, poder establecer los medios y programas para eliminar o neutralizar tales problemas.

Según Ballou la cadena de suministro es un conjunto de actividades funcionales que se repiten muchas veces a lo largo de un canal de flujo, mediante las cuales la materia prima se convierte en productos terminados. De igual manera, Federico Sabria señala que la cadena de suministro es una función estratégica que involucra todas las operaciones que son indispensables para que un producto logre llegar al cliente final en óptimas condiciones. Estos procesos incluyen todas las actividades necesarias para la obtención de materias primas y su transformación para finalmente lograr la entrega final al consumidor.

El transporte aéreo o transporte por avión es el servicio de trasladar de un lugar a otro, pasajeros o cargamento, mediante la utilización de aeronaves; Este modo de transporte, en principio, se pensó y desarrolló únicamente para pasajeros; sin embargo, gracias al uso de contenedores aéreos y al diseño de nuevos aviones destinados a carga, el volumen de mercancías transportado por este medio se incrementa año tras año. Los adelantos de la navegación aérea, de las telecomunicaciones y de las facilidades electrónicas han permitido que la aviación haya progresado de forma asombrosa (Vila, 2015).

La Asociación de Transporte Aéreo Internacional (IATA) es la asociación comercial mundial de las líneas aéreas. Está integrada por unos 260 transportistas aéreos, que representan el 83% del tráfico aéreo total. La organización se ocupa de muchas esferas de actividad en el sector de la aviación y ayuda a formular políticas sobre las cuestiones decisivas que afectan al sector.

En 2017 las mercancías transportadas por vía aérea marcaron un máximo histórico por cuarto año consecutivo, al llegar a 807 mil toneladas.

En los últimos cinco años el transporte de mercancías creció 33%, un promedio de 5.9% anual. El incremento en 2017 fue de 10.4%.

Las tasas anuales de crecimiento observadas en el quinquenio 2013-2017, son las más altas de los últimos 20 años (IATA, 2018).

Grupo Aeroportuario del Pacífico, S.A.B. de C.V. (GAP) opera 13 aeropuertos internacionales en las regiones del Pacífico, centro de México y en el Caribe.

- Aeropuerto Internacional del Bajío (BJX)

Código IATA: BJX

Código OACI: MMLO

Dirección: Carretera Silao-León Km 5.5, Nuevo México, Silao, Guanajuato, México
Teléfono: (+52) 472 748 2120

Este aeropuerto maneja el tráfico aéreo nacional e internacional del área que incluye la Zona Metropolitana de León, así como las ciudades de Irapuato, Salamanca y a la capital del estado, Guanajuato.

La creciente actividad industrial de la zona del Bajío se ha reflejado en un incremento sustancial de la demanda de transporte aéreo de largo alcance, para comunicarla con otros centros productivos y turísticos, tanto del extranjero como del país (Azúa, 2018).

Durante el 2018 se transportaron 909.7 mil toneladas de mercancías (máximo histórico por quinto año consecutivo), un crecimiento de 12.8% con respecto al mismo período de 2017 y de 49.1% con relación a 2012.

El aumento de la carga en vuelos internacionales fue 13.7%, mientras que en nacionales fue de 8.9%.

En carga internacional las aerolíneas mexicanas crecieron 16.6% mientras que las extranjeras 12.4%, por ello la participación de mercado de las líneas nacionales pasó de 30.9% en 2017 a 31.6% en 2018. Es importante destacar el acelerado crecimiento del Aeropuerto del Bajío en un 19.8%.

El estado de Guanajuato cuenta con los siguientes parques industriales, los cuales en total cuentan con 405 empresas.

Tabla 1. Directorio de parques industriales en el estado de Guanajuato

Advance Puerto Interior	Parque Industrial Marabis Abasolo
Parque Industrial Amistad Bajío	Parque Industrial Marabis Comonfort
Parque Industrial Amistad Celaya Sur	Parque Industrial Opción
Parque Industrial Amistad Chuy Maria	Parque Tecnoindustrial Castro del Río
Business Park Celaya	Parque Industrial León-Bajío (PILBA)
Parque Industrial Colinas de León	Prologis Park Opcion
Parque Industrial Colinas de Apaseo	Parque Industrial Santa Fe
Parque Industrial Colinas del Rincón	Sky Plus Logistic & Aerospace Park
Parque Industrial Colinas de Apaseo	Vesta Park Guanajuato
Parque Industrial Cuadritos	Parque Industrial VYNMSA Guanajuato
Parque Industrial VYNMSA Silao	

De enero a marzo de 2019, las aerolíneas mexicanas sumaron un tráfico de carga de 86 mil 400 toneladas, lo que significó un incremento de 2% respecto a las 84 mil 728 toneladas del año previo, de acuerdo con las estadísticas mensuales de la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC).

III. METODOLOGÍA

Con la información recabada se decidió tomar una muestra para efectuar una encuesta. La muestra se determinó utilizando una calculadora de muestra, usando un nivel de confianza del 95% y con una población de 405, lo cual, arrojó un tamaño de muestra de 78, por lo tanto, 78 empresas del Bajío pertenecientes a parques industriales, (tales como Castro del Río, Ciudad Industrial, Puerto Interior, FIPASI, entre las cuales destacan empresas como Thyssenkrupp AG, G-TEKT México CORP S.A. de C.V, AMSU de México, Almacenes Vaca, SBLogistics, entre otras) realizaron una encuesta abarcando los temas de presupuesto, frecuencia, tipo de carga, origen, etc.

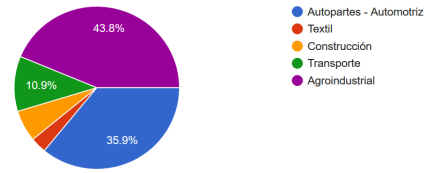
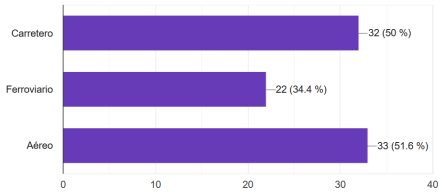
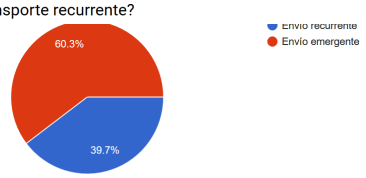
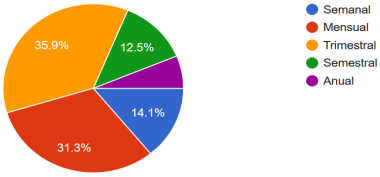
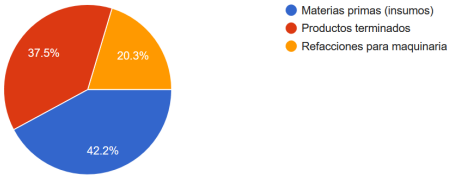
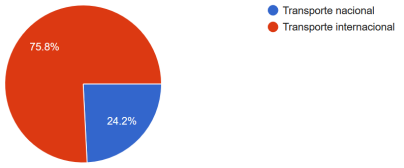
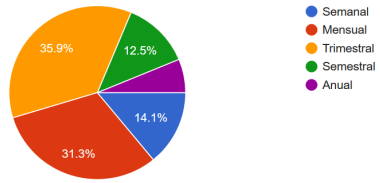
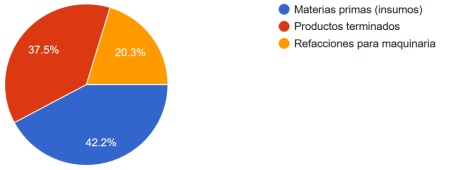
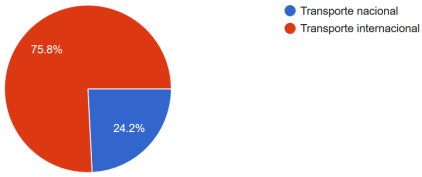
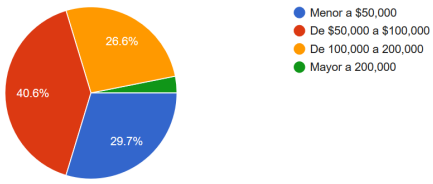
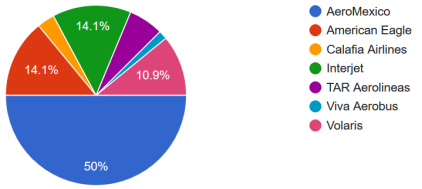
Para conocer la encuesta puede dar click en el siguiente enlace https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeUpVXor6_mMk4sCH4lZBjPtgKhkoi4cNrRldcGCem2xq3o6g/viewform?usp=sf_link

Se realizó una investigación documental y de campo, llevando a cabo las siguientes actividades durante un periodo de 5 semanas.

- Búsqueda de información referente al Aeropuerto Internacional del Bajío (BJX) (Asociación reguladora, estadísticas, volúmenes, tasas anuales de crecimiento, etc.).
- Creación de encuestas para evaluar el nivel de participación del transporte aéreo en las empresas del Bajío.
- Difusión de las encuestas a las empresas previamente seleccionadas de la región.
- Análisis de los resultados obtenidos.
- Formulación de las conclusiones correspondientes.

IV. RESULTADO

Tabla 1. Resultados de la encuesta *"Evaluación del desempeño del transporte aéreo en la cadena de suministro para el abastecimiento de empresas industriales en el Estado de Guanajuato"*

¿Cuál es el sector industrial que atiende su empresa? 	Seleccione el/los medios de transporte empleados para el suministro de mercancías 	¿El uso de transporte aéreo se sitúa en envío emergente o como transporte recurrente? 
¿Con que frecuencia usa el transporte aéreo como principal alternativa para el abastecimiento de mercancías? 	¿Qué tipo de carga es la más frecuente que envía por transporte aéreo? 	Indique si el servicio de transporte es nacional o internacional 
¿Con que frecuencia usa el transporte aéreo como principal alternativa para el abastecimiento de mercancías? 	¿Qué tipo de carga es la más frecuente que envía por transporte aéreo? 	Indique si el servicio de transporte es nacional o internacional 
Especifique de que tipo Ninguna No hay ninguno Ninguno Asalto a los conductores de la unidad de transporte, robo de auto partes del mismo material	¿En cuál de los siguientes rangos se encuentra su presupuesto trimestral para el uso de transporte aéreo? 	¿Cuál es la aerolínea con la que tiene mayor relación comercial para sus transportes aéreos? 

V. CONCLUSIONES

En este proyecto se propuso y realizó la evaluación del desempeño del transporte aéreo en la cadena de suministro para el abastecimiento de empresas Industriales en el estado de

Guanajuato. Con la finalidad de evaluar la participación de este modo de transporte en las empresas del Bajío se realizaron encuestas, las cuales fueron difundidas a 63 empresas de la Región, pertenecientes a diferentes parques industriales, tales como Castro del Río, FIPASI, entre otros, de las cuales destacan las empresas Thyssenkrupp AG, G-TEKT México CORP S.A. de C.V., etc.

Los resultados obtenidos indicaron que la gran mayoría de las empresas del Bajío optan por utilizar el transporte aéreo de mercancías por su rapidez y seguridad, de igual manera destacó que las mismas realizan envíos de emergencia, estos con destino internacional, especialmente a América del Norte.

Debido a esto es de suma importancia que se invierta en este sector para implementar nuevas tecnologías en el transporte aéreo de mercancías. Cabe mencionar que este modo de transporte cuenta con índices bajos de siniestralidad, razón por la cual las empresas están optando por migrar a esta opción, es importante destacar que con el surgimiento de nuevas y mejores tecnologías el costo irá en declive.

De igual manera, se conoció que el presupuesto para el envío de mercancías por este modo de transporte aproximadamente es alrededor de entre 50,000 y 100,00 pesos mexicanos, aunado a sus bajos niveles de siniestralidad y sus elevados índices de rapidez y seguridad, se concluyó que el costo es beneficioso.

VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico y al CONACyT por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano, así como al profesor investigador por darme la oportunidad de participar en este proyecto.

REFERENCIAS

Alles, M. (2006). Desempeño por competencias. Buenos Aires: Edfitorial Granica.

AMPIP. (24 de Enero de 2019). Directorio de Parques Industriales. Obtenido de https://ampip.org.mx/es/directorio-parques-industriales/page/2/

Azúa, O. (18 de Junio de 2018). Aeropuerto Internacional del Bajío . Obtenido de https://www.aeropuertos.net/aeropuerto-internacional-del-bajio/

Ballou, R. (2004). Logística, Administración de la cadena de suministro. México: Pearson Educación.

Civil, D. G. (22 de Enero de 2018). Aviación Mexicana en Cifras. Obtenido de http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGAC-archivo/modulo5/amc-2017-i.pdf

IATA. (25 de Diciembre de 2018). El valor de la asociación en México. Obtenido de https://www.iata.org/pressroom/pr/Documents/Informe-Impacto-Economico-NAICM.pdf

Sabria, F. (2016). La cadena de suministro. Barcelona: Marge Books.

Torres, J. (17 de Junio de 2015). Evaluación del desempeño. Obtenido de https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/evaluacion-de-desempeno

Vila, C. (2015). Logística de la carga aérea. Barcelona: Marge Books.

Evaluación macroestructural y de resistencia ala corrosión de soldaduras hibridas G-MAWG-TAW

Manuel Alejandro Filio Garcia
Universidad Autónoma de Coahuila,
Facultad de Metalurgia
Carretera 57, Los Bosques, CP: 25710,
Monclova , Coahuila
mfilio@uadec.edu.mx

Asesor: Marco Arturo Garcia Rentería
Universidad Autónoma de Coahuila,
Facultad de Metalurgia
Carretera 57, Los Bosques, CP: 25710,
Monclova , Coahuila
imarcoagarent@gmail.com

Resumen — En este proyecto de investigación se llevaron a cabo aplicaciones de depósitos de soldadura sobre múltiples probetas de Acero Inoxidable 304 en las cuales se controlaron variables de cada método empleado tanto para G-MAW como para G-TAW. Que comprenden voltajes, amperajes y demás. Ambos métodos ofrecen diferentes e interesantes propiedades y beneficios que al combinarlos se espera obtener un producto de propiedades superiores tanto mecánica y estéticamente que son bondades del método G-MAW y superioridad en la resistencia a la corrosión que es una de las mayores virtudes del producto obtenido del método G-TAW este nuevo resultado producto del método Hibrido debe tener un mejor comportamiento mecánico debido a que ahora la zona afectada por el calor debe ser menor así como el aporte térmico proporcionado por cada método por separado y el empleo de gases inertes para evitar la formación de subproductos en el momento de la fundición del material aleante darán un mayor tiempo de vida útil de la unión Hibrida.

Palabras clave — zona afectada térmicamente, perfil de penetración, Angulo de contacto, Aporte Térmico, Identificación de Fases.

Abstract — In this research project, welding tank applications were carried out on multiple 304 Stainless Steel specimens in which variables of each method used for both G-MAW and G-TAW were controlled. That include voltages, amperages and others. Both methods offer different and interesting properties and benefits that, when combined, are expected to obtain a product with superior properties both mechanically and aesthetically that are goodness of the G-MAW method and superiority in corrosion resistance which is one of the greatest virtues of the product obtained of the G-TAW method this new result product of the Hybrid method must have a better mechanical behavior because now the area affected by the heat must be smaller as well as the thermal contribution provided by each method separately and the use of inert gases to avoid The formation of by-products at the time of melting of the alloying material will give a longer lifetime of the Hybrid junction.

Keywords — Thermical Affected Zone , Penetration profile , Contact Angle , Thermical Aport , Identification of fases.

I. INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de desarrollar este trabajo es contrarrestar algunas carencias o limitantes presentes en cada proceso por separado, debido a que en antecedentes en la industria hay ocasiones en las que los depósitos no cumplen con los estándares de calidad establecidos, tales como: perfil de penetración, Angulo de contacto, aporte térmico, zonas térmicamente afectadas e identificación de fases. Ya que en algunos casos las condiciones y parámetros con las que los depósitos se realizaron generan condiciones en los cuales el perfil de penetración es muy bajo, el Angulo de contacto no es el adecuado y el depósito pareciera estar despegado de la superficie que se desea unir; también hay ocasiones en las que el aporte térmico de la antorcha es demasiado elevado y esto genera que las

propiedades mecánicas del material se vean afectadas ya que la zona térmicamente afectada es mucho mayor y eso puede ocasionar fallas estructurales o que al momento de realizar una metalografía para la identificación de fases no obtengamos los resultados esperados.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Soldadora G-MAW LINCOLN ELECTRIC

Soldadora G-TAW LINCOLN ELECTRIC

Acero inoxidable 304 de 6.35 mm de espesor ,15 cm de ancho por 60 cm de largo

Carrete de soldadura para acero inoxidable

Maquina desplazadora multipaso

Acido clorhídrico

Metabisulfito de potasio

Fuente de poder

Lija de agua (80,120,240,320,400,600,1000,1500 y 2000)

Cortadora cinta cierra

Alcohol

Agua

Alúmina

Se coloco el acero inoxidable en la cortadora y se realizaron cortes cada 6 cm para obtener un total de 9 probetas de 6 cm por 15cm, una vez realizado los cortes se procedió a la aplicación de los depósitos. Para esto se colocó la antorcha de G-TAW al frente y de tras el maneral de G-MAW en la maquina desplazadora ambos manerales se colocaron encontrados y con una inclinación de 35 grados respecto a la superficie a soldar. Esos depósitos fueron realizados cada uno con distintas configuraciones tanto de voltaje y amperaje, así como velocidad de alimentación del carrete y velocidad de desplazamiento transversal, posteriormente a cada probeta se le realizaron 6 cortes cada 1cm para obtener 6 muestras de 6 cm de ancho por 1 cm de largo, se identificaron y enumeraron todas las piezas y se comenzó con el pulido de cada una de ellas hasta llegar al acabado espejo para poder realizar la metalografía.

Este pulido inicio desde la lija 80 hasta la 2000 y finalizo con alúmina sobre paño de billar. Una vez alcanzado el acabado espejo se realizo el ataque químico para revelar el perfil de penetración y parameros medibles, este ataque consistía en una mezcla de metabisulfito de potasio y alcohol una vez lista la solución se coloco un vaso de precipitado y se realizo la conexión a la fuente de poder, en esta se coloco el cátodo a la probeta y el ánodo a una barra de grafito sumergido en la solución. La fuente de poder se programo a manera de obtener en la salida 30 volts a 10 ampers y la probeta solo estaba en contacto con la solución

en la cara pulida durante 5.5 seg., ese tiempo y esas variables eran suficientes para revelar el alcance de la soldadura.

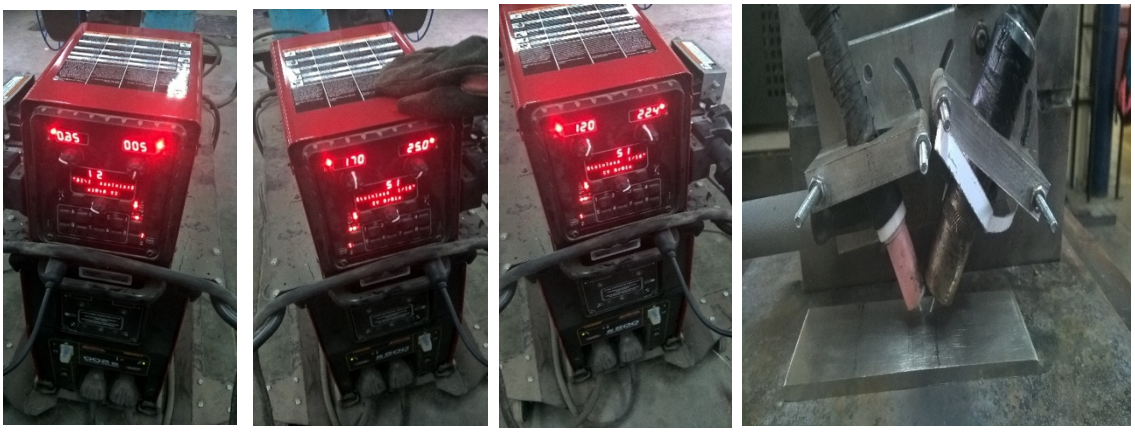
Posteriormente se digitalizaron todas las probetas para poder procesar las imágenes en el software AutoCAD

III. RESULTADOS

Los valores y parámetros utilizados para la aplicación de los depósitos se muestran reflejados en la Tabla 1. La figura 1 muestra las distintas configuraciones que se utilizaron.

Tabla 1. Valores y parámetros utilizados para la aplicación de los depósitos

	GMAW			GTAW	
PROBETA	V	A	σ STO	V	A
1	186	27	2.4	11.4	120
2	186	26	4.5	11.9	100
3	187	26	4.5	13.4	120
4	185	26	4.5	14.4	140
5	190	25	4.5	17.5	160
6	27	247	4.6	8.5	100
7	27	240	4.6	10.5	120
8	27	250	4.6	11.7	140
9	27	260	4.6	13.5	160



a) b) c) d)

Fig. 1 Configuraciones utilizadas

La figura 2 muestra los resultados físicos obtenidos en las probetas.

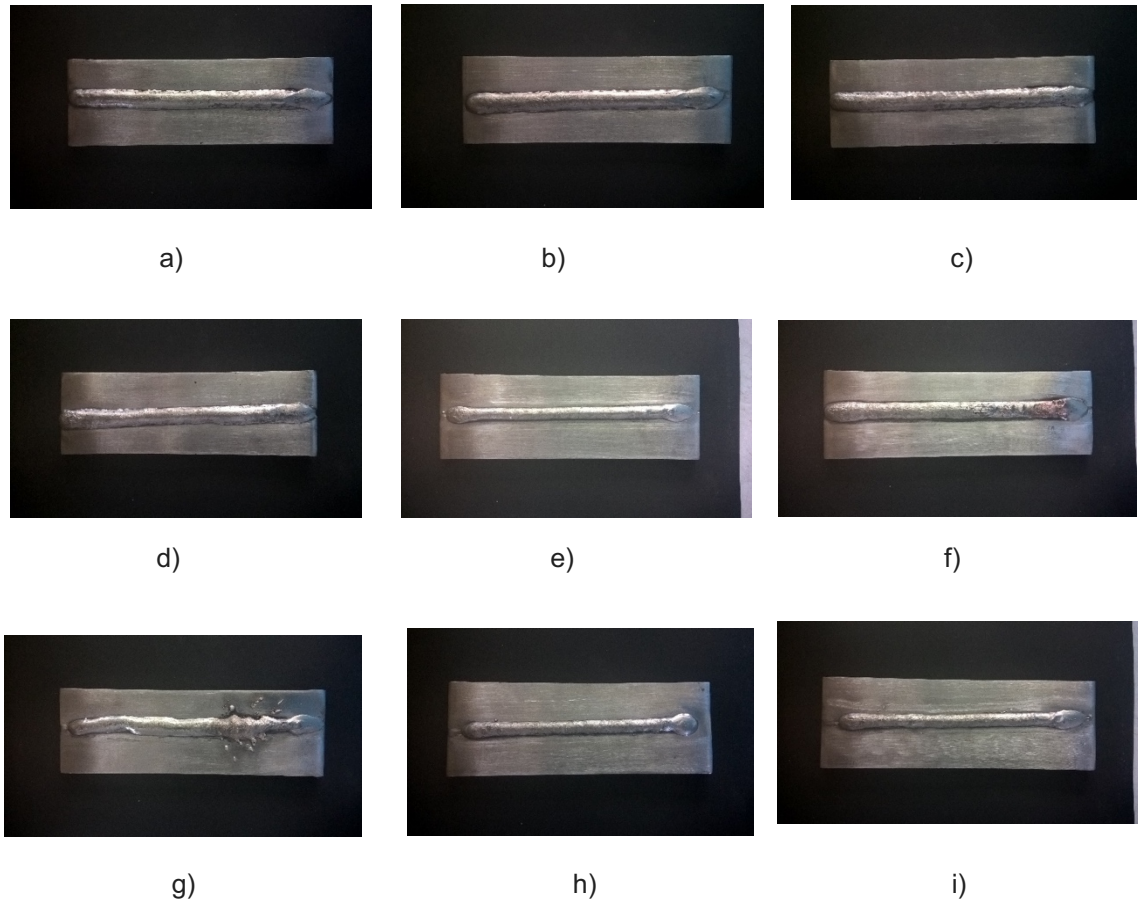


Fig. 2. Resultados obtenidos en las probetas.

IV. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

El procesar la imágenes de la probetas en el software AutoCad nos permitió poder medir en valores reales los parámetros obtenidos por las diferentes practicas de soldadura aplicadas y poder entender el comportamiento de los depósitos al compararlos con las variables programadas en los equipos y los medidos por el software. La Tabla 2 compila distintos parametros medibles gracias a la digitalización de imágenes.

Gracias a esto se puede determinar que hay factores que favorecen la penetración de la soldadura o la altura del deposito e incluso el ancho del cordón entonces los resultados mas favorables y proporcionales fueron los obtenidos en la probeta numero 1.

Tabla 2. Medición de distintos parámetors

probeta	SEGMENTO	ALTURA mm	ANGULOS °	PENETRACION mm	ANCHURA mm
1	A	2.47	135/137	4.11	11.22
	C	2.87	143/135	4.43	11.08
	F	2.95	141/136	4.1	11.17
2	A	2.87	129/118	3.38	9.43
	C	2.88	131/134	3.14	10.18
	F	2.61	142/115	3.22	10.07
3	A	3.15	134/121	3.4	11.12
	C	2.74	132/130	3.32	10.07
	F	2.78	137/119	3.33	10.13
4	A	2.87	142/141	3.44	10.13
	C	2.95	142/137	3.4	10.91
	F	2.95	129/130	3.31	10.26
5	A	2.68	137/129	1.82	10.22
	C	2.66	130/123	2.27	10.44
	F	2.3	134/136	2.58	10.65
6	A	2.79	130/126	2.6	7.42
	C	3.31	125/111	2.65	8.26
	F	3.37	120/122	2.87	7.87
7	A	2.54	112/137	2.91	7.81
	C	3.5	124/100	2.75	7.56
	E	2.75	124/123	2.08	8.17
8	A	2.96	113/128	2.45	7.8
	C	2.89	121/126	2.52	7.58
	F	2.74	125/121	2.59	7.73
9	A	2.83	139/124	3.39	9.9
	C	3.66	110/125	2.87	9.94
	F	3.51	90/115	2.91	10.31
promedios		**2.91037037**		**3.031111111**	**9.534444444**
desviacion estandar		0.32476597		0.610500005	1.325281779

V. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco grandemente a mi institución la universidad autónoma de Coahuila facultad de metalurgia por permitirnos aprovechar estas oportunidades que nos enriquecen de conocimientos y experiencias, agradezco al investigador Dr. Marco Arturo Garcia Rentería por el apoyo y la innumerable cantidad de conocimientos y consejos que me brindo siempre con una gran disposición, agradezco ala universidad de zacatecas por el gran trabajo que realizaron al coordinar estas actividades tan importantes y agradezco a mis padres y

hermana por la comprensión el apoyo y la motivación que cada día me brindan incondicionalmente.

REFERENCIAS

[1] Cristian Fin Schneider, Camila Pereira Lisboa, Rodrigo de Almeida Silva and Richard Thomas Lermen. Optimizing the Parameters of TIG-MIG/MAG Hybrid Welding on the Geometry of Bead Welding Using the Taguchi Method.

Extracción de tintes a partir de hueso de mango

Santoyo Banda Gerardo Geovani
Instituto Tecnológico Superior de Abasolo.
Ingeniería en Energías Renovables.
gerardo1998_@hotmail.com

Asesor: Sabás Segura José
Instituto Tecnológico Superior de Abasolo.
Coordinación de Energías Renovables.
jose.sabas@tecabasolo.edu.mx

Resumen — En esta investigación se evaluó el comportamiento del hueso de mango para la elaboración de tinte empleándose como un sensibilizador enfocado para celdas solares. En este artículo se describe el proceso de obtención del colorante y los parámetros para la extracción y evaluación del tinte.

Palabras clave — Extracción tintes, semiconductor, celda solar sensibilizada.

Abstract — In this investigation evaluated the behavior of the mango bone for dye making using it as a sensitizer for solar cells, focusing on how semiconductor the handle is. This article describes the process of obtaining the dye and parameters for obtaining for extraction and performance.

Keywords — Dye extraction, semiconductor, sensitized solar cell.

I. INTRODUCCIÓN

México cuenta con un gran potencial para la generación de energías renovables, especialmente energía solar, ya que el país tiene una ubicación geográfica privilegiada, dentro de una de las zonas con mayor irradiación solar a nivel mundial [1].

Existe una gran versatilidad de muestras para ponerse a prueba en la aplicabilidad de servir como tintes para celdas solares. En esta investigación evaluamos el hueso de mango.

II. MARCO TEÓRICO

Existen muchos tipos diferentes de celdas solares, tales como la celda solar de silicio, estado sólido celda solar, celda solar orgánica, celda solar de película delgada, celda solar de película gruesa y celda solar sensibilizada [2].

Para que se considere un fotosensibilizador eficiente debe cumplir ciertos requisitos, tales como:

- Una fuerte absorción en la región visible.
- Fuerte enlace químico a la superficie del semiconductor.
- Inyección eficiente de electrones en la banda de conducción del Semiconductor.
- La estabilidad del tinte debe ser excelente.
- El tinte debe ser barato y fácil de sintetizar.
- Finalmente, el tinte también debe ser no tóxico y reciclable [3].

Las características de voltaje de corriente (I-V) de las celdas solares sensibilizadas se emplean para determinar la conversión de energía y eficiencia de estas. La comparación se dará de acuerdo a la curva del semiconductor respecto a las obtenidas en cada cátodo de nuestra muestra [4] (Figura 1).

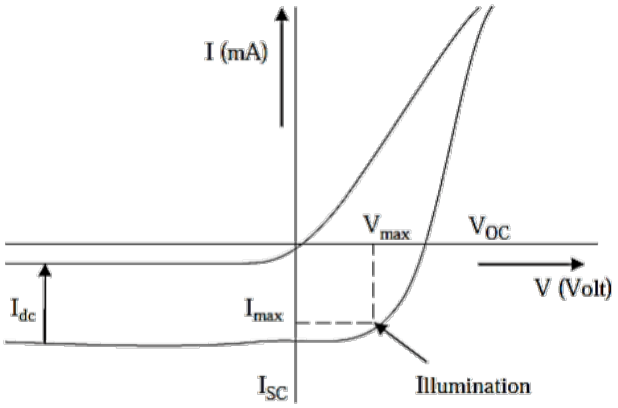


Figura 1. Curva característica de un semiconductor.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

La extracción de tintes se obtiene al lavar el hueso del mango para evitar residuos de pulpa, posteriormente al triturar el mango hasta dejarlo en forma de pasta y posteriormente disolverse en NaOH (Óxido de Sodio) para obtener el tinte [5].

Es importante contar con el equipo necesario para la obtención del tinte. A continuación, se muestra en la tabla 1 el equipo y material necesario para la obtención de tinte de hueso de mango.

Tabla 1. Materiales para la extracción del tinte.

Equipo	Material
Bomba de vacío	NAOH
Bomba de rotación	H_2O Destilada
Agitador	Hielos
Bascula	Hueso de mango
Pinzas	Matraz
Mortero	Aforador de 250 ml
Simulador solar	
Osciloscopio	
Horno	

Para la obtención del tinte se toma como pivote que por cada 100 ml de agua destilada contendría 0.5 gr de NaOH. El peso de la muestra fue de 20.25 gr de pasta de mango. La relación del peso y de la cantidad de disolvente fue de 500 ml de agua destilada.

La solución se agito durante 1 hora, para posteriormente filtrarlo mediante una bomba de vacío para separar los residuos sólidos. Posteriormente, colocamos la solución en la

bomba de rotación a 50 rpm y 70 grados centígrados durante 58 min hasta obtener una solución espesa [5].

Para la fabricación de las celdas solares orgánicas se utilizaron sustratos de vidrio de 2.5 cm × 2.5 cm (Corning®), oxido de estaño dopado con indio, el cual ha mostrado un buen balance entre transparencia y conductividad (ITO, Óxido de Indio-Estaño) mostrados en la Figura 2.

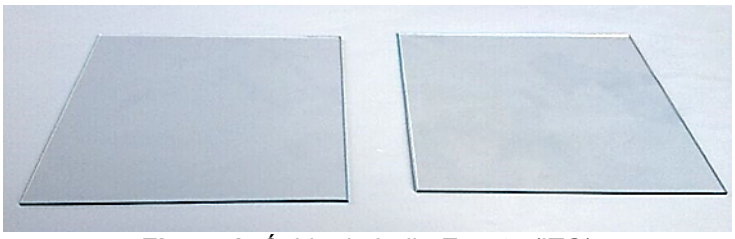


Figura 2. Óxido de Indio-Estaño (ITO)

Después se sometió la muestra a un baño ultrasónico (cole-Parmer®), mostrado en la figura 3. Posteriormente se colocó la muestra 10 minutos en el horno a 80°C para secar las películas de los dispositivos, ya que este elimina el disolvente de los sustratos (Figura 4).

Figura 3. Baño ultrasónico (cole-Parmer®)

Figura 4. horno (cole-Parmer)

La muestra se colocó en el spin (spin coater WS-650-23, mostrado en la figura 5) a 500 rpm durante 2 minutos, con la finalidad de conseguir una solución más uniforme. Este equipo es compacto con características avanzadas, tiene una velocidad de rotación máxima de 12 000 rpm y mínima de 500 rpm. Figura 5. spin coater WS-650-23.

Figura 5. Spin coater WS-650-23.

Para la elaboración de la celda, se realizó el enmascarado, donde se colocó una cinta pegada a un papel malte con tres perforaciones de 3 ml sobre el ITO, posteriormente se le agrego el cátodo, al fundir fuse metal siendo este depositado en los huecos del papel. Se dejó como ánodo una parte limpia del ITO, libre de colorante o metal.

Para la evaluación de la celda solar orgánica se utilizó el simulador solar SS150 del distribuidor SCIENCETECH, junto con una fuente programable Keithley (2450), mostrado en la figura 6, del distribuidor SourceMeter®, la evaluación se realizó una vez terminada la fabricación.

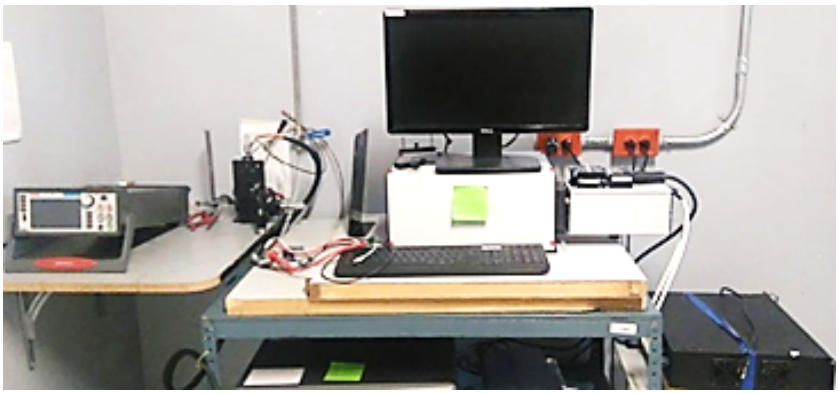


Figura 6. Arreglo del simulador solar.

IV. RESULTADOS

De acuerdo con el estudio que se hizo en el simulador solar, se obtuvieron las siguientes gráficas respecto a cada cátodo comparándola con la gráfica del semiconductor mencionada con anterioridad.

En la figura 7 se observa la primera prueba, donde se aprecia que el hueso de mango muestra una curva parecida a la de un semiconductor, similar la curva característica de un semiconductor, (Figura 1).

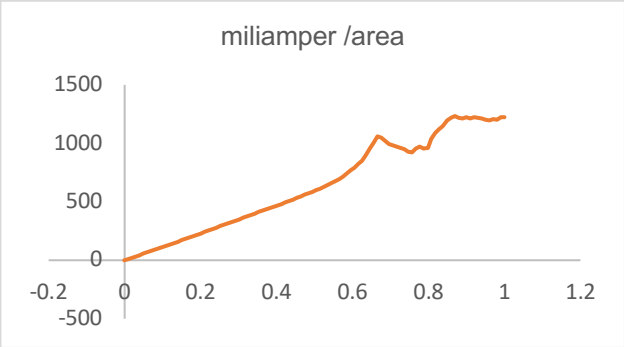


Figura 7. Primera prueba.

En la figura 8 se muestra la segunda prueba, donde se observa la curva de un elemento resistivo, por tanto, no mostro resultados concluyentes.

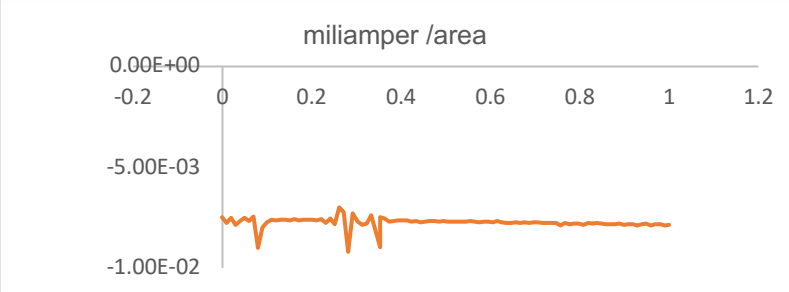


Figura 8. Segunda prueba.

En la figura 9 indica un comportamiento de semiconductor de acuerdo a la forma de su curva, más sin embargo muestra un amperaje bajo de acuerdo a la evaluación de la gráfica.

Figura 9. Tercera prueba.

V. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones más importantes es mejorar el proceso de filtrado de residuos del hueso y el proceso de extracción es cambiar NaOH al 0.5% por otro solvente.

VI. CONCLUSIÓN

La elaboración de tintes con hueso de mango es prometedora, ya que sin duda se trata de un semiconductor como se demostró mediante la gráfica voltaje-corriente para el tinte en comparación con la gráfica J-V del semiconductor. Por otro lado, la viabilidad de este sensibilizador, siendo el tinte una alternativa por su bajo costo, fácil obtención y con daños mínimos hacia el medio ambiente.

El proceso para la obtención del tinte utilizando un medio acuoso con NaOH mostró algunos problemas, debido al alto contenido de impurezas, por lo cual, se recomienda tomar como prueba algún otro solvente, y mejorar el proceso de filtración utilizando una malla más porosa.

VII. RECONOCIMIENTOS

Gracias al asesor por el apoyo incondicional para llevar a cabo la investigación. Así mismo, expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de Abasolo y al Centro de Investigaciones en Óptica por el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

REFERENCIAS

[1] J. Santiago Rodríguez Suárez, Emmanuel Espinoza Navarrete. (2017). LA INDUSTRIA SOLAR FOTOVOLTAICA Y FOTOTÉRMICA EN MÉXICO. PROMÉXICO, Primera edición, 172.

[2] Ángela Ramírez-García, Luis Torres-Bustillos a, Gemma Cervantes-Torre. (MAYO DE 2015). Caracterización química de la semilla de mango (Mangifera indica L.) y la valorización de algunos de sus componentes. 09/07/2019, de XII Encuentro Participación de la Mujer en la Ciencia, At Querétaro. Sitio web: Caracterizacion_quimica_de_la_semilla_de_mango_Mangifera_indica_L_y_la_valorizacion_de_algunos_de_sus_componentes.

[3] Ronald H. Howell, William J. Coad y Harry J. Sauer, Jr. (2013). Principles of Heating Ventilating and Air Conditionin. Atlanta: ASHRAE.

[4] G. N. Tiwari and Swapnil Dub. (2010). Fundamentals of Photovoltaic Modules and Their Applications. SC Energy Series, No. 2, 423.

[5] Dr. Taher M. El-Agez, Dr. Sofyan A. Taya. (2016). Natural Pigments Extracted from Plant Leaves as Photosensitizers for Dye-sensitized Solar Cells.Submitted to the Faculty of Science as a Partial Fulfillment of the Master Degree of Science (M. Sc.) in Physics Universidad Islámica de Gaza.

[6] Jorge Enrique Devia Pineda, Diego Fernando Saldarriaga. (2005). Proceso para obtener colorante a partir de la semilla del aguacate. Universidad EAFIT, Vol. 41. 8.

Extracción de tintes del mango para la fabricación de celdas solares orgánicas

Negrete Villegas Luis Angel
Instituto Tecnológico Superior de Abasolo
Ing. Energías Renovables
Cuitzeo de los Naranjos 401
C.P. 36976, Abasolo, Gto.
luis-villa999@hotmail.com

Asesor: Sabás Segura José
Instituto Tecnológico Superior de Abasolo
Coordinación de energías renovables
Cuitzeo de los Naranjos 401
C.P. 36976, Abasolo, Gto.
jose.sabas@tecabasolo.edu.mx

Resumen— En este artículo se presenta una preparación de tintes naturales que serán utilizados en celdas solares orgánicas sensibilizadas por colorante (CSOSPC) utilizando hidróxido de sodio (NaOH) y agua como disolvente. Estos tintes se extraerán del hueso del mango el cual se disolverá con el (NaOH), una vez obtenido el tinte, se utilizará para realizar pruebas que nos ayuden a comprobar si se logra una mayor eficiencia en estas (CSOSPC) que con las existentes en la actualidad en el mercado. Los tintes serán colocados en hitos y se expondrán a una máquina de iluminación solar en la cual se realizarán las pruebas que nos ayudarán a conocer el voltaje y la corriente que nuestro tiente puede ofrecer.

Palabras clave — Celdas solares orgánicas sensibilizadas por colorante, celda solar, tintes naturales.

Abstract — This paper presents a preparation of natural dyes that will be used in organic solar cells sensitized by dye (CSOSPC) using sodium hydroxide (NaOH) and water as solvent. These dyes will be extracted from the mango bone which will dissolve with the (NaOH), once the dye is obtained, it will be used to perform tests that help us to verify if a greater efficiency in these (CSOSPC) is achieved than with those existing in the current market. The dyes will be placed in milestones and will be exposed to a solar lighting machine in which the tests will be carried out that will help us to know the voltage and current that our temples can offer.

Keywords — Organic solar cells sensitized by dye, solar cell, natural dyes.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe una gran demanda en la sociedad por el requerimiento de los servicios de energía para satisfacer sus necesidades, para lo cual, se están llevando a cabo diversos métodos para el aprovechamiento de los recursos naturales, encontrando en ellos, una utilización con el empleo en las energías renovables.

Existen diferentes tipos de celdas solares, tales como la celda solar de silicio, celda solar de estado sólido, celda solar orgánica, celda solar de película delgada, celda solar de película gruesa y celda solar sensibilizada.

Durante este proyecto se trabajó en la obtención de un tinte para las celdas solares sensibilizadas por colorante (CSSC), este es uno de los dispositivos fotovoltaicos de tercera generación las cuales se basan en el tinte como parte del sensibilizador [2].

Las características de voltaje y de corriente (I-V) de las celdas solares sensibilizadas se dará de acuerdo a la curva del semiconductor (figura 1) la cual se utilizará como base para determinar la conversión de energía y la eficiencia del tinte [4].

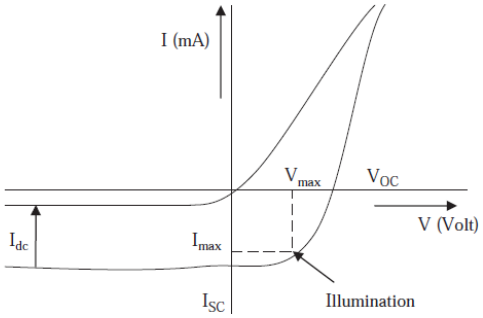


Figura 1. Curva característica de un semiconductor.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo del proyecto se consideraron los materiales, reactivos y equipo listado en la (tabla 1).

Tabla 1. Materiales para el desarrollo del proyecto.

Material	Cantidad	Reactivos	Cantidad	Equipos
Aforador 250 ml.	1	NaOH 5%	0.5 gr.	Bomba de vacío.
Matraz.	1	Agua destilada.	100 ml. (Por prueba).	Bomba de rotación.
ITO (*Óxido de Indio-Estaño*)	1	Hueso de mango.	20 g	Parrilla de agitación.
Vaso de precipitado.	1	Field's metal	20 g	
Agitador.	1			
Bascula.	1			
Mortero.	1			
Horno *(cole-Parmer)*.	1			
Spiner (spin coater WS-650-23)	1			
Simulador solar. (SS150 solar simulator) del distribuidor SCIENCETECH	1			
Osciloscopio.	1			

El procedimiento para la obtención del tinte fue el siguiente:

1. Para la obtención del tinte es importante eliminar la pulpa y residuos que existan en el hueso, ya que estos son impurezas y afectaran al momento de realizar pruebas de eficiencia.

a) El hueso de mango debe ser molido o triturado hasta lograr que tenga la consistencia de una pasta.

2. La pasta resultante debe ser disuelta por la mezcla del agua destilada y el NaOH (figura 2).

   a) Este proceso se lleva a cabo en la parrilla de agitación y debe durar 1 hora aproximadamente.

   b) Para las pruebas que realizaron se obtuvo que un método ideal es por cada 10 gr de hueso de mango utilizar 50 ml de agua y 0.25 gr de NaOH [3].

Figura 2. Mezcla de hueso de mango, agua destilada y NaOH.

3. Una vez obtenida la mezcla, esta se debe filtrar con ayuda de la bomba de vacío. El propósito de este paso es lograr eliminar el mayor contenido de impurezas posibles.

4. Después, la solución resultante se coloca en la bomba de rotación para así con una temperatura determinada poder destilarla (figura 3). De acuerdo a las propiedades y cantidad de la sustancia, este paso fue llevado a cabo a 50 rpm en intervalos de rotación de 45 segundos y 70° C durante un lapso de 58 minutos.

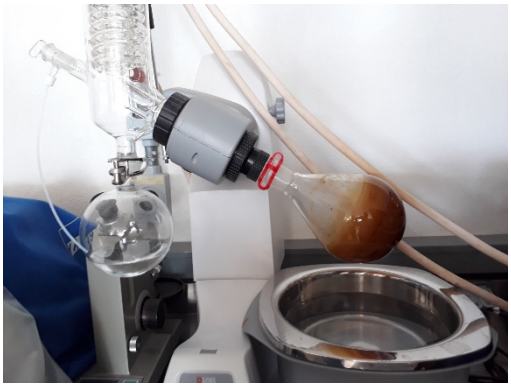


Figura 3. Bomba de rotación con tinte de hueso de mango.

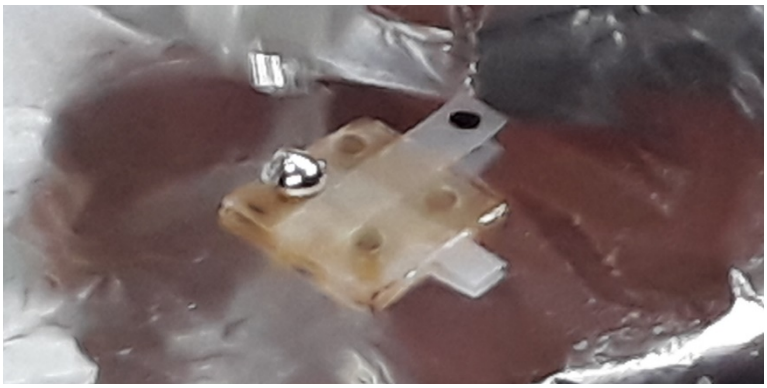
a) El lapso para la obtención del tinte nunca es igual debido a que el propósito es que la sustancia restante después de la destilación quede similar a la densidad y viscosidad de un tinte normal (ejemplo, la tinta china).

5. Para realizar las pruebas el tinte fue colocado sobre el cristal (ITO), ya que por sus propiedades es similar a una celda solar común.

   a) Con ayuda del spiner a 500 rpm se logró extender el tinte por todo el ITO.

   b) El ITO con tinte fue expuesto en el horno a 80° C para lograr la fijación del tinte.

   c) Después de que el ITO estuviera nuevamente a temperatura ambiente, se colocó el Field's metal sobre la superficie y posteriormente dejando un pequeño espacio que nos sirva como catalizador poder realizar las pruebas (figura 4).



Figua 4. Muestra de colocación del Field's metal sobre el ITO.

6. Una vez colocado el Field´s metal sobre el ITO, se pueden realizar las pruebas gracias al osciloscopio y el simulador solar.

   a) Las medidas intensidad-voltaje fueron registradas gracias al osciloscopio.

   b) Gracias al osciloscopio podemos guardar los resultados obtenidos en alguna memoria USB, y así, poder observarlos en cualquier momento deseado por algún software que cumpla con la función de graficar (figura 5).

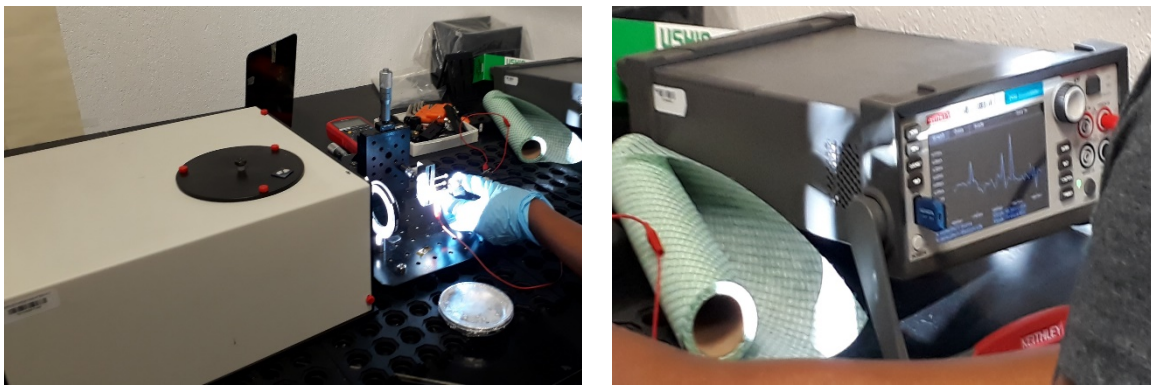


Figura 5. a) Simulador solar, b) Osciloscopio.

III. RESULTADOS

Se logró obtener un tinte que cumplió con las expectativas esperadas durante la investigación para la realización de este proyecto (figura 6).

Figura 6. Muestra del tinte obtenido a partir del hueso de mango.

Para comprobar si la eficiencia de las (CSOSPC) de mango fuera la deseada, se sometieron los ITO con tinte a un simulador de luz solar para que se lograran tomar las medidas comparativas de la curva de intensidad-voltaje, y así fue que se pudo hacer la comparación con la gráfica ideal del semiconductor.

Las curvas que se obtuvieron de las tres pruebas realizadas se muestran en la imagen 8, las cuales pueden ser comparadas con la figura 7**,** que era la curva de semiconductor a la que se deseaba llegar. Es necesario mencionar que las irregularidades que se encuentran en las gráficas de curvas se deben a impurezas del tinte que no se lograron filtrar.

Durante el desarrollo del proyecto se decidió realizar tres pruebas, y de esta manera, quedaron evidencias de que el comportamiento del tinte fuera similar, y si no lo fuera, buscar los factores que pudieron afectar el comportamiento.

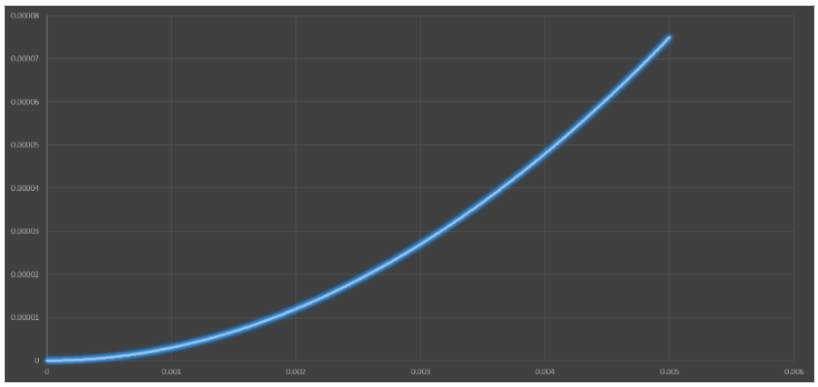
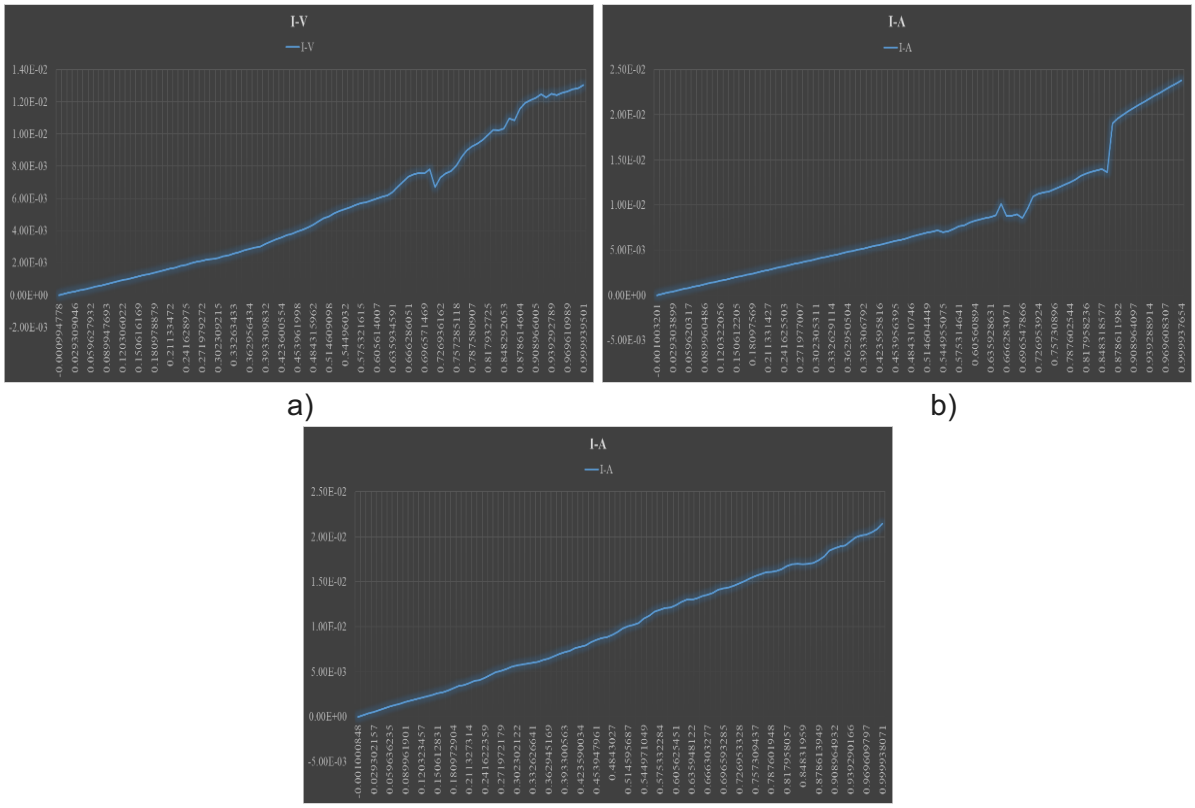


Figura 7. Curvatura esperada por las pruebas.



Figua 8. a) gráfica de primera prueba realizada, b) gráfica de segunda prueba realizada, c) gráfica de tercera prueba realizada.

IV. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Se logro llegar a los resultados esperados durante la investigación del proyecto, lo que nos hace comprobar que las (CSOSPC) son una excelente opción que nos puede ayudar a disminuir el uso de celdas solares de silicio.

Para lograr una mejora hacia este proyecto, es necesario tomar en cuenta que, en la parte de la filtración, nuestros resultados fueron variando de acuerdo a la semi parábola esperada debido a las impurezas restantes, por lo que se hace una invitación a futuros interesados en este proyecto que intentes distintos tipos de filtrado de sólidos para lograr una mejor eficiencia es las (CSOSPC).

V. CONCLUSIONES

La elaboración de tintes con hueso de mango es prometedora, debido a que se trata de un semiconductor como fue mostrado en la en las pruebas evaluación. Esto es debido a que la gráfica intensidad-voltaje mostrada, cuenta con similitud tanto de parte del tinte como la gráfica I-V del semiconductor.

Es importante señalar la viabilidad de este sensibilizador, ya que los tintes orgánicos son una alternativa debido a su bajo costo, fácil obtención y sus desechos cuentan con

daños mínimos hacia el medio ambiente. Esto nos invita a buscar otros productos orgánicos que sus propiedades sean similares con las del mango y así contar con la certeza de que se tratara de un tinte bastante eficiente.

El proceso para la obtención del tinte debe ser mejorado para minimizar las de impurezas, con lo cual se recomienda mejorar el proceso de filtrado o utilizar el método de extracción por benceno. Por lo tanto, se considera pertinente repetir el estudio con diferentes concentraciones.

VI. RECONOCIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento a Centro de Investigación en Óptica “CIO” por el apoyo con los materiales y la maquinaria necesaria para poder realizar las pruebas de eficiencia a las (CSOSPC), y al Instituto Tecnológico Superior de Abasolo “ITESA” por permitirnos la realización de la extracción de nuestros tintes en su institución, además del apoyo otorgado durante la estancia del verano de investigación.

REFERENCIAS.

[1] J. Santiago Rodríguez Suárez, Emmanuel Espinoza Navarrete. (2017). LA INDUSTRIA SOLAR FOTOVOLTAICA Y FOTOTÉRMICA EN MÉXICO. PROMÉXICO, Primera edición, 172.

[2] G.N. Tiwari and Swapnil Dub. (2010). Fundamentals of Photovoltaic Modules and Their Applications. RSC Energy Series, No. 2, 423.

[3] Jorge Enrique Devia Pineda, Diego Fernando Saldarriaga. (2005). Proceso para obtener colorante a partir de la semilla del aguacate. Universidad EAFIT, Vol. 41. 8

[4] Dr. Taher M. El-Agez, Dr. Sofyan A. Taya. (2016). Natural Pigments Extracted from Plant Leaves as Photosensitizers for Dye-sensitized Solar Cells.Submitted to the Faculty of Science as a Partial Fulfillment of the Master Degree of Science (M. Sc.) in Physics Universidad Islámica de Gaza.

Extracción y uso de compuestos fitoquímicos de la Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) como agentes para la funcionalización de nanopartículas magnéticas (A)

Iván Alejandro Domínguez Flores
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de Ciencias Químicas
Blvd. V. Carranza s/n esq. con Ing. José Cárdenas Valdés. Col. República Ote. Saltillo. C.P. 25280. Coahuila. México.
ivandominguez@uadec.edu.mx

Asesor: Dr. Rodolfo Ramos González
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de Ciencias Químicas
Blvd. V. Carranza s/n esq. con Ing. José Cárdenas Valdés. Col. República Ote. Saltillo. C.P. 25280. Coahuila. México.
rodolfo.ramos@uadec.edu.mx

Resumen — El proyecto se centra en la síntesis de nanopartículas magnéticas con extracto de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) para analizar sus propiedades y actividad de inhibición en algunos microorganismos. La extracción de los biocompuestos presentes en la *Hibiscus sabdariffa* tienen un gran potencial de aplicaciones en los procesos tecnológicos actuales, los cuales se consideran por ser compuestos de origen natural y se pueden obtienen de forma limpia para el medio ambiente. Con el enfoque tecnológico, las nanopartículas de magnetita han sido importantes para diversas aplicaciones, una relevante propiedad de las nanopartículas es su capacidad de inhibición de microorganismos. Se considera que las nanopartículas con extractos naturales mejoran la inhibición de microorganismos y mantienen propiedades del extracto y de las nanopartículas de magnetita.

Palabras clave — *Hibiscus sabdariffa*, magnetita, nanopartículas.

Abstract — The project focuses on the synthesis of magnetic nanoparticles with roselle calyces extract (*Hibiscus sabdariffa*) to analyze their properties and inhibition activity in some microorganisms. The extraction of biocomposites present in the *Hibiscus sabdariffa* have great potential for applications in current technological processes, which are compounds of natural origin and can be obtained in a clean way for the environment. With the technological approach, magnetite nanoparticles have been important for various applications, a relevant property of nanoparticles is their ability to inhibit microorganisms. It is considered that nanoparticles with natural extracts improve the inhibition of microorganisms and maintain properties of the extract and magnetite nanoparticles.

Keywords — *Hibiscus sabdariffa*, magnetite, nanoparticles.

I. INTRODUCCIÓN

La extracción de compuestos fitoquímicos de los complejos naturales se ha estudiado para su implementación en innovaciones tecnológicas; según lo reportado en artículos científicos, la jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) tiene importantes beneficios como antioxidantes y antisépticos gracias a sus compuestos fitoquímicos presentes en esta flor comestible. Diversos estudios fitoquímicos indican presencia de antocianinas, así como de compuestos fenólicos, flavonoides, ácido ascórbico, *β*-caroteno y polisacáridos. Los compuestos antioxidantes en esta planta pueden sustituir a los compuestos obtenidos de forma artificial, costosa y perjudicial al ambiente, según reportaron Sumaya & Medina en 2014. [1] Incluso se ha demostrado que el concentrado líquido extraído de *Hibiscus sabdariffa* tiene

propiedades inhibidoras de diversos microorganismos como *E. Coli, Salmonella enterica* y *L. monocytogenes*, según lo reportado por Jaroni y Ravishankar en 2012 [2].

Hay nanopartículas magnéticas (NPM's) de las que se ha reportado la inhibición de microorganismos, tanto en forma pura como funcionalizadas con algún extracto; en un estudio de NPM´s funcionalizadas con polen de abeja se demostró que las NPM´s mejoran la bioactividad de estos compuestos naturales, además se observó mayor resistencia en hongos, bacterias Gram positivo y Gram negativo, según reportaron Spulber & Chifiriuc en el año 2018 [3].

II. MARCO TEÓRICO

A. Extracción de biocompuestos

La extracción de compuestos naturales se perfila dependiendo de tamaño de partícula, temperatura aplicada y tiempo de tratamiento, así como la composición del solvente. La extracción por maceración ha presentado resultados con alto rendimiento de extracto [4].

Acerca de la extracción de biomoléculas se ha sugerido favorable el método de maceración, se observa un alto rendimiento de extracto, aprovechando en gran medida las sustancias antioxidantes naturales en los organismos vegetales. El solvente representa un papel importante para la extracción de los biocompuestos deseados [5]. En la tabla 1 se pueden observar biocompuestos fitoquímicos que se extraen según el solvente utilizado [6].

Tabla 1. Solventes utilizados para extracción de compuestos bioactivos [6].

Agua	Etanol	Metanol	Cloroformo	Éter	Acetona
Antocianinas	Taninos	Antocianinas	Terpenoides	Alcaloides	Fenol
Almidones	Polifenoles	Terpenoides	Flavonoides	Terpenoides	Flavonol
Taninos	Poliacetilenos	Saponinas		Cumarinas	
Saponinas	Flavonol	Taninos		Ácidos grasos	
Terpenoides	Terpenoides	Xantoxilinas			
Polipéptidos	Esteroles	Tatarol			
Lectinas	Alcaloides	Cuasinoides			
		Lactonas			
		Flavonas			
		Fenonas			
		Polifenoles			

B. Nanopartículas magnéticas

El método de síntesis de coprecipitación de NPM's presenta un alto rendimiento de obtención, con un tamaño promedio de cristal de 30 nm. Las nanopartículas de magnetita son usadas ampliamente en ferrofluidos, imágenes biológicas y terapias. [7]

La difracción de rayos X (DRX) es una forma de identificar la estructura de un compuesto cristalino, en la cual se presenta con una estructura cubica en la magnetita, el tamaño promedio de este tipo de nanopartículas es entre 15-40 nm [8].

III. MATERIALES Y MÉTODOS

a) Obtención de extracto

Para la realización de la extracción por maceración se utilizó 14 g de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) molida y 250 mL de agua destilada.

Figura 1. Metodología de obtención de extracto.

b) Síntesis de Nanopartículas magnéticas

Para la síntesis de nanopartículas de magnetita se utilizó sulfato de hierro heptahidratado al 0.6 M, extracto de *Hibiscus sabdariffa* (10, 40, 70 y 100 mg) e hidróxido de amonio al 25%.

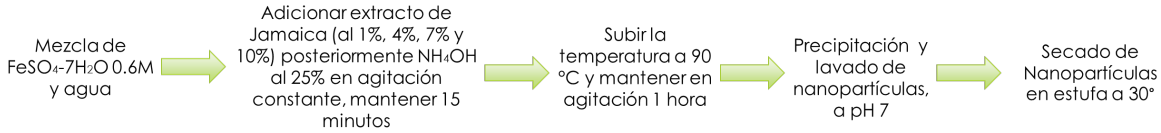


Figura 2. Metodología de síntesis de nanopartículas.

c) Metodología de difracción de rayos-X

Se utilizó muestra de nanopartículas sintetizadas con extracto de *Hibiscus sabdariffa* y el equipo de identificación.

Figura 3. Metodología de análisis por DRX.

d) Metodología de control microbiano en cultivo "in vitro"

Se utilizó agar nutritivo, bacteria *E. coli* para tratamiento y nanopartículas sintetizadas con extracto de *Hibiscus sabdariffa*.

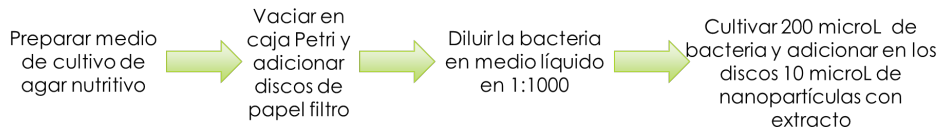


Figura 4. Metodología de análisis por DRX.

IV. RESULTADOS

Los resultados de la obtención de extracto se presentan en la tabla 2, la cual se divide en dos tratamientos utilizados para secado del concentrado líquido. En total se obtuvo un 70% (m/v) de rendimiento. Para la síntesis de NPM´s sólo se realizó en extracto seco por medio de rotovapor, ya que la síntesis en extracto seco por estufa no obtuvo material magnético.

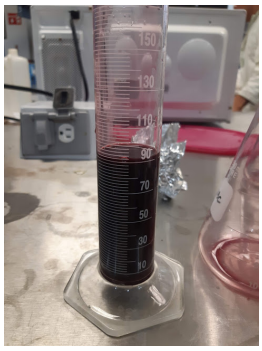


Figura 5. Fotografía de extracto líquido concentrado.

Tabla 4. Rendimiento de síntesis NPM´s.

CONCENTRACÓN DE EXTRACTO, mg	TRATAMIENTO	
	ROTAVAPOR	ESTUFA
	RENDIMIENTO, g	
100	1.9	----
70	1.96	----
40	1.838	----
10	1.106	----

En las pruebas de inhibición microbiana no hubo actividad del extracto, de igual forma con las nanopartículas sintetizadas con extracto, esto debido a que se utilizaron bajas concentraciones de extracto y nanopartículas para hacer los ensayos.

La identificación del compuesto por DRX indica que los resultados esperados en la síntesis de NPM´s con extracto presentados en la Figura 6. Se puede observar que las reflexiones de la muestra de magnetita y de magnetita con extracto corresponden a la fase cristalina cúbica que es característica de la magnetita, tal como se puede corroborar con el patrón de referencia (Figura 6, líneas verticales).

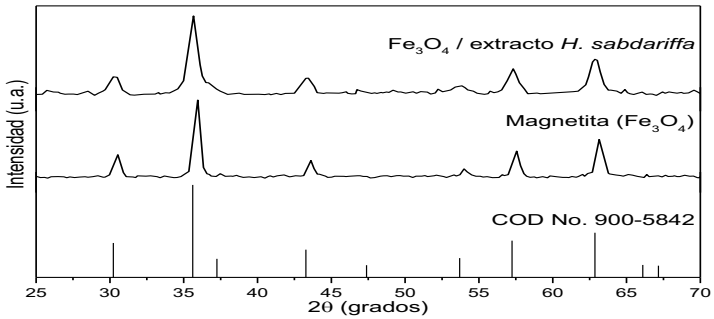


Figura 6. Difractogramas de rayos X de las muestras de magnetita y de magnetita sintetizada en presencia del extracto de *H. sabdariffa*.

V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para la extracción obtenida se calculó un rendimiento de 70% de extracción por medio del tratamiento de maceración, esto se considera un aprovechamiento alto para el procedimiento realizado.

En los resultados de la síntesis de NPM's se observó una cantidad promedio esperada de contenido magnético; en los análisis de DRX de la prueba de síntesis de magnetita con

extracto de *Hibiscus sabdariffa* indica que en la muestra analizada hay similitud en la identificación del compuesto obtenido en comparación con la carta de modelo de Fe_3O_4. Para los tratamientos realizados en microorganismos se no observó inhibición de la bacteria *E. coli*, por lo que se realizarán nuevos métodos de tratamiento de bacteria, por lo que se retomarán actividades con base a lo reportado en artículos publicados.

VI. CONCLUSIONES

El tratamiento por maceración es ciertamente recomendable y limpio para un tratamiento de extracción, por lo que se aplicará para futuros tratamientos en materiales vegetales. Así como la síntesis de nanopartículas con extracto, según el estudio de análisis por DRX contiene material magnético y por su apariencia también conserva extracto natural, por lo que se necesita someterlo a más pruebas de análisis para determinar los biocompuestos presentes.

VII. RECONOCIMIENTOS

Se agradece al personal de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Coahuila, que brindó su apoyo en las actividades de análisis para los resultados, a mi asesor de proyecto por su dedicación, a la coordinación del Verano de la Ciencia 2019 y al Conacyt por la oportunidad de realizar este trabajo para actividades extracurriculares.

REFERENCIAS

[1] D. Jaroni and S. Ravishankar, “Bactericidal effects of roselle (*Hibiscus Sabdariffa*) against foodborne pathogens *in vitro* and romaine lettuce and alfalfa sprouts”, *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods.*, Vol. 4, pp. 33-44. 2012.

[2] G. López, T. Sumaya, E. Jiménez, R. Balois, R. Medina and J. Guzmán, “Propiedades antimicrobianas y antioxidantes de Jamaica”, *ACTA AGRÍCOLA Y PECUARIA.*, Vol. 3, pp. 61–69. Septiembre-Diciembre 2017.

[3] R. Spulber, C. Chifiriuc, M. Fleancu, O. Popa, N. Băbeanu, et al., “Antibacterial Activity of Magnetite Nanoparticles Coated with Bee Pollen Extracts”, *Agriculture for Life, Life for Agriculture,* Vol. 1, Issue 1 pp. 579-585. Disponible en: https://doi.org/10.2478/alife-2018-0091 [Consultado en 2019]

[4] H. Flores, C. León, M. Estarrón, I. Orozco, “Optimización del proceso de extracción de sustancias antioxidantes a partir del orégano Mexicano (Lippia graveolens HBK) utilizando la metodología de superficie de respuesta (MSR)”, *Revista Mexicana de Ingeniera Química*, Vol. 15, pp. 773–785.

[5] P. Tiwari, B. Kumar, M. Kaur, G. Kaur, H. Kaur, “Phytochemical screening and Extraction: A Review”, *Internationale Pharmaceutica Sciencia*, Vol. 1, Issue 1. pp. 98-106. Disponible en: http://www.ipharmsciencia.com [Consultado en 2019]

[6] ASN. Formagio, DD. Ramos, MC. Vieira, SR. Ramalho, MM. Silva, NAH. Zárate, MA. Foglio, & JE. Carvalho,. “Phenolic compounds of Hibiscus sabdariffa and influence of organic residues on its antioxidant and antitumoral properties”, *Brazilian Journal of Biology*, Vol. 75, pp. 69-76. Disponible en: https://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.07413 [Consultado en 2019]

[7] J. Galindo, J. M. Quintana, L. A. Flores, M. G. Moreno, D. H. Galvan, J. M. Cornejo, et al., “SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE MAGNETITA FE3O4”, *Revista Aristas: Investigación*

Básica y Aplicada, Vol. 5, Issue 9, pp. 3-7. Disponible en http://fcqi.tij.uabc.mx/usuarios/revistaaristas/ [Consultado en 2019]

[8] Y. T. Prabhu, K. V. Rao, B. S. Kumari, V. Sesha, S. Kumar, & T. Pavani, “Synthesis of Fe3O4 nanoparticles and its antibacterial application”, *International Nano Letters*, Vol. 5 Issue 2, pp. 85–92. June 2015.

Extracción y uso de compuestos fitoquímicos de la Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) como agentes para la funcionalización de nanopatículas magnéticas (B)

José Javier Pérez Batres
Instituto Tecnológico de Aguascalientes
Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica
Av. Adolfo López Mateos #1801 Ote. Fracc. Bona Gens,C.P. 20256
Perbat1@hotmail.com

Asesor: Dr. Rodolfo Ramos González
Universidad Autónoma de Coahuila
Blvd. V. Carranza s/n esq. con Ing. José Cárdenas Valdés
rodolfo.ramos@uadec.edu.mx

Resumen — En el siguiente trabajo se presentan los resultados de la comparación de diferentes metodologías para la extracción de biocompuestos del cáliz de la planta *Hibiscus sabdariffa* para funcionalizar nanopartículas de magnetita. La primera de ellas fue la rota evaporación y la segunda fue secado convencional a una temperatura de 30°C en estufa de calentamiento, observando que no hay diferencia entre el método de concentración de extracto. Se analizaron las diferentes concentraciones en la muestra obtenida para caracterizar y denotar, cuáles fueron los biocompuestos obtenidos en las diferentes metodologías. Se realizó una comparación de generación de nanopartículas magnéticas funcionalizadas con el extracto, mediante disoluciones con diferentes concentraciones de extracto.

Palabras clave — *Hibiscus sabdariffa*, nanopartículas, magnetita.

Abstract — This work presents the results of the comparison of different methodologies to extract compounds from *Hibiscus sabdariffa* calyx, and to functionalize magnetite nanoparticles. The first was rot evaporation and the second was traditional dried at 30 ° C in a heating oven. The different concentrations in the sample obtained were analyzed to characterize which were the biocomposites obtained in the different methodologies. A comparison of the generation of functionalized magnetic nanoparticles with the extract was made, by solutions with different concentrations of extract.

Keywords — *Hibiscus sabdariffa*, nanoparticles, magnetite.

I. INTRODUCCIÓN

La nanotecnología se ha convertido en una de las más importantes tecnologías aplicadas en el área de ciencia e investigación. Esta se define como la ciencia y la ingeniería capaz de diseñar, sintetizar, caracterizar, manipular y aplicar materiales funcionalizados en dimensiones en el rango de nanómetros (Yadi et. col, 2018).

Las nanopartículas (NP) es un nano material con tamaños de entre 1 a 100 nm. Algunas de sus características son: reactividad catalítica, actividades biológicas, conductividad térmica, entre otras, lo que permite su utilización en medicina, industria alimenticia, química, industria cosmética, agricultura, entre otras (Franklin et col, 2018).

A lo largo de los últimos años, la investigación en nanotecnología ha facilitado el desarrollo de diferentes métodos para la síntesis de las mismas, las cuales pueden ser sintetizadas por métodos físicos y químicos, sin embargo, los residuos generados en algunas síntesis son altamente tóxicos. Es por esto que se ha desarrollado una nueva forma de

generar las nanopartículas conocida como síntesis verde. Este tipo de síntesis se basa en una reacción tipo REDOX, en la cual los iones metálicos se reducen a NP estables debido al componente de un organismo o un extracto natural (Franklin y col, 2018).

Las plantas contienen compuestos bioactivos de tipo flavonoides, fenoles, ácidos cítricos, ácidos ascórbicos, poli fenoles, terpenos y alcaloides, que tienen la capacidad de reducir iones. Esto permite que la síntesis de las nanopartículas por metodologías verdes sea un área muy prometedora (Kumar et col. 2017).

En este proyecto se sintetizaron NP funcionalizadas con extracto de pétalos de *Hibiscus sabdariffa*, debido a las propiedades que presenta tales como propiedades medicinales, alimenticias entre muchas otras. Diferentes estudios se han realizado en los cuales se han reportado componentes bioactivos y propiedades toxicológicas en los cuales se demuestra que de esta planta es capaz de ayudar en el tratamiento de hipertensión e hiperlipidemia (Heinrich et col, 2014).

Además, el extracto de *Hibiscus sabdariffa* tiene propiedades antibacterianas, antioxidantes nefro y hepato protectoras, efectos en los lípidos metabólicos, antidiabéticos, antihipertensivos entre otros (Heinrich et col, 2014).

En este estudio se busca determinar los compuestos que se pueden extraer de la planta *Hibiscus sabdariffa* con ayuda de metanol, ya que en estudios anteriores se ha demostrado que esta planta presenta compuestos como ácidos orgánicos tales como ácido cítrico, acido hibisco, málico y tartárico. (Hida, Yamada, et Yamada,2007).

Se ha observado la presencia de antocianinas, las cuales se encuentran como pigmento natural presentes en la flor seca. Entre otros de los compuestos que tiene presente esta planta son: poli fenoles (hibiscitrina, sabdarina y algunos glucosidos de gossypetina, quercetina y luteolina), ácido cloro génico, ácido protocatechuico y ácido pelargonídico (Heinrich et col, 2014).

En base a lo anterior, el objetivo de este trabajo fue la funcionalización de nanopartículas de magnetita con ayuda del extracto de *Hibiscus Sabdariffa* en metanol, al cual se le realizó la caracterización fitoquímica y estudios antimicrobianos.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

1) Extracción de Hibiscus sabdariffa

La extracción de *Hibiscus sabdariffa* se realizó con 920 gr de una planta previamente secada, se maceró y se tamizó hasta obtener un tamaño de partícula. Se pesaron 14 gr y se disolvieron en 250 mL de metanol, se dejó en agitación constante durante 72 horas consecutivas. Se filtra mediante vacío el extracto para eliminar el bagazo de la planta.(Abba Pacôme Obouayeba, 2015).

Con el propósito de observar si el tipo de método para concentrar el extracto, se utilizaron dos diferentes metodologías, rotaevaporación y secado convencional. El extracto se dividió en partes iguales, 100 mL se concentró por roto evaporación a 45°C y 150 rpm durante 20 min aproximadamente, mientras que 100 mL fueron concentrados en una estufa durante 24 hrs a una temperatura de 30°C para la evaporación de todo el metanol.

2) Síntesis de nanopartículas funcionalizadas

Se realizó experimentación para determinar las cantidades a utilizar para la generación de las partículas, para el cual se midió 21 mL de NH_4OH al 25% e concentración y 50 mL de $FeSO_4$ 0.6 M. Se vierte la solución de sal en un matraz Erlenmeyer y se deja en precipitación el NH_4OH por medio de goteo, hasta llegar a un pH de10.5 que fue seleccionado como el máximo para la síntesis de nanopartículas de magnetita. El hidróxido gastado fue la cantidad de 10 mL el cual indica que es la cantidad exacta necesaria para la formación de las NP. (Mahmed et al, 2011)

Se realizaron 4 concentraciones de extracto de Jamaica para cada uno de los métodos, 10, 40, 70 y 100 mg. Se pesó 8.34 gr de $FeSO_4$ y se diluyó en 45 mL de agua destilada. Posteriormente los extractos de *Hibiscus sabdariffa* previamente pesados, se diluyeron en 5 mL de agua destilada y se dejan mezclar hasta lograr la homogeneidad para obtener una temperatura de 50°C en la solución. Inmediatamente con ayuda de una jeringa de 10 mL se inyecta el NH_4OH y se deja en constante agitación durante aproximadamente 10-15 min. Después, se le agregaron 40 mL de agua destilada para obtener 100 mL totales de la solución y se mantiene en agitación y temperatura constante de 90°C durante 60 minutos. Se realizaron lavados hasta que se obtuviera un pH aproximado de 7 y se secó a 30°C por 24 hrs.

3) Screening de fitoquímicos en extracto de hibiscus Sabdariffa con Metanol.

Para el análisis fitoquímico se realizaron: alcaloides, flavonoides, azucares reductores, saponinas, taninos, quinonas, cumarinas y purinas de acuerdo con la metodología reportado por Pacóme Obouayeba en el estudio Phytochemical análisis, purification and identification of *Hibiscus* Anthocyanins de 2015.

4) Estudio antimicrobiano de nanopartículas.

Se probaron los extractos de NP funcionalizadas frente a bacterias *Escherichia coli*. Se realizó el cultivo en 9 cajas Petri con un agar nutritivo, se realizó una disolución en serie de 1 /1000 de la bacteria, posteriormente se hicieron las disoluciones de las 8 muestras de nanopartículas con sus diferentes concentraciones (roto evaporadas y estufa) de 0.25 g y 0.1 g en 10 mL para determinar cuándo empezaría su actividad antimicrobiana. En las cajas Petri se depositan 500 µL de las nanopartículas y 2 cuadros de papel filtro impregnados de las disoluciones de nanopartículas por 48 hrs.

III. RESULTADOS

Se obtuvo un rendimiento de solo 150 gr de extracto fino después de la maceración, obteniendo el tamaño de partícula de 3 micras después de su tamizado, como tal el rendimiento total fue de 16.30%.

En la síntesis de nanopartículas funcionalizadas se obtuvieron los siguientes pesos totales.

Tabla 1. Pesos totales de nanopartículas funcionalizadas

Concentración	Roto evaporado (gr)	Estufa (gr)
100	1.710	2.09
70	1.11	1.504
40	2.021	2.015
10	1.881	1.783

Mediante el estudio fitoquímicos se pudo determinar qué tipo de especies se obtuvieron de la extracción con el metanol en el cual los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2. Resultados de estudios fitoquímicos

Estudio	Extracto roto evaporado	Extracto en estufa
Alcaloides		
Reactivo (A)	Negativa	Negativa
Reactivo(B)	negativa	Negativa
Carbohidratos	Positivo	Positivo
Flavonoides		
(A)	Antocianinas/Chalconas	Antocianinas/
(B)	Flavonoles/ Antocianinas	Chalconas Flavonoles/ Antocianinas
Purina	Negativa	Negativa
Azúcares		
reductoras	Negativa	Negativa
Felingh	Positiva	Positiva
Benedict		
Saponinas	Negativa	Negativa
Taninos		
(gelatina)	Positiva	Positiva
(Fe_3CL_3)	Negativa	Negativa
Ferrocianuro	Negativa	Negativa
Quinonas	Positiva	Positiva
Cumarinas		
Erich	Negativa	Negativa
Hidróxido	Positiva	Positiva

De acuerdo a los resultados obtenidos por el screening de fitoquímicos se puede comprobar que el extracto de Jamaica contiene antocianinas, chalconas, flavonoles, antocianinas, azucares reductoras, Cumarinas, antraquinonas, parametilaminas y benzaldehído.

Tabla 3. Resultado de actividad antimicrobiana a 0.25 gr de *Escherichia coli*.

Concentración (gr de extracto)	Extracto roto evaporado	Extracto en estufa
0	Negativo	Negativo
10	Negativo	Negativo
40	Negativo	Inicio de inhibición
70	Inhibido	Inhibido
100	Inhibido	Inhibido

De acuerdo con lo observado en las pruebas fitoquímicas realizadas en esta experimentación, se puede concluir que no se pierden los compuestos que naturalmente tiene la Jamaica por ninguno de los dos métodos, esto nos indica que si se realiza la comparación del tiempo de extracción aplicada en la roto evaporación es menor y se siguen obteniendo los mismos resultados ya que por este método se tarda el aproximado de 15 min comparado con las 24 horas de la extracción mediante secado de estufa.

De acuerdo a los resultados obtenidos por el screening de fitoquímicos se puede comprobar que el extracto de Jamaica contiene antocianinas, chalconas, flavonoles, antocianinas, azucares reductoras, Cumarinas, antraquinonas, parametilaminas y benzaldehído.

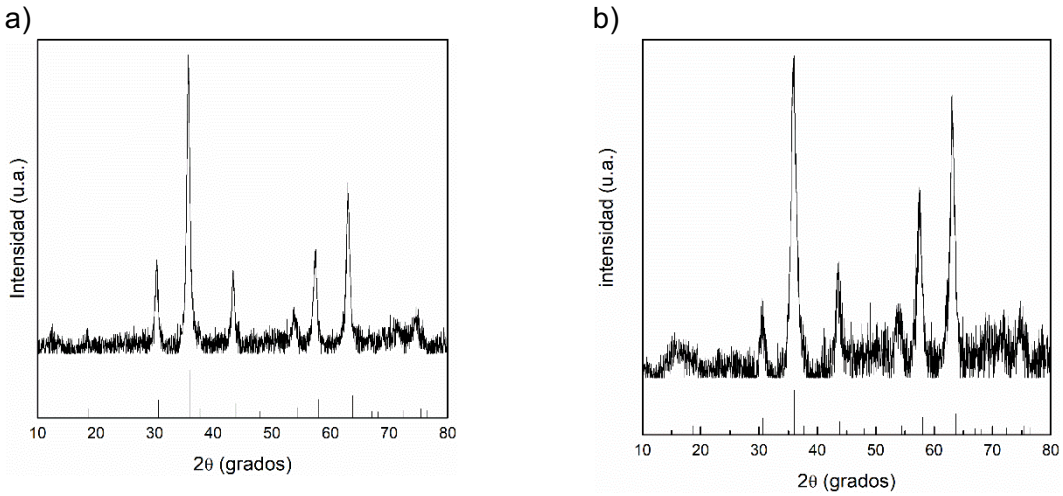


Figura 1. Difractogramas de nanopartículas funcionalizadas

Figura 1 Difracto grama de las nanopartículas funcionalizadas con extracto de Jamaica: a) nano partícula funcionalizada con 70 mg de extracto, b) nano partícula funcionalizada con 100 mg de extracto.

En la Figura 1 se presentan los difractogramas correspondientes a las naopartículas funcionalizadas con diferentes concentraciones de extracto de Jamaica. Ambas muestras se compararon con el patrón de la COD con número de carta 00-900-5842 y observando que es magnetita. Se pudo observar que la concentración del extracto de Jamaica de 100 mg, presenta una parte amorfa, lo cual puede estar asociado con el extracto de Jamaica, sin embargo, es necesario hacer más análisis para corroborarlo.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al momento de observar los resultados obtenidos se puede concluir el que uso de metanol para la extracción de hibiscus Sabdariffa no evita la perdida de los compuestos principales iniciales. por lo que se puede concluir que es buen solvente.

El método de extracción por roto evaporación es más eficiente, ya que se obtiene en menor tiempo y se obtiene la extracción de los mismos compuestos por el método de extracción por secado en estufa. Las cantidades de NP en el método de roto evaporación

son menores a las cantidades por método secado en estufa, la diferencia es aproximadamente $\pm\ 0.05\ gr$ por lo cual el mejor método de utilización para la extracción de compuestos y funcionalización de NP es la implementación de roto evaporación.

Se concluye que la mínima cantidad a utilizar de NP en 10 mL es de 0.25 con una concentración $\leq 70\ gr$ utilizados para la funcionalización, para que tenga actividad inhibidora microbiana, y así se pueda utilizar para aplicaciones en un futuro.

V. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de Coahuila y al Instituto Tecnológico de Aguascalientes por las facilidades brindadas y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano 2019.

REFERENCIAS

[1] Abba Pacôme Obouayeba1*, M. D. (2015). Phytochemical Analysis, Purification and Identification of Hibiscus. Journal of Pharmaceutical, Chemical and Biological.

[2] Gregory Marslin 1, †. I. (2018). Secondary Metabolites in the Green Synthesis of. MDPI.

[3] H. Hida, T. Y. (2007). Genome shuffling of Streptomyces sp. U121 for improved production of hydroxycitric acid. ElSevier.

[4] Inês Da-Costa-Rocha a, B. B. (2014). Hibiscus sabdariffa L. – A phytochemical and pharmacological review. ELSEVIER.

[5] J. Santhoshkumar, S. R. (2017). Phyto-assisted synthesis, characterization and applications of gold. Elsevier.

[6] Morteza Yadi, E. M. (2018). Current developments in green synthesis of. Taylor & Francis Group.

[7] N Mahmed, O. O.-P. (2011). Room Temperature Synthesis of Magnetite (Fe3−δO4) Nanoparticles by a Simple Reverse Co-Precipitation Method. IPO E BOOKS.

[8] Takashi Yamada, H. H. (2007). Chemistry, physiological properties, and microbial production of hydroxycitric acid. PubMed.

Fabricación de bloques con carrizo

Darinka Sujeidy Rodriguez Blanco
Instituto Tecnológico Superior de Monclova
Ejército Mexicano
Carr- 57 km 4.5 Unidad Tecnológica y Universidad
95245 Monclova, Coah.
darinka_rodriguez10@hotmail.com

Asesor: Luis Gerardo Jordán Marmolejo
Instituto Tecnológico Superior de Monclova
Ejército Mexicano
Carr- 57 km 4.5 Unidad Tecnológica y Universidad
95245 Monclova, Coah.
lgjordan2010@gmail.com

Resumen — En este trabajo se presenta la elaboración de bloques a base de carrizo, el cual es mezclado con diferentes materiales como cemento, yeso y polvillo para la creación de bloques, diferentes fórmulas y diferentes cantidades de los materiales utilizados para la construcción de estos. Para hacer la forma del bloque se colocaba la mezcla en unos moldes y también en un lugar donde estuviera en constante contacto con el sol para el proceso de secado y se pudiera extraer en un buen estado el bloque.

Palabras clave — Carrizo, Bloque, mezcla.

Abstract — In this work the elaboration of blocks based on reeds is presented, which is mixed with different elements for the creation of blocks, different formulas and different quantities of the materials used for the construction of these. To make the shape of the block the mixture was placed in molds and also in a place where it was in constant contact with the sun for the drying process and the block could be extracted in a good condition.

Keywords — Carrizo, Block, mix.

I. INTRODUCCIÓN

El carrizo tiene múltiples usos en ciertos países de Europa y en Estados Unidos se utiliza para tratamiento de aguas residuales por su elevada capacidad de retención y reciclado de nutrientes, En México, se utiliza para el mallado en la construcción de casas de adobe; algunos agricultores lo usan para construir barreras rompe vientos en sus parcelas y al mismo tiempo disminuir la erosión del suelo; en cuanto a las prácticas medicinales, en algunas áreas de México lo utilizan contra la diabetes, enfermedades gastrointestinales, dolor estomacal y gases. En la construcción se coloca como tejado en chozas, viviendas y altares. Algunos artesanos elaboran flautas, armónicas y provisiones para instrumentos musicales. En muchas zonas rurales se fabrican lanzas o dagas para cazar y se confeccionan figuras o se arman arcos y formas con fines meramente ornamentales. El propósito por cual decidimos hacer este proyecto es a causa de reemplazar la materia prima del bloque convencional por recursos naturales que son renovables.

II. MARCO TEÓRICO

El carrizo es una planta perenne perteneciente a la familia de las gramíneas o Poáceas, se encuentra ampliamente distribuida en la superficie terrestre a orilla de caudales de agua, habitualmente en los lugares húmedos en las regiones templadas y tropicales de la tierra. A la planta se la ha agrupado entre los materiales constructivos “sostenible” por ser un recurso renovable. Es un material ecológico y sostenible de bajo costo, estéticamente aceptable, fácil de obtener y colocar, ya que permite generar diferentes sistemas constructivos. Es resistente a las heladas y un buen aislante térmico, debido a la gran cantidad de huecos llenos de aire de los tallos.

El cemento es el componente del concreto que en presencia del agua produce una reacción química llamada hidratación. Con ésta se obtiene la pasta de cemento que será el material aglutinante.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales:

Carrizo triturado, cemento, yeso, polvillo, agua, aceite para motor, bascula, recipientes y moldes.

Paso 1: Pesar el carrizo en la báscula y vaciar al recipiente.

Paso 2: Pesar el cemento, yeso o polvillo según se vaya a utilizar y vaciar al recipiente.

Paso 3: Pesar el agua y vaciar al recipiente.

Paso 4: una vez que estén todos los materiales disolver bien hasta que esté bien mezclado.

Paso 5: poner el aceite de motor alrededor del molde y vaciar la mezcla.

Paso 6: acomodar la mezcla para que el bloque quede en forma plana y liso.

Paso 7: por ultimo dejar el molde con la mezcla a la intemperie y bien posicionado para que le dé el sol la mayor parte del tiempo para un buen secado y el bloque salga de la mejor manera.

Prueba uno: cemento 500gr + carrizo triturado 150 gr + agua 550gr.

Prueba dos: Cemento 950gr + Carrizo triturado 150gr + agua 1050gr.

Prueba tres: yeso 1450gr + carrizo triturado 325gr + 1150gr.

Prueba cuatro: yeso 700gr + cemento 550gr + carrizo triturado 150gr + agua 850gr.

Prueba cinco: cemento 2200gr + carrizo triturado 350gr + agua 1500gr.

Prueba seis: cemento 2200gr + carrizo triturado 350gr + agua 2200gr.

Prueba siete: cemento 2100gr + carrizo triturado 250gr + agua 2200gr.

Prueba ocho: cemento 2000gr + carrizo triturado 300gr + agua 1250gr.

Prueba nueve: cemento 1000gr+ yeso 1000gr + carrizo triturado 200gr + agua 1200gr.

Prueba diez: cemento 1150gr + carrizo triturado 300gr + polvillo 800gr + agua 1400gr.

Prueba once: polvillo 750gr + cemento 1000gr + carrizo triturado 200gr + agua 1000gr.

Prueba doce: cemento 750gr + polvillo 1100gr + carrizo triturado 200gr + agua 900 gr.

Prueba trece: cemento 750gr + polvillo 1100gr + carrizo triturado 200gr + agua 900 gr.

Prueba catorce: cemento 750gr + polvillo 1100gr + carrizo 200gr + agua 900 gr.

IV. RESULTADOS

Se realizaron diferentes pruebas con varias fórmulas, algunos bloques se quebraban al tratar de extraerlos por eso se decidió agregar el aceite de motor en los lados del molde, por otra parte, otras mezclas tardaban más en secarse por tener un volumen más alto de agua o cemento por lo que es algo de constante chequeo y es un procedimiento sencillo pero laborioso.

a)

b)

c)

d)

e)

f)

g)

h)

a) Se esta vaciando la mezcla b) bloque preparado para secarce c) bloque seco listo para extraer d) preparacion de mezcla e) la mezcla no funciono f) dando forma a la mezcla para quedar parejo g) carrizo molido h) mezcla lista para vaciado.

V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

La muestra para elaborar el bloque con el material cemento, yeso, carrizo al estar expuesto a altas temperaturas del sol tardo de 3 a 5 días en secar por lo que los resultados son satisfactorios y resultan económicamente redituables y a bajo precio.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Por lo que logramos observar es que mientras más agua y más cantidad de cemento o yeso tenían el secado era más tardado, pero con todas las pruebas se logró observar que el bloque al estar en constante contacto con el sol y el piso aun así no estaba tan caliente lo que podría a llegar a servir como aislante. La mejor prueba que se pudo realizar es la de

yeso + carrizo + agua el secado era no tan tardado pero el bloque salía no tan pesado bien formado y no tan caliente.

En pruebas futuras se trabajará vaciando la mezcla a una probeta; ahí se secará y cuando este seco saldrá en forma de capsula y después se quebrará con un gato hidráulico para ver si es mejor que el bloque convencional.

VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Maestro Luis Gerardo Jordán Marmolejo quien estuvo a cargo para la realización del proyecto.

REFERENCIAS

Nuñez, R. R. (s.f.). *ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS DEL CARRIZO PARA SU APLICACION.* Mexico D.F.

Filtro biológico para la purificación de Biogás

Cristóbal Núñez Sierra [1]
Salvador Castillo Moreno[2]
Instituto Tecnológico Superior de Abasolo
Cuitzeo de 401 Cuitzeo de los Naranjos 36976,
Los Naranjos, Abasolo, Gto., Méxic
[1] peveza1905@gmail.com
[2] AS16110190@tecabasolo.edu.mx

Asesor: Juan Humberto Martínez Martínez
Instituto Tecnológico Superior de Abasolo
Cuitzeo de 401 Cuitzeo de los Naranjos 36976,
Los Naranjos, Abasolo, Gto., México
juan.martinez@tecabasolo.edu.mx

Resumen — En la presente investigación se evaluó el porcentaje de remoción de CO_2 del biogás producido de un biodigestor alimentado con excreta vacuna, mediante un filtro biológico, obteniendo porcentajes de concentración de metano entre 80% y 90%. Para la evaluación del porcentaje de remoción de CO_2 se emplearon tres columnas con diferentes medios (microalgas, lombricomposta y carbón activado), haciendo pasar el biogás por cada una de las columnas de manera individual y evaluando la concentración de CH_4, posteriormente hacerlo pasar por las tres columnas conectadas en serie y evaluar reiteradamente la concentración de metano, logrando resultados cercanos al 90% de remoción. Adicionalmente, se percató la desaparición del olor característico aportado por el amoniaco y el sulfuro de hidrógeno del biogás.

Palabras clave — Purificación de biogás, Microalga *Spirulina*, Remoción de CO_2.

Abstract — In the present investigation, the percentage of CO2 removal from biogas produced from a digester fed with cattle manure was evaluated by means of a biological filter, obtaining methane concentration percentages between 80% and 90%. For the evaluation of the percentage of CO2 removal, three columns were used with different media (microalgae, vermicompost and activated carbon), passing the biogas through each of the columns individually and evaluating the concentration of CH4, then passing it through three columns connected in series and repeatedly evaluating the methane concentration, achieving close to 90% removal results. Additionally, the disappearance of the characteristic odor contributed by ammonia and hydrogen sulfide from biogas was noticed.

Keywords — *Biogas purification, Spirulina Microalgae, CO_2 removal.*

I. INTRODUCCIÓN

La utilización de biocombustibles en diferentes procesos para generación de energía va cada vez en aumento, tal es el caso del biogás, que es considerado como un sustituto del gas natural y propano. Sin embargo, es cierto que el uso de esta fuente de energía renovable aún se enfrenta con algunos limitantes que no le han permitido tener un alcance mayor, esto es debido a algunas de las características que dicho gas necesitan ser mejoradas como, por ejemplo, el olor característico del gas, así como la necesidad de aumentar el poder calorífico del mismo. Las investigaciones previamente realizadas han demostrado que es posible retirar gran mayoría de los gases traza que están presentes en el biogás, dichas investigaciones presentan diversos métodos de purificación de biogás los cuales se pueden clasificar en químicos y biológicos.

El biogás es el producto de un proceso mediado biológicamente, que es conocido como Digestión Anaeróbica (AD). El biogás se compone principalmente de metano (CH_4) en un rango de 50 a 70% y dióxido de carbono (CO_2) en una concentración del 30-50%. El contenido relativo de CH_4 y CO_2 en biogás depende principalmente de la naturaleza del sustrato y del pH del reactor.

Además de estos dos gases, el biogás contiene cantidades menores de otros compuestos, como el nitrógeno (N_2) en concentraciones de 0 a 3%, que podría originarse a partir de aire saturado en el afluente, vapor de agua (H_2O) en concentraciones de 5 a 10%, o más altas a temperaturas termofílicas, derivado de la evaporación del medio, oxígeno (O_2) en concentraciones de 0 a 1%, que puede entrar en el proceso desde el sustrato influyente o fugas, sulfuro de hidrógeno (H_2S) en concentraciones de 0 a 10,000 ppmv, que se produce a partir de la reducción del sulfato contenido en algunas corrientes de desechos, amoníaco (NH_3) originado por hidrólisis de proteínas materiales u orina, hidrocarburos en concentraciones de 0 a 200 $mg \cdot m^{-3}$ y siloxanos en concentraciones de 0–41 $mg \cdot m^{-3}$, originados por ejemplo de efluentes de industrias médicas cosméticas [1,2].

Hoy en día, existen diferentes tratamientos dirigidos a eliminar los compuestos no deseados del biogás, ampliando su gama de aplicaciones. Uno de los tratamientos está relacionado con la "limpieza de biogás" e incluye la eliminación de compuestos nocivos y/o tóxicos (H_2S, compuestos orgánicos volátiles (COV), siloxanos, CO y NH_3). Sin embargo, prácticamente solo el H_2S es el objetivo principal y muchas de las plantas de biogás actuales tienen unidades de eliminación de H_2S basadas comúnmente en la oxidación biológica del H_2S por bacterias oxidantes de sulfato aeróbico. Otro tratamiento se denomina "mejora del biogás" y tiene como objetivo aumentar el bajo valor calorífico del biogás y, por lo tanto, convertirlo en un estándar de combustible más alto [3].

En caso de que el biogás mejorado se purifique según especificaciones similares al gas natural, el producto de gas final se llama biometano [4]. Actualmente, las especificaciones de la composición del gas natural dependen de las regulaciones nacionales y en algunos países se requiere un contenido de metano de más del 95%; sin embargo, la Comisión Europea ha emitido recientemente un mandato para determinar estándares armonizados para la calidad del gas.

II. MARCO TEÓRICO

El biogás es un biocombustible que puede sustituir en parte a los combustibles fósiles, pues tiene un gran potencial de producción y por tanto es necesario que se desarrollen tecnologías para su utilización eficaz [5]. La calidad del biogás depende principalmente de la presencia de metano en él. Savery y Cruzon (1972) sugiriero que agentes como KOH, NaOH y $Ca(OH)_2$, pueden usarse en el lavado químico de biogás. La absorción de CO_2 en solución alcalina asistida por agitación, ayuda a la difusión de la molécula en el cuerpo del líquido y extiende el tiempo de contacto entre el líquido y el gas. Otro factor que gobierna la velocidad de absorción es la concentración de la solución [6]. La eliminación de CO_2 y H2S aumentaría la combustibilidad del biogás y podría quemarse en forma productiva en diferentes aplicaciones relacionadas con la generación de energía [7].

III. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología empleada para llevar acabo la purificación biológica de biogás, inició con la construcción de las columnas donde se empacaron diferentes medios, tales como microalga, lombricomposta y carbón activado. La columna de microalgas tiene una alimentación de un sistema de cultivación tipo raceway el cual tiene la finalidad de recircular

la biomasa algal para no saturarla de CO_2, el sistema se encuentra acoplado como se muestra en la figura 1.

Fig. 1. Purificador biológico.

Posteriormente otras dos columnas fueron empacadas con los medios mencionados. Las pruebas realizadas se hicieron con tiempos de residencia de biogás en las columnas de aproximadamente diez minutos, para el suministro de biogás, se empleó una bomba peristáltica operada a 90 RPM la cual permitía un flujo de biogás constante a través de todo el sistema.

El biogás empleado para realizar las pruebas de filtrado fue obtenido de un biodigestor alimentado con excreta de ganado vacuno, las muestras se recolectaron en un almacén de geomembrana de PVC (Fig. 2).

Fig. 2. Almacén de biogás.

Para llevar a cabo las mediciones correspondientes de cada una de las diferentes muestras de biogás se empleó una técnica estudiada que consiste en suministrar biogás en una columna tipo “U” que se encuentra llena con una solución de KOH al 40% (Fig. 3).

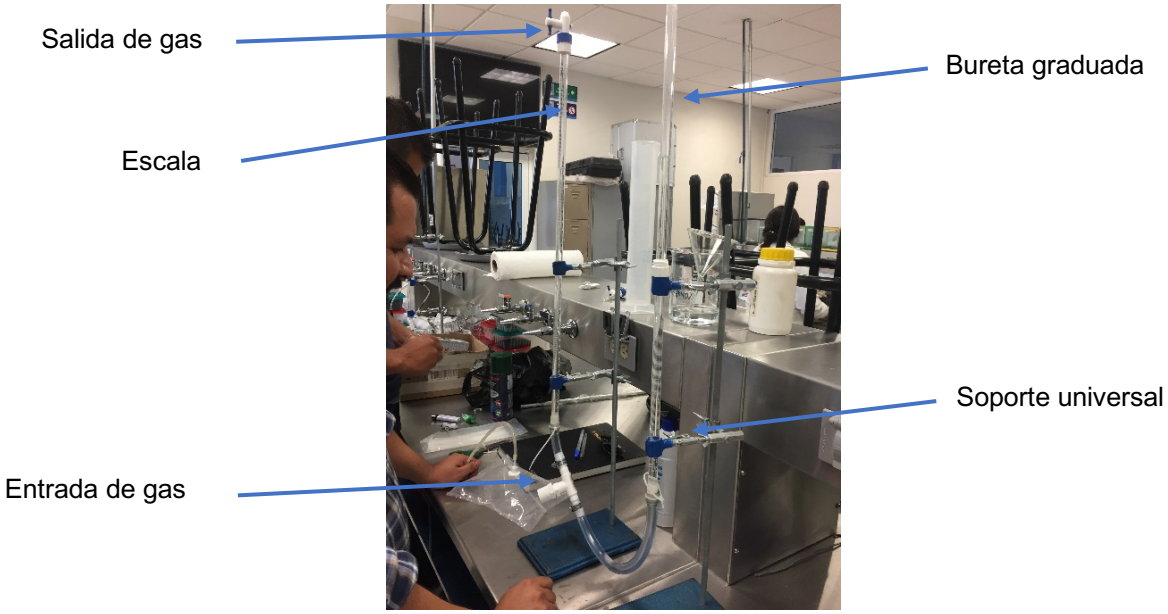


Fig. 3. Columna de medición de Biogás, porcentaje de CH_4 y CO_2 usando KOH.

Una solución de hidróxido de potasio (KOH), que fue en este caso la solución utilizada para la determinación de CH_4 mediante la eliminación de CO_2.

$$CH_4 = 100\% - [CO_2\% + 0.2\% H_2S] \text{ vol.}\%$$

El contenido de metano se midió mediante la absorción de dióxido de carbono con KOH, la suposición mediante el uso de este método fue que el biogás estaba constituido principalmente por metano y dióxido de carbón gaseoso, sin embargo, no fue posible medir la concentración de los otros gases traza debido a que no se contó con el equipo necesario y solo se tuvo el alcance para contabilizar el porcentaje de eliminación de CO_2.

IV. RESULTADOS

En la tabla 1. Se muestra los resultados iniciales y finales. En la cual se registraron los porcentajes promedios del CO_2 y CH_4 del biogás para después determinar el porcentaje de remoción.

Tabla 1. Resultados pruebas individuales y en conjunto.

Prueba	Porcentaje de CO2 (%)	Porcentaje de CH4 (%)	Porcentaje de remocion (%)
Sin filtrar	40	60	0
Microalga Spirulina	29.5	70.5	26.25
	25.5	74.5	36.25
	25	75	37.5
Microalga Spirulina-Carbón activado	18	82	55
	16.5	83.5	58.75
	15.5	84.5	61.25
Lombricomposta sólida	25.5	74.5	36.25
	26	74	35

	26.5	73.5	33.75
Lombricomposta sólida-Carbón activado	24.5	75.5	38.75
	23	77	42.5
	24.5	75.5	38.75
Microalga Spirulina-Carbón activado-Lombricomposta	12	88	70
	10.5	89.5	73.75
	11.5	88.5	71.25

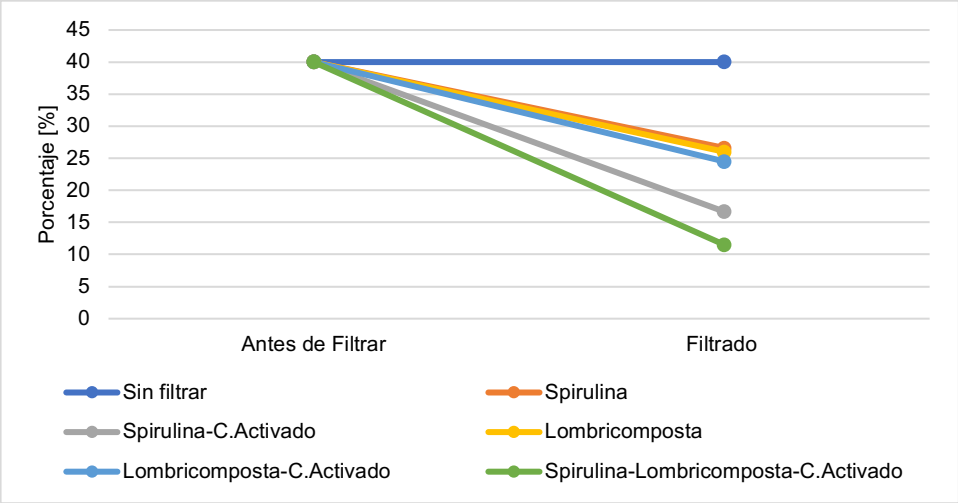


Fig. 4. Comparación de porcentaje de remoción de CO_2 con cada uno de los medios utilizados.

V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Podemos observar que en la figura 4, quien presenta un menor porcentaje de disminución CO_2 fue el medio de espirulina-lombricomposta- Carbón activado, el cual es un 10.5 % en promedio; en el que le sigue la espirulina con carbón activado, el cual nos entrega una remoción de CO_2 que se encuentra en 16.5 %.

Los porcentajes de remoción más altos fueron de la lombricomposta con carbón activado la cual nos dio un 23% en promedio, seguidas por la lombricomposta y espirulina que nos registró una medición del 26 % y 25.5 % de disminución a la salida de biogás.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La aplicación de la purificación de biogás en un filtro biológico muestra una buena ventaja ya que la biomasa se puede obtener fácilmente, son baratas y pueden remover fácilmente los gases traza que se encuentran en el biogás.

VII. AGRADECIMIENTOS

Al comité de organización del 21 Verano de la Ciencia de la Región Centro y al Instituto Tecnológico Superior de Abasolo por brindarnos la oportunidad y el apoyo para la realización de este proyecto.

REFERENCIAS

[1] Petersson, A., Wellinger, A., 2009. Biogas upgrading technologies–developments and innovations. IEA Bioenergy 20.

[2] Muñoz, R., Guieysse, B., 2006. Algal-bacterial processes for the treatment of hazardous contaminants: a review. Water Res. 40, 2799–2815.

[3] Sun, Q., Li, H., Yan, J., Liu, L., Yu, Z., Yu, X., 2015. Selection of appropriate biogas upgrading technology-a review of biogas cleaning, upgrading and utilisation. Renew. Sust. Energ. Rev. 51, 521–532.

[4] Kougias, P.G., Treu, L., Benavente, D.P., Boe, K., Campanaro, S., Angelidaki, I., 2017b. Ex-I. Angelidaki et al. Biotechnology Advances 36 (2018) 452–466situ biogas upgrading and enhancement in different reactor systems. Bioresour.Technol. 225, 429–437.

[5] Ofoefule, A. U., & Uzodinma, E. O. (2009). Biogas production from blends of cassava (Manihot utilissima) peels with some animal wastes.

[6] Abdel-Hadi, M. A., “A SIMPLE APPARATUS FOR BIOGAS QUALITY DETERMINATION”, Misr J. Ag. Eng., Vol. 25(3), pp. 1055- 1066, jul. 2008.

[7] Marin, M., & Lucia, M. (2011). Purificación biológica de biogás.

Generación de contenido de ciencias básicas usando Tecnologías de la Información y formatos libres

Ángel David López Hernández
Alfonso Astrain Ortega
Universidad Autónoma de Zacatecas
Unidad Académica de Física
Col. Hidráulica, C.P. 98068
Zacatecas, Zac.
angel_lopez_is@hotmail.com
astrainalfonso@gmail.com

Asesor:
Francisco Javier Martínez Ruiz
Universidad Autónoma de Zacatecas
Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica
Carr. a Guadajara Km. 6 Edificio E-13,
Ejido La Escondida, C.P. 98160 Zacatecas, Zac.
javier.martinezruiz@uaz.edu.mx

Resumen — La creación de objetos de aprendizaje (OA'S), en especial los dirigidos a ciencias, son herramientas digitales importantes para que el estudiante comprenda los temas que en clases no comprendió, ya que en un objeto de aprendizaje se utiliza un lenguaje informal y su duración de lectura no sobrepasar los quince minutos, además, un objeto de aprendizaje, incluye ejemplos-aplicaciones, material audiovisual, es auto contenido y reutilizable.
La principal herramienta para la creación del contenido es el programa libre de creación de contenidos *eXeLearning* , con el cual se construyeron los objetos de aprendizaje de cálculo diferencial usando bibliografía con licencia Creative Commons 4.0 (CC 4.0). además, se utilizó material visual como imágenes o graficas de creación propia o de libre distribución.

Palabras clave — objetos de aprendizaje, cálculo diferencial, *eXeLearning*

Abstract — The creation of learning objects, especially those aimed at science, are important tools for the student to understand the topics that he did not understand in classes, since an informal language is used in a learning object and its duration of reading does not exceed the Fifteen minutes, in addition, a learning object, includes examples-applications, audiovisual material, is self-contained and reusable.
The main tool for content creation is *eXeLearning* a free software for content creation, with which differential calculus learning objects were constructed using Creative Commons 4.0 (CC 4.0) licensed bibliography. In addition, visual material was used as images or graphics of their own creation or freely distributed.

Keywords — Learning Objects, differential calculus, *eXeLearning*

I. INTRODUCCIÓN

El objetivo del proyecto es la creación de objetos de aprendizaje de cálculo diferencial, en particular de los siguientes temas: La derivada, teoremas sobre derivadas; función compuesta y regla de la cadena; derivación implícita, derivadas de orden superior; criterio de la primera y segunda derivada; teorema del valor medio, regla de L' Hopital y, funciones inversas con sus derivadas.

Todos estos objetos de aprendizaje se realizarán en la herramienta *eXeLearning* usando bibliografía con licencia Creative Commons 4.0 (CC 4.0). para que estos objetos sean reutilizables.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Los objetos de aprendizaje se realizan utilizando cierta metodología pedagógica llamada diseño instruccional.

A. Diseño instruccional

El diseño instruccional es un proceso sistemático, planificado y estructurado donde se produce una variedad de materiales educativos adecuados a las necesidades de los educandos, asegurándose así la calidad del aprendizaje.

El diseño instruccional es, en síntesis, el modo de cubrir las distancias, de suplir la relación de presencialidad, como si el docente hubiera sido incorporado al mismo mensaje de instrucción. Tiene que ver con el mejoramiento, la comprensión y la aplicación de los métodos de enseñanza. Es un proceso donde se decide qué métodos son los mejores para producir los cambios deseados en el conocimiento y las destrezas de los estudiantes, para un contenido determinado y una población estudiantil dada.

B. Fases del diseño instruccional

Modelo Addie (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación, Evaluación)

Análisis: Es en esta fase que se define el problema, se identifica la fuente del problema y se determinan las posibles soluciones. El producto logrado se compone de las metas instruccionales y una lista de las tareas a enseñarse.

Diseño: Se utiliza el producto de la fase de Análisis para planificar una estrategia y así producir la facilitación del aprendizaje. Como por ejemplo redactar objetivos, redactar ítems para actividades, determinar cómo se diseñará y divulgará la secuencia de aprendizaje.

Desarrollo: Se planifican y elaboran los materiales que se van a utilizar.

Implantación e Implementación: Se divulga eficiente y efectivamente. Se pone a disposición de los usuarios.

Evaluación: Se evalúa la efectividad y eficiencia.

En la fase de **desarrollo** del material, la estructura del objeto a realizar debe ser la siguiente:

Titulo.

Introducción.

Propósitos educativos.

Contenidos.

Actividades de aprendizaje.

Actividad final (estrategia que permita una síntesis final)

C. Principios de aprendizaje

Se aprende mejor cuando se tienen en cuenta distintos principios de aprendizaje, por ejemplo:

1. El conocimiento debe ser significativo para el estudiante.
2. El aprendizaje debe ser planteado en forma activa. “Se aprende haciendo”.
3. Respetar dentro de lo posible el ritmo de aprendizaje del estudiante, brindándole posibilidades de recuperación del tiempo perdido.
4. Estructurar el contenido en secuencias teniendo en cuenta aproximaciones sucesivas.
5. Plantear instancias de autoevaluación intermedias que permitan al estudiante comprobar lo aprendido, así como una síntesis integradora final.
6. Tener en cuenta los estilos de aprendizaje mediante distintos tipos de actividades donde se plantee el análisis desde diferentes puntos de vista.

III. RESULTADOS

En los resultados mostraré como ejemplo los contenidos de dos objetos de aprendizaje del temario dado en el resumen, los cuales son: Criterio de la primera derivada y El teorema de Rolle. Los objetos completos serán alojados en el repositorio de objetos del proyecto http://roa.uaz.edu.mx, después de su revisión final por parte de la Dra. Ireli Aydeé Sustaita Torres

Título: Criterio de la primera derivada

Introducción:

El siguiente teorema es un resultado importante de la aplicación del cálculo, ya que es una herramienta para encontrar la optimización de una alguna cosa-proceso representada por alguna función.

Teorema 4.1.1.1: criterio de la primera derivada

Sea la función $y = f(x)$ definida en un intervalo $[a, b]$, si la función $y = f(x)$ alcanza un valor máximo o mínimo en un punto interior x_0 y si su derivada en tal punto existe entonces:

$$f'(x_0) = 0 \tag{1}$$

Para poder demostrar este teorema examinemos el coeficiente de diferencias:

$$\frac{\Delta f}{\Delta x} = \frac{f(x_0 + h) - f(x_0)}{h} \tag{2}$$

En donde recordemos que:

$$\Delta x = (x_0 + h) - (x_0) = h \tag{3}$$

Tomemos el caso de un mínimo, esto significa que si h es lo suficientemente pequeña $f(x_0 + h) \geq f(x_0)$, entonces el numerador del coeficiente de diferencias es:

$$f(x_0 + h) - f(x_0) \geq 0 \tag{4}$$

Por lo tanto, obtenemos que:

$$\frac{\Delta f}{\Delta x} \geq 0 \; si \; h > 0 \tag{5}$$

La ecuación (5) se cumple para el lado derecho del punto x_0, ahora para el lado izquierdo de x_0 tenemos:

$$f(x_0 + h) - f(x_0) \geq 0 \; pero \; h < 0 \tag{6}$$

Esto debido a que, en vez de movernos un poco hacia el lado derecho (h positiva), nos movimos un poco al lado izquierdo (lo que significa h negativa) y entonces obtenemos que el coeficiente de diferencias para el lado izquierdo del punto x_0 es:

$$\frac{\Delta f}{\Delta x} \leq 0 \; si \; h < 0 \tag{7}$$

Entonces debido a que el coeficiente de diferencias pasa de un valor negativo (ecuación (7)) a uno positivo (ecuación (5)) al movernos de izquierda a derecha del punto x_0. Debido a la continuidad de esta (la derivada en el punto x_0 existe), forzosamente debe pasar por el valor cero, así, en el límite cuando tiende a x_0 (esto es, por la ecuación (3), cuando $h \to 0$) obtenemos que:

$$\lim_{h \to 0} \frac{\Delta f}{\Delta x} = \lim_{h \to 0} \frac{f(x_0 + h) - f(x_0)}{h} = f'(x_0) = 0 \tag{8}$$

Como se quería demostrar.

Una aplicación del anterior teorema nos ayuda a demostrar el Teorema de Rolle, siendo así los objetos de aprendizaje realizados auto contenidos.

Título: El teorema de Rolle

Introducción:

El teorema de rolle es un teorema importante que nos ayuda a demostrar un teorema importante, el teorema del valor medio. Un teorema que a su vez tiene muchas aplicaciones, entre ellas, se utiliza para: la demostración de la regla de la cadena; el hecho de que, si dos funciones derivadas son iguales, entonces las funciones son iguales salvo una constante, etc.

Teorema de Rolle:

Si $f(x)$ es continua en un intervalo cerrado $[a,b]$ y derivable en el intervalo abierto (a,b), y si además $f(a)=f(b)$ entonces existe al menos un punto $x_0 \in (a,b)$ tal que $f'(x_0)=0$

Demostración:

Usaremos, aunque sin demostración el hecho de que una función continúa acotada en un intervalo $[a,b]$ alcanza tanto su máximo como su mínimo en ese mismo intervalo, entonces sea:

$$M = máx f(x)$$
$$m = mín f(x) \tag{9}$$

Aquí se podría pensar que no necesitamos nada más, ya que sabemos que la función alcanza tanto su máximo como su mínimo en el intervalo $[a,b]$ (y por lo tanto por el teorema 4.1.1.1 de la sección 4.1.1 existe un punto $x_0 \in [a,b]$ tal que $f'(x_0)=0$) pero, si leemos de nuevo el teorema, este nos dice que tanto el punto máximo como el mínimo se alcanza dentro del intervalo, o sea, en el intervalo abierto (a,b), por lo tanto esto es lo que debemos demostrar.

Observemos que existen dos casos:

$$M = m \; o \; M \neq m \tag{10}$$

Entonces ahora, primero tomemos el caso de $M=m$, entonces se sigue que la función $f(x)$ es constante (y por lo tanto $f'(x)=0$) para toda $x \in (a,b)$ esto debido a que, el valor máximo que alcanza la función en el intervalo es igual al valor mínimo que alcanza en el mismo intervalo. Entonces en el segundo caso si $M \neq m$ tenemos que al menos uno de ellos es diferente de $f(a)$ supóngase que es M (el otro caso es análogo), entonces:

$$M > f(a) \tag{11}$$

De manera que el máximo no puede obtenerse en el punto $x_1 = a$ o bien $x_2 = b$ (esto ya que $f(a) = f(b)$), de aquí que existe al menos un punto en el intervalo abierto $x_0 \in (a, b)$ en el cual $f(x_0)$ es un máximo y por lo tanto por el teorema 4.1.1.1 el un punto x_0 cumple que:

$$f'(x_0) = 0 \tag{12}$$

Que es lo que se quería demostrar.

IV. RECONOCIMIENTOS

Le doy gracias al Dr Javier Martínez Ruiz y la Dra Pilar Cecilia Godina González por dejarme formar parte de este proyecto al igual que a los coordinadores del Verano de la ciencia Región Centro por el apoyo económico que recibí.

REFERENCIAS

[1] José Ramón J. R, Narciso J. T, J. Gómez López, *Curso de elaboración de materiales para FP* recuperado de http://exelearning.net/curso-de-elaboracion-de-materiales-para-fp/ el día 10 de julio 2019

[2] Pérez González, F. J, *Cálculo diferencial e integral de funciones de una variable, Universidad de Granada*

[3] Elsie. Hernández S, *Cálculo diferencial e integral, con aplicaciones,* Escuela de Matemática Instituto Tecnológico de Costa Rica Actualización, 2016

Herramienta de análisis para diagnóstico arganizacional VOPLES

Raya Chacón Ulises Fabián
José de Jesús Ortega Medina
Jesús Guadalupe López Olmedo
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carr. Irapuato-Silao Km. 12.5 Irapuato Gto., México 36821
fabianraya07@gmail.com
medinajesus196@gmail.com
lp210jk@gmail.com

Asesor: Miguel Anguiano Sánchez
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carr. Irapuato-Silao Km. 12.5
Irapuato Gto., México 36821
mianguiano@itesi.edu.mx

Resumen — En el presente proyecto se desarrolló un software el cual cuenta con las características particulares, en las cuales se implementa el modelo para análisis de un diagnostico organizacional llamado VOPLES. Con esta herramienta se representa e interpreta de una manera más practica y sencilla los principales factores que interfieren en el desarrollo y buen funcionamiento de la organización, se integraron ademas un conjunto de estrategias y herramientas prácticas que están adecuadamente seleccionadas de acuerdo con la problemática presentada ademas de mostrar un estatus de resultados mediante tablas y gráficos.

Palabras clave — Software, Diagnostico Organizacional, Estrategia, Análisis.

Abstract— In the present project a software was developed which has the particular characteristics, in which the model for analysis of an organizational diagnosis called VOPLES is implemented. With this tool, the main factors that interfere with the development and proper functioning of the organization are represented and interpreted in a more practical and simple way, a set of strategies and practical tools that are properly selected according to the problem presented are also integrated to show a status of results through tables and graphs.

Keywords — Software, Organizational Diagnosis, Strategy, Analysis.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente las empresas han tenido un desarrollo enorme en todos sus ámbitos, cada vez la competencia dentro de los mercados nacionales e internacionales exigen mayor desempeño y actualización de las operaciones, por ello, conocer el estado actual dentro de la organización es fundamental para el desarrollo ya que abre oportunidades de mejora para aquello que ocasiona problemas y para potencializar lo que funciona correctamente, implicando personal, herramientas de trabajo, metodologías de trabajo, liderazgo, optimización de procesos y análisis de información.

Una alternativa eficiente con características filosóficas, estructurales, sistemáticas y de organización es lo que hoy en día las empresas necesitan para identificar el estado de la empresa o institución que analice dentro de un contexto general los elementos que ocasionan las disruptivas dentro de las operaciones y procesos, para esto, el diagnóstico organizacional es una herramienta diseñada que brinda resultados congruentes y detallados de las necesidades o mejoras que las organizaciones necesitan.

De forma general, la herramienta de análisis para el diagnóstico organizacional VOPLES es un proceso sistemático-operacional que siendo ejecutado mediante un software permite

conocer la situación real de la organización en un momento dado para descubrir problemas y áreas de oportunidad en las cuales la organización pueda desenvolverse y crecer además es aplicable a cualquier empresa o institución que dese realizar un diagnóstico estando dentro de los principales elementos que componen el cuerpo empresarial los cuales son visión, organización, personal, liderazgo, estructura y sistema.

La finalidad de su aplicación es que las organizaciones resuelvan las problemáticas de manera más rápida y optima lo cual en primera instancia detectara las complicaciones presentadas al momento y posteriormente arroja una solución que la empresa pueda aplicar como una metodología de mejora continúa siendo un programa único realizando esto de manera digitalizada.

II. MARCO TEÓRICO

A. Las organizaciones de la era digital

Las organizaciones de la era digital están construidas sobre un nuevo conjunto de hipótesis de funcionamiento, recogidas por Kaplan y Norton en su libro “Cuadro de Mando Integral” [4]. Estas hipótesis resumen los principales cambios en el direccionamiento y formas de evaluar las organizaciones y obtener ventajas competitivas, en la que hemos llamado era digital [1].

B. Cultura Organizacional

Establecida desde la manera en que las organizaciones llevan a cabo sus actividades desde como trata a sus empleados, clientes y la comunidad en general. Integrando al igual el grado en que se permite la autonomía y la libertad en la toma de decisiones, el desarrollo de nuevas ideas, y la expresión personal, cada una de las características permite identificar como se ejercita el poder y como fluye la información a través de su jerarquía, al igual que la fuerza del compromiso de los empleados hacia los objetivos colectivos [2].

C. Diagnostico Organizacional

En términos muy sencillos definiremos el diagnostico como un proceso de comparación entre dos situaciones: la presente, que emos llegado a conocer mediante a indignación, y otra ya definida supuestamente conocida que nos sirve de apautado-modelo. “El saldo” esta comparación o contraste, es lo que llamamos diagnostico el cual cuenta con un proceso con la finalidad de llegar a obtener un plan estratégico. (1) [3].

En la figura 1 se ilustran cada uno de los pasos a seguir con la finalidad de obtener un nuevo plan estratégico el cual nos aportara resultados que servirán de análisis para una toma de decisiones bien establecida.

D. Aplicación de Software en las Empresas Mexicanas

En un escenario actual, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) han adquirido gran importancia debido a factores como la expansión acelerada y los cambios revolucionarios en el sistema, los procesos vinculados con el desarrollo de internet, la introducción y demanda exponencial de las computadoras personales, así como de programas de computo especializados.

Figura 1. Proceso de un Plan Estratégico.

Elementos que se encuentran asociados al desarrollo y uso creciente de un a tecnología multifuncional, el software, cuyas características dificultan su definición: es un elemento dual, a la vez servicio y producto, intangible y necesario para muchas actividades; desempeña un papel clave en la reconfiguración de las industrias, indispensable para el procesamiento de datos y el funcionamiento de los equipos de hardware; se le incorpora cada vez mas diversos productos industriales de uso cotidiano. Su gran dinamismo económico propicia el desarrollo de nuevas áreas y crea nuevas oportunidades de empleo [4].

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El diagnóstico organizacional VOPLES es una herramienta que consta de varias etapas cada una se conforma metódica y teóricamente en primera instancia cuenta con criterios como son visión, planeación estratégica, trabajo en equipo, procesos esenciales, procesos de soporte, etc.; en la cual están establecidos con evaluaciones en categorías porcentuales las cuales van del 25% (evaluación grave), 50% (evaluación moderado), 75% (situación buena pero con área de mejora) y 100% (situación excelente) los porcentajes ya están planteados y como tal no se pueden cambiar algunos ejemplos se pueden mostrar en la tabla 1.

Como segunda etapa del proceso es dar soluciones congruentes y detalladas a los problemas dentro de cada criterio que se establece en una tabla que contiene el nombre del criterio dentro de este hay de 4 a 5 conceptos que forman parte de este, dentro de la misma tabla en cada concepto se establecen los problemas (los resaltados con color azul en la figura 2) que se encuentran divididos en los porcentajes mencionados anteriormente.

La tercera etapa del proceso es la creación del programa VOPLES software que consiste en una herramienta practica en la cual se muestran todos los problemas a manera de cuestionario para que la persona indicada o la que conozca mejor la organización realice el diagnóstico y pueda ir contestando con preguntas de opción múltiple, una vez contestado arrojara los resultados en un gráfico radial que indicara la parte afectada dentro de la organización.

La última etapa de diagnóstico organizacional VOPLES es mostrar la solución de los problemas encontrados mediante herramientas y técnicas metodológicas tanto de análisis, rediseño de procesos, planeación estratégica, etc.; que el software indicara paso a paso su ejecución.

Tabla 1. Representación de uno de los criterios VOPLES

VISION, MISION Y VALORES.

CONCEPTO	25%	50%	75%	100%
IMPRESA Y DIFUNDIDA	No impresa y no difundida	Impresa pero no difundida	Impresa y difundida por todo el personal	Impresa y comprendida por todo el personal.
REVISADA EN LOS DOS ÚLTIMOS AÑOS	No ha sido revisada en 10 años	Revisada hace 5 años	Revisada hace años	Revisada anualmente como sistema.
RECORDADA POR LA MAYORÍA DE LOS EMPLEADOS	No recordada mas que por los que la dijeron	Recordada por la mayoría y con ayuda	Recordarla sin ningún tipo de ayuda	Recordada y tenerla como cultura por todo el personal.
UTILIZADA COMO GUÍA EN LA OPERACIÓN	No se conoce la contribución de la operación	Conocen la contribución parcialmente.	Algunas personas la utilizan como guía de operación.	Utilizada como base en la operación por todo el personal.

IV. RESULTADOS

Se obtuvo como resultado el desarrollo de un software con el cual se puede aplicar de manera más practica la evaluación organizacional VOPLES, así también se desarrollaron y plantearon estrategias capaces de dar solución a los problemas que son detectados al final de la evaluación digital VOPLES. En la cual se hace mención un conjunto de herramientas practicas que se ajustan de acuerdo con la necesidad o problemática presentada.

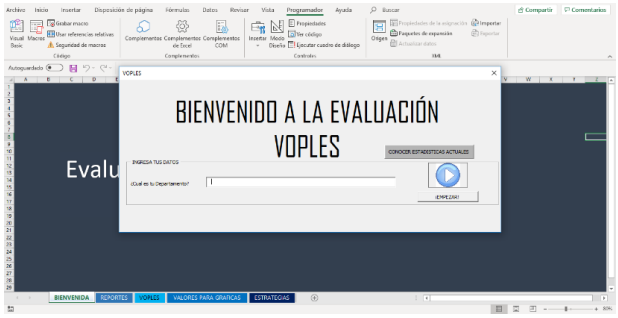


Figura 2. Evaluación VOPLES digitalizada

Una vez digitalizada la evaluación en Excel se programó de tal manera que al terminar de contestar la evaluación se generaron graficas por cada uno de los rubros para así determinar los puntos en los cuales no están siendo atendidos, además permitir la visualización de las estrategias a seguir para mejorar la problemática resultante. El resultado da un programa que es de fácil acceso y uso para el usuario respecto a contestar la evaluación y por ofrecer una representación gráfica de los resultados y sus posibles soluciones todo de manera digital.

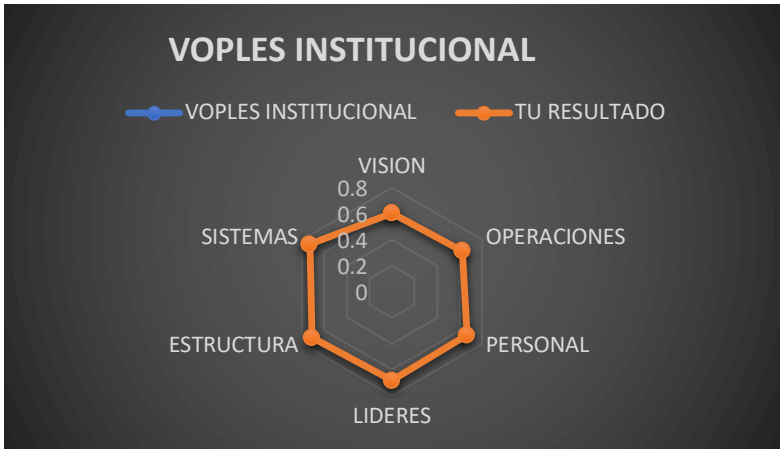


Figura 3. Graficas representativas de los resultados en la aplicación de la herramienta VOPLES.

Los resultados deben ser presentados en una secuencia lógica en el texto, tablas y figuras, evitando la repetición de los mismos datos en diferentes formas. Al describir los resultados la redacción debe ser utilizando en tiempo pasado.

V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Un diagnostico organizacional busca generar eficiencia en la organización a través de cambios. Las organizaciones con todas sus implicaciones son el resultado de la búsqueda que ha encauzado el hombre racional a la prosperidad. De acuerdo con los resultados obtenidos los veneficios que aportara la aplicación del software encaminaran a su amplio desempeño a la organización, además de que la evaluación VOPLES permitirá diagnosticar de una manera más practica las problemáticas presentadas, aportando resultados grafios al igual que aplicar un diagnostico más optimo con respecto a sus necesidades.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El modelo para el diagnostico organizacional VOPLES está integrado en un software el cual permitirá mayor facilidad, eficacia y efectividad al momento de determinar el estado actual de la organización, con resultados óptimos además de proporcionar estrategias de mejora dependiendo la problemática presentada la cual se establecerá de manera visual mediante gráficos incorporados. Debe de considerarse una muestra representativa si se tratase de mas de 100 empleados y cerciorarse de que se realiza sin comprometer al empleado.

VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi más grande agradecimiento principalmente a nuestro asesor, el Ingeniero Miguel Anguiano Sánchez por permitir colaborar en este gran proyecto con los aportes y habilidades que podemos otorgar, ademas al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato por el apoyo económico que nos permite cubrir gastos durante nuestra estancia en el 21 Verano de la Ciencia Regional de misma manera por permitirme esta oportunidad en la cual aporta tanto conocimientos y oportunidades principalmente como desarrollo personal, de igual manera se brinda un cordial agradecimiento a Ana Gabriela Gasca Gutiérrez por aplicar sus habilidades de programación que nos permitieron dar un avance importante y lograr el resultado esperado de ante mano muchas gracias por su dedicación y entrega.

REFERENCIAS

[1-3] V.A, *Diagnostico Organizacional.* 2˚. Ed. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2004

[4] M.A, “La Industria del Software en México”, *Revista Latinoamericana de Economía, Vol.35, núm. 137, pp.41-58, junio 2004*

R.M, *Diagnostico Organizacional.* 6ta. ed. Chile: Alfaomega, Ediciones Universidad Católica de Chile, 2005

P.P, *Diagnostico Organizacional: herramientas y prácticas.* 1ª. ed. -Buenos Aires: Osmar D. Buyatti-Librería Editorial, 2015

R.M, *Diagnostico* Organizacional. 8va. ed. Chile: Alfaomega, Ediciones Universidad Católica de Chile, 2016

Zeitham,V y Bitner, M.*Services Marketing: interating customer focus across the fir. 3ra. ed. New York, E. U. Mc Grawn Hill Companies, Inc. 2003*

Identificación de cuellos de botella por piezas en procesos productivos con una nueva metodología implementada

Uriel Daniel Vargas Rivas
Universidad Politécnica del Bicentenario
Carr. Nacional Romita Km. 2, San Juan los Durán, 36283 Silao, Gto.
16030373@upbicentenario.edu.mx

Asesor: Juan Manuel Guzmán Ambriz
Universidad Politécnica del Bicentenario
Carr. Nacional Romita Km. 2, San Juan los Durán, 36283 Silao, Gto.
jguzmana@upbicentenario.edu.mx

Resumen — El presente trabajo desarrolla una nueva metodología donde va contabilizando las piezas que existen en los cuellos de botella dentro de un proceso productivo donde es continuo. Se realiza un estudio de tiempos tomando en cuenta 18 muestras realizadas en el área de producción en la empresa de ramo textil, se obtienen los tiempos estándar en base a las muestras tomadas para realización de la matriz en Excel como parte de la metodología propuesta donde especifica cuando ocurren cuellos de botella. Los resultados obtenidos son comprobados con el software "ProModel" donde se simula el proceso donde fue estudiado para una mejor visualización de la implementación realizada. Haciendo que la complejidad del modelado sea más fácil de visualizar y analizarla.

Palabras clave — ProModel, cuellos de botella, nueva metodología.

Abstract — The present work develops a new methodology where the pieces that exist in the bottlenecks are counted within a productive process where it is continuous. A study of times is carried out taking into account 18 samples made in the production area in the textile industry, the standard times are obtained based on the samples taken for the realization of the matrix in Excel as part of the proposed methodology where it specifies when bottlenecks occur. The results obtained are checked with the "ProModel" software where the process where it was studied for a better visualization of the implementation made is simulated. Making modeling complexity easier to visualize and analyze.

Keywords — ProModel, bottlenecks, new methodology.

I. INTRODUCCIÓN

En las empresas no alcanzan la eficiencia dentro de sus sistemas productivos una de las causas a que se debe esta situación es cuando se presentan recursos comportándose como cuellos de botella que impiden el flujo continuo del producto. Los recursos sean maquinas o personas son utilizados en los procesos que emplean con sus tiempos de procesamiento, el lapso de tiempo definido que actúa agregando valor a la materia prima para convertirla en un artículo, existen recursos que emplean tiempos mayores que otros. También es una restricción que impide la salida de producción sea continua, restringe la fluidez del proceso, tanto el personal como la maquinaría puede formar parte de los cuellos de botella debido que limita su capacidad y la manera de cómo trabajan también cuenta. En poder identificar los cuellos de botella en el proceso pude servir como punto de referencia para realizar mejoras e incrementar la eficiencia en estaciones de trabajo. En la metodología que se desea implementar es necesario conocer el tiempo de procesamiento por un estudio de tiempos partiendo de un número limitado de observaciones, con el tiempo necesario para llevar a cabo la tarea en cada estación de trabajo que conforma la línea de producción, además de considerar factores del entorno la habilidad de los operarios y los tiempos en maquinado. La

técnica usada para el estudio de tiempos es por cronometraje, para establecer la duración de las tareas que forman parte del proceso con la finalidad de establecer tiempos estándar.

De igual forma se pueden usar tiempos predeterminados o tiempos estimados. En base a los tiempos determinados que emplearan dentro de una matriz generada con la finalidad que muestre parámetros de cierta cantidad de cuellos de botella que se presentan en la elaboración de piezas tomando en consideración una empresa que se ofreció a estudiar su proceso.

II. MARCO TEÓRICO

El muestreo para determinar cuántas observaciones se necesita para el estudio, se aplicó la formula estadística para efectuar cierto número de observaciones preliminares (n'), a un nivel de confianza del 95.45% y un margen de error ± 5%.

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n' \sum x^2 - \sum(x)^2}}{\sum x}\right)^2 \quad (1)$$

Iniciando con 10 observaciones en el estudio se capturaron tiempos en 11 operaciones del proceso por medio de cronometraje de manera continua con una aplicación móvil (Time Study). Después, de acuerdo a las observaciones tomadas con anterioridad, se aplica la fórmula que aparece en la Ec.1 (Fórmula para calcular número de observaciones de muestra para la toma de tiempos con nivel de confianza de 95.45%). El número total de observaciones que necesitamos para determinar tiempos estándar son 18 observaciones.

Se volvió a realizar la toma de tiempos para las observaciones restantes al proceso nuevamente y así sacar tiempos medios de cada operación, considerando factor de calificación de cada uno y también holguras para poder determinar los tiempos estándar.

Una vez determinados los tiempos estándar se colocan en la matriz generada en Excel donde colocamos condiciones en los tiempos de procesamiento en cada operación, tal forma que pueden aparecer cuellos de botella.

III. METODOLOGIA

Para la realización de la metodología primeramente se debe de realizar un estudio de tiempos para poder determinar el proceso junto con sus tiempos de procesamiento (Estándar) en cada operación, se llevó a cabo en la empresa “Artex” en empresa del ramo textil dedicada a la fabricación de prendas.

Una vez determinados los tiempos estándar se colocan en la matriz generada en Excel donde colocamos condiciones en los tiempos de procesamiento en cada operación, tal forma que pueden aparecer cuellos de botella.

En la figura 2 se muestra la matriz con la operaciones y tiempos, además que el proceso se encuentran 15 piezas que tienen que reprocesarse y fueron de detectadas en inspecciones, con color amarillo representa los cuellos de botella.

Min		2.74		4.04		2.86		3.44		3.31		5.95		5		3.72		6.35		2.11		5.04	
		A		B		C		D		E		F		G		H		I		J		K	
	1	0	2.74	2.74	6.78	6.78	9.64	9.64	13.08	13.08	16.39	16.39	22.34	22.34	27.34	27.34	31.06	31.06	37.41	37.41	39.52	39.52	44.56
	2	2.74	5.48	6.78	10.82	10.82	13.68	13.68	17.12	17.12	20.43	22.34	28.29	28.29	33.29	33.29	37.01	37.41	43.76	43.76	45.87	45.87	50.91
	3	5.48	8.22	10.82	14.86	14.86	17.72	17.72	21.16	21.16	24.47	28.29	34.24	34.24	39.24	39.24	42.96	43.76	50.11	50.11	52.22	52.22	57.26
4- REPROCESA EN H		8.22	10.96	14.86	18.9	18.9	21.76	21.76	25.2	25.2	28.51	34.24	40.19	40.19	45.19	45.19	48.91	50.11	56.46	0	0	0	0
5- REPROCESA EN H		10.96	13.7	18.9	22.94	22.94	25.8	25.8	29.24	29.24	32.55	40.19	46.14	46.14	51.14	51.14	54.86	56.46	62.81	0	0	0	0
	6	13.7	16.44	22.94	26.98	26.98	29.84	29.84	33.28	33.28	36.59	46.14	52.09	52.09	57.09	57.09	60.81	62.81	69.16	69.16	71.27	71.27	76.31
	7	16.44	19.18	26.98	31.02	31.02	33.88	33.88	37.32	37.32	40.63	52.09	58.04	58.04	63.04	63.04	66.76	69.16	75.51	75.51	77.62	77.62	82.66
	8	19.18	21.92	31.02	35.06	35.06	37.92	37.92	41.36	41.36	44.67	58.04	63.99	63.99	68.99	68.99	72.71	75.51	81.86	81.86	83.97	83.97	89.01
	9	21.92	24.66	35.06	39.1	39.1	41.96	41.96	45.4	45.4	48.71	63.99	69.94	69.94	74.94	74.94	78.66	81.86	88.21	88.21	90.32	90.32	95.36
	10	24.66	27.4	39.1	43.14	43.14	46	46	49.44	49.44	52.75	69.94	75.89	75.89	80.89	80.89	84.61	88.21	94.56	94.56	96.67	96.67	101.71
11- REPROCESA EN J		27.4	30.14	43.14	47.18	47.18	50.04	50.04	53.48	53.48	56.79	75.89	81.84	81.84	86.84	86.84	90.56	94.56	100.91	100.91	103.02	103.02	108.06
	12	30.14	32.88	47.18	51.22	51.22	54.08	54.08	57.52	57.52	60.83	81.84	87.79	87.79	92.79	92.79	96.51	100.91	107.26	107.26	109.37	109.37	114.41
	13	32.88	35.62	51.22	55.26	55.26	58.12	58.12	61.56	61.56	64.87	87.79	93.74	93.74	98.74	98.74	102.46	107.26	113.61	113.61	115.72	115.72	120.76
	14	35.62	38.36	55.26	59.3	59.3	62.16	62.16	65.6	65.6	68.91	93.74	99.69	99.69	104.69	104.69	108.41	113.61	119.96	119.96	122.07	122.07	127.11
	15	38.36	41.1	59.3	63.34	63.34	66.2	66.2	69.64	69.64	72.95	99.69	105.64	105.64	110.64	110.64	114.36	119.96	126.31	126.31	128.42	128.42	133.46
	16	41.1	43.84	63.34	67.38	67.38	70.24	70.24	73.68	73.68	76.99	105.64	111.59	111.59	116.59	116.59	120.31	126.31	132.66	132.66	134.77	134.77	139.81
	17	43.84	46.58	67.38	71.42	71.42	74.28	74.28	77.72	77.72	81.03	111.59	117.54	117.54	122.54	122.54	126.26	132.66	139.01	139.01	141.12	141.12	146.16
18- REPROCESA EN J		46.58	49.32	71.42	75.46	75.46	78.32	78.32	81.76	81.76	85.07	117.54	123.49	123.49	128.49	128.49	132.21	139.01	145.36	145.36	147.47	147.47	152.51
	19	49.32	52.06	75.46	79.5	79.5	82.36	82.36	85.8	85.8	89.11	123.49	129.44	129.44	134.44	134.44	138.16	145.36	151.71	151.71	153.82	153.82	158.86
	20	52.06	54.8	79.5	83.54	83.54	86.4	86.4	89.84	89.84	93.15	129.44	135.39	135.39	140.39	140.39	144.11	151.71	158.06	158.06	160.17	160.17	165.21
	21	54.8	57.54	83.54	87.58	87.58	90.44	90.44	93.88	93.88	97.19	135.39	141.34	141.34	146.34	146.34	150.06	158.06	164.41	164.41	166.52	166.52	171.56
22- REPROCESA EN F		57.54	60.28	87.58	91.62	91.62	94.48	94.48	97.92	97.92	101.23	141.34	147.29	147.29	152.29	0	0	0	0	0	0	0	0
	23	60.28	63.02	91.62	95.66	95.66	98.52	98.52	101.96	101.96	105.27	147.29	153.24	153.24	158.24	158.24	161.96	164.41	170.76	170.76	172.87	172.87	177.91
	24	63.02	65.76	95.66	99.7	99.7	102.56	102.56	106	106	109.31	153.24	159.19	159.19	164.19	164.19	167.91	170.76	177.11	177.11	179.22	179.22	184.26
	25	65.76	68.5	99.7	103.74	103.74	106.6	106.6	110.04	110.04	113.35	159.19	165.14	165.14	170.14	170.14	173.86	177.11	183.46	183.46	185.57	185.57	190.61
	26	68.5	71.24	103.74	107.78	107.78	110.64	110.64	114.08	114.08	117.39	165.14	171.09	171.09	176.09	176.09	179.81	183.46	189.81	189.81	191.92	191.92	196.96
	27	71.24	73.98	107.78	111.82	111.82	114.68	114.68	118.12	118.12	121.43	171.09	177.04	177.04	182.04	182.04	185.76	189.81	196.16	196.16	198.27	198.27	203.31
	28	73.98	76.72	111.82	115.86	115.86	118.72	118.72	122.16	122.16	125.47	177.04	182.99	182.99	187.99	187.99	191.71	196.16	202.51	202.51	204.62	204.62	209.66
	29	76.72	79.46	115.86	119.9	119.9	122.76	122.76	126.2	126.2	129.51	182.99	188.94	188.94	193.94	193.94	197.66	202.51	208.86	208.86	210.97	210.97	216.01
30- REPROCESA EN H		79.46	82.2	119.9	123.94	123.94	126.8	126.8	130.24	130.24	133.55	188.94	194.89	194.89	199.89	199.89	203.61	208.86	215.21	0	0	0	0
	31	82.2	84.94	123.94	127.98	127.98	130.84	130.84	134.28	134.28	137.59	194.89	200.84	200.84	205.84	205.84	209.56	215.21	221.56	221.56	223.67	223.67	228.71
	32	84.94	87.68	127.98	132.02	132.02	134.88	134.88	138.32	138.32	141.63	200.84	206.79	206.79	211.79	211.79	215.51	221.56	227.91	227.91	230.02	230.02	235.06
	33	87.68	90.42	132.02	136.06	136.06	138.92	138.92	142.36	142.36	145.67	206.79	212.74	212.74	217.74	217.74	221.46	227.91	234.26	234.26	236.37	236.37	241.41
	34	90.42	93.16	136.06	140.1	140.1	142.96	142.96	146.4	146.4	149.71	212.74	218.69	218.69	223.69	223.69	227.41	234.26	240.61	240.61	242.72	242.72	247.76
	35	93.16	95.9	140.1	144.14	144.14	147	147	150.44	150.44	153.75	218.69	224.64	224.64	229.64	229.64	233.36	240.61	246.96	246.96	249.07	249.07	254.11
	36	95.9	98.64	144.14	148.18	148.18	151.04	151.04	154.48	154.48	157.79	224.64	230.59	230.59	235.59	235.59	239.31	246.96	253.31	253.31	255.42	255.42	260.46
37- REPROCESA EN J		98.64	101.38	148.18	152.22	152.22	155.08	155.08	158.52	158.52	161.83	230.59	236.54	236.54	241.54	241.54	245.26	253.31	259.66	259.66	261.77	261.77	266.81
	38	101.38	104.12	152.22	156.26	156.26	159.12	159.12	162.56	162.56	165.87	236.54	242.49	242.49	247.49	247.49	251.21	259.66	266.01	266.01	268.12	268.12	273.16
39- REPROCESA EN J		104.12	106.86	156.26	160.3	160.3	163.16	163.16	166.6	166.6	169.91	242.49	248.44	248.44	253.44	253.44	257.16	266.01	272.36	272.36	274.47	274.47	279.51
	40	106.86	109.6	160.3	164.34	164.34	167.2	167.2	170.64	170.64	173.95	248.44	254.39	254.39	259.39	259.39	263.11	272.36	278.71	278.71	280.82	280.82	285.86
	41	109.6	112.34	164.34	168.38	168.38	171.24	171.24	174.68	174.68	177.99	254.39	260.34	260.34	265.34	265.34	269.06	278.71	285.06	285.06	287.17	287.17	292.21
	42	112.34	115.08	168.38	172.42	172.42	175.28	175.28	178.72	178.72	182.03	260.34	266.29	266.29	271.29	271.29	275.01	285.06	291.41	291.41	293.52	293.52	298.56
	43	115.08	117.82	172.42	176.46	176.46	179.32	179.32	182.76	182.76	186.07	266.29	272.24	272.24	277.24	277.24	280.96	291.41	297.76	297.76	299.87	299.87	304.91
	44	117.82	120.56	176.46	180.5	180.5	183.36	183.36	186.8	186.8	190.11	272.24	278.19	278.19	283.19	283.19	286.91	297.76	304.11	304.11	306.22	306.22	311.26
	45	120.56	123.3	180.5	184.54	184.54	187.4	187.4	190.84	190.84	194.15	278.19	284.14	284.14	289.14	289.14	292.86	304.11	310.46	310.46	312.57	312.57	317.61
	46	123.3	126.04	184.54	188.58	188.58	191.44	191.44	194.88	194.88	198.19	284.14	290.09	290.09	295.09	295.09	298.81	310.46	316.81	316.81	318.92	318.92	323.96
	47	126.04	128.78	188.58	192.62	192.62	195.48	195.48	198.92	198.92	202.23	290.09	296.04	296.04	301.04	301.04	304.76	316.81	323.16	323.16	325.27	325.27	330.31
	48	128.78	131.52	192.62	196.66	196.66	199.52	199.52	202.96	202.96	206.27	296.04	301.99	301.99	306.99	306.99	310.71	323.16	329.51	329.51	331.62	331.62	336.66
	49	131.52	134.26	196.66	200.7	200.7	203.56	203.56	207	207	210.31	301.99	307.94	307.94	312.94	312.94	316.66	329.51	335.86	335.86	337.97	337.97	343.01
	50	134.26	137	200.7	204.74	204.74	207.6	207.6	211.04	211.04	214.35	307.94	313.89	313.89	318.89	318.89	322.61	335.86	342.21	342.21	344.32	344.32	349.36
	51	137	139.74	204.74	208.78	208.78	211.64	211.64	215.08	215.08	218.39	313.89	319.84	319.84	324.84	324.84	328.56	342.21	348.56	348.56	350.67	350.67	355.71
	52	139.74	142.48	208.78	212.82	212.82	215.68	215.68	219.12	219.12	222.43	319.84	325.79	325.79	330.79	330.79	334.51	348.56	354.91	354.91	357.02	357.02	362.06
	53	142.48	145.22	212.82	216.86	216.86	219.72	219.72	223.16	223.16	226.47	325.79	331.74	331.74	336.74	336.74	340.46	354.91	361.26	361.26	363.37	363.37	368.41
	54	145.22	147.96	216.86	220.9	220.9	223.76	223.76	227.2	227.2	230.51	331.74	337.69	337.69	342.69	342.69	346.41	361.26	367.61	367.61	369.72	369.72	374.76
	55	147.96	150.7	220.9	224.94	224.94	227.8	227.8	231.24	231.24	234.55	337.69	343.64	343.64	348.64	348.64	352.36	367.61	373.96	373.96	376.07	376.07	381.11
	56	150.7	153.44	224.94	228.98	228.98	231.84	231.84	235.28	235.28	238.59	343.64	349.59	349.59	354.59	354.59	358.31	373.96	380.31	380.31	382.42	382.42	387.46
	57	153.44	156.18	228.98	233.02	233.02	235.88	235.88	239.32	239.32	242.63	349.59	355.54	355.54	360.54	360.54	364.26	380.31	386.66	386.66	388.77	388.77	393.81
	58	156.18	158.92	233.02	237.06	237.06	239.92	239.92	243.36	243.36	246.67	355.54	361.49	361.49	366.49	366.49	370.21	386.66	393.01	393.01	395.12	395.12	400.16
59- REPROCESA EN E		158.92	161.66	237.06	241.1	241.1	243.96	243.96	247.4	247.4	250.71	361.49	367.44	367.44	372.44	0	0	0	0	0	0	0	0
	60	161.66	164.4	241.1	245.14	245.14	248	248	251.44	251.44	254.75	367.44	373.39	373.39	378.39	378.39	382.11	393.01	399.36	399.36	401.47	401.47	406.51
	61	164.4	167.14	245.14	249.18	249.18	252.04	252.04	255.48	255.48	258.79	373.39	379.34	379.34	384.34	384.34	388.06	399.36	405.71	405.71	407.82	407.82	412.86
	62	167.14	169.88	249.18	253.22	253.22	256.08	256.08	259.52	259.52	262.83	379.34	385.29	385.29	390.29	390.29	394.01	405.71	412.06	412.06	414.17	414.17	419.21
63- REPROCES EN J		169.88	172.62	253.22	257.26	257.26	260.12	260.12	263.56	263.56	266.87	385.29	391.24	391.24	396.24	396.24	399.96	412.06	418.41	418.41	420.52	420.52	425.56
	64	172.62	175.36	257.26	261.3	261.3	264.16	264.16	267.6	267.6	270.91	391.24	397.19	397.19	402.19	402.19	405.91	418.41	424.76	424.76	426.87	426.87	431.91
65- REPROCESA EN F		175.36	178.1	261.3	265.34	265.34	268.2	268.2	271.64	271.64	274.95	397.19	403.14	403.14	408.14	0	0	0	0	0	0	0	0
	66	178.1	180.84	265.34	269.38	269.38	272.24	272.24	275.68	275.68	278.99	403.14	409.09	409.09	414.09	414.09	417.81	424.76	431.11	431.11	433.22	433.22	438.26
	67	180.84	183.58	269.38	273.42	273.42	276.28	276.28	279.72	279.72	283.03	409.09	415.04	415.04	420.04	420.04	423.76	431.11	437.46	437.46	439.57	439.57	444.61
	68	183.58	186.32	273.42	277.46	277.46	280.32	280.32	283.76	283.76	287.07	415.04	420.99	420.99	425.99	425.99	429.71	437.46	443.81	443.81	445.92	445.92	450.96
	69	186.32	189.06	277.46	281.5	281.5	284.36	284.36	287.8	287.8	291.11	420.99	426.94	426.94	431.94	431.94	435.66	443.81	450.16	450.16	452.27	452.27	457.31
	70	189.06	191.8	281.5	285.54	285.54	288.4	288.4	291.84	291.84	295.15	426.94	432.89	432.89	437.89	437.89	441.61	450.16	456.51	456.51	458.62	458.62	463.66
71- REPROCESA EN J		191.8	194.54	285.54	289.58	289.58	292.44	292.44	295.88	295.88	299.19	432.89	438.84	438.84	443.84	443.84	447.56	456.51	462.86	462.86	464.97	464.97	470.01
	72	194.54	197.28	289.58	293.62	293.62	296.48	296.48	299.92	299.92	303.23	438.84	444.79	444.79	449.79	449.79	453.51	462.86	469.21	469.21	471.32	471.32	476.36
	73	197.28	200.02	293.62	297.66	297.66	300.52	300.52	303.96	303.96	307.27	444.79	450.74	450.74	455.74	455.74	459.46	469.21	475.56	475.56	477.67	477.67	482.71
74- REPROCESA EN J		200.02	202.76	297.66	301.7	301.7	304.56	304.56	308	308	311.31	450.74	456.69	456.69	461.69	461.69	465.41	475.56	481.91	481.91	484.02	484.02	489.06
	75	202.76	205.5	301.7	305.74	305.74	308.6	308.6	312.04	312.04	315.35	456.69	462.64	462.64	467.64	467.64	471.36	481.91	488.26	488.26	490.37	490.37	495.41
76-REPROCESA EN J		205.5	208.24	305.74	309.78	309.78	312.64	312.64	316.08	316.08	319.39	462.64	468.59	468.59	473.59	473.59	477.31	488.26	494.61	494.61	496.72	496.72	501.76
77-REPROCESA EN J		208.24	210.98	309.78	313.82	313.82	316.68	316.68	320.12	320.12	323.43	468.59	474.54	474.54	479.54	479.54	483.26	494.61	500.96	500.96	503.07	503.07	508.11
	78	210.98	213.72	313.82	317.86	317.86	320.72	320.72	324.16	324.16	327.47	474.54	480.49	480.49	485.49	485.49	489.21	500.96	507.31	507.31	509.42	509.42	514.46
	79	213.72	216.46	317.86	321.9	321.9	324.76	324.76	328.2	328.2	331.51	480.49	486.44	486.44	491.44	491.44	495.16	507.31	513.66	513.66	515.77	515.77	520.81
	80	216.46	219.2	321.9	325.94	325.94	328.8	328.8	332.24	332.24	335.55	486.44	492.39	492.39	497.39	497.39	501.11	513.66	520.01	520.01	522.12	522.12	527.16
	81	219.2	221.94	325.94	329.98	329.98	332.84	332.84	336.28	336.28	339.59	492.39	498.34	498.34	503.34	503.34	507.06	520.01	526.36	526.36	528.47	528.47	533.51
	82	221.94	224.68	329.98	334.02	334.02	336.88	336.88	340.32	340.32	343.63	498.34	504.29	504.29	509.29	509.29	513.01	526.36	532.71	532.71	534.82	534.82	539.86
	83	224.68	227.42	334.02	338.06	338.06	340.92	340.92	344.36	344.36	347.67	504.29	510.24	510.24	515.24	515.24	518.96	532.71	539.06	539.06	541.17	541.17	546.21
	84	227.42	230.16	338.06	342.1	342.1	344.96	344.96	348.4	348.4	351.71	510.24	516.19	516.19	521.19	521.19	524.91	539.06	545.41	545.41	547.52	547.52	552.56
	85	230.16	232.9	342.1	346.14	346.14	349	349	352.44	352.44	355.75	516.19	522.14	522.14	527.14	527.14	530.86	545.41	551.76	551.76	553.87	553.87	558.91
	86	232.9	235.64	346.14	350.18	350.18	353.04	353.04	356.48	356.48	359.79	522.14	528.09	528.09	533.09	533.09	536.81	551.76	558.11	558.11	560.22	560.22	565.26
	87	235.64	238.38	350.18	354.22	354.22	357.08	357.08	360.52	360.52	363.83	528.09	534.04	534.04	539.04	539.04	542.76	558.11	564.46	564.46	566.57	566.57	571.61
	88	238.38	241.12	354.22	358.26	358.26	361.12	361.12	364.56	364.56	367.87	534.04	539.99	539.99	544.99	544.99	548.71	564.46	570.81	570.81	572.92	572.92	577.96
	89	241.12	243.86	358.26	362.3	362.3	365.16	365.16	368.6	368.6	371.91	539.99	545.94	545.94	550.94	550.94	554.66	570.81	577.16	577.16	579.27	579.27	584.31
	90	243.86	246.6	362.3	366.34	366.34	369.2	369.2	372.64	372.64	375.95	545.94	551.89	551.89	556.89	556.89	560.61	577.16	583.51	583.51	585.62	585.62	590.66
4-H																	560.61	564.33	583.51	589.86	591.97	591.97	597.01
5-H																564.33	568.05	589.86	596.21	596.21	598.32	598.32	603.36
11-J																				598.32	600.43	603.36	608.4
18-J																				600.43	602.54	608.4	613.44
22-F												551.89	557.84	557.84	562.84	568.05	571.77	596.21	602.56	602.56	604.67	613.44	618.48
30-H																571.77	575.49	602.56	608.91	608.91	611.02	618.48	623.52
37-J																				611.02	613.13	623.52	628.56
39-J																				613.13	615.24	628.56	633.6
59-E										375.95	379.26	557.84	563.79	563.79	568.79	575.49	579.21	608.91	615.26	615.26	617.37	633.6	638.64
63-J																				617.37	619.48	638.64	643.68
65-F												563.79	569.74	569.74	574.74	579.21	582.93	615.26	621.61	621.61	623.72	643.68	648.72
71-J																				623.72	625.83	648.72	653.76
74-J																				623.72	625.83	648.72	653.76
76-J																				625.83	627.94	653.76	658.8
77-J																				627.94	630.05	658.8	663.84
		Cuellos de botella 0		Cuellos de botella 89		Cuellos de botella 0		Cuellos de botella 89		Cuellos de botella 89		Cuellos de botella 89		Cuellos de botella 1		Cuellos de botella 3		Cuellos de botella 90		Cuellos de botella 88		Cuellos de botella 0	

Figura 2. Matriz para identificar cuellos de botella

IV. RESULTADOS

En la Figura 4 se muestra el resultado del estudio de tiempos llevado a cabo en la empresa obteniendo tiempos estándar.

		ciclos																	
	Operación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
A	Realizar cuello y puños	141.80	141.28	130.36	210.15	149.25	91.19	119.53	174.38	171.10	164.95	126.19	144.99	162.61	212.07	105.53	106.01	162.54	128.09
B	Preparar aletilla	208.68	164.68	193.54	200.01	190.64	190.81	207.67	206.48	189.90	215.70	193.65	190.25	187.37	207.42	192.34	209.16	177.65	199.50
C	Unir espalda con frente (hombros)	176.93	147.84	109.65	153.2	147.08	129.43	124.49	131.65	138.75	136.11	114.2	129.40	137.28	157.83	124.26	156.22	127.75	166.53
D	Unir mangas	193.70	127.28	124.87	141.42	123.45	167.9	158.66	262.62	129.15	165.63	194.2	195.27	192.17	152.91	160.20	125.40	173.59	126.43
E	Cerrar costados	152.42	124.05	157.23	187.42	145.55	168.9	159.71	192.84	163.85	174.46	129.1	137.89	155.19	191.09	125.63	183.09	166.99	171.84
F	Colocar cuello en prenda con sobrecostura	300.17	380.63	191.70	210.24	218.71	186.63	215.26	344.16	300.30	286.28	247.46	369.30	320.06	253.83	260.46	302.36	318.78	242.77
G	Ensamblar puño en manga	201.38	247.10	278.29	210.01	222.95	201.27	191.41	204.17	205.23	217.81	269.2	198.49	243.31	210.01	216.81	215.25	196.06	213.97
H	Ensamblar aletilla a prenda	195.62	190.91	191.92	180.8	109.02	258.7	194.38	246.93	166.87	203.52	195.6	233.27	206.37	180.28	150.14	231.16	199.76	135.89
I	Hacer bastilla a prenda	282.97	330.93	235.8	1023.85	616.13	271.77	376.33	275.84	307.98	425.37	294.0	318.99	274.59	359.37	256.71	292.36	265.22	246.98
J	Coser botones	107.45	94.16	117.7639	103.22197	112.9829	96.4905	101.545	105.5068	99.08236	111.7642	116.3	104.30	109.46	97.77	105.92	106.52	115.41	99.30
K	Revisar desebradas y defectos	291.02	204.74	234.423	192.71	300.7564	217.27	238.363	259.3482	222.0978	252.9861	264.6	319.08	324.95	268.59	221.19	304.94	369.08	351.27

Figura 3. Formato de estudio de tiempos (Nota las operaciones con color azul son operaciones con inspección)

Operación	Tiempo estandar (Minutos)
A	2.74
B	4.04
C	2.86
D	3.44
E	3.31
F	5.95
G	5.00
H	3.72
I	6.35
J	2.11
K	5.04
Tiempo estandar del proceso (Minutos)	44.55564206

Figura 4. Tiempos estándar de cada operación y el tiempo total en minutos

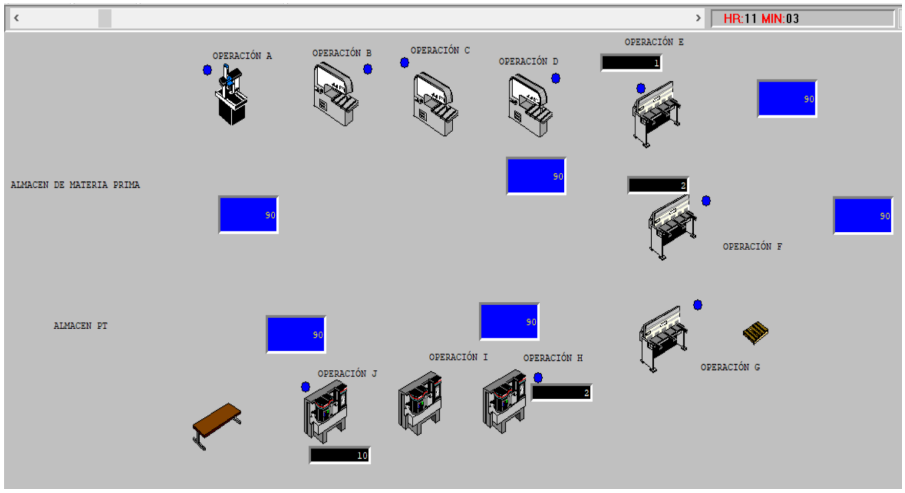


Figura 5. Proceso simulado en Promodel.

V. CONCLUSIONES

En la matriz se encontró de los 11 procesos, con 15 piezas en reprocesar en las operaciones E, F, H, J se presentaron la mayoría de los cuellos de botella en los procesos B, D, E, F, I Y J, considerando que en todo el proceso se encontró el total 538 cuellos de botella con tiempo total de 11 horas con 3.8minutos. Comparando con la simulación en Promodel que fue 11 horas con 3 minutos una pequeña variación, pero logran alcanzar el mismo resultado.

VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Politécnica Del Bicentenario y a mi asesor Juan Manuel Guzmán Ambriz por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

VII. REFERENCIAS

[1] Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2009). Administración de Operaciones producción y cadena de suministros. México: McGraw - Hill.

[2] Gamarra A. Karen. Jiménez E. Jhen. (2012). Análisis de dos metodologías para identificar cuellos de botella. 4 de julio del 2018, de Escuela de estudios industriales y empresariales Sitio web: http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2012/143199.pdf

Identificación y análisis numérico de parámetros biomecánicos estáticos en imágenes de pisadas procesadas con lógica difusa

Luz Alejandra Flores Cu
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato - Silao km 12.5
Colonia El Copal
IS15110553@es.itesi.edu.mx

Asesora: Miroslava Cano Lara
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato - Silao km 12.5
Colonia El Copal
miroslava.cano@itesi.edu.mx

Resumen — El trabajo presentado consiste en el análisis de la huella plantar para realizar la obtención de parámetros que proporcionen información al respecto de la pisada de un usuario mediante la parametrización de esta; la obtención de la huella se realiza mediante la fotografía de la planta del pie colocando al sujeto sobre un cristal transparente templado con iluminación led blanca a los costados. El entorno de Matlab es el empleado para el procesado de la imagen, a esta se le aplican filtros para limpiar la fotografía de cualquier ruido ajeno a la zona de interés; posteriormente la lógica difusa es empleada para obtener el contorno para determinar los parámetros biomecánicos de la zona. Buscamos la semi-automatización en la captura de datos y aplicación de estudios para diagnósticos preliminares.

Palabras clave — procesamiento de imágenes, lógica difusa, estudio estático.

Abstract — The work presented consists in the plantar footprint analysis to get parameters that provide information about the tread of a user through the parameterization of this; footprint is obtain by taking a photo of the sole of the foot by placing the subject on a transparent tempered glass with white LED lighting on the sides. Matlab software is used to image processing, filters are applied to clean the photograph of any noise outside the area of interest; subsequently fuzzy logic is applied to get the edge for biomechanics parameter obtaining. It is looking for semi-automation in data capture and application of studies for preliminary diagnoses.

Keywords — image processing, fuzzy logic, static study.

I. INTRODUCCIÓN

Los estudios estáticos son una práctica común en diferentes áreas como lo es la ortopedia, son una forma rápida de pre-diagnosticar alguna anomalía en las extremidades o áreas donde se identifiquen patrones de comportamiento en forma estática [1]. Los niños con pie plano son más vulnerables a tener dolor en el pie, lesión en el pie, fracturas por estrés, dolor en la rodilla y bajo rendimiento en el ejercicio [2].

El área de la ortopedia para estudiar el sistema musculo esquelético del cuerpo humano, ha desarrollado diversas técnicas de análisis a partir de la pisada de la persona y detectar anomalías o deformaciones en el pie tanto de forma estática como dinámica. Los estudios en movimiento como las marchas monitoreadas a partir de bandas con sensores de presión identifican las zonas de mayor y menor contacto con el suelo; de forma estática es común llevar a cabo estrategias desde la mera observación hasta la medición y aplicación de protocolos sobre la impresión de la huella plantar para determinar parámetros específicos que involucran afecciones características [3].

Con el avance tecnológico, los estudios estáticos del procesamiento de imágenes juegan un papel muy importante debido a que la huella plantar puede ofrecer mucha información al ser manipulada bajo ciertos criterios; el procesamiento de imágenes es un tema demasiado amplio con diferentes técnicas con diversos propósitos siendo uno de ellos dentro de los más comunes la identificación de contornos, con el desarrollado numerosos algoritmos como lo es canny, gauss, logarítmico. Actualmente se ayuda de la lógica difusa, ya que es una técnica con la cual se puede identificar de una manera más eficiente el cambio de intensidad en el color de los pixeles y de acuerdo con esto se mantiene o se envía al fondo [4].

Es bien sabido, por ejemplo, que la definición de píxeles de borde es una tarea difícil, la decisión sobre si un píxel pertenece al fondo o al objeto no es trivial en ocasiones debido a la incertidumbre presente en los bordes del objeto. Los resultados de algoritmos "nítidos" en la tarea de análisis de imágenes son en algunos casos satisfactorios, sin embargo, si se requiere un sistema más robusto, se emplean nuevos algoritmos que involucren lógica difusa. Incorporar la lógica difusa en el desarrollo del análisis y procesamiento de imágenes ha abierto una nueva área de investigación en el campo del procesamiento de imágenes [5].

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La detección de borde se enfoca en encontrar los pixeles que unen a dos o más regiones. Por lo general, la operación de detección de contorno se realiza a través de máscaras también llamadas submatrices las cuales analizan secciones de la imagen localizando patrones de pixeles, que son aplicadas a la imagen.

Mediante una técnica basada en lógica difusa se elige una máscara de 3x3, el primer conjunto de nueve pixeles de la ventana está posicionado en el lugar (2,2) y a partir de ello se va recorriendo hasta abarcar toda la imagen haciendo que cada pixel sea el intermedio en algún punto, para que los valores de este sean las condiciones difusas para la existencia de los bordes. En este método es considerada la luminosidad de los pixeles, siendo de esta forma útil para imágenes poco precisas o que no cuentan con tanta información, siendo como desventaja la demora de tiempo en analizar cada pixel aplicando la máscara para analizar sus vecinos inmediatos.

Para la implementación del algoritmo se consideran cuatro pasos obtenidos de [6]:

1. Cargar imagen y determinar sus dimensiones M y N
2. Convertir la imagen a escala de grises
3. Calcular el valor de membresía de cada píxel en la imagen utilizando la siguiente formula:

$$\mu\big(g(x,y)\big) = 1 - \left(\frac{1}{1+\alpha}\right) \tag{1}$$

donde: $\alpha = \sum \frac{|g(x,y)-g(i,j)|}{\Delta}$

$\mu = valor\ de\ membresia$
$g(x,y) = un\ pixel\ de\ la\ imagen\ con\ coordenadas\ x,y$
$g(i,j) = los\ pixeles\ vecinos\ inmediatos\ al\ pixel\ denotado\ por\ g(x,y)$
$\Delta = valor\ máximo\ mostrado\ en\ la\ imagen\ en\ la\ escala\ de\ grises$

Para obtener las fotografías de la planta del pie se empleó un prototipo de podoscanner que consta de una estructura metálica conformado por tubos cuadrados en forma de prisma rectangular donde en la parte superior se posa un vidrio con espesor de 6mm además de iluminación led en los costados de este (Fig.1). Para el control de iluminación y objetos externos presentes en el ambiente se creó una capa de material textil la cual es colocada en los tobillos del usuario con lo cual se aísla en medida de lo posible la huella dibujada sobre el vidrio, obteniendo como resultado lo siguiente.

Fig. 1. Captura de imágenes. A) Capa controladora de ambiente fotográfico B) Fotografía obtenida con aislamiento ambiental

Teniendo esto al realizar el procesamiento de la imagen se obtuvieron los siguientes resultados (Fig.2):

Fig. 2. Resultados imágenes de contorno final obtenido

Como se observa la definición del contorno obtenido es mejor con las nuevas condiciones para la toma de la fotografía, se ve un mejor aislamiento de la huella delimitando aspectos externos que al momento de realizar el estudio posterior no nos resultara tan favorable.

Para la clasificación del tipo de pisada existen diversas técnicas como lo son: Índice de Hernández Corvo [7], ángulo de Clarke [8], índice de Chippaux, índice de Staheli.

Para realizar la implementación de cada uno de los protocolos se diseñó una interfaz para cada caso en las cuales se puede cargar la imagen para la obtención del contorno, los parámetros o índices considerados para el diagnóstico del tipo de pisada consisten en mediciones en diferentes puntos del pie, para realizar estas mediciones o trazos es utilizado un objeto del entorno de programación Matlab llamado “imdistline”, este consiste en una línea con nodos interactivos los cuales pueden ser arrastrados a cualquier punto dentro de la imagen, este objeto pertenece a la clase imline lo cual los hace prácticamente iguales con la diferencia de que el objeto creado contiene una etiqueta para indicar la longitud del objeto en pixeles. Esta herramienta es interactiva con el usuario ya que puede ser manipulada sobre la imagen, cambiarla de posición, longitud y ángulo de la línea por lo que puede adatarse a los parámetros manejados por cada uno de los protocolos.

III. RESULTADOS

A continuación, en la Fig. 7, presentamos la interfaz del protocolo de Hernández Corvo, cabe resaltar que para cada índice la interfaz es igual.

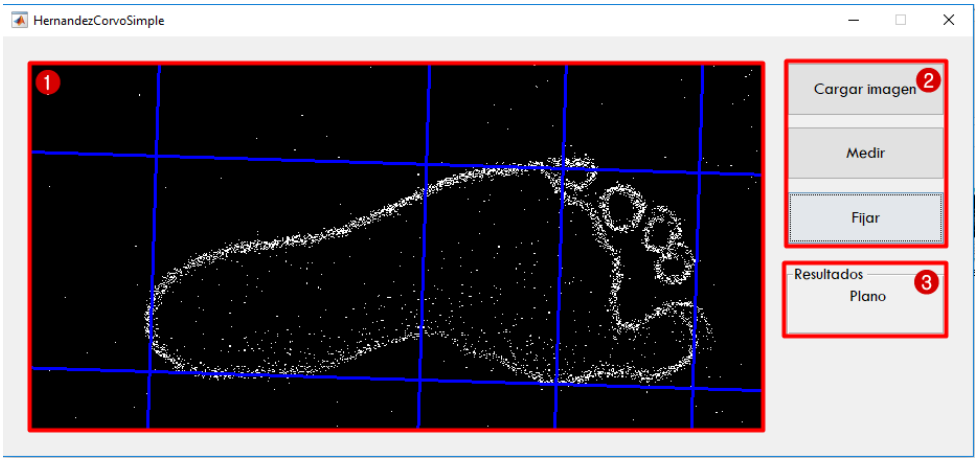


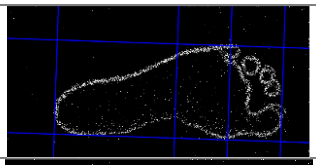
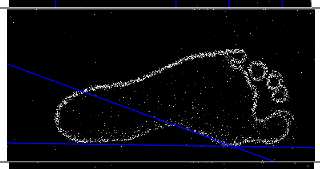
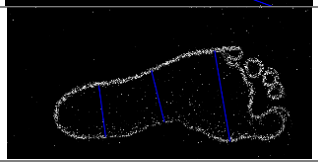
Fig. 3. Interfaz protocolo Hernández Corvo con obtención de contorno empleando lógica difusa

En la interfaz en número 1 observamos el espacio donde visualizamos las imágenes de los pies, en esta misma área es donde se aplicaran los trazos y mediciones según el protocolo a seguir, en número 2 vemos los botones de trabajo como lo es cargar imagen, medir y fijar; siendo el primer el encargado de cargar la foto deseada y mostrar el contorno extraído de la misma, el botón medir crea los objetos imdistline mientras el botón fijar genera el trazo donde el objeto haya sido colocado, finalmente en número 3 vemos la zona donde los resultados son desplegados.

IV. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

En la Tabla 1 observamos una comparativa entre los diversos índices establecidos para el diagnóstico preliminar de las condiciones de pie plano-cavo.

Tabla 1. Comparativo

Protocolo	Numero de pasos	Imagen con trazos	Tiempo (segundos)	Resultado
Hernández Corvo	11		135	Plano-normal
Angulo de Clarke	2		56	Plano
Índice de Chippaux y Staheli	4		90	Plano – Plano

Como se observa el tiempo es congruente con el número de pasos necesarios para la implementación de cada índice, este tiempo se incluye desde el momento en el que el usuario busca la foto, pasando por la obtención de contorno y colocación de los objetos de medición.

Se realizaron pruebas en 7 niños diferentes con lo que se tienen 14 pies diferentes donde se aplicaron los mismos procedimientos en cada uno de ellos y análogamente a lo mostrado en la Tabla 1 los índices se corroboran entre ellos, el niño sobre el cual se han mostrado los resultados de este documento presenta un pie plano que se observa mediante por el contorno, sin embargo el protocolo Hernández Corvo nos lo clasifica en Normal-Plano, los demás índices son más corroboraciones debido a que no nos establece el grado de afección, esto es útil para determinar la severidad del tratamiento para la corrección de la deformación.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con la interfaz desarrollada se presenta el procedimiento solido de un diagnóstico preliminar de condiciones de pisada, con los tiempos mostrados se puede dar un resultado en menos de 20 minutos considerando desde la toma de la fotografía, el traspaso de información y la aplicación de los procedimientos.

El desarrollo de la obtención de contorno mediante la lógica difusa nos permite una aplicación relativamente rápida siendo cuestión de segundos la muestra de resultados, variando dependiendo las dimensiones de la imagen, si bien el resultado presenta cierta cantidad de ruido este no afecta en la medición y colocación de los objetos de trazado.

El siguiente paso en el desarrollo de este procedimiento seria buscar métodos de corroboración empleando técnicas térmicas o de presión para enriquecer los resultados del análisis mostrando las zonas específicas donde el usuario debe corregir su pisada.

REFERENCIAS

[1] Boffino Luciana, Meléndez Ignacio y Rodriguez Adriana: Pie plano pediátrico. Obtenido de Pie Plano pediátrico. Universidad del Salvador facultad de medicina catedra de ortopedia y traumatologia (2012).

[2] Abdullah M. Alsuhaymi, Faisal F. Almohammadi, Osama A. Alharbi, Ahmed H. Alawfi, Meyasser M. Olfat, Omar A. Alhazmi, Khalid I. Khoshha: Flatfoot among School-age Children in Almadinah Almunawwarah: Prevalence and Risk Factors. Journal of Musculoskeletal Surgery (2019).

[3] Ferrin, Carlos, Magdalena Ximena, Loaiza Humberto, Lopez Steven y Henao Sebastian: Sistema de extracción automática de parámetros morfológicos de la huella plantar mediante técnicas de visión por computador en un sistema embebido. Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, pp. 80–86 (2017).

[4] Shashank Mathur, Anil Ahlawat, "Application of Fuzzy Logic on Image Edge Detection", International Conference on Intelligent Information and Engineering Systems INFOS 2008, Varna, Bulgaria. 2] Revista Politécnica, Formato de artículos.

[5] Anmi García Arellano.: Adelgazamiento y detección de bordes de objetos en imágenes digitales usando conjuntos difusos. Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (2007).

[6] N. Perić: Fuzzy Logic and Fuzzy Set Theory based Edge Detection Algorithm, Serbian Journal of Electrical Engineering, Vol. 12, No. 1, pp. 109 – 116 (2015).

[7] Sánchez, C.: Análisis de dos métodos de evaluación de la huella plantar: índice de Hernandez Corvo vs. Arch Index de Cavanagh y Rodgers. Fisioterapia 5(3), pp. 1-7 (2017).

[8] C. Sánchez Ramírez.: Análisis de dos métodos de evaluación de la huella plantar índice de Hernández Corvo vs Arch Index de Cavanagh y Rodgers. University of Santiago Chile,

Implementación de mantenimiento preventivo y correctivo en la empresa “Taller de soldadura en General Espinoza”

David Nazaret Cuellar Covarrubias
Instituto Tecnológico Superior de Abasolo.
Ingeniería Industrial
Blvd. Cuitzeo de los naranjos #401
C.P.36976 , Abasolo, Gto.
David_Nazaret97@hotmail.com

Asesora: Beatriz Contreras Robles
Instituto Tecnológico Superior de Abasolo.
Ingeniería Industrial
Blvd. Cuitzeo de los naranjos #401
C.P.36976 , Abasolo, Gto.
beatriz.contreras@tecabasolo.edu.mx

Resumen — En el presente proyecto se presenta la implementación de mantenimiento preventivo y correctivo, implementando diagrama causa – efecto, cronogramas y planes de actividades para el mantenimiento preventivo de las máquinas, el formato de mantenimiento y por ultima, un programa en Excel con la información necesaria y esté al alcance del personal de mantenimiento, para así de esta forma se brinda el mantenimiento preventivo correcto a cada una de las máquinas, dando a largar su ciclo de vida. La implementación de mantenimiento preventivo y correctivo se ve impactado los resultados, siendo de esta manera, una propuesta que beneficia a la empresa para sus máquinas y mayor capacitación y adiestramiento al personal.

Palabras clave — Diagrama causa – efecto, cronogramas, planes de actividades, mantenimiento preventivo, máquina, el formato de mantenimiento, programa en Excel.

Abstract — This paper presents the implementation of preventive and corrective maintenance, in which with the help of a cause - effect diagram, schedules and activity plans for the preventive maintenance of the machines, the maintenance format and finally, a program in Excel with the necessary information and it is within the reach of the maintenance staff, so that in this way the correct preventive maintenance is provided to each of the machines, giving them the chance to start their life cycle. The implementation of preventive and corrective maintenance is impacted the results, being in this way, a proposal that benefits the company for its machines and more training and training to staff

Keywords — Cause - effect diagram, schedules, activity plans, preventive maintenance, machine, maintenance format, Excel program.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la mayoría de las empresas se tiene sistemas o recursos que exigen muchas labores manuales de preservación, con la introducción de nuevas ingenierías se ha llegado a tal grado que tales labores se han minimizado, tal que el personal de mantenimiento está evolucionando constantemente.

Con ayuda de la implementación de mantenimiento preventivo y correctivo, se beneficia a las empresas al prevenir fallas en los ítems, de esta manera no genera paros en la producción para satisfacer el proceso y reducir fallas. Se cuenta con un plan de contingencia, que brinda las actividades a realizar, el periodo de tiempo y las herramientas a utilizar para cada uno de los trabajos de mantenimiento, y lograr mejores condiciones los ítems.

II. MARCO TEÓRICO

A. Diagrama de Ishikawa

También llamado diagrama de la espina de pescado por la forma característica que tiene. Se utiliza para representar gráficamente de una forma clara y precisa que factores afectan a un problema de calidad. [1]

B. Cronograma de actividades

Es simplemente un calendario en el que estableces los tiempos en los que realizaras el proyecto, una tarea, o un conjunto de actividades a desarrollar. [2]

C. Formatos de mantenimiento

Es aquel que se llena al momento de realizar la inspección en el sitio y en el cual se debe diligenciar, los tipos de mantenimiento que se han realizado en el lugar de trabajo. En este se suele describir el mantenimiento y acciones realizadas en el lugar en el cual se trabajó. [3]

D. Manual de mantenimiento

Es un medio efectivo para la comunicación de procedimientos adecuados o el “mejor camino” para llevar a término una tarea, proporciona una base estándar para el adiestramiento y enseñanza del personal. [4]

E. Programa de mantenimiento

Proceso de correlación de los códigos de los equipos con la periodicidad, cronogramas de ejecución de las actividades programadas, instrucciones de mantenimiento, datos de medición, códigos de material y cualquier otro dato, juzgado por el usuario como necesario para actuar preventivamente en los equipos. [5]

III. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo la implementación de mantenimiento preventivo y correctivo en la empresa se considera lo siguiente:

1. Para realizar un del diagrama de Ishikawa y conocer el estatus de la empresa en cuestión de mantenimiento se requiere:

a. Hacer una lluvia de ideas en base al mantenimiento de las máquinas y anotarlas en una hoja.
b. Se van relacionando las ideas con las categorías que son: mano de obra, material, medio ambiente, medición, método y máquina.
c. Se desarrolla el diagrama y se coloca causa a la categoría que corresponde para la solución del problema analizar.

2. Para el desarrollo del cronograma de actividades del mantenimiento preventivo se realiza los siguientes puntos:

a. Obtener información del historial de mantenimiento de la maquinaria de manuales, bitácoras y operarios de mantenimiento que les brinda a las máquinas, de esta forma de establecer el periodo a dar mantenimiento.
b. Se desarrolla un cronograma para cada una de las maquinas, donde se incluya la mano de obra, es decir, de quien lo debe de realizar, las actividades, el tipo de mantenimiento, la frecuencia que se le da mantenimiento y el periodo.
c. Se les da a conocer al personal todas las actividades de mantenimiento preventivo.

3. En el caso del formato se incluye información de las máquinas, quien realiza el mantenimiento, la maquina a evaluar, tiempo de duración, los repuestos y piezas que se utilizan y las observaciones.

4. Para las actividades de mantenimiento preventivo se obtiene mediante la observación de las operaciones que se desarrollan dentro del mantenimiento y que partes de la maquinaria son las que se les brinda dicho mantenimiento generando:

a. Un plan de actividades de mantenimiento preventivo para cada una de las máquinas, empleando así una tabla donde contenga información del mantenimiento presentado.

5. Por último, se implementa un programa de mantenimiento preventivo en Excel, de esta manera el personal tiene acceso a todo el manual, que incluye los cronogramas y planes de actividades.

IV. RESULTADOS

Con la finalidad de conocer la situación actual de la organización se realiza el diagrama de causa-efecto (ver figura 1), donde se determina las principales causas de que el mantenimiento no se lleve acabó en las máquinas.

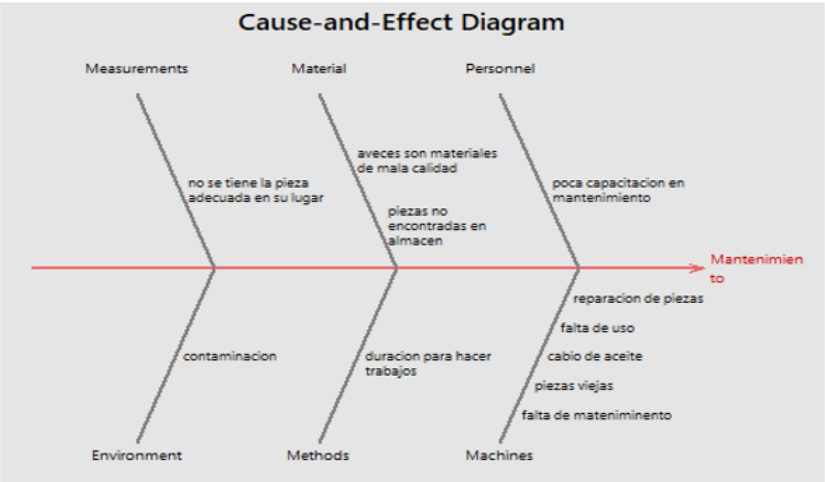


Figura 1. Diagrama Causa-Efecto

También es necesario realizar un cronograma de actividades de mantenimiento preventivo de la máquina de soldar “Lincoln” (ver tabla 1), donde representa la frecuencia y fechas en donde se debe de dar mantenimiento, según el tiempo de uso y el manual del

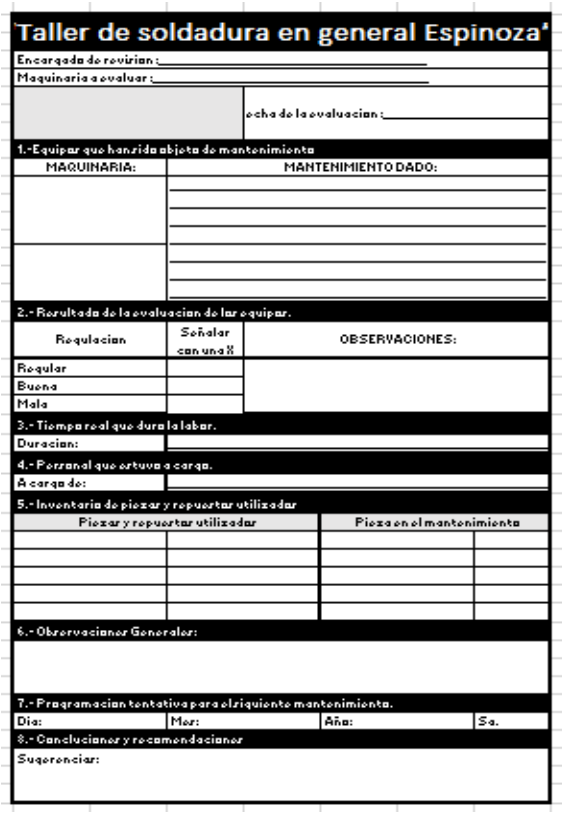
proveedor, de esta manera se previene fallas, paras y errores. De la misma forma se realizan para el torno, el taladro de banco, el esmeril de banco y el equipo de corte, cada una de ellas se desarrolla con finalidad de brindar en el tiempo requerido el mantenimiento preventivo.

Tabla 1 Cronogramas de actividades máquina de soldar "Lincoln".

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MÁQUINA DE SOLDAR LINCOLN																						
MANO DE OBRA	ACTIVIDADES	TIPO	FRECUENCIA	MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Eléctrico	Checar porta electrodo.	Preventivo	Quincenal		X		x		x		x		x		x		x		x		x		x
	Checar la perilla del amperaje	Preventivo	Semanal	x	X	x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Checar interruptor	Preventivo	Semanal	x	X	x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Verificar pinza de tierra	Preventivo	Quincenal		X		x		x		x		x		x		x		x		x		x
	Inspeccionar terminales de los cables de tierra y corriente	Preventivo	Semestral																				x

Se desarrolla un formato para tener controlado los mantenimientos de las máquinas (ver tabla 2), dejando en claro lo que se le realiza a cada una de estas, dicho formato contiene las observaciones, las máquinas que recibe el mantenimiento, los responsables y el estatus de la máquina. Con la finalidad de controlar los mantenimientos y preservar en óptimas condiciones las máquinas.

Tabla 2 Formato de trabajos realizados.



Taller de soldadura en general Espinoza'

Encargado de revisar: _____

Maquinaria a evaluar: _____

Fecha de la evaluacion: _____

1.- Equipar que han sido objeto de mantenimiento

MAQUINARIA:	MANTENIMIENTO DADO:

2.- Resultado de la evaluacion de los equipar.

Regulacion	Señalar con una X	OBSERVACIONES:
Regular		
Buena		
Mala		

3.- Tiempo real que dura la labor.

Duracion: _____

4.- Personal que estuvo a cargo.

A cargo de: _____

5.- Inventario de piezas y repuestos utilizados

Piezas y repuestos utilizados		Piezas en el mantenimiento	

6.- Observaciones Generales:

7.- Programacion tentativa para el siguiente mantenimiento.

Dia:	Mes:	Año:	Se.

8.- Conclusiones y recomendaciones

Sugerencias: _____

Se desarrolla un plan de actividades para la máquina de soldar “Lincoln” (ver tabla 3), de tal manera que se determina los procedimientos que debe de hacer el personal al realizar los mantenimientos y de forma adecuada. Dicho anteriormente, también se desarrollan los planes de actividades de mantenimientos para las demás máquinas declaradas en los cronogramas.

Tabla 3 Planes de actividades de las maquinas

MAQUINA DE SOLDAR "LINCOLN"				
MAQUINA	MANTENIMIENTO	HERRAMIENTAS	INSUMOS	MANO DE OBRA
	Remplazo del porta electrodo: Lo primero que tienes que realizar es aflojar los opresores del porta electrodo retirar el porta electrodo dañado y después introducir el cable en el porta electrodo nuevo y ajustar los opresores	Llave Allen No. 5 Mano de obra (1 persona)	Porta electrodo	Eléctrico
	Remplazo del interruptor: Retirar el caparazón de la soldadora, después retirar la pastilla de 10 KA y colocar una nueva, volver a colocar el caparazón.	Desarmador de cruz y plano, pinzas de punta o eléctricas. Mano de obra (1 persona)	Pastilla 10 Kv	

Se realiza un programa de mantenimiento en excel (ver figura 2), siendo este base de datos una herramineta facil de usarlo y entendible, donde dentro de este programada al dar clic en algunas de las flechas se presenta Con el nombre de la información que contiene, de esta manera el trabajador puede realizar correctamente el mantenimiento a cada una de las maquinas. Se tiene un acceso directo del manual de mantenimiento para mayor recomendación en la actividades.

Figura 2. Programa de mantenimiento preventivo (base de datos)

V. CONCLUSIONES

Gracias a las herramientas implementadas en la presente investigación se brinda el mantenimiento de manera adecuada, además se establecen las fechas correspondientes a los mantenimientos que se requiere cada máquina, capacitación al personal que lleva a cabo las actividades e implementación de un programa de mantenimiento evitando se tenga paros innecesario en las maquinas por falta de mantenimiento.

VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Instituto Tecnológico Superior de Abasolo y al docente Beatriz Contreras Robles por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano. Gracias.

REFERENCIAS

[1] Sanz, P. V. (2012). *Herramientas para la calidad total.* España: STARBOOK.
[2] Sánchez, M. I. (Enero de 2012). *PDF.* Obtenido de https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/16696/LECT128.pdf?sequence=1&isAllowed=y
[3] Delgado, J. R. (14 de Junio de 2014). *Mantenimientotelecomu*. Obtenido de http://mantenimientotelecomu.blogspot.com/2012/06/formatos-de-mantenimiento.html
[4] Morrow, L. (1981). *Manual de Mantenimiento Industrial.* Mexico : Compañoa Editorial Continental, S.A.
[5] GUZMAN, M. R. (3 de Septiembre de 2007). *PDF.* Obtenido de http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/763/1/193-%20TTG%20-%20DISE%C3%91O%20E%20IMPLEMENTACION%20DE%20UN%20PROGRAMA%20DE%20MANTENIMIENTO%20PREVENTIVO%20PARA%20LA%20MAQUINARIA%20DE%20LA%20EMPRESA%20MEJIA%20VILLEGAS%20CONSTRUCTORES%20S.A..pdf

Implementación de nuevas tecnologías y software CAD para mejorar y reducir costos en adaptación ortopédica

Cynthia Loera Muñoz
Universidad Autónoma de Aguascalientes
Facultad de Ingeniería-Campus Sur
Avenida Mahatma Gahndi 6601, El Gigante, 20340 Aguascalientes, Ags.
cynthia.loera03@gmail.com

Asesor: Jorge Issac Galván Tejada
Universidad Autónoma de Zacatecas
Facultad de Ingeniería
Av. Ramón López Velarde 801. Col. Centro, C.P. 98000. Zacatecas, Zac., México.
gatejo@uaz.edu.mx

Resumen - En este artículo se presenta el proceso de manufactura del modelo de Ortesis de Pie-Tobillo (AFO) para tratamiento de pie caído. Para la recreación del modelo se usó impresión en tres dimensiones (3D), técnicas de escaneo tridimensional (3D) y software para diseño asistido por computadora (CAD). El resultado final fue un prototipo de Ortesis para Pie-Tobillo para el tratamiento de pie caído.

Palabras clave - Ortesis Pie-Tobillo, Impresión 3D, Software CAD.

Abstract - In this paper is presented the manufacturing process of an Ankle-Foot Orthosis (AFO) model for the treatment of foot drop. To recreate the model were used three-dimensional (3D) printing, three-dimensional (3D) scanning techniques and a computer-aided design (CAD) software. The final result was a prototype Ankle-Foot Orthosis for foot drop patient.

Keywords - Ankle-Foot Orthosis (AFO), 3D printing, CAD Software.

I. INTRODUCCIÓN

El pie caído es un síntoma en el que las actividades musculares alrededor del tobillo se vuelven débiles debido a la parálisis del sistema nervioso. Estos pacientes muestran patrones de movimiento anormales al caminar, donde la dorsiflexión y eversión del tobillo no ocurre de manera voluntaria. Estos patrones ineficientes dan como resultado una velocidad lenta al caminar y mayor consumo de energía [1,2]. Así como se incrementa el riesgo de inestabilidad al caminar llevando a una mala calidad de vida [3]. Una opción para el tratamiento y la mejora del patrón en pacientes con pie caído es la implementación de dispositivos de soporte como lo puede ser una Ortesis de Pie-Tobillo (AFO) [1,4]. Una ortesis se define como un dispositivo externo aplicado al cuerpo humano, el cual es usado para modificar las funciones del sistema neuromusculoesquelteal, con el fin de mantener, mejorar y recuperar su funcionamiento [5].

Se recreó una AFO basado en un modelo comercial de ortesis usando nuevas tecnologías como lo son la impresión 3D, escaneo 3D y software de diseño CAD [6].

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Tomando como base las medidas particulares en una pieza de calzado deportivo (el tipo principal de calzado utilizado por el paciente) las longitudes se determinaron tomando como referencia principal las medidas de la pieza de unión, colocando el centro de esa pieza en la mitad de la longitud del calzado, donde se encuentra la curvatura de la suela

(misma curvatura que implica una base inestable). Según Lison se ha señalado recientemente que variaciones específicas de construcciones inestables de suela desafían de manera diferente sistema de control de postura. En consecuencia, ocasiona una extrapolación de los cambios establecidos en la cinemática de la columna vertebral y la actividad muscular del tronco, mientras que el uso de un modelo de zapato inestable particular a otros tipos de diseño de calzado relacionado se limitaría desde este punto de vista.

Las longitudes se determinan tomando en cuenta la curvatura del pie de referencia para realizar la extrusión de un rectángulo y los cortes correspondientes basados en la forma original del zapato tenis.

Las medidas de la pieza Unión se basan en 1 cm cuadrado de grosor estimado y 2 cm de profundidad por ambos extremos, así se obtuvo la pieza base la cual se tomó referencia su centro para las medidas de las piezas faltantes.

Se utilizó la función "Imagen de croquis" de SolidWorks así como una imagen del modelo base (FS3000) visto de perfil, para así, trazar la silueta del mismo y después extruir la figura de 12cm de ancho requerida para este caso particular y obtener la parte superior trasera.

Una vez obtenida la pieza principal, se desarrolla la pieza U-trasera usando el mismo comando de imágenes para trazados de croquis para su extrusión. Se utilizó una imagen de un zapato tenis tomada desde vista en planta (vista superior), misma foto que fue ajustada en Solidworks a la escala que coincide con la talla de calzado usada por el paciente, así se realizaron los cortes pertinentes para obtener la U-trasera con respecto a la curvatura de un zapato tenis "promedio".

La pieza U-frontal se desarrolló mediante la extrusión de un rectángulo con sus respectivos cortes. Se usó el comando "Flexión" aplicando ángulos de 45 para el ajuste de elevación con respecto a la altura final de la pieza Unión, la cual nos permite ensamblar las piezas traseras con las delanteras. Se desarrolló el "Soporte para cordón de zapato" (El cual su función es sujetar la parte frontal de la ortesis al calzado) tomando en cuenta la Pieza U-frontal. Este soporte se aseguraría con cinchos a los orificios para los cordones del calzado.

La pieza principal fue seccionada en 3 fragmentos usando la función "Corte" en SolidWorks obteniendo la Pieza Superior de Montaje y la Pieza Inferior Curva. Se procedió a realizar un corte justo a la mitad de la Pieza Inferior Curva observada desde su vista frontal para obtener 2 piezas curvas de menor tamaño y así, optimizar el proceso de impresión con más piezas de menor tamaño, asegurando un menor tiempo de impresión para cada pieza y a su vez un margen de error menor y la reducción de desperdicio de material en el mismo proceso.

Finalmente, se realizó un ensamblaje en SolidWorks para validar la coincidencia de las medidas de cada pieza, obteniendo un error de 0.5 cm extra de ancho en la pieza U-Frontal. Sin embargo, este rango de error no fue considerado "importante" debido a las propiedades del Ácido Poliláctico (PLA) que nos permiten usar agua caliente para moldear la pieza una vez que ha sido impresa, obteniendo incluso un modelo más ergonómico.

Se pasó a probar la ergonomía realizando una prueba en el pie del paciente para checar la precisión de acuerdo a las medidas anteriormente mencionada. Se analiza el tamaño del prototipo con respecto a la extremidad del paciente, observando así errores en la curvatura de la pieza U-Frontal, y errores de longitud en la pieza superior trasera.

En la fase de moldeado se sumergen las piezas en agua caliente a punto de ebullición para que el material cambiara su composición y permitiera facilitar el proceso de moldeado [7,8]. Este proceso fue realizado con precaución para evitar causar quemaduras o cualquier tipo de daño al paciente, así la pieza Abrazadera de pantorrilla (La pieza que se sujeta al área del músculo gastrocnemio) se tiene que moldear separado de la pierna del paciente hasta que quede perfectamente ajustada al área de interés.

Fig. 1. Proceso de fabricación de la ortesis: 1) Primer diseño, 2) Proceso de impresión, 3) Fase de moldeado, 4) Prueba de ajuste ergonómico, 5) Diseño de la pieza de acoplamiento, 6) Modelo final

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de una minuciosa investigación, se encontró que el Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS), un termoplástico que es más complejo que los plásticos comunes, así como las poliolefinas (Polietileno, Polipropileno) la cual tiene propiedades tal como rigidez, resistencia a ataques químicos, estabilidad a altas temperaturas, dureza, resistencia mecánica, que fue la mejor opción para el desarrollo de este proyecto [7,9]. Las piezas curvas derecha e izquierda fueron impresas ambas con este material. Para las piezas que requirieron mayor rigidez, debido a que tienen mayor carga, se decidió utilizar una aleación de ácido poliláctico (PLA) y fibra de carbono, estas piezas son: Pieza U-Frontal, Pieza U-

Trasera, Pieza Superior de Montaje y los Coples. Por lo tanto, la fabricación principal es termoplástico, la cual es formada por polímeros. Las principales características del último están enfocadas en la comodidad y usabilidad ya que son externos y fáciles de adaptar al calzado.

Por otra parte, la verificación de las medidas se llevó a cabo en un paciente y se observó que la pieza principal (incluyendo la pieza Abrazadera de pantorrilla) fue de 2 cm por encima a las medidas previstas, que tenía un corte recto en la línea-central de la parte superior de la pieza, vista desde la vista lateral, y teniendo en cuenta un ligero cambio de grosor cubierto en los 2 cm de corte en la pieza de trabajo. Las partes se obtuvieron así de la pieza de curva inferior y la pieza superior debido al corte ya mencionado.

Se diseñó una pieza acopladora (Cople superior) tomando en cuenta los 2c de corte mencionados Esta pieza fue diseñada proporcionalmente respecto al grosor de 1cm inicial, para así obtener un cople mecánicamente funcional. Finalmente se obtuvo un modelo final compuesto de 10 piezas como se muestra en la figura 2.

Después de procesar la impresión tridimensional. Fue posible darse cuenta que algunas piezas tenían una estructura débil, siendo necesario realizar cambios en las condiciones de la impresión, como el incremento de algunas condiciones como un cien por ciento en relleno y 0.06 mm de altura entre capas obteniendo una mejor calidad y estabilidad.

Finalmente, teniendo en cuenta que el proyecto desarrollado se basó en el modelo Turbomed FS3000, siguiendo los requerimientos para tratar el Pie caído, es importante mencionar que una de las principales ventajas de este trabajo en comparación con Turbomed FS3000 es el precio, ya que este prototipo sigue un enfoque de bajo costo.

IV. CONCLUSIONES

En conclusión, gracias al uso de las tecnologías novedosas, es posible tener un aprovechamiento de la industria pero en una menor escala con este trabajo, y depende así de la visión y la habilidad que cada persona pueda tener y/o desarrollar en este tipo de procesos. Este tipo de tecnologías nos permite tener una reducción de costos considerable para distintos procesos que pueden ayudar a la gente a lidiar con condiciones motrices o afecciones musculares, como lo puede ser el “Pie caído” en este caso.

Fig. 2. Modelo impreso final

También podemos concluir que la experimentación y la investigación sobre materiales juegan un papel importante, permitiendo tener la pieza creada de un material adecuado. Así mismo es necesario considerar un futuro desarrollo de técnicas y materiales más apropiados para desarrollar un mejor prototipo.

Cuando vemos por un producto con mayor resistencia y estructura, las piezas acopladoras son necesarias, ya que estas proporcionan mayor rigidez y estabilidad mecánica. Entonces, este tipo de piezas necesitan ser impresas con un material adecuado y calidades altas (100% de relleno y 0.06 mm de altura de capa) con respecto a la impresora que usamos.

V. RECONOCIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Autónoma de Zacatecas, al doctor Jorge Issac Galván Tejada y al CONACyT por el apoyo brindado para sacar adelante el proyecto de investigación.

REFERENCIAS

[1] Kim, J. and Hwang, S., et al. Development of an Active Ankle Foot Orthosis to Prevent Foot Drop and toe Drag in Hemiplegic Patients: A Preliminary Study. Applied Bionics and Biomechanics, 8, 377384, (2011).

[2] Donatelli, R. and Hurlbert, C., Conaway, et al. Biomechanical Foot o Orthotics: A Retrospective Study, 10, 205212, (1988).

[3] Chin, R., Hsiao-Wecksler, E., et al. A pneumatic power harvesting ankle-foot orthosis to prevent foot-drop. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, 6, 619, (2009).

[4] Kluding, P., Dunning, K., et al. Foot Drop Stimulation Versus Ankle Foot Orthosis After Stroke, Stroke 44, 16601669, (2013).

[5] Villa-Parra A., et al. Sistema de control para Asistir el Movimiento de Dorsiflexin de Pie Cado en la Fase de Oscilacin de la Marcha en Pacientes Hemipljico, url: repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/978/1/TSENESCYT-0382.pdf, (2011).

[6] Borghese, N., Ferringo, G., et al. Autoscan: a flexible and portable 3D scanner. IEEE Computer Graphics and Applications, 18, 3841, (1998).

[7] Tian, X., Liu, T., et al. Interface and performance of 3D printed continuous carbon fiber reinforced PLA composites. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, 88, 198205, (2016).

[8] Mi, H., Salick, M., et al. Characterization of thermoplastic polyurethane/polylactic acid (TPU/PLA) tissue engineering scaffolds fabricated by microcellular injection molding, Materials Science and Engineering: C, 33, 47674776, (2013).

[9] Martins Galina, et al. CARACTERIZACIN DE LAS PROPIEDADES MECNICAS DE LOS CUERPOS DE PRUEBA ABS CONFECCIONADOS CON DIFERENTES PARMETROS DE EXTRUSIN VA IMPRESIN 3D, Revista Iberoamericana de Polmeros, 17, 303308, (2016).

Implementación de sensores de fibra óptica por medio de fuentes de luz de amplio espectro

Jessica Nohemí Figueroa Ramírez
Universidad de Guanajuato
Carretera Salamanca – Valle de Santiago km 3.5
+1.8 Comunidad de Palo Blanco,
36885 Salamanca, Gto.
jn.figueroaramirez@ugto.mx

Asesor: Julián Moisés Estudillo Ayala
Universidad de Guanajuato
Carretera Salamanca – Valle de Santiago km 3.5
+1.8 Comunidad de Palo Blanco,
36885 Salamanca, Gto
julian@ugto.mx

Resumen —Existe una amplia gama de dispositivos basados en fibras ópticas monomodo que complementan los sistemas de telecomunicaciones y sensores de una variedad de magnitudes físicas, utilizando diversos arreglos. En este trabajo se presenta la fabricación y caracterización de un interferómetro de fibra óptica el cual consta de dos fibras en serie y a su vez un empalme con una fibra estrechada, esto permite el sensado de temperatura, empleando una fuente de luz supercontinua en el rango visible a partir de fibra óptica estándar bombeada con un microchip láser pulsado de longitud de onda de 532 nm. El dispositivo proporciona una excelente estabilidad y sensibilidad a los cambios físicos a los que es sometido.

Palabras clave — Interferómetro, Taper, Espectro visible.

Abstract — There is a wide range of mobile devices in single-mode optical fibers that complement telecommunication systems and sensors of a variety of physical magnitudes, using various arrangements. This paper presents the fabrication and characterization of an optical fiber interferometer which consists of two fibers in series and in turn a joint with a narrow fiber, this allows the temperature sensor, using a supercontinuum light source in the visible range from standard optical fiber pumping with a pulsed laser microchip of a wavelength of 532 nm. The device provides excellent stability and sensitivity to the physical changes to which it is subjected.

Keywords — Interferometer, Taper, Visible spectrum.

I. INTRODUCCIÓN

La estructura general de un sistema de sensor óptico consta de una fuente de luz enviando la señal a través de una fibra óptica, que será modulada en el elemento de sensado y recopilada después por un detector óptico, el sensor óptico elaborado en este trabajo está basado en el interferómetro de Mach Zehnder, utilizando una luz supercontinua bombeada por un láser de luz visible como señal óptica probando, además, su desempeño como sensor de temperatura.

II. MARCO TEÓRICO (OPCIONAL)

La generación de un espectro supercontinuo de luz (SG, Supercontinuum-Generation) se observó por vez primera sobre una muestra de vidrio de silicato de boro [1], tiempo después se realizaron estudios en distintos medios no lineales, obteniendo buenos resultados tanto en líquidos, como en gases [2,3]. El primer trabajo publicado en el que se muestra el fenómeno de SG utilizando como medio de propagación una fibra óptica se presentó en 1976 [4], mostrando experimentalmente la generación de una fuente de luz supe continúa formada por pulsos ≤10 ns de duración. En 1983, Fork [5] utilizo pulsos más

estrechos que los que se utilizaron en la década anterior (~80 fs), obteniendo SG en glicerol. Un nuevo interés sobre el tema se logró con la aparición de las fibras ópticas especiales (fibras de alta no linealidad y fibras de cristal fotónico) [6-8]. Las fibras de cristal fotónico (PCF, Photonic Cristal Fibers) también llamadas fibras microestructuradas; son fibras con una estructura distinta a la de las fibras ópticas convencionales, su estructura se basa en un núcleo sólido o hueco, rodeado de una matriz de huecos de aire que puede ser periódica o no periódica, la cual se extiende a lo largo de toda la longitud de la fibra.

Típicamente las PCF están constituidas de sílice que presenta una distribución transversal y que se extiende a lo largo de toda la fibra óptica. La periodicidad de este tipo de fibras puede ser modificada mediante la ausencia de huecos en su estructura original, o bien, por un hueco de mayor diámetro en el centro de la sección transversal, lo que permite el guiado de la luz en la fibra [8-10].

Los factores de entrada (bombeo) que se encuentran asociados a los efectos no lineales que aparecen durante la SG en fibras ópticas son: el ancho del pulso, la potencia de bombeo y el parámetro de dispersión de la velocidad de grupo β2 [11]. Por tanto, se puede mencionar que el progreso logrado en el campo de SG se debe en gran medida al notable avance en las características proporcionadas por las nuevas fuentes de bombeo que pueden encontrarse en el mercado, características tales como; anchura espectral y el nivel de potencia proporcionada.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

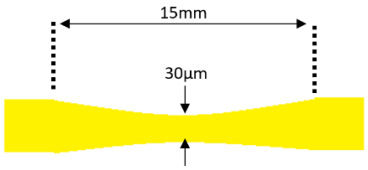


Fig. 1. Taper con sus características.

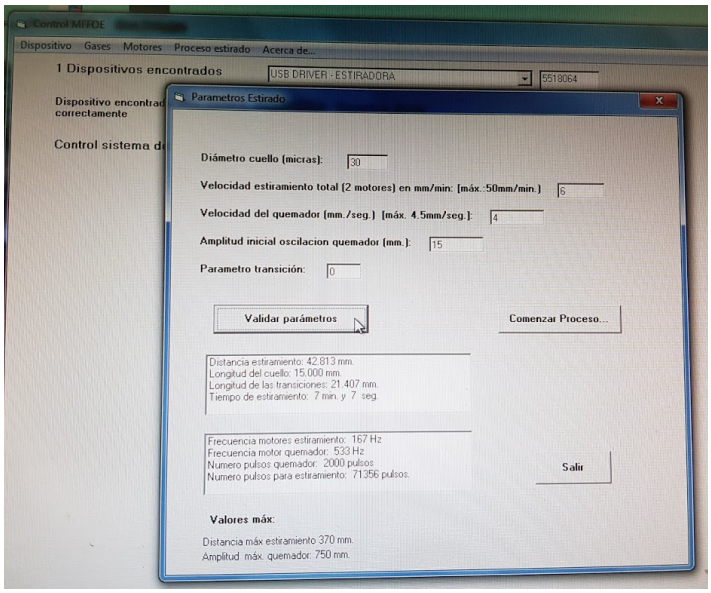


Fig. 2. Configuración utilizada para la elaboración del taper con las características requeridas.

Se comenzó por elaborar un taper sencillo en fibra óptica estándar G.652.D cuyas características se muestran en la figura 1. Para su obtención, se empleó una máquina de fabricación de fibra óptica estrechada mediante fusión y estiramiento, en la figura 2 se puede observar la configuración que se realizó en el software que controla a dicha máquina, en este indicamos el diámetro del cuello en micras a 30um justo lo que requerimos así como la amplitud inicial de oscilación del quemador que es a 15mm lo que se ocupa.

Finalmente se procedió a realizar el interferómetro, se utilizó una fuente de luz supercontinua generada a partir de 19 m de fibra 630-HP monomodo con un núcleo de 3.5um de diámetro empalmada a una fibra de 22 m modelo 460-HP monomodo con un núcleo de 2.5um, a la salida de la fibra 460-HP se empalmo el taper, se utilizó como fuente de bombeo un microchip láser pulsado de 532 nm de longitud de onda marca y modelo teem photonics SNG-03E-100, la señal resultante fue analizada con ayuda del analizador de espectro óptico (OSA), YOKOGAWA AQ6370B. El esquema del arreglo se muestra en la figura 3, esta configuración mostro resultados no tan favorables por lo que se realizó un cambio en el taper a taper doble con diferentes características las cuales se muestran en la figura 4.

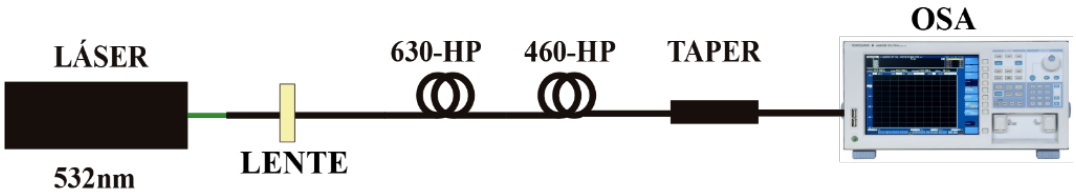


Fig. 3. Arreglo experimental con taper sencillo.

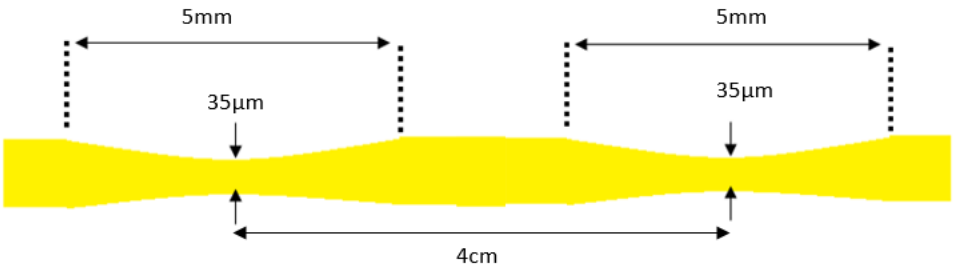


Fig. 4. Características del taper doble.

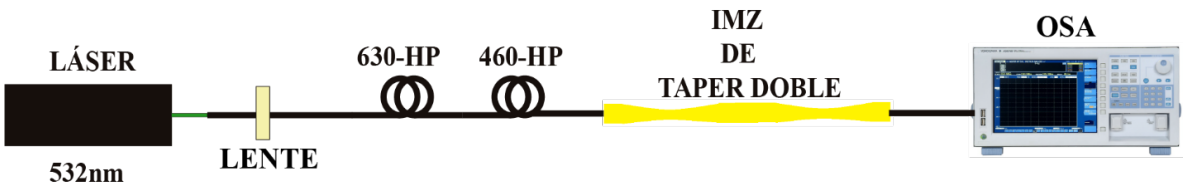


Fig. 5. Arreglo experimental con taper doble.

La figura 4 muestra que el diámetro del cuello que se propuso fue de 35um y la amplitud de la oscilación del quemador fue a 5mm las características mencionadas fueron aplicadas en la máquina estrechadora para la obtención de dicho taper doble. La figura 5 muestra que

se utilizó la misma fuente de luz supercontinua que utiliza las fibras monomodo 630-HP y 460-HP, empalmando el taper doble a la salida de la fibra 460-HP.

El arreglo experimental con el taper doble presento resultados positivos.

IV. RESULTADOS

Para la caracterización de la fuente se implementó diferentes modelos de fibras en las cuales se observó que el ancho de espectro obtenido a partir del empalme de fibras 630-HP con 460-HP fue el que mayor número de franjas arrojo, pero esto se obtuvo del arreglo con el taper doble y no con el taper sencillo.

Se probó el dispositivo como sensor de temperatura, introduciéndolo en un horno con control de temperatura, para el taper sencillo se analizó con un rango de 40°C hasta 100°C, en la figura 6 se puede observar el rango que abarca en nanómetros y como el valor -49dBm no es conveniente en nuestros resultados y esa fue la mayor razón por la que se elaboró el taper doble.

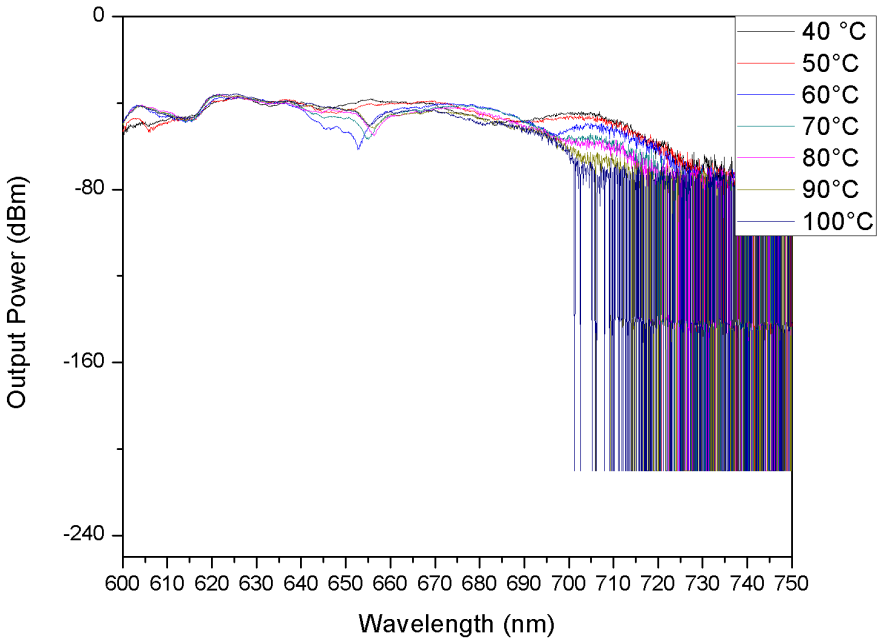


Fig. 6. Corrimiento de fase de las franjas respecto a la temperatura. 600-750nm

Para el taper doble se realizó el mismo procedimiento con el horno, se analizó con un rango de 37 °C hasta 128 °C, en la figura 7 se puede apreciar el rango en nm y posteriormente en la figura 8 se muestra su regresión lineal.

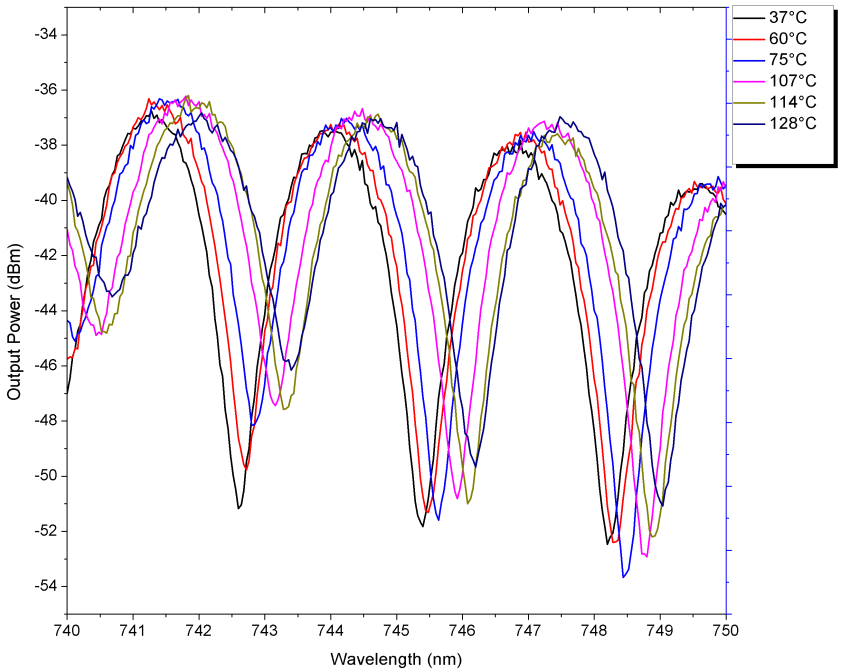


Fig. 7. Corrimiento de fase de las franjas respecto a la temperatura. 740-750nm.

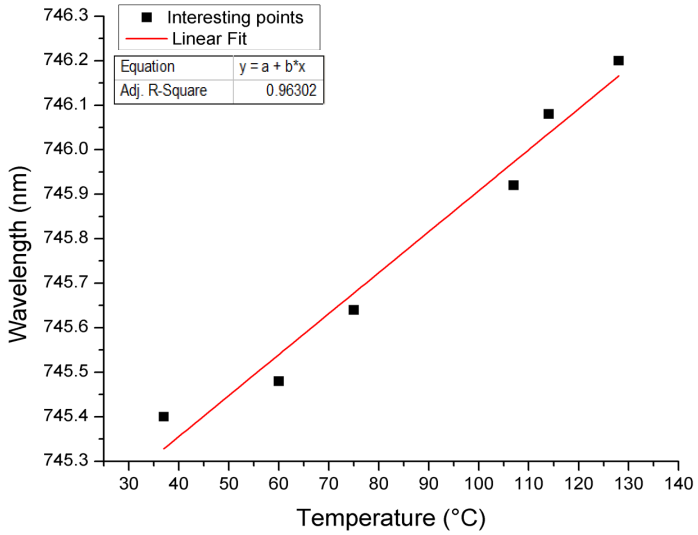


Fig. 8. Regresión lineal de los resultados en el que se observó un corrimiento aproximado en la fase de 0.0092 nm por cada grado Celsius incrementado.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se logró estudiar fuentes de luz de amplio espectro en el rango visible y dicha fuente funcionó de manera adecuada para la implementación en sistemas de sensado, además de que el taper doble presentó un comportamiento aproximadamente lineal respecto a los cambios de temperatura.

Al haber utilizado fibra convencional además de un láser pulsado que emite luz en el espectro visible lo hace comercialmente factible.

VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco la oportunidad de permitirme realizar la estancia de investigación en la Universidad de Guanajuato, así como el apoyo económico que recibí de su parte.

REFERENCIAS

1. R.R. Alfano y S.L. Shapiro, Phys. Rev. Lett. 24 (1970) 584-588.
2. P B. Corkum, C. Rollandy T. Srinivasan-Rao, Phys. Rev. Lett. 57 (1986) 2268-2271.
3. W. Werncke, A. Lau, M. Pfeiffer, K. Lenz, H.J. Weigmann, C.D. Thuy, Opt. Commun. 4 (1972) 413-415.
4. C. Lin, R. Stolen, Appl. Phys. Lett. 28 (1976) 216-218.
5. R. Fork, C. Shank, C. Hirlimann, R. Yen, W.J. Tomlinson Opt. Lett. 8 (1983) 1-3.
6. T.A. Birks, W.J. Wadsworth, P. St. J. Russell, Opt. Lett. 25 (2000) 1415-1417.
7. V. A. Arkhireev, A. E. Korolev, D. A. Nolan, V. V. Solo'ev, Opt. Spectrosc. 94 (2003) 632-637.
8. T.A. Birks, J.C. Knight, y P. St. Russell, Opt. Lett. 22 (1997) 961-963.
9. J.C. Knight, T.A. Birks, R.F. Cregan, P.S.J. Russell, J.P. Sandro, Opt. Mat. 11 (1999) 143-151.
10. J.C. Knight, T.A. Birks, P.S.J. Russell, D.M. Atkin, Opt. Lett. 21 (1996) 1547-1549.
11. J. Gutierrez-Gutierrez et al., Rev. Mex. F´ıs. 55 (2009) 359-366.

Implementación de un repositorio para contenidos de ciencias básicas usando Tecnologías de la Información y formatos libres

Carlos Trinidad Román
Universidad Autónoma de Zacatecas
Unidad Académica de Física
Solidaridad, Hidráulica, 98068 Zacatecas, Zac.
carlos.trinidad@fisica.uaz.edu.mx

Asesor: Francisco Javier Martínez Ruiz
Universidad Autónoma de Zacatecas
Unidad Académicade Ingeniería Eléctrica
javier.martinezruiz@uaz.edu.mx

Resumen — El siguiente trabajo presenta la elaboración de un curso completo de Cálculo I mediante Objetos de Aprendizaje (OAs) utilizando un programa de código abierto llamado Exelearning con el fin de ser utilizado como una herramienta para la enseñanza y autoevaluación de contenidos que son indispensables para un alumno de Ingería en computación o alguna rama afín.

Palabras clave — Objetos de Aprendizaje, Cálculo I, Repositorios Digitales

Abstract — The following project shows the design of a complete course about Calculus I, using Learning Objects (LOs) and an open source program (or software) named exalearning for the purpose of being used as a teaching tool and content self-evaluating that are essential to a computing engineer student or to any other related branch

Keywords — Learning Objects, Calculus I, Digital Repositories.

I. INTRODUCCIÓN

El estudiante que comienza su estudio en la rama de las matemáticas llamada Cálculo suele presentar dificultades conceptuales y técnicas, entendiendo por conceptual la dificultad que reside en entender el significado real de “límite”, “razón de cambio”, “derivada”, “definición formal”, entre otros y como técnica aquellas habilidades que se necesitan para resolver matemáticamente problemas que se relacionan con el tema.

La tecnología ha permitido que se produzca un gran avance en las ciencias básica tanto en el aprendizaje como en la enseñanza, ahora la gran mayoría cuenta con un dispositivo móvil o una computadora con acceso a internet lo que da la posibilidad de convertir estos aparatos como un medio para poder enseñar conocimiento matemático, por esta razón, es conveniente crear una plataforma en la que un estudiante pueda tener acceso a todo el contenido que se presenta en una materia tan importante como Cálculo I, pues es el cálculo utilizado para desarrollar algoritmos, programas, simulaciones, etc. Tiene una amplia gama de aplicaciones y cualquier persona que se desempeñe en alguna ingeniería o ciencias básicas tendrá que dominar estos temas.

No es de sorprender que un alumno regular encuentre dificultades en Cálculo I pues los contenidos son más abstractos, aunque las ideas que hay detrás son simples. Hay que ser conscientes que el entendimiento de temas relacionados al Cálculo requiere cierto tiempo y el estudiante debe interactuar de alguna forma con los contenidos para crear conocimiento, la creación de objetos de aprendizaje permite esta interacción por medio de problemas y preguntas que tendrán que responder en el apartado de autoevaluación.

II. MARCO TEÓRICO

El modelo de objetos de aprendizaje es de origen fundamentalmente tecnológico. Ofrece una nueva manera de organizar los contenidos. Es una tecnología instruccional basada en crear componentes o módulos que puedan ser reutilizables. Plantea una jerarquía composicional de niveles de granularidad que van desde los objetos multimedia y objetos de información (imágenes, video, textos planos, entre otros los OA1 hasta conjuntos de contenido educativo más complejos como secciones (OA2), unidades(OA3) Y cursos(OA4).

Permite construir contenidos educativos a partir de componentes, piezas que pueden ser ensambladas para el logro de los objetivos.

Las características de los objetos se valoran de acuerdo a algunos criterios.

- **autocontención** por sí solo debe ser capaz de cumplir con el objetivo propuesto. Puede sí incorporar vínculos que profundicen o complementen conceptos tratados.

- **usabilidad** puede ser usado por usuarios específicos para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso especificado. (enfocarse en el usuario)

- **reusabilidad**, si bien debe facilitar el logro de un objetivo, el mismo puede ser utilizado en distintos contextos.

- **efectividad** precisión y plenitud con las que los usuarios alcanzan los objetivos (enfocarse en el usuario)

  - coherencia entre propósitos y logros
  - pertinencia pedagógica

- **accesibilidad** indexados para una localización y recuperación más eficiente, utilizando esquemas estándares de metadatos (enfocarse en el usuario)

- **portabilidad** compatibilidad con varios soportes. Ser interoperable, es decir que su estructura debe estar basada en lenguaje de programación XML y contar con estándar SCORM que permita su uso en distintas plataformas.

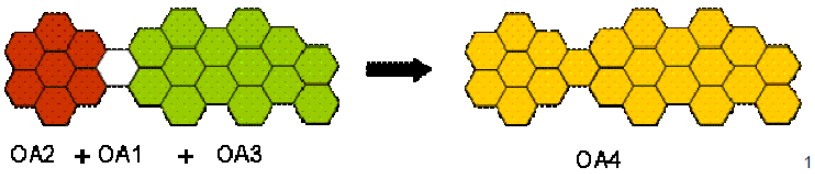


figura 1. Construcción de un Objeto de Aprendizaje nivel 4

III. METODOLOGÍA

El procedimiento para realizar los Objetos de Aprendizaje (OAs) comienza con la capacitación para cumplir los requisitos que debe contener un OA, estos abarcan el diseño, el almacenamiento, la presentación y todo lo relacionado con las utilidades de un Objeto de aprendizaje, para quién va dirigido, por qué se utilizan y de qué manera se utilizan. Todo esto está establecido en el documento llamado “Manual Para El Diseño Y Desarrollo De Objetos De Aprendizaje” que se encuentra disponible en la página oficial de plan ceibal. Una

vez comprendida la capacitación de los Objetos de Aprendizaje se procede a trabajar con el programa llamado exelearning, un software libre que permite la publicación de contenidos didácticos en soportes informáticos, se puede descargar para Windows, Linux y Apple desde cualquier computadora. El manual de igual manera se encuentra en la página oficial de exelearning.

Una vez leído el manual y haberse familiarizado con el programa exelearning se procede a la repartición de temas de Cálculo I. En mi caso trabajé concretamente el tema de límites abarcando desde la noción intuitiva de límite hasta funciones continuas. La manera de trabajar fue desarrollando por completo cada tema que concierne a OAs de 3er nivel.

La metodología seguida se puede dividir en los siguientes pasos:

1. Estudiar a profundidad los contenidos del libro que principalmente llevan los estudiantes de Ingeniería en Computación de la Universidad Autónoma de Zacatecas ya que es a ellos a quien va dirigido principalmente, en este caso es “Cálculo Diferencial” por los autores Margarita de la Luz Almanza Márquez y Sergio Octavio Romano Escobar Medina, también se consiguió recuperar los apuntes de un alumno del semestre agosto-diciembre de 2018. Al terminar de estudiar los temas se decidió que todo el contenido de límites puede quedar plasmado en 7 temas que son: Definición intuitiva de límite, Límites unilaterales, Definición formal de límite, Teoremas de límites, Límites infinitos, Límites en el infinito y Funciones Continuas.
2. Puesto que cada Objeto de aprendizaje debe ser autocontenido se colocaron los siguientes apartados para cada OA: introducción, objetivo, conocimientos previos y contenido. En la introducción se habla un poco del por qué estudiar límites, en el objetivo se definen las principales habilidades que el lector tendrá que desarrollar al terminar el objeto de aprendizaje, en los conocimientos previos se alerta al estudiante de los conocimientos que debe tener para que pueda comprender y realizar los ejercicios del objeto de aprendizaje y en el contenido se desglosa de manera clara cada tema a desarrollar.
3. Es en el contenido del objeto de aprendizaje en donde se debe poner más atención pues es aquí donde se adquirirán los conocimientos, en primera instancia se comienza dando una explicación amena del tema, se plantea poder transmitir de la manera más simple posible la idea detrás del tema, así como explicar las principales ecuaciones que describen el contenido, por ejemplo en el tema de Definición intuitiva de límite se tiene que explicar por qué razón la notación de un límite es la siguiente:

$$\lim_{x \to c} f(x) = L \tag{1}$$

donde:
c=constante
x=variable
f(x)=función que depende de x
L=Constante

4. Una vez explicada la idea principal se dan algunos ejemplos característicos del tema, en este caso podríamos dar a conocer una gráfica que muestre el comportamiento de

una función conforme x se acerca a algún valor y otra gráfica en la que el límite no exista, así estaremos utilizando un recurso visual que ayudará a entender mejor el tema.

En partes intermedias del Objeto de Aprendizaje se pueden agregar notas que hablen de contenido extra que pueda resultar interesante al estudiante, por ejemplo, algún dato sobre la biografía del matemático que descubrió alguna ecuación con la que se trabaje, una anécdota o incluso un chiste matemático.

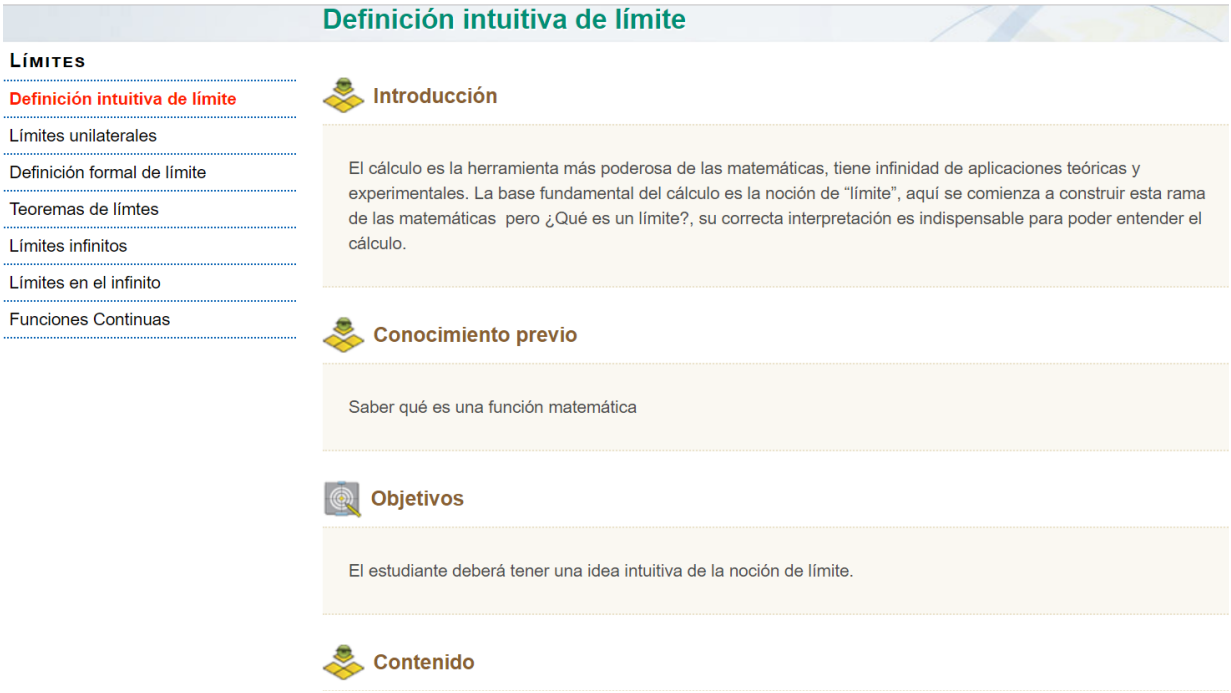
5. Finalmente el OA deberá llevar una autoevaluación para que el estudiante se de cuenta de cuánto aprendió y si pudo lograr los objetos. Estas autoevaluaciones se realizan con múltiples actividades interactivas tales como rellenar huecos con palabras faltantes, unir oraciones, seleccionar la respuesta correcta, entre otros.

IV. RESULTADOS

Una vez terminado cada Objeto de Aprendizaje se agregó a una base de datos que los contiene, en este caso los objetos de aprendizaje con los que se trabajó son del tipo OA 2 por lo que están contenidos en un OA nivel 3 llamado “Límites” pues fue la parte que en mi caso se desarrolló.

Estos repositorios estarán publicados en la página roa.uaz.edu.mx ya que tienen que ser validados por los expertos en el tema, en nuestro caso es la Dra. Ireri Aydeé Sustaita la que se encarga de realizar esta tarea.

Anexamos a continuación una parte de un OA del tipo 3 que se desarrolló en esta tarea invitándolos a que visiten la página en donde se encontrará el Objeto de Aprendizaje nivel 4 que se trabajó:



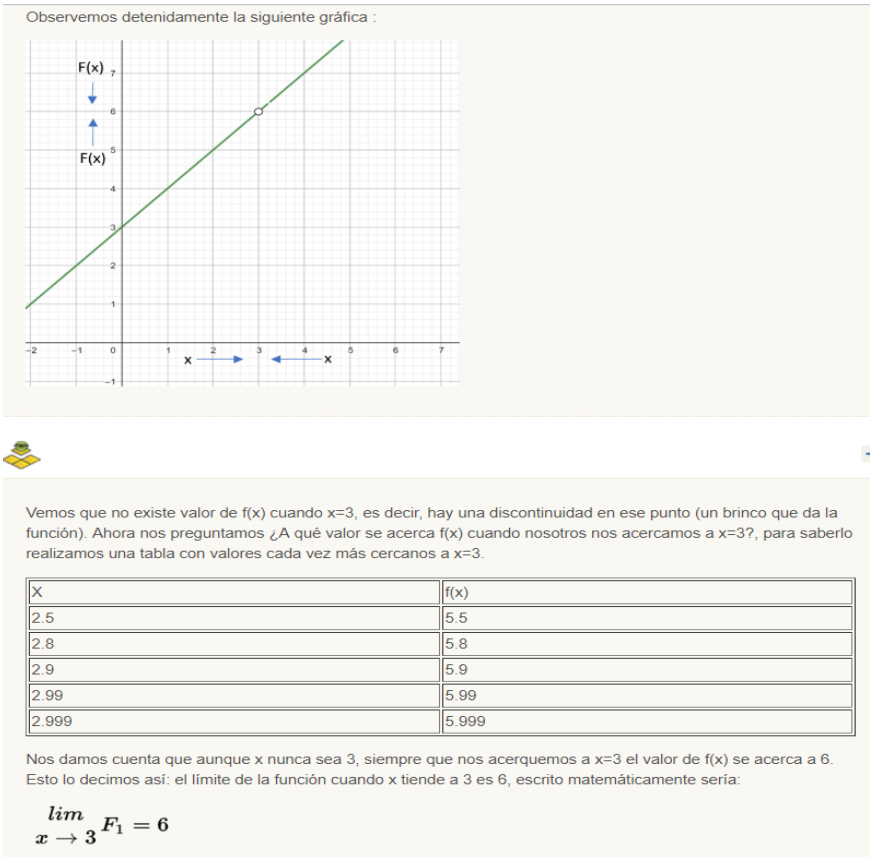


Figura 2 : OA nivel 3

V. DISCUSIÓN

Sería interesante preguntarnos qué tato rendimiento aumentan los alumnos cuando cuentan con los objetos de aprendizaje como una forma de complementar sus clases o incluso de estudiar si por cualquier motivo les fue imposible entender algún tema.

El software exelearning aún es un poco obsoleto pues existen muchas dificultades a la hora de pasar contenido a la plataforma por ejemplo las gráficas de GeoGebra no se visualizan correctamente, las ecuaciones se deben subir utilizando un conversor como fragmentos de HTML y las opciones para las actividades con las que cuenta son muy limitadas.

VI. CONCLUSIONES

Una vez terminado el trabajo nos hemos dado cuenta que la realización de un objeto de aprendizaje requiere de bastante estudio ya que son muchos los requisitos que se deben tomar en cuenta a la hora de su realización. Sin embargo, la facilidad con la que se manipula un OA ya terminado es increíble, pues están hechos para múltiples plataformas, es posible entrar desde una computadora o desde un celular.

VII. RECONOCIMIENTOS

Doy a conocer mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de Zacatecas y al CONACyT por la posibilidad que me brindaron de poder realizar este verano de la ciencia en un ámbito que es tan interesante como necesario, la implementación de recursos tecnológicos para la adquisición de conocimientos matemáticos.

REFERENCIAS

[1] *Margarita de la Luz Almanza Márquez y Sergio Octavio Romano Escobar Medina. (2014). CÁLCULO DIFERENCIAL. Zacatecas, México: TEXERE*

[2] Pierce, Rod. "Límites (una introducción)" Disfruta Las Matemáticas. Ed. Rod Pierce. 7 Oct 2011. 15 Aug 2019 http://www.disfrutalasmatematicas.com/calculo/limites.html

[3] *K. Kuratowski, "Introducción al Cálculo", Limusa-Wiley, 1970.*

[4] M. Spivak, "Calculus", Ed. Reverte, Segunda edición; México 1993.

Industria 4.0, datos en la nube

Guillermo Guevara Gutiérrez
UNAM ENES León
Boulevard UNAM #2011
Col. Predio El Saucillo y El Potrero
Comunidad de Los Tepetates
37684 León, Guanajuato, México
guillermo.guevara.ilp@gmail.com

Asesor: Carlos Fuentes Silva
Universidad Politécnica de Querétaro
Carretera Estatal 420 S/N
El Rosario, El Marqués, Querétaro.
carlos.fuentes@upq.edu.mx

Resumen — La industria 4.0 nos ha alcanzado y los datos en la nube o "big data" son ya una realidad. El internet de las cosas es el arma fundamental para que toda la 4ta revolución industrial tome importancia en nuestro día a día. Gracias a las redes inalámbricas existentes en el planeta, cada vez es más la maquinaria que puede accesar al internet y comunicarse entre ellas sin necesidad de estar en un mismo lugar. La intención del trabajo presentado es demostrar un uso real del internet de las cosas (IOT) en industrias de manufactura y las líneas de producción que en ellas yacen; esto mediante herramientas de programación como NodeRed y Python, aunadas al uso de tecnologías complementarias como la lectura de códigos QR.

Palabras clave — Internet de las cosas, Big data, Industria 4.0, programación de líneas de producción.

Abstract — 4.0 Industry is up to date and the big data movement, which means the clouding data, is now a reality. Internet of things is the pillar for the 4th industrial revolution taking more and more importance in our daily life. Due to the wireless networks along the planet, the industrial machinery can be constantly communicating between them without the restriction of being at the same place and time. The intention of this essay is to show the real use of the internet of the things in the manufacturing sector and the productive lines along all involved process, all this by the use of programming software such as NodeRed or Pythong, crossing them with the use of auxiliary or "secondary" technology such as QR codes and the lecture of them.

Keywords — Internet of things, Big data, 4.0 Industry, Productive lines automation.

I. INTRODUCCIÓN

A medida que el internet de las cosas cobra más importancia en el sector industrial, la importancia de desarrollar esta tecnología es cobra cada vez más sentido. En esta 4ta revolución industrial se pretende automatizar todos los procesos productivos y que las barreras físicas no sean un impedimento para el desarrollo de mejoramientos productivos y cadenas de producción. Es por esto que el presente desarrolla una manera práctica de automatizar una cadena de producción en específico mediante un programa simple pero eficaz y su detonamiento mediante tecnologías consideradas como auxiliares.

Se propone automatizar la producción de un producto en específico, con ciertas características físicas y de componentes específicas mediante la lectura de un código QR gracias a cámaras conectadas a una computadora que esté constantemente enviando información a internet, para que del otro lado, es decir quién va a recibir la información, sea la maquinaria lista para producir dicha pieza con las características antes descritas. Esto, claro, sin necesidad de estar en el mismo cuarto, ciudad, país o incluso continente; basta sólo con estar conectado a internet.

II. MARCO TEÓRICO (OPCIONAL)

Después de que el gobierno alemán presentara por primera vez el concepto de Industria 4.0 en 2011, todo el mundo comenzaba a hablar sobre qué suceso importante se estaba llevando acabo para acuñar un término como una cuarta revolución industrial.

La primera revolución industrial tuvo lugar en Inglaterra con la incursión de la máquina de vapor en sectores como la agricultura y transporte. La electricidad y los motores eléctricos fueron cruciales para que se diera inicio a la segunda revolución industrial donde se logran crear cadenas de producción en masa para casi todos los artículos disponibles en esa época. Para 1969, la informática se incorpora plenamente a los sectores industriales, esto gracias a la introducción de programas lógicos y servidores internos que permitieron el inicio de la automatización de los procesos productivos (3ª revolución industrial).

Lo que nos compete hoy en día es la cuarta revolución industrial, inicio de una nueva época en la producción de bienes y servicios. Esta revolución tiene como característica principal la conexión de los componentes principales de los procesos productivos a internet y a los demás componentes al mismo tiempo. Es decir que la automatización de estos procesos ya no sólo es local, si no transfronteriza, pues los programas, códigos, servidores, etc.., se encuentran en la nube, permitiendo que las herramientas de trabajo más avanzadas tengan acceso a cualquier información de esta nube y se comunique con las demás herramientas, haciendo una especie de ecosistema entre toda la línea de producción que estará constantemente comunicado entre sus componentes y aprendiendo de ellos mismos.

Uno de los pilares más importantes para que este tipo de industria pueda ser realidad es el internet de las cosas, que se puede definir como la conexión entre dispositivos electrónicos inteligentes del uso diario a través de internet, lo que les permite enviar y recibir información de sus semejantes. Esta información se guarda en “la nube” término que se utiliza para decir que se encuentra almacenada y siempre disponible en la misma red.

Ejemplificando el IOT en esta revolución industrial, podemos poner de ejemplo cámaras conectadas entre sí y programadas para inspeccionar la calidad de un producto mediante sensores y programación específica, hito que eliminaría el factor de error humano en procesos de calidad.

Anteriormente, el sistema de comunicación de máquina a máquina se realizaba mediante un sistema M2M (Machine to machine) donde se conectaban físicamente las dos máquinas para que pudieran transferirse la información necesaria. Hoy en día el proceso es diferente: se utilizan los protocolos MQTT (Message Queue Telemetry Transport) que tiene la misma función de conectar dos máquinas entre ellas, pero ahora no de manera física, si no a través del IoT.

En este protocolo, un cliente manda periódicamente un mensaje que los suscriptores después recibirán. Es decir, un mensaje mandado por parte del emisor, puede ser recibido y ejecutado por más de un suscriptor. En un plano práctico, se manda una señal de trabajo y varias máquinas ejecutan la orden dispuesta

La tarjeta raspberry pi3, es un dispositivo excelente para poner en práctica el IoT. Este sistema operativo nos permite correr programas como python, nodered y Open CV que nos permiten automatizar procesos.

Python es un lenguaje de programación multiplataforma que nos permite correr los compilados informáticos hechos con este programa en diversos dispositivos. Otra ventaja es que pueden crearse programas no sólo orientados hacia computadoras, si no que nos permite orientarlos para objetos y generar códigos físicos de sus compilados, códigos que se presentan como QR´s o códigos de barras.

Node red es una plataforma de programación vía nodos que nos permite enlazar mensajes de la nube con artículos físicos a través de puertos periféricos.

Los códigos QR son códigos cuadrados, bicolores y cifrados que contienen datos codificados. Estos datos usualmente son contenido web, debido a que se usan mucho en publicidad, pero pueden contener cualquier tipo de información. Para efectos del proyecto, se almacenarán las instrucciones necesarias para que el código que programamos tome una decisión acerca de qué información se está recibiendo.

La librería que se utilizará para dar lectura a los códigos creados con python será Pyzbar, pues está incluido con el programa y fue diseñado por la misma organización para que sean cien por ciento compatibles.

Por último, usaremos la herramienta de Open CV, herramienta que se utiliza desde sistemas de detección de movimiento hasta reconocimiento de objetos dentro de las líneas de producción para controlar de operación.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales:

- Raspberry Pi 3 Modelo B/B+
- Tarjeta SD de mínimo 16 GB
- Cámara USB

Métodos:

Comenzaremos grabando el software “Raspbian Buster with desktop and recommended software” (que se descarga desde la web oficial de Raspberry Foundation https://www.raspberrypi.org/downloads/raspbian/) mediante el software “Win32 Disk Imager” en la tarjeta SD virgen.

Iniciaremos instalando las librerías de opencv (siguiendo las instrucciones en https://www.deciphertechnic.com/install-opencv-python-on-raspberry-pi/) para poder hacer la lectura de código QR.

Procederemos después a instalar pyzbar (siguiendo las instrucciones de https://pypi.org/project/pyzbar/) .

Por último, instalaremos el dashboard del software de programación nodered (siguiendo las instrucciones de https://flows.nodered.org/node/node-red-dashboard)

Con el fin de hacer que el programa reciba la primera instrucción, se tienen que crear 8 códigos QR de que almacenen texto (el texto se propone que sea el modelo de la pieza que

se quiera realizar en la línea de producción). Estos códigos se pueden hacer en la página https://www.qr-code-generator.com/

En nodered, diseñaremos un programa como se indica en la Fig. 1, que en dashboard se verá como se indica en la Fig. 2.

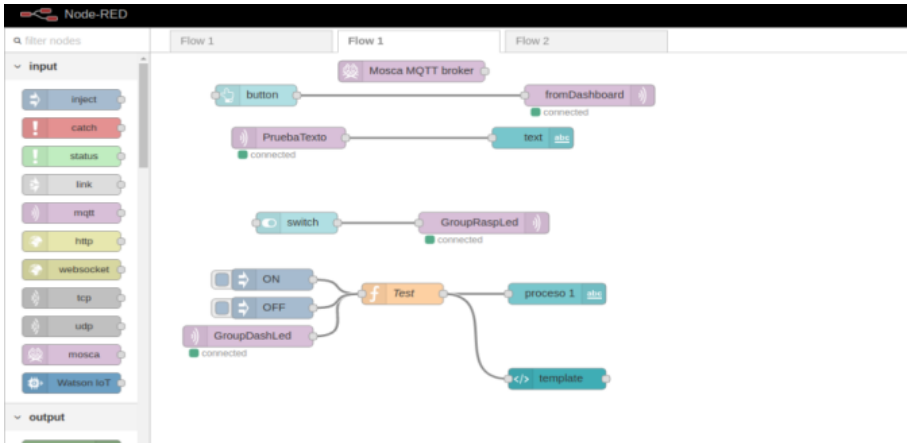


Figura 1.

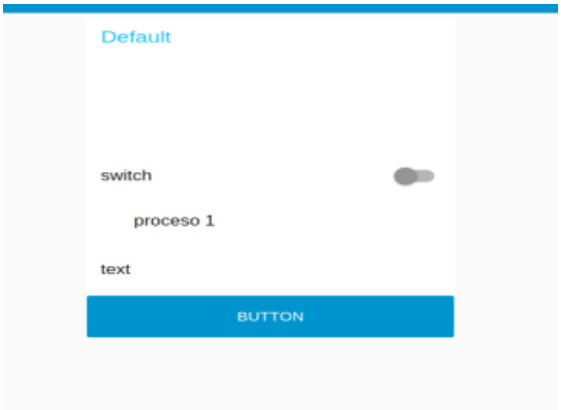
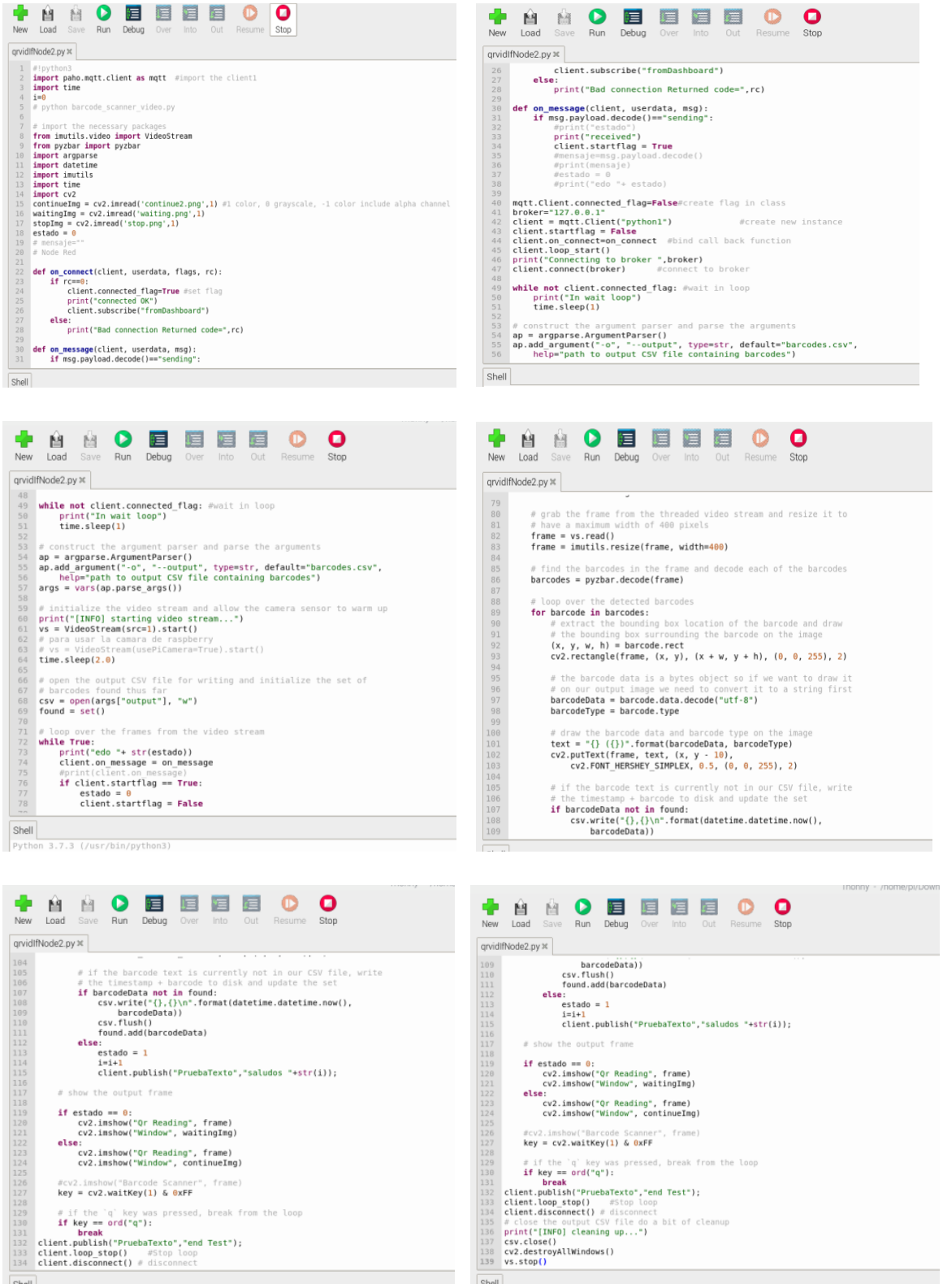


Figura 2.

El procedimiento de la programción en python se indica en la Fig. 3.

Una vez concluida la programación, procederemos a correr el programa de python, con el dashboard abierto, node red iniciado y cámara conectada. El programa iniciara y estará concluido el proceso.



```
#!python3
import paho.mqtt.client as mqtt  #import the client1
import time
i=0
# python barcode_scanner_video.py

# import the necessary packages
from imutils.video import VideoStream
from pyzbar import pyzbar
import argparse
import datetime
import imutils
import time
import cv2
continueImg = cv2.imread('continue2.png',1) #1 color, 0 grayscale, -1 color include alpha channel
waitingImg = cv2.imread('waiting.png',1)
stopImg = cv2.imread('stop.png',1)
estado = 0
# mensaje=""
# Node Red

def on_connect(client, userdata, flags, rc):
    if rc==0:
        client.connected_flag=True #set flag
        print("connected OK")
        client.subscribe("fromDashboard")
    else:
        print("Bad connection Returned code=",rc)

def on_message(client, userdata, msg):
    if msg.payload.decode()=="sending":
        #print("estado")
        print("received")
        client.startflag = True
        #mensaje=msg.payload.decode()
        #print(mensaje)
        #estado = 0
        #print("edo "+ estado)

mqtt.Client.connected_flag=False#create flag in class
broker="127.0.0.1"
client = mqtt.Client("python1")             #create new instance
client.startflag = False
client.on_connect=on_connect  #bind call back function
client.loop_start()
print("Connecting to broker ",broker)
client.connect(broker)      #connect to broker

while not client.connected_flag: #wait in loop
    print("In wait loop")
    time.sleep(1)

# construct the argument parser and parse the arguments
ap = argparse.ArgumentParser()
ap.add_argument("-o", "--output", type=str, default="barcodes.csv",
    help="path to output CSV file containing barcodes")
args = vars(ap.parse_args())

# initialize the video stream and allow the camera sensor to warm up
print("[INFO] starting video stream...")
vs = VideoStream(src=1).start()
# para usar la camara de raspberry
# vs = VideoStream(usePiCamera=True).start()
time.sleep(2.0)

# open the output CSV file for writing and initialize the set of
# barcodes found thus far
csv = open(args["output"], "w")
found = set()

# loop over the frames from the video stream
while True:
    print("edo "+ str(estado))
    client.on_message = on_message
    #print(client.on_message)
    if client.startflag == True:
        estado = 0
        client.startflag = False

    # grab the frame from the threaded video stream and resize it to
    # have a maximum width of 400 pixels
    frame = vs.read()
    frame = imutils.resize(frame, width=400)

    # find the barcodes in the frame and decode each of the barcodes
    barcodes = pyzbar.decode(frame)

    # loop over the detected barcodes
    for barcode in barcodes:
        # extract the bounding box location of the barcode and draw
        # the bounding box surrounding the barcode on the image
        (x, y, w, h) = barcode.rect
        cv2.rectangle(frame, (x, y), (x + w, y + h), (0, 0, 255), 2)

        # the barcode data is a bytes object so if we want to draw it
        # on our output image we need to convert it to a string first
        barcodeData = barcode.data.decode("utf-8")
        barcodeType = barcode.type

        # draw the barcode data and barcode type on the image
        text = "{} ({})".format(barcodeData, barcodeType)
        cv2.putText(frame, text, (x, y - 10),
            cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.5, (0, 0, 255), 2)

        # if the barcode text is currently not in our CSV file, write
        # the timestamp + barcode to disk and update the set
        if barcodeData not in found:
            csv.write("{},{}\n".format(datetime.datetime.now(),
                barcodeData))
            csv.flush()
            found.add(barcodeData)
        else:
            estado = 1
            i=i+1
            client.publish("PruebaTexto","saludos "+str(i));

    # show the output frame

    if estado == 0:
        cv2.imshow("Qr Reading", frame)
        cv2.imshow("Window", waitingImg)
    else:
        cv2.imshow("Qr Reading", frame)
        cv2.imshow("Window", continueImg)

    #cv2.imshow("Barcode Scanner", frame)
    key = cv2.waitKey(1) & 0xFF

    # if the `q` key was pressed, break from the loop
    if key == ord("q"):
        break
client.publish("PruebaTexto","end Test");
client.loop_stop()    #Stop loop
client.disconnect() # disconnect
# close the output CSV file do a bit of cleanup
print("[INFO] cleaning up...")
csv.close()
cv2.destroyAllWindows()
vs.stop()
```

Fig. 3. Descripción de programación en phyton

IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Se logró el objetivo, debido a que el reconocimiento de objetos fue pleno y las instrucciones dadas con el códio QR estaban listas para ser ejecutadas. Se generaron los códigos fácilemente. Se tuvo problemas en la red del servido interna, debido a que la direccion del servidor es única para cada node red. Se solucionó copiando la url donde corre node red en el rengo “server” del programa de python.

Otro problema fue que se tuvo que programar la cámara web para el único propósito de la detección de objetos.

V. CONCLUSIONES

Gracias al Big Data y los servidores, es posible que las lineas de producción sean totalmente automatizadas sin siquiera requerir la programación pervia a los ciclos productivos. Queda así demostrado en nuestro proyecto, que la tecnología de hoy en día es lo suficientemente autónoma como para establecer los parámetros de procesamiento de piezas desde un simple código QR.

VI. AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Politécnica de Querétaro por las facilidades y a la UNAM ENES León por el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano. Así mismo a mí asesor Carlos Fuentes por su apoyo y capacitación.

REFERENCIAS

1. Raspberry Pi Foundation. (2019). Raspbian. 12 de Junio de 2019, de Raspberry Pi Foundation Sitio web: https://www.raspberrypi.org/downloads/raspbian/
2. Anónimo. (2018). Install OpenCV Python on Raspberry Pi 3. 12 de Junio de 2019, de Decipher Technic Sitio web: https://www.deciphertechnic.com/install-opencv-python-on-raspberry-pi/
3. Alex. (2019). pip install pyzbar. 12 de Junio de 2019, de Python Software Foundation Sitio web: https://pypi.org/project/pyzbar/
4. Anónimo. (2019). node-red-dashboard. 12 de Junio de 2019, de Node Red Organization Sitio web: https://flows.nodered.org/node/node-red-dashboard.

Inteligencia artificial para predicciones

Wbaldo Valdez Rivera
Universidad Autónoma de Coahuila
Edificio A Planta Alta. Unidad Camporredondo
C.P. 25020, Saltillo, Coahuila
wbaldo_valdez@uadec.edu.mx

Asesor: Alejandro Puga Candela
Universidad Autónoma de Zacatecas
Unidad de Física
Ciudad Universitaria, Solidaridad, Hidráulica
C.P. 98068, Zacatecas, Zacatecas
apuga@fisica.uaz.edu.mx

Resumen — En este verano de la ciencia se atendió la resolución modelos de aprendizaje supervisado de Machine Learning (subdivisión de la inteligencia artificial) con el uso del software “Wolfram Mathematica 11”. Se plantearon y resolvieron una serie de ejemplos de distintos tipos de aprendizaje supervisado, siendo 3 tipos los principales, además de apoyarnos en recursos gráficos para su mayor comprensión. Esto dando como resultado nuestro aprendizaje y entendimiento sobre modelos de predicción haciendo uso de las bibliotecas de Machine Learning instaladas en dicho software. Los resultados del estudio de dichos modelos fueron muy satisfactorios y se expondrán en el presente reporte junto con las imágenes y gráficas adecuadas para una inmersión más a profundidad en el tema.

Palabras clave — Física, Machine Learning, Mathematica 11

I. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este verano fue el aprendizaje de cómo resolver algunos problemas de física usando software y además de aprender que es Machine Learning y como a partir de él surgen una variedad muy amplia de aplicaciones para la vida cotidiana. Esta es una rama de la inteligencia artificial que desarrolla procesos para aprender a hacer cosas inteligentes tomando datos de entrad que tien multitud de aplicaciones, pueden it desde predecir fallos en equipos tecnológicos hasta tomar la decisión de cuando es la mejor hora para contactar un cliente. En resumen, la investigación en Machine Learning y en inteligencia artificial son de gran importancia en un mundo donde la ciencia y la tecnología avanzan a pasos agigantados. Y precisamente para objetivos de esta investigación sobre estos temas se necesita aprender cómo usar el software para una variedad de situaciones, y entender y aplicar dichos conocimientos para el estudio de Machine Learning.

II. MARCO TEÓRICO

Machine Learning (Aprendizaje automático) es una disciplina científica del ámbito de la Inteligencia Artificial que crea sistemas que aprenden automáticamente. Aprendizaje en este contexto implica identificar patrones complejos en millones de datos, pero lo que la máquina que realmente aprende es un algoritmo que revisa los datos y es capaz de predecir comportamientos futuros. Esto automáticamente implica que estos sistemas se mejoran de forma autónoma con el tiempo, sin intervención humana [1]. Los algoritmos más comunes son los siguientes:

Los algoritmos de aprendizaje supervisado son ejemplos donde se conoce el resultado deseado. Por ejemplo, una pieza de equipo podría tener puntos de datos etiquetados como “F” (fallidos) o “R” (corridas). A través de métodos como la clasificación,

regresión, predicción y aumento de gradiente, el aprendizaje supervisado utiliza patrones para predecir los valores de la etiqueta en datos no etiquetados adicionales. El aprendizaje supervisado se utiliza comúnmente en aplicaciones donde datos históricos predicen eventos futuros probables. Por ejemplo, puede anticipar cuándo es probable que transacciones con tarjetas de crédito sean fraudulentas o qué cliente de una aseguradora tiene la probabilidad de iniciar un reclamo [2].

El aprendizaje no supervisado se utiliza contra datos que no tienen etiquetas históricas. No se da la "respuesta correcta" al sistema. El algoritmo debe descubrir lo que se muestra. El objetivo es explorar los datos y encontrar alguna estructura en su interior. El aprendizaje no supervisado funciona bien con datos de transacciones. Por ejemplo, puede identificar segmentos de clientes con atributos similares que después puedan ser tratados de manera semejante en campañas de marketing. O bien puede encontrar los atributos principales que separan los segmentos de clientes [3].

Ahora bien, aun dadas estas clasificaciones existen modelos para trabajar en esto, entre ellos se distinguen [5]:

Los **modelos geométricos**, construidos en el espacio de instancias y que pueden tener una, dos o múltiples dimensiones. Si hay un borde de decisión lineal entre las clases, se dice que los datos son linealmente separables.

Los **modelos probabilísticos**, que intentan determinar la distribución de probabilidades descriptora de la función que enlaza a los valores de las características con valores determinados. Uno de los conceptos claves para desarrollar modelos probabilísticos es la estadística bayesiana.

Los **modelos lógicos**, que transforman y expresan las probabilidades en reglas organizadas en forma de árboles de decisión.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para este proyecto, como ya se mencionó, se utilizó el software Mathematica 11, el cual puede ser usado en cualquier sistema operativo. Primero se plantearon algunos problemas de física y matemáticas para ser resueltos con el Software. A continuación se analizan a detalle las distintas partes de la investigación.

A. Aprendizaje supervisado en Mathematica

1) Ejemplos de clasificación

Primero se clasificaron 25 imágenes de día y de noche como ejemplos para el software usando la función Classify. Se definió el tipo de data como imagen y las clases únicamente como “día” o “noche. Después se le pidió que clasificara otras 6 imágenes de diferentes fases del día. Para el siguiente ejemplo se dio un set de número del 1 al 7 y se le asignaron distintos valores de letras de la siguiente forma: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 - > "a", "a", "b", "a", "b", "b", "b". Se clasificaron con el uso de la función Classify y con el uso de dos métodos distintos, regresión logística y arboles aleatorios. Después se procedieron a graficar los resultados de

ambas clasificaciones con los distintos métodos. En el siguiente ejemplo se hizo un ejemplo de clasificación de un conjunto de datos iris de Fisher, este contiene 50 muestras de cada una de tres especies de Iris (Iris setosa, Iris virginica e Iris versicolor). Con la medición de cuatro rasgos de cada muestra: el largo y ancho del sépalo y pétalo, en centímetros y basado en la combinación de estos cuatro rasgos, Fisher desarrolló un modelo discriminante lineal para distinguir entre una especie y otra [7]. Se tomaron 4 ejemplos de vectores y se clasificaron de acuerdo a que especie pertenecían, después se tomaron 100 valores de entrenamiento para el programa para que aprendiera a reconocer los valores de los vectores de cada especie con el uso de la función Classify. Como parte final con el uso de la función ClassifierMeasurements se calculó el desempeño en que tan acertadas eran las predicciones del tipo de especie que arrojaba el software usando los valores de entrenamiento y además los valores de pruebas reales. Con dichos datos se graficaron los resultados de predicciones vs valores reales, cuyo resultado se presentara en la sección siguiente. Como ejemplo final en predicciones se hizo un arreglo con la función Classify de 5 datos, clasificando según la estatura de una persona si esta debía ser hombre o mujer, de la manera siguiente: 1.82 -> "male", 1.90 -> "male", 1.75 -> "male", 1.55 -> "male", 1.6 -> "female". Con esto se hizo un graficado de las probabilidades de que el sujeto en cuestión fuera femenino según la estatura ingresada.

2) Ejemplos de predicciones

Se tomó un set de 4 valores distintos: 1 -> 1.3, 2 -> 2.4, 3 -> 6.4, 4 -> 10.1, y con el uso de la función Predict se predecía el valor de un nuevo ejemplo basado en los ejemplos antes mencionados. Usando el método de regresión lineal se encontró la predicción para el punto 1.5 y se hizo una gráfica de la distribución condicional del valor dadas las características de los ejemplos.

3) Ejemplos de predicciones de secuencia

Se hizo un arreglo de números con la función SequencePredict de la siguiente manera: 1, 2, 3, 4, 1, 2, 2, 4, 1, 2, 3, 4, 1, 2, 3, 4. Después se le pidió predecir el numero después del arreglo de: 1,2. Como parte siguiente se utilizó como ejemplo el libro de “Alice in Wonderland”, con las funciones Take, Reverse y Sort se predijo cuáles serían las diez palabras más probables de aparecer en el libro después de la secuencia “Alice was thinking”, con resultados muy prometedores.

IV. RESULTADOS

Para las clasificaciones de las distintas imágenes de dia y de noche, la computadora pudo clasificar todas las imágenes de forma satisfactoria, a continuación se muestra el resultado:

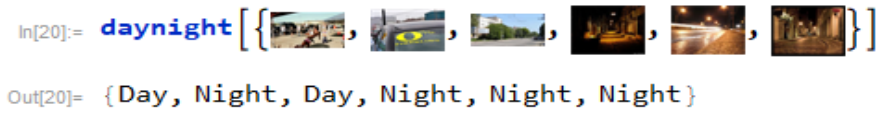


Fig. 1. Resultados de la clasificación de las distintas imágenes

En el siguiente se dio un arreglo de números a los que se les asignaba un carácter, ya sea “a” o “b”, en la siguiente grafica se ve la probabilidad de encontrar una letra “a” conforme avanzaba el arreglo de números usando dos distintos métodos de clasificación:

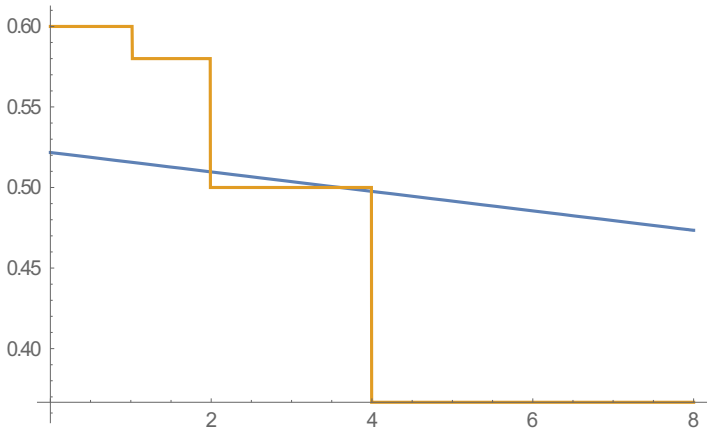


Fig. 2. Uso del método de regresión logística (azul) y método del bosque aleatorio (naranja).

Como se puede notar ambos métodos tienen tendencias parecidas, sin embargo queda a elección del usuario que método es más adecuado.

En el siguiente ejemplo se puede observar el índice de desempeño de nuestro código con el reconocimiento de las distintas especies de las flores iris. Se había mencionado que existían 3 especies, y se le dieron las características definidas de las especias a la computadora con algunos ejemplos, después se usaron datos para observar el desempeño de la misma al clasificarlos después de haber usado los datos de prueba. Se puede observar el resultado en la siguiente gráfica:

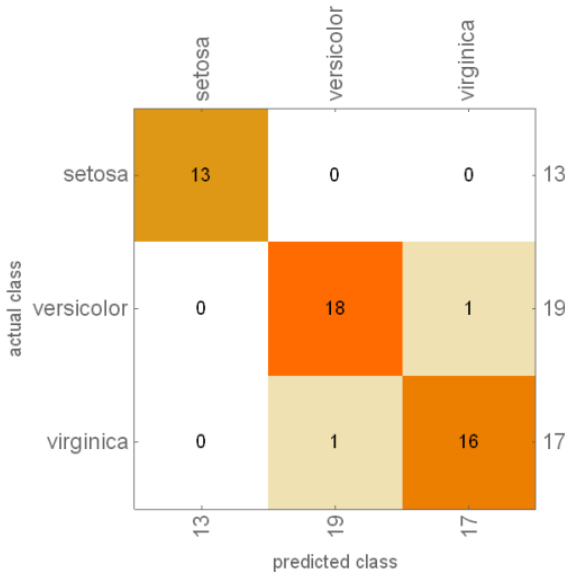


Fig. 3. Imagen ilustrativa donde se compara la clase real vs la clase predicha por nuestro programa.

En nuestro siguiente ejemplo se le dieron unos datos a la computadora sobre las distintas estaturas que podían tener hombres y mujeres. Luego de unos datos de prueba se hizo un gráfico donde se muestra la probabilidad de que un sujeto fuera clasificado como mujer en base a su altura:

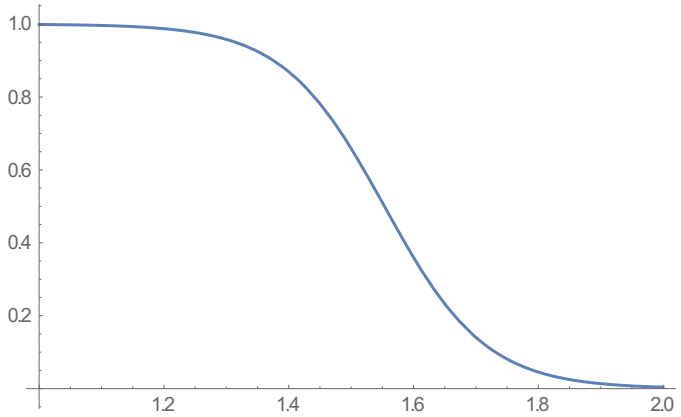


Fig. 4. Probabilidad de ser clasificado mujer vs la estatura dada del sujeto.

Ahora seguimos con la sección de predicciones. El ejemplo usado fue que dado un set con 4 valores distintos se pudiera predecir qué valor se le asignaría a un número dado con base en el set ingresado en la computadora. El número usado fue: 1.5, dando un valor asignado de 2.03255 según el modelo introducido. A continuación se presenta la gráfica dada de la distribución calculada dadas las características de los ejemplos:

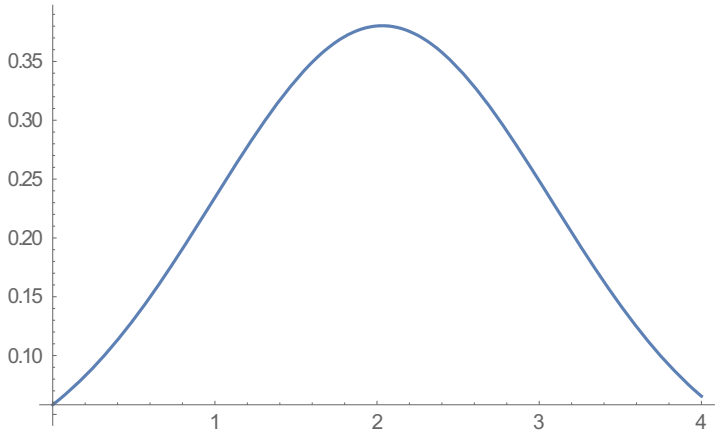


Fig. 5. Distribución de probabilidad calculada según el ejemplo introducido.

Se puede observar que es una distribución normal que está centrada en el punto con valor 2.03255. Es decir, es la distribución de probabilidad de haber obtenido distintos valores al ingresar a la computadora el ejemplo de 1.5, todo esto usando como modelo el set ingresado.

En nuestra última sección de predicción de secuencia se utilizó como ejemplo un libro. Usando como ejemplo el libro de “Alice in Wonderland” se ingresaron una serie de palabras

y con esto se le pedía a la computadora que analizando el libro nos diera como respuesta las palabras más probables de aparecer en el libro después de la oración “Alice was thinking” y la probabilidad de que dichas palabras aparecieran. A continuación se muestra el resultado:

```
Out[96]= ‹| of → 0.0659079, I → 0.0628747, about → 0.0549884, while → 0.0518338,
           and → 0.0252783, the → 0.0230944, to → 0.017028, in → 0.0130242, a → 0.0119322, said → 0.0115682 |›
```

Fig. 6. Lista de las 10 palabras más probables de aparecer a continuación y su probabilidad.

Se puede ver que casi cualquiera de las opciones arrojadas por la computadora tiene sentido de que aparezca después.

V. CONCLUSIONES

En casi todos los ejemplos demostrados se puede notar una respuesta satisfactoria por parte de la computadora, y tan solo usando un código relativamente pequeño. Solo se presentaron unos pequeños errores en las partes sobre las clasificaciones de las flores iris y en las predicciones secuenciales. Sin embargo, a pesar de estos errores se nos demuestra el gran potencial que tiene campo de estudio, y los muchos campos de las ciencias que puede abarcar. Los resultados hablan por sí solos, se pueden lograr una gran cantidad de cosas si se le da la importancia debida a estos estudios, que sin duda alguna, serán un pilar base para el desarrollo tecnológico de toda nuestra civilización en el presente siglo, y muy probablemente, aun mas allá en el futuro.

VI. AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer al programa Verano de la Ciencia Región Centro por darme la oportunidad de participar en este increíble proyecto. También a la UAZ Unidad Física por facilitarnos las instalaciones para trabajar en el mismo. Quisiera también expresar todo mi agradecimiento con el Dr. Alejandro Puga por enseñar de la manera más amena posible y atender mis dudas e inquietudes sobre el proyecto en el momento en que yo tuviera alguna duda o inquietud. También a mis compañeros de trabajo por explicarme y atender mis dudas siempre que lo necesite en su momento.

REFERENCIAS

[1] *¿Qué es Machine Learning?,* Disponible en: https://cleverdata.io/que-es-machine-learning-big-data/ [consultado en agosto 2019].

[2] *Aprendizaje automático, ¿Qué es y por qué es importante?: Aprendizaje supervisado,* Disponible en: https://www.sas.com/es_mx/insights/analytics/machine-learning.html [consultado en agosto 2019].

[3] *Aprendizaje automático, ¿Qué es y por qué es importante?: Aprendizaje no supervisado,* Disponible en: https://www.sas.com/es_mx/insights/analytics/machine-learning.html [consultado en agosto 2019].

[4] *¿Qué es machine learning? [Guía completa para principiantes]: Reinforcement Learning,* Disponible en: https://blog.adext.com/machine-learning-guia-completa/ [consultado en agosto 2019].

[5] *Geometría de lo irregular: Sistemas dinámicos discretos.* Disponible en: http://www2.caminos.upm.es/Departamentos/matematicas/grupomaic/conferencias/7.SDdiscretos.pdf [consultado en agosto 2019].

[6] *Conjunto de datos flor iris,* Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Conjunto_de_datos_flor_iris [consultado en agosto de 2019].

Levitador magnético con seguimiento de trayectoria

Raúl Oswaldo Rangel Uroza
Universidad Politécnica de San Luis Potosí
Urbano Villalón #500, Col. La Ladrillera, C.P. 78363,
San Luis Potosí, San Luis Potosí
150165@upslp.edu.mx

Asesora: Ma. Guadalupe Ortiz Lopez
Universidad Politécnica de San Luis Potosí
Urbano Villalón #500, Col. La Ladrillera, C.P. 78363,
San Luis Potosí, San Luis Potosí
guadalupe.ortiz@upslp.edu.mx

Resumen — En este trabajo de investigación se diseñó y puso en funcionamiento la primera fase de un levitador magnético con seguimiento de trayectoria impulsado por visión artificial. Su base está sustentada en teoría de control, así como en librerías de código abierto tales como OpenCV impulsada por Python 3.7.4 para la adquisición y procesamiento de imágenes en tiempo real. Se muestran los principales resultados relacionados con la detección y posterior localización de objetos polimorfos, los cuales sientan las bases de un desarrollo futuro cuyo fin es el apoyo al desarrollo de futuros sistemas de control de tipo adaptivo.

Palabras clave — Levitador magnético, visión artificial, teoría de control

Abstract — In the present research work was designed and put into operation the first stage of a trajectory tracking magnetic levitator powered by artificial vision. It is based on control theory, together with open source libraries, as it is OpenCV, which is powered by Python 3.7.4 for the acquisition and real-time image processing. The main results related with detection and subsequent location of polymorphic objects are shown, thus lay the foundations for future development whose purpose is the support of future develop of adaptive control systems.

Keywords — Magnetic levitator, artificial vision, control theory

I. INTRODUCCIÓN

El diseño e invención de diversos sistemas físicos existentes desde la antigüedad hasta el día de hoy tienen como componente esencial la necesidad de ser controlados por el hombre. Esta actividad dio pie a lo que hoy conocemos como ingeniería de control. Un sistema de gran interés desde el punto de vista de esta teoría es un levitador magnético, cuyos los principios son ampliamente utilizados en aplicaciones como aerogeneradores, sistemas de posicionamiento de alta precisión y en transportes terrestres conocidos como trenes MagLev [1] [2].

Los levitadores magnéticos presentan un gran interés dentro del estudio de la teoría de control, ya que son sistemas inestables por naturaleza, lo cual significa un reto al diseñar un controlador adecuado. Adicionalmente al implementarse físicamente, es deseable lograr el mejor desempeño posible del sistema. Para tal fin, el uso de retroalimentación es indispensable.

Tradicionalmente esta retroalimentación se realiza mediante fotorresistencias, fotodiodos, fototransistores e incluso sensores de efecto Hall los cuales, se apoyan de la presencia o ausencia de luz para estimar la posición de un balín de tamaño especifico volviendo inflexible el sistema realizado. Sin embargo, la primera fase del análisis y construcción del levitador propuesto en esta investigación contempla el desarrollo de un sistema de visión artificial que será capaz de conocer la ubicación en tiempo real de un objeto sin importar la forma o

tamaño de este, otorgando a la ingeniería de control una nueva forma de estudiar este sistema.

II. MARCO TEÓRICO

A lo largo de los años, los sistemas de levitación magnética han sido modelados por diversas técnicas. En 1986, Wong [3] propone un modelo de tipo lineal. Posteriormente [4], el comportamiento de este sistema se representa por medio de un modelo no lineal. Como ha sido mencionado, dada la inestabilidad del sistema estudiado, la cual siempre aparece en las diversas representaciones realizadas, es necesario diseñar un controlador que pueda adaptarse a las necesidades que presenta el objetivo. Es por ello que con base en los modelos propuestos por autores como Wong y Kumar et al, controladores lineales y no lineales han sido propuestos siendo los más relevantes los obtenidos por modos deslizantes, linealización por retroalimentación de estado y control adaptivo [5].

Dado el desarrollo tecnológico, algunos de los métodos tradicionalmente utilizados han quedado en el olvido o gestado la necesidad de ser reemplazados por métodos más actuales, exactos y/o rápidos. Uno de los métodos más sonados actualmente el cual, tiene la capacidad de cumplir los objetivos buscados por este trabajo es la visión por computadora.

La visión por computadora o en algunos casos visión artificial, es un campo de la inteligencia artificial el cual, permite a una computadora extraer información clave de una imagen o una animación, llámese a esta ultima una secuencia de imágenes o un video mismo que puede ser interpretado en tiempo real [6].

Parte fundamental de la visión por computadora es el procesamiento de imágenes, esto se debe a que las imágenes captadas por un computador necesitan ser tratadas y procesadas con la finalidad de convertirlas en imágenes completamente nuevas en las cuales, abunde la información que la computadora y el usuario necesite para la toma de decisiones y la resolución de problemas del mundo real [6].

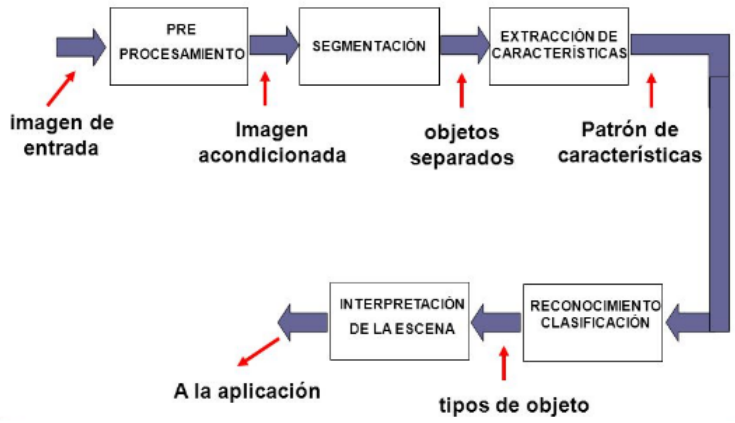


Figura 1: Etapas de un sistema de visión artificial.

El éxito de cualquier sistema de visión artificial o visión por computadora está vinculado directamente a diversos aspectos como el tipo de cámara, el procesamiento de imágenes, los lentes a utilizar, la iluminación así como la aplicación que se busque, es por ello que actualmente este es un tema en constante cambio y actualización buscando mejorar los aspectos del día a día sin perder de vista la economizacion y el desarrollo tecnológico actual [7].

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Debido a la complejidad que presenta el presente proyecto, este será realizado en diversas fases siendo la documentada en este trabajo la primera de ellas. Esta primera fase está compuesta de tres partes principales descritas a continuación [5].

Elaboración de la planta del sistema

Viene dada por los diversos componentes físicos que componen el levitador magnético estudiado, en la Figura 2 es mostrado un diagrama que ilustra su construcción, la planta del sistema se encuentra formada por una bobina constituida por alambre de cobre enrollado alrededor de un núcleo cilíndrico de acero que lo proveen con propiedades magnéticas y un balín de acero, para el caso específico del prototipo diseñado y construido por Ortiz López et al, y continuado en este trabajo, se utilizó un balín de una pulgada de diámetro, mismo que tendrá un significado importante al momento de realizar el controlador.

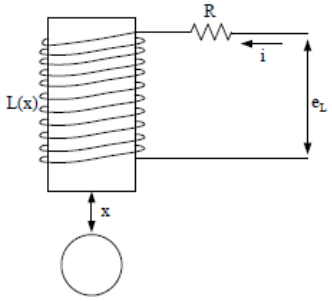


Figura 2: Planta del levitador magnético

Sistema de detección

Los constantes avances tecnológicos han permitido el desarrollo de diversos sensores que tienen la capacidad de detectar la posición del balín de forma conservadora a través de diversas magnitudes físicas como luz (sensor infrarrojo y fotorresistencia) y sonido (sensor ultrasónico), sin embargo, existen métodos más actuales como la orto fotografía o la visión por computadora siendo esta ultima la elegida para el desarrollo de este proyecto. Para ello la visión por computador será implementada con la librería OpenCV desarrollada por Intel y programada por medio de Python. El sistema de visión realizado permite conocer la ubicación del balín en todo momento fungiendo además como retroalimentación para el controlador.

Para este sistema el primer paso es adquirir la imagen del objeto a levitar, esto se realiza por medio de una cámara web ubicada en el prototipo utilizado y con la función *"cv2.VideoCapture(1)"*; paso seguido se comienza con el procesamiento de la imagen adquirida convirtiendo está a HSV y aplicando un filtro que solo mostrara los objetos que tengan las características indicadas *"cv2.cvtColor(frame,cv2.COLOR_BGR2HSV)" "cv2.inRange(frameHSV,limite_inferior,limite_superior)"*, en este caso particular la característica principal es el color (Figura 3). De forma posterior se utiliza la función *"cv2.boundingRect()"* que encierra la imagen con las características deseadas en un rectángulo con el menor tamaño posible, desde aquí el cetro de gravedad de la figura es encontrado para su posterior uso (Figura 4).

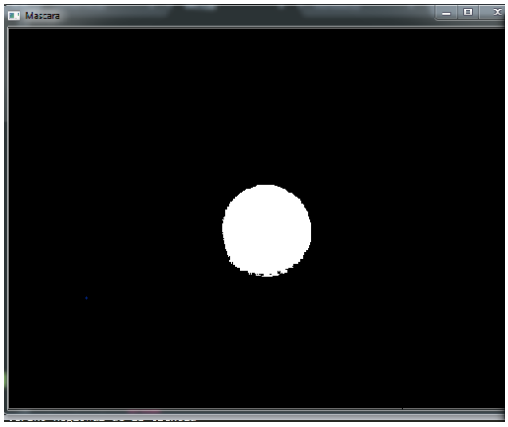


Figura 3: *Identificación de características.*

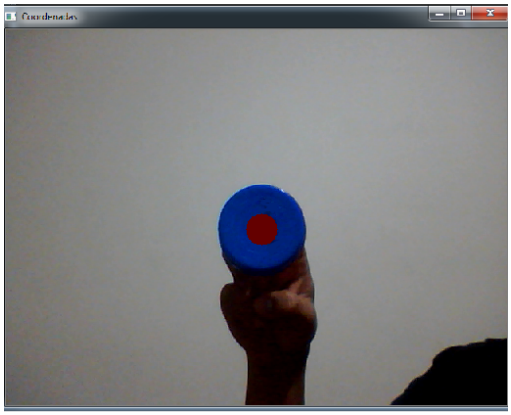


Figura 4*:* Centro *de gravedad.*

Finalmente, por medio de la consola se imprimen las coordenadas del centro de gravedad del objeto a levitar, así como el ciclo de trabajo asignado por el programa que reemplazara la retroalimentación (Figura 5), cabe destacar que este programa encuentra el centro de gravedad de un objeto sin importar la forma que este tenga apoyando a la teoría de control.

```
Posicion del balin
Coordenada X: 457 Coordenada Y: 471 Ciclo de trabajo: 0.0
Verano Regional de la Ciencia
```

Figura 5: Impresión de coordenadas y ciclo de trabajo.

Controlador

La mayoría de los sistemas existentes hoy en día se encuentran auxiliados de un controlador mismo que rige sus tareas, un levitador magnético no es la excepción y se auxilia de una red de adelanto de fase o de un controlador Proporcional Derivativo, para su desarrollo nos basamos en su diagrama de bloques.

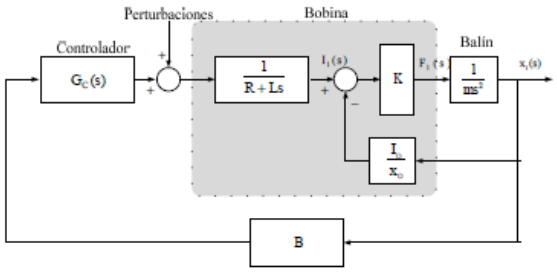


Figura 6: Diagrama de bloques de un levitador magnético

En este trabajo la retroalimentación “B” ha sido reemplazada por el sistema de visión artificial permitiendo al levitador mantenerse estable mientras se encuentra trabajando, esto se logra con la fusión de la ingeniería de control y la programación de sistemas de visión por computadora y procesamiento de imágenes. El controlador PD al no ser realizable físicamente es descartado siendo la red de adelanto de fase la elegida para controlar el levitador magnético.

IV. RESULTADOS

El presente trabajo ha presentado un reto interesante a la ingeniería de control, esto se debe a que esta busca una forma de evitar que el sistema se vuelva inestable por diversos medios, hoy en día existen una gran cantidad de trabajos enfocados al estudio de los levitadores magnéticos dadas las bondades de sus aplicaciones, además de ello permite una visualización real de como los controladores trabajan de forma práctica y no solo teórica presentándose de forma interesante a quienes observan el sistema.

En esta ocasión el proyecto desarrollado se enfocó mayoritariamente en el sistema de detección y ha presentado una mejora interesante a los enfoques tradicionales, estos últimos solo permiten conocer si existe o no la presencia de un objeto dada la obstrucción de la luz y dependen de que el objeto a levitar tenga una forma, peso y medias específicas dado a que el controlador se modela de acuerdo a las necesidades presentadas, sin embargo, los sistemas de visión permiten conocer la ubicación exacta de un objeto en dos e incluso tres dimensiones y gracias al programa desarrollado en Python es posible conocer su centro de gravedad sin importar si la forma del objeto es cuadrada, rectangular, triangular, esférica, cilíndrica e incluso polimorfa esto apoya al desarrollo de controladores altamente flexibles y presenta una nueva oportunidad a la ingeniería de control llevando las aplicaciones actuales a un enfoque moderno y con un gran futuro por delante.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los levitadores magnéticos dadas sus ventajas, tienen un sin número de aplicaciones en la actualidad mismas que mejoran nuestra calidad de vida y facilitan nuestras labores; con ello, también incrementan las necesidades del establecimiento de un control confiable y adaptable, es por ello que este trabajo suma al diseño de nuevos controladores con base en las nuevas tecnologías que, sin duda, seguirán en constante desarrollo. Con el programa

creado en este proyecto será posible desarrollar controladores flexibles capaces de adaptarse no solo en sistemas de levitación magnética sino también en sistemas de levitación sónica, controles de temperatura, flujo, identificación de características así como sistemas dinámicos de diversos tipos.

Con base en este y otros artículos es posible desarrollar un levitador magnético con control en ambos ejes coordenados con el uso de tres cámaras y un programa de visión artificial, para ello será necesario el uso de un micro controlador que extraiga la información de la computadora o el uso de un ordenador de tamaño reducido como Raspberry Pi o Latte Panda capaz de procesar las imágenes y realizar el control del prototipo en un mismo lugar.

VI. RECONOCIMIENTOS

A forma de culminar, expreso mi completo agradecimiento a la Universidad Politécnica de San Luis Potosí por permitirme realizar mis estudios profesionales y la estancia de verano en sus instalaciones.

Al Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT) por su amplia disposición de apoyo, así como el préstamo de prototipos.

De forma final extiendo un especial agradecimiento a la Dra. Ma. Guadalupe Ortiz López por su incondicional apoyo no solo a lo largo de este periodo de investigación si no a lo largo de mi formación como parte del grupo dual CO OP.

REFERENCIAS

[1] Y. S. Lee, J. H. Yang y S. Y. Shim, «A New Model of Magnetic Force in Magnetic Levitation,» *Systems, Journal of Electrical Engineering & Technology,* vol. 3, pp. 584-592, 2008.

[2] D. A. Limbert, H. H. . Richardson y D. N. Wormley, «Controlled characteristics of ferromagnetic vehicle suspension providing simultaneous lift and guidance,» *Trans. ASME, J. Dyn. Syst.Meas. Control,* pp. 101, 217-222, 1990.

[3] T. Wogn, «Design of a magnetic levitation system – an undergraduate project,» *IEEE Transactions on Education,* nº 29, pp. 196-200, 1986.

[4] T. Kumar, S. Shimi, D. Karanskar y S. Rana, Escritores, *Modeling, simulation and control of single actuator magnetic levitation system.* [Performance]. IEEE Preceedings of 2014 RAECS UIET, 2014.

[5] M. G. Ortiz Lopez, D. Langarica Cordoba, R. Mota Varona y J. Leyva Ramos, «Análisis, diseño y control de un levitador magnetico,» UPSLP / IPICYT, San Luis Potosí, 2009.

[6] U.P.V. E.H.U. Grupo de Inteligencia Computacional, «Presentacion Mundo Virtual,» [En línea]. Available: http://www.ehu.eus/ccwintco/uploads/d/d4/PresentacionMundoVirtual.pdf. [Último acceso: 7 agosto 2019].

[7] E. Alegre Gutierrez, G. Pajares Martinsanz y A. de la Escalera Hueso, Conceptos y Metodos en Vision por Computador, España: Grupo de Vision del Comite Español de Automotica (CEA), 2016.

Lixiviación alternativa para sulfuros

Elisa Cantú Moreno
Universidad Autónoma de Coahuila
Carretera 57 Km 5, Los Bosques, C.P.25710
Monclova, Coah.
elisa_cantu@hotmail.es

Asesor: Francisco Raúl Carrillo Pedroza
Universidad Autónoma de Coahuila
Carretera 57 Km 5, Los Bosques, C.P.25710
Monclova, Coah.
raul.carrillo@uadec.edu.mx

Resumen —La lixiviación de sulfuros de Cu y Zn es un método que trae consigo ciertas dificultades cuando se hace por una vía ácida, puesto que generalmente para la obtención de éstos se tiene que pasar por pirometalurgia o se les hacen tratamientos previos como es la tostación en el caso del Zn, en este trabajo se realiza una investigación de la lixiviación para la obtención de Cu y Zn por medio de una vía alcalina en un ambiente menos corrosivo y en donde se busca evitar la creación de una capa pasivante de azufre utilizando reactivos alcalinos como la sosa caustica, el persulfato de sodio y cal, de donde se obtuvo que el más eficiente es el persulfato de sodio.

Palabras clave — Lixiviación alcalina, sulfuros, persulfato de sodio

Abstract — The leaching of Cu and Zn sulphides is a method that brings with it certain difficulties when it is done by an acid route. Generally, pyrometallurgy treatment is necessary before leaching, as roasting in the case of Zn. In this work, an investigation of the leaching for the obtaining of Cu and Zn is carried out through an alkaline route, with is a less corrosive environment and where it is sought to avoid the formation of a passive layer of sulfur. Alkaline reagents such as caustic soda, sodium persulfate and lime were used, where it was obtained that the most efficient is sodium persulfate.

Keywords — Alkaline leaching, sulphides, sodium persulfate

I. INTRODUCCIÓN

Cerca del 80% de la producción mundial de Zinc se produce por medio de hidrometalurgia convencional, es decir, Tostación-lixiviación-electrobeneficio. El requisito previo para la extracción del Zn, a partir de un concentrado sulfurado es por un proceso hidrometalúrgico, el cual consiste en eliminar el S para hacer factible la lixiviación del ZnO con ácido sulfúrico; debido a que el mineral de sulfuro de Zn no se lixivia fácilmente con ácido, se tiene que convertir a óxido; esto se realiza al tostar el concentrado de Zn en reactores de lecho fluidizado; Durante la tostación se produce SO_2 el cual, por oxidación catalítica, se transforma en SO_3 que, por medio de un proceso de contacto, finalmente se convierte a ácido sulfúrico. Para facilitar el proceso y evitar la tostación y los medios corrosivos, se optó por realizar pruebas en un medio alcalino, de igual manera para la extracción del Cobre ya que el tratamiento tradicional que se les da a los sulfuros de cobre es el de flotación y pirometalurgia que a su vez tienen asociados una serie de dificultades, tales como generación de relaves de flotación, generación de gases como SO_2 y arsénico, alto consumo de energía y difícil manejo de subproductos.

En este trabajo se realiza una investigación de lixiviación de minerales sulfurados de Cu y Zn a nivel laboratorio por medio de NaOH concentrado; este reactivo puede disolver, además de los sulfuros, a minerales oxidados, de zonas de oxidación de yacimientos de sulfuro. Con procesos hidrometalúrgicos se ha intentado tratar este tipo de minerales; así previo a este trabajo se investigó la lixiviación con NaOH de minerales sulfurados Pb-Zn[1];

II. MARCO TEÓRICO

La lixiviación consiste en usar soluciones acuosas, con un agente químico que reacciona con el metal presente en el mineral, pueden ser ácidas, básicas o neutras. En la lixiviación el potencial de oxidación, la temperatura y el pH, son parámetros importantes que se regulan para optimizar la disolución del componente deseado en la fase acuosa. La lixiviación comprende dos formas de proceso, en la primera se provoca que la solución percole a través de una cama de sólidos, de tal forma que sean humectados y, en la segunda las partículas de mineral se dispersan en la solución, para que se disuelvan los metales de interés. Después de la disolución, en cualquiera de las dos formas, prosigue una separación de la solución cargada y residuos sólidos. Para el caso de la disolución de sulfuros metálicos, existen dos reacciones químicas generales que representan a la lixiviación, son[2]:

$$2M_2S_3 + 4\,NaOH \rightarrow NaMO_2 + 3NaMS_2 + 2H_2O \quad (1)$$

$$M_2S_3 + Na_2S \rightarrow 2NaMS_2 \quad (2)$$

donde *M* representa un metal

Ambas reacciones son ejemplos de lixiviaciones alcalinas y se puede observar que tanto la sosa como el persulfato son ideales para disolver sulfuros.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El método utilizado es el de la lixiviación en donde se utilizaron 2 concentrados, uno de esfalerita y otro de calcopirita; se les realizó un total de 7 pruebas a cada uno. Las pruebas consistían en poner un vaso de precipitado en una parrilla de calentamiento y agitación a 60°C y añadirle los reactivos correspondientes a cada prueba los cuales se muestran en la **Tabla 1**, todos expresados en gramos y líquidos en mililitros; después de que se disolvieran se le agregó el mineral para dejarlo ahí por 1 hora. Pasado el tiempo se procedió a filtrar en un matraz Erlenmeyer previamente preparado con un embudo y papel filtro; se separó el sólido del líquido y se lavó 3 veces; se metió a la estufa a 60°C por 24 horas para secarlo y pasado el tiempo se pesó para registrar el peso final y evaluar las pérdidas.

Tabla 1. Reactivos de cada prueba

Reactivo	1	2	3	4	5	6	7
NaOH (sosa caustica)	5	-	-	-	5	-	6
$Na_2S_2O_8$ (persulfato de sodio)	-	12	-	-	12	12	-
CaO (cal)	-	-	15	-	-	5	-
NaCl (sal)	-	-	-	-	-	-	8.7
NaClO (hipoclorito de sodio)	-	-	-	2	-	-	2
H_2O (agua)	100	100	100	-	100	100	-

Una vez obtenidos todos los sólidos correctamente etiquetados se procedió a su análisis en el espectrofotómetro de fluorescencia de rayos x (FRX) en donde se tomó una pequeña parte del sólido y se le dio una ligera pulverización en un mortero para poner 5 gr. aprox. de éste en el espectro. También se tomó una muestra cero, que es la del concentrado de calcopirita y esfalerita sin ningún tratamiento para tener referencia de valores iniciales.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos del FRX son dados en porcentaje, en donde descartando los elementos no relevantes y tomando en cuenta el peso final de la muestra, se obtuvo el contenido, para posteriormente sacar el porcentaje de extracción y evaluar cual fue más eficiente. En la Tabla 2 y 3, se muestran los resultados de las pruebas de Cobre y Zinc donde se obtuvo mayor extracción, y se hizo una relación en gráficas, las cuales se muestran en la Fig.1 y Fig. 2 para evaluar las condiciones en las que la extracción fue mejor

Tabla 2. Resultados Cu

NaOH	$Na_2S_2O_8$	Extracción
-	12	24
5	12	10
5	-	0.13
-	12	26

Tabla 3. Resultados Zn

NaOH	$Na_2S_2O_8$	NaClO	Extracción
5	-	-	9
-	12	-	38
-	-	2	12.5
5	12	-	4
1	-	-	12
1	1	-	16
6	-	1	17

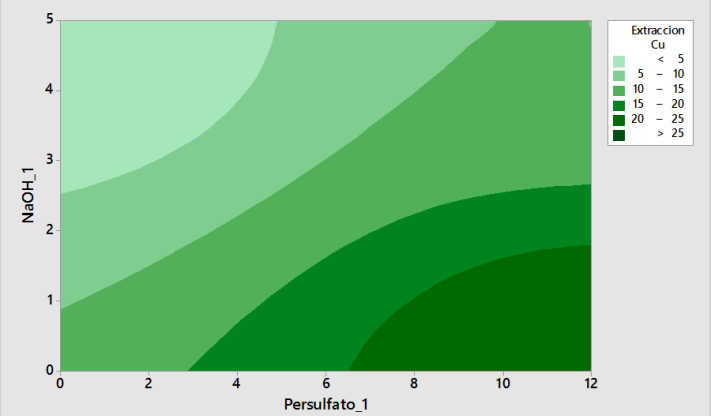


Fig.1 Extracción Cu, relación NaOH vs $Na_2S_2O_8$

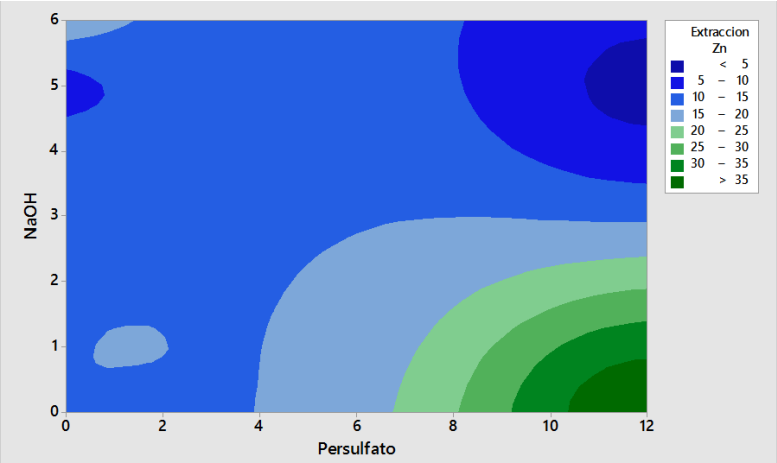


Fig. 2 Extracción Zn, relación NaOH vs $Na_2S_2O_8$

De los resultados se puede comentar que ocurren dos reacciones químicas, una con hidróxido de sodio y otra con persulfato de sodio. La primera reacción se da de acuerdo con la siguiente ecuación, para el sulfuro de cobre y para el de zinc, respectivamente:

$$2NaOH + ZnS + 2O_2(g) = Zn(OH)_2(a) + Na_2SO_4(a) \quad (3)$$

$$2CuOH + ZnS + 2O_2(g) = Cu(OH)_2(a) + Na_2SO_4(a) \quad (4)$$

El oxigeno esta presente en la reacción, aunque no sea añadido. Sin embargo, entra en la solución a través del vórtice generado por el agitador.

Los experimentos con persulfato de sodio pueden ocurrir de conforme a las reacciones siguientes, de igual manera, para sulfuro de cobre y de zinc, respectivamente:

$$ZnS + Na_2S_2O_3(a) + H_2O + 3O_2(g) = ZnSO_4 + 2NaHSO_3(a) \quad (5)$$

$$CuS + Na_2S_2O_3(a) + H_2O + 3O_2(g) = CuSO_4 + 2NaHSO_3(a) \quad (6)$$

Los resultados indican que cuando se utiliza hidróxido de sodio solamente, la extracción o lixiviación de los metales es muy baja. Cuando se utiliza solo el persulfato, la extracción es bastante buena, considerando solo 1 hora de prueba. Al usar ambos reactivos, esperando alguna sinergia, se observa que la extracción disminuye, comparándola con la del persulfato solo.

V. CONCLUSIONES

En las **Fig. 1** y **2** se hizo una evaluación de la sosa vs el persulfato en donde tiene una escala de colores y el verde oscuro es en donde más extracción se obtuvo y es donde existe solamente persulfato; se puede concluir que mientras más persulfato tenga, la extracción del mineral es mayor, ya que es un fuerte oxidante y reacciona muy bien para diluir el azufre y dejar libre el mineral, aun así es importante seguir realizando estudios al comportamiento de este reactivo frente a otros metales, ya que es un buen inicio para sustituir el uso de la lixiviación ácida.

VI. RECONOCIMIENTOS

Agradezco a mi asesor por la enseñanza y todo el apoyo que ha dedicado a este proyecto, así como también a la facultad de metalurgia.

Gracias al 21° verano de la ciencia por haber aceptado mi solicitud, ya que este ha sido un gran logro para mí y una experiencia memorable.

REFERENCIAS

[1] D. Villela Olavarría, C. Kutscher Monckeberg, E. Castillo Dintrans ‘‘*Sulfuros primarios: desafíos y oportunidades”,* comisión chilena del cobre, 2017.

[2] R. Villar, *“Lixiviación alcalina con hidróxido de sodio de un sulfuro pb-zn parcialmente oxidado y recuperación de los valores metálicos por cementación con aluminio”* Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 2009

Machine Learning & aprendizaje supervisado empleando Mathematica

José Abraham Hernández Sánchez
Universidad Autónoma de Zacatecas
Unidad Académica de Física
Solidaridad, Col. Hidráulica 98068, Zacatecas, México
abraham.hersan@fisica.uaz.edu.mx

Asesor: Alejandro Puga Candelas
Universidad Autónoma de Zacatecas
Unidad Académica de Física
Solidaridad, Col. Hidráulica 98068, Zacatecas, México
apuga@fisica.uaz.edu.mx

Resumen — Se estudió a detalle el uso, la estructura y la sintaxis del lenguaje Wolfram usando el software Mathematica en su doceava edición; al entender la estructura del mismo se procedió a abordar la implementación de nuevos avances en la integración de Machine Learning (ML) y Mathematica. Se propusieron varias situaciones y en particular se concretaron una serie de ejemplos de aplicación en el desarrollo de software de selección basado en aprendizaje supervisado con datos de entrenamiento provistos, en este trabajo se propone y se desarrolla un ejemplo en concreto; la correcta recomendación de disciplina deportiva según los atributos personales del individuo.

Palabras clave — Machine Learning, Inteligencia Artificial, Mathematica

Abstract — The use, structure and syntax of the Wolfram programming language was studied in great detail using the Mathematica software in its twelfth edition; once the structure of this language was understood, the implementation of new advances in the integration of Machine Learning (ML) and Mathematica was thoroughly studied. Several situations were proposed and in particular a series of examples of applications were addressed in the development of selection software based on supervised learning with provided data, this work proposes and develops a concrete example; the correct recommendation of sport discipline according to the personal attributes of the individual.

Keywords — Machine Learning, Inteligencia Artificial, Mathematica

I. INTRODUCCIÓN

Dado el advenimiento de aplicaciones y desarrollos en la llamada “Inteligencia Artificial” (AI) una consecuencia lógica es la aplicación de tal desarrollo. En particular se desea analizar cómo el *aprendizaje supervisado* de una serie de distintos valores y asociaciones pueden ser usados para predecir y sugerir acciones dados algoritmos de aprendizaje propuestos por distintos métodos y condiciones; una vez analizada la muestra de datos y “aprendido” el patrón subyacente, es posible determinar gracias al poder del software de Mathematica el método más eficiente y preciso para cada problema en específico ya que la precisión de los métodos varía según los datos alimentados al algoritmo (cantidad, especificidad, calidad asociativa, etc…)

Considerando lo previo, se presentará una herramienta que usa esta secuencia de análisis para poder, dada la entrada de datos particulares de un individuo, sugerir una disciplina deportiva ad hoc a las facultades físicas de la persona; esto considerando como datos de entrada los mayores y mejores exponentes en la práctica de diversas actividades deportivas. Como consecuencia de esto, se llama a esta especie de “Machine Learning” (ML), *aprendizaje supervisado.*

II. MARCO TEÓRICO

Como un "subconjunto" del concepto de AI, ML se enfoca en estudiar cómo las computadoras pueden ser capaces de resolver problemas o contestar preguntas en específico basándose en datos previamente alimentados o conclusiones derivadas por la máquina en sí a partir de estos datos.

Dentro de ML también existe una distinción importante; el aprendizaje del sistema o de la máquina puede ser supervisado o no supervisado; esto quiere decir que el sistema, dado un algoritmo diseñado correctamente, puede comparar directamente con el set de datos y auto corregirse (aprendizaje supervisado), o por el contrario, puede aprender de los datos alimentados y ser entrenado iterativamente según la precisión necesaria para realmente apreciar las cualidades del sistema en cuestión sin realizar sobreajustes ni sub ajustes.

En este trabajo nos enfocamos en algoritmos de ML supervisados; existen dos sub ramas a ML supervisado, la rama de ***regresión***, que contesta la pregunta general ¿cuánto de X?; y la rama de ***clasificación*** que se enfoca en contestar ¿sí o no?, ¿gato o perro?, e interrogantes similares.

De entre los algoritmos revisados se encuentran algunos ya bien conocidos como lo es la regresión lineal optimizada y otros métodos más abstractos como el algoritmo de vecinos cercanos y bayesiano ingenuo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Como requisito fundamental para realizar el análisis en cuestión se requirieron datos de los más prominentes figuras dentro de las distintas actividades deportivas de interés para poder así entrenar a la máquina con diversos algoritmos y escoger de entre todos el más acertado para poder clasificar y predecir datos nuevos.

En concreto, las características propias a analizar de los atletas son las siguientes:

- Género
- Edad
- Disciplina
- Índice de masa corporal (BMI)[1]

Se seleccionaron dos distinguidos y galardonados atletas (un hombre y una mujer) en el ámbito internacional de siete disciplinas y se consultaron los datos previamente mencionados para los mismos, esto para poder obtener una muestra representativa de las cualidades que debe poseer un individuo para poder destacar de una manera significativa en la disciplina particular.

Se obtuvo pues la siguiente tabla que sirvió como fuente de datos de referencia para futuro entrenamiento del algoritmo y eventualmente una predicción o "recomendación" de disciplina a practicar dados datos nuevos introducidos al algoritmo:

Tabla 1: Selección de atletas y atributos como datos muestra para el algoritmo.[2]

Nombre	**Disciplina**	**Edad**	**Género**	**BMI**	**Nacionalidad**
Michael Phelps	Natación	34	Masculino	23.6	Estadounidense
Katie Ledecky	Natación	22	Femenino	21.8	Estadounidense
Cristiano Ronaldo	Soccer	34	Masculino	24.0	Portugués
Marta Vieira	Soccer	33	Femenino	20.2	Brasileña
Stephen Curry	Basquetbol	31	Masculino	23.6	Estadounidense
Breanna Stewart	Basquetbol	24	Femenino	20.7	Estadounidense
Roger Federer	Tennis	38	Masculino	24.8	Suizo
Martina Navratilova	Tennis	62	Femenino	22.1	Checa
Lorenzo Bernardi	Volibol	51	Masculino	23.7	Italiano
Misty May-Treanor	Volibol	42	Femenino	23.5	Estadounidense
Anderson Silva	MMA	44	Masculino	23.8	Brasileño
Joanna Jedrzejczyk	MMA	31	Femenino	20.2	Polaca
Mike Trout	Béisbol	28	Masculino	30.3	Estadounidense
Melissa Mayeux	Béisbol	20	Femenino	21.6	Francesa

Con estos datos, se realizó una asociación en Mathematica para cada atleta y sus atributos.

IV. RESULTADOS

Al hacer la comparación con varios algoritmos de ML supervisado, obtuvimos la siguiente respuesta del software de Mathematica.

```
In[11]:= AssociationMap[
           ClassifierMeasurements[Classify[training, Method → #], training, "Accuracy"] &,
           {"RandomForest", "NaiveBayes", "SupportVectorMachine", "NearestNeighbors",
            "LogisticRegression"}]

Out[11]= <|RandomForest → 0., NaiveBayes → 0.642857, SupportVectorMachine → 0.357143,
          NearestNeighbors → 0.785714, LogisticRegression → 0.214286|>
```

Fig. 1: Análisis de precisión entre algoritmos de ML.

Esto implica que para la calidad y cantidad de nuestros datos iniciales, es recomendable emplear el algoritmo conocido como “vecinos más cercanos” o “nearest neighbors”, esto ya que el formato de entrada de nuestros datos combina “strings” o frases con atributos numéricos como el índice de masa corporal.

Además, podemos mediante Mathematica generar lo que se conoce como “Matriz de confusión”, que no es más que una representación visual de la comparación entre aciertos

generados por la computadora al tratar de adivinar la conclusión dados fragmentos de los datos originalmente introducidos.

Esta matriz se ilustra a continuación.

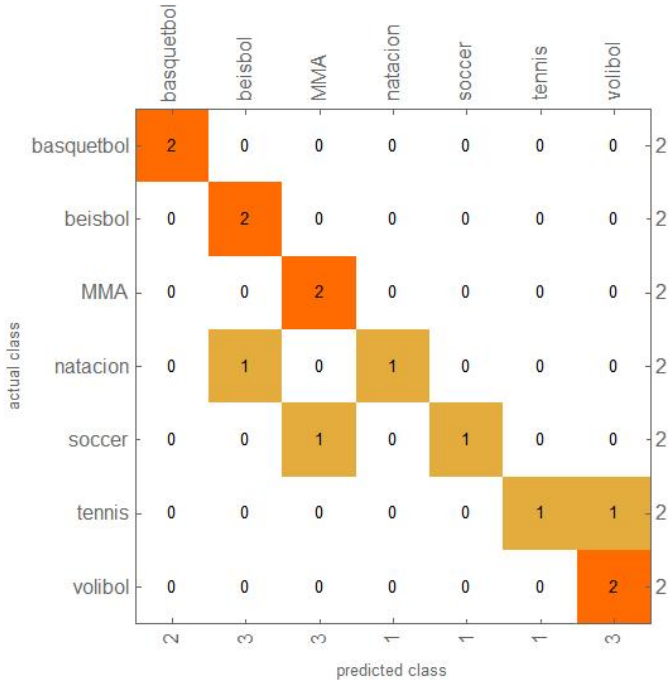


Fig. 2: Matriz de confusión para el algoritmo de Vecinos más Cercanos con aplicación particular.

V. DISCUSIÓN

Divido la discusión y el análisis de resultados en dos secciones; primero hablo de la comparación de algoritmos y después de la matriz de confusión:

- Decir que se hizo una comparación de precisión entre diversos métodos de ML supervisado se dice fácil pero realmente es un cálculo tremendo hecho sencillo por el poder de Mathematica. Este cálculo implica formular abstractamente la matemática de los métodos y contrastarla con procesos iterativos de “aprendizaje”. Esto se hace casi instantáneamente con Mathematica.
- En cuanto a la matriz de confusión, en esencia es una comparación entre los resultados reales y las probabilidades que asigna la computadora a las diversas probabilidades que pueden existir para cada método y decisión. Se hace una comparativa entre si erró o si acertó. En general y como el método es el apropiado, la matriz de confusión estará mayoritariamente vacía.[3]

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La aplicación de ML de tipo supervisado proliferará para todo aquel que maneje Mathematica ya que el software hace su implementación prácticamente trivial pero con consecuencias profundas en lo que a impacto y rigidez de la aplicación se refiere.

En el caso particular de asignar una disciplina deportiva a una persona en particular es recomendable usar el método de vecinos más cercanos discutido ampliamente en la literatura de AI.

Además, la matriz de confusión computada inmediatamente por Mathematica permite obtener una comparativa entre métodos de modo más inmediato y tangible ya que se presentan los errores que comete la máquina al tratar de adivinar la respuesta conociéndola con anterioridad.

VII. AGRADECIMIENTOS

Agradezco a las autoridades de la unidad académica, al Dr. Alejandro Puga Candelas por su apoyo enérgico y a los organizadores del verano regional de investigación por su gestión y su confianza en aspirantes a científicos como yo.

REFERENCIAS

[1] Calculate Your BMI - Metric BMI Calculator. (n.d.). Retrieved from https://www.nhlbi.nih.gov/health/educational/lose_wt/BMI/bmi-m.htm

[2] IAAF: Athletes Hub. (n.d.). Retrieved from https://www.iaaf.org/athletes

[3] (n.d.). Retrieved from https://reference.wolfram.com/language/guide/MachineLearning.html

Machine learning: predicción en el ámbito escolar

Cassandra Guadalupe del Rio de Avila
Universidad Autónoma de Zacatecas
Unidad Académica de Física
Campus II UAZ
C.P. 98060, Zacatecas, México.
cassandradeavila@gmail.com

Asesor: Alejandro Puga Candelas
Universidad Autónoma de Zacatecas
Unidad Académica de Física
Campus II UAZ
C.P. 98060, Zacatecas, México.
apuga@fisica.uaz.edu.mx

Resumen — En este trabajo se presenta la implementación del aprendizaje automático, a través de un programa de algebra computacional, el cual utiliza códigos de programación para recolectar datos, hacer una relación entre ellos y gracias a ellos poder predecir o “adivinar” un resultado. El programa propuesto es implementado en un conjunto de ex alumnos de la Unidad Académica de Física de la Universidad Autónoma de Zacatecas donde los resultados nos predicen el “futuro” de alumnos de nuevo ingreso de dicha institución.

Palabras clave — Aprendizaje automático, Inteligencia artificial, aprendizaje supervisado.

Abstract — In this work the implementation of machine learning, through a computer algebra program is presented, which uses programming codes to collect data, make a relationship between them and thanks to them to predict or "guess" a result, which employ programming codes to collect data, make a relationship between them and thanks to them to predict or "guess" a result. The proposed program is implemented in a group of alumni of the Academic Unit of Physics of the Autonomous University of Zacatecas where the results predict the “future” of new students of said institution.

Keywords — Machine learning, artificial intelligence, supervised learning.

I. INTRODUCCIÓN

Por lo menos una vez todos hemos escuchado hablar o hemos implementado el concepto de inteligencia artificial, pero ¿qué es la inteligencia artificial (IA)? Nos remontamos a la década de 1950, cuando el británico Alan Turing [1] desarrolló el modelo matemático de la máquina de Turing [2], el cual básicamente dice que una maquina era capaz de resolver cualquier problema matemático que pudiera representarse mediante un algoritmo, publicado en uno de sus mejores trabajos: *Computing Machinery and Intelligence*. Y la cual inspiró la creación de los primeros prototipos de computadoras del siglo XX y lo convirtió en el pionero y fundador de la rama de la inteligencia artificial. En términos coloquiales, la IA es la automatización de actividades que vinculamos con procesos de pensamiento humano, actividades como la toma de decisiones, resolución de problemas y funciones cognitivas propias de la mente humana como: creatividad, aprendizaje, entendimiento, uso del lenguaje, etc. En término generales podemos decir que la inteligencia artificial es la ciencia general de crear sistemas automatizados inteligentes [2-3].

Un subcampo de la IA que gracias a los avances sociales y tecnológicos ha ganado auge en las últimas décadas es el aprendizaje automatizado (machine learning) [4]. Este subcampo se puede definir como un conjunto de métodos capaces de detectar automáticamente patrones en datos que se le proporcionan, y usarlos para predecir datos futuros, incluso para tomar decisiones en un entorno de incertidumbre, donde un sistema aprende a ejecutar tareas, ya sea a partir de ejemplos o mediante prueba y error.

II. MARCO TEÓRICO

Existen diferentes métodos de aprendizaje, los cuales son importantes a la hora de atacar un modelo, pues de ello depende la metodología de resolución del problema. La selección del método a aplicar dependerá, entre otros, del objetivo del modelo que se quiere construir, así como del tipo de información disponible.

A. Aprendizaje supervisado

El problema de aprendizaje supervisado consiste en aprender una función a partir de ejemplos de sus entradas y sus salidas.

La función para construir el algoritmo contiene información sobre la característica en estudio, que no está presente en los datos futuros. Por tanto, la información que se quiere predecir o por la que se quiere clasificar una población está disponible en los datos utilizados para construir el modelo. Más formalmente, el objetivo del aprendizaje supervisado es entrenar una aplicación de un conjunto de variables (denominadas explicativas, características o factores) “x” en una variable output “y”, a partir de un conjunto de datos (denominado muestra de entrenamiento) de pares definida por la Ec. (1) [1,4].

$$\Delta = \{(x_i, y_i), i \in 1, \dots, N\} \tag{1}$$

donde N es el tamaño de la muestra.

En entornos totalmente observables, el agente siempre puede observar los efectos de sus acciones, y, por lo tanto, puede utilizar métodos de aprendizaje supervisado para aprender a predecirlos. En entornos que son parcialmente observables, el problema es más difícil, ya que los efectos más inmediatos pueden ser invisibles.

B. Aprendizaje no supervisado

El problema de aprendizaje no supervisado consiste en aprender a partir de patrones de entradas para los que no se especifican los valores de sus salidas.

Como concepto opuesto al caso anterior, no se dispone en la muestra de construcción de la información de una variable que se requiera predecir. Por tanto, en este caso no se dispone de la variable output, por lo que el conjunto de datos es de la forma dada en la Ec. (2) [1,4].

$$\Delta = \{x_i, i \in 1, \dots, N\} \tag{2}$$

donde N es el tamaño de la muestra.

El objetivo de este tipo de problemas es encontrar patrones o relaciones en los datos. Por ello, también se conoce como *knowledge Discovery* (proceso de identificar patrones en los datos que sean válidos, nuevos, potencialmente útiles y entendibles). Un agente de aprendizaje supervisado puro no puede aprender qué hacer, porque no tiene información de

lo que es una acción correcta o un estado deseable. Principalmente se estudiará aprendizaje no supervisado en el contexto de los sistemas de razonamiento probabilístico

C. Aprendizaje por refuerzo

El problema del aprendizaje por refuerzo, es el más general de las tres categorías. En vez de que un profesor indique al agente qué hacer, el agente de aprendizaje por refuerzo debe aprender a partir del refuerzo. Por ejemplo, la falta de propina al final del viaje (o una gran factura por golpear la parte trasera del coche de delante) da al agente algunas indicaciones de que su comportamiento no es el deseable. El aprendizaje por refuerzo típicamente incluye el subproblema de aprender cómo se comporta el entorno.

III. METODOLOGÍA

Para la resolución de este problema se utilizó aprendizaje supervisado, que como se mencionó anteriormente nos ayuda a entrenar a la maquina a partir de una serie de datos a los que llamamos *datos de entrenamiento.* Para nuestro caso en especifico se utilizaron los datos de 45 alumnos de la Unidad Académica de Física los cuales ya hayan concluido con su periodo de licenciatura. De cada alumno se tomaron datos de promedio general de educación media superior, el puntaje obtenido en el examen CENEVAL de ingreso a la licenciatura, si quedó en la etapa remedial o básica y si cumplió con el tiempo establecido de titulación.

El código del programa trabaja con diferentes métodos de Machine Learning, en esta ocasión los métodos utilizados fueron: RandomForest, NaiveBayes, SupportVectorMachine, NearestNeighbors y LogisticRegression. Con estos distintos métodos probamos los datos de 15 alumnos, a los que llamamos *datos de prueba,* para saber cuál nos proporciona los mejores resultados, es decir, cual método tiene una mejor predicción. Debemos tener en cuenta que la confiabilidad del método depende del problema general y el tipo de datos que se están utilizando.

a) Se tomaron dos generaciones y se hizo una elección de los alumnos, de tal manera que nos proporcionaran los datos necesarios para trabajar el problema. Para este caso fue promedio, puntaje Ceneval, etapa y titulación.

b) Una vez obtenidos los datos de cada alumno, estos se ingresan al código para hacer que la máquina entrene con dichos datos.

c) De igual manera se tomó la tercera generación y se hizo una elección de alumnos, esta vez los datos se ingresaron al código para hacer pruebas la cuales nos dijeran si el método era confiable.

El algoritmo para realizar el proceso de prueba y predicción es el siguiente:

1. De un conjunto de datos de N personas, se hace una asociación entre cada grupo de datos, es decir, asociarle a cada alumno sus datos correspondientes, con lo cual obtendremos N listas con n datos.

2. Para facilitar el trabajo, en el algoritmo se genera una lista de listas, para este caso una lista que contenga 60 listas (número de alumnos) con 3 datos (promedio, Ceneval, etapa).
3. Se realiza otro proceso de asociación en el cual a cada una de las N listas se le asigna un dato, para nuestro caso es el dato de ***Titulación***, por ejemplo:

{{"Promedio"→7.337621178236941, Ceneval" → 794, "Ingreso"→ "Remedial" → "No Titula"},

{"Promedio" → 9.298151206031218,Ceneval → 1200, "Ingreso" → Básico → "Si Titula"}}

4. Para el conjunto de N datos se toman M número de datos de entrenamiento, para este caso de 60 datos se tomaron 45. Y, el resto de datos (15) se toman como datos de prueba.
5. Se hace la prueba con los distintos métodos para obtener el porcentaje de predicción de cada uno.
6. Por último, se obtienen las matrices de confusión correspondientes a cada método para encontrar cuantos errores de predicción tuvo cada método.

IV. RESULTADOS

Con la finalidad de verificar la certeza en la predicción de los resultados lo hicimos con los 5 métodos ates mencionados. El programa nos arrojó 5 datos correspondientes a cada uno de los métodos, los cuales nos dicen el porcentaje de predicción del método, tales como se muestran en la tabla 1.

Con estos datos pudimos observar que el método que nos proporciona una mejor predicción es **NaiveBayes,** pues su porcentaje de predicción es del 93.3% y el menos confiable en nuestro caso son dos: SupportVectorMachine y LogisticRegression con un 80.0% ambos.

Tabla 1. Porcentaje de predicción de cada método

Método	Porcentaje en decimal	Porcentaje (%)
RandomForest	0.866667	86.6667
NaiveBayes	0.933333	93.3333
SupportVectorMachine	0.8	80.0
NearestNeighbors	0.866667	86.6667
LogisticRegression	0.8	80.0

Se realizó un matriz de confusión para cada método (ver figura 1). Ésta en el campo de la inteligencia artificial es una herramienta que permite la visualización del desempeño de un algoritmo que se emplea en aprendizaje supervisado.

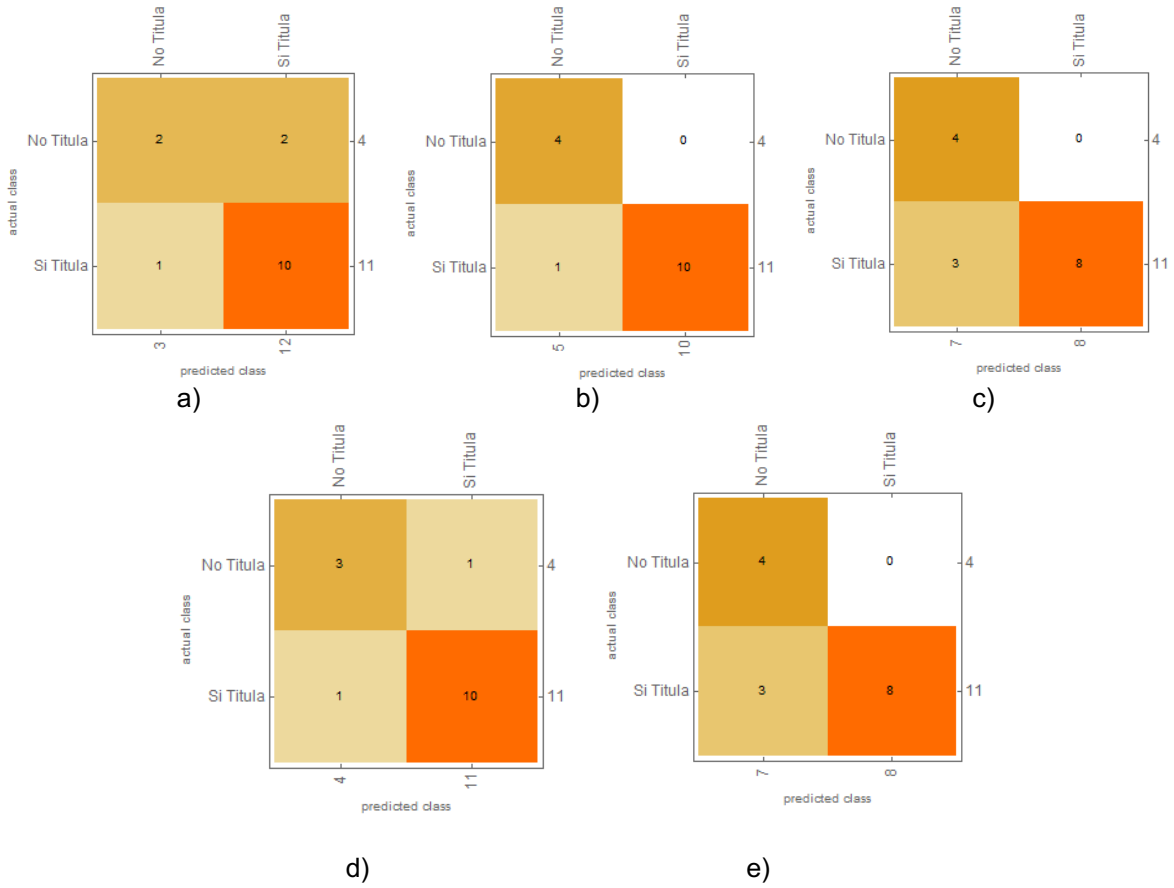


Fig. 1. a) Matriz de confusión para el método RandomForest, b) Matriz de confusión para el método NaiveBayes, c) Matriz de confusión para el método SupportVectorMachine, d) Matriz de confusión para el método NearestNeighbors y e) Matriz de confusión para el método LogisticRegression.

La matriz de confusión del método NaiveBayes nos muestra que, de 15 alumnos de prueba, 4 no se titulan y el método se equivoca 0 veces. Y, de 11 alumnos que si se titulan el método se equivoca una vez, por lo tanto, una vez más probamos que este método es el más eficiente.

V. CONCLUSIONES

Para hacer la predicción del “futuro” de un alumno, es necesario ingresar los datos de promedio general de estudios medio superior, porcentaje de examen Ceneval y la etapa en la que quedó en la licenciatura, para que el programa nos haga una predicción si el alumno se va a titular en el periodo de tiempo establecido.

Cabe mencionar que el programa nos dio un margen de predicción muy bueno, con lo cual podemos decir que lo que predice no está muy lejos de la realidad, sin embargo, esto no quiere decir que sea del todo cierto, pues cada persona es arquitecta de su propio futuro y un programa como este no define tu futuro si es que así lo quiere.

También es importante mencionar que la base de datos estuvo bajo un protocolo de ética, bajo una protección de datos personales, en la que la Unidad de Física nos ayudó a hacer un manejo correcto de la información.

VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Unidad Académica de Física de la Universidad Autónoma de Zacatecas, al Profesor Alejandro Puga Candelas y al programa de Verano de la Ciencia de la Región Centro por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

REFERENCIAS

[1] López Michelone, et al., “El enigma Turing”, *UAM difusión casa del tiempo,* Vol.56, pp jun 2012. Disponible en http://www.uam.mx/difusion/casadeltiempo [consultado en 2019]

[2] S. Russell, P. Norving, *Inteligencia Artificial Un Enfoque Moderno*, Ed. Pearson, Madrid 2004.

[3] B. Pérez Orozco, et al., “Inteligencia Artificial”, INCyTU oficina de información científica y tecnológica para el congreso de la unión, Vol. 012, pp marzo 2018. Disponible en https://www.foroconsultivo.org.mx/INCyTU/documentos [consultado en 2019].

[4] M. SOLUTIONS. *Machine Learning, una pieza clave en la transformación de los modelos de negocio.* Managmet Solutions, servicios profesionales de consultoría, 2018.

Mejora de la calidad de energía mediante un DVR como dispositivo de energía personalizado (A)

Benjamín Segovia Rodríguez
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Silao-Irapuato km 12.5
El Copal, 36821 Irapuato Gto.
benjaminsegovia10@gmail.com

Asesor: M. en I. Fernando Jurado Pérez
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Silao-Irapuato km 12.5
El Copal, 36821 Irapuato, Gto.
fejurado@itesi.edu.mx

Resumen —El restaurador de voltaje dinámico (DVR) es el dispositivo moderno más utilizado en los sistemas de distribución, ya que la mayor parte de las alteraciones que se producen en las redes eléctricas consiste en pequeñas caídas de tensión las cuales se genera principalmente debido a los cortocircuitos en algún punto de la red eléctrica la cual afecta una sola fase. Por lo tanto, la principal solución a este problema es el DVR el cual se instala entre el suministro y la carga critica que detectara y compensara instantáneamente las caídas de tensión de forma que no se notara lo anterior mente sucedido. Para restaurar el voltaje de carga el DVR deberá inyectar el mismo voltaje caído que representa el voltaje, la restauración del voltaje del DVR necesita inyectar energía activa.

Palabras clave — Voltaje Sags, swells, Inversor PWM, Convertidor CA-DC, Mosfet.

Abstract —The dynamic voltage restorer (DVR) is the most widely used modern device in distribution systems, since most of the modifications that occur in electrical networks consist of small voltage drops which are generated mainly due to the short circuits at some point of the electrical network which affects a single phase. Therefore, the main solution to this problem is the DVR which is installed between the supply and the critical load that instantly detects and compensates for the voltage drops so that the past will not be noticed. To restore the charging voltage, the DVR must inject the same fallen voltage that represents the voltage, the restoration of the DVR voltage needs to inject active energy.

Keywords — Voltage Sags or swells, PWM inverter, AC-DC converter, Mosfet.

I. INTRODUCCIÓN

Se puede definir la calidad de la energía (CE), como a la ausencia de disturbios interrupciones, ruido eléctrico, presencia de THD. Afectando la calidad del voltaje en los equipos instalados, así como su frecuencia derivando de una mala CE.

Dada la importancia del término CE es un tema de discusión en las industrias del ramo eléctrico, tomando a su vez una importancia en las variaciones de voltaje, así como los disturbios eléctricos que afectan de una manera importante el funcionamiento de la misma.

En la actualidad con la demanda tan repentina de la CE ha generado la necesidad de profundizar en el estudio del DVR el cual presenta una solución más efectiva en cuanto a costo beneficio, para las cargas instaladas en la red eléctrica. [1]

Con el desarrollo tan rápido de la electrónica de potencia (EP) se generó un mayor impacto a la contaminación de la red eléctrica, lo cual es una realidad que la EP tiene mayores beneficios al mejoramiento y rendimiento de los sistemas eléctricos, pero a su vez incorpora un mayor número de disturbios tales como los que se mencionan a continuación:

- Fluctuaciones de voltaje.

- Sobretensiones transitorias.
- Interrupciones de energía.
- Ruido eléctrico (Interferencia).
- Armónicas.

Los problemas de la CE han aumentado debido a la combinación de diferentes equipos eléctricos que se han vuelto más sensibles a los voltajes. Sin embargo, existen 3 factores importantes que afectan la carga del usuario del sistema de potencia que concierne a la calidad de la energía:

- La mioelectrica.
- La electrónica de potencia (EP).El surgimiento de nuevas industrias en el país.

Uno de los principales dispositivos de compensación más usados es el DVR (Restaurador Dinámico de Voltaje). El cual fue seleccionado por su respuesta inmediata hacia las cargas sensibles que se presente mientras se encuentre en uso el dispositivo. [2]- [3]

II. MARCO TEÓRICO

A. El Sistema DVR (Restaurador Dinámico de Voltaje)

En la actualidad con el surgimiento de nuevas tecnologías como lo es la electrónica de potencia la CE se ha visto más contaminada, lo cual representa un problema de suma importancia para los consumidores principales de energía, lo cual a su vez ha generado el desarrollo de nuevos dispositivos como lo es el DVR el cual es uno de los dispositivos de energía personalizados moderno con mayor eficiencia y efectivo al utilizarlo en redes de distribución de energía.

El DVR es un dispositivo usualmente conectado en serie el cual tiene la función de restaurar el voltaje de carga distorsionado directamente inyectado falta tensión ,mientras el compensador conectado puede hacerlo indirectamente controlando la corriente de línea en cargas críticas de la red de potencia como se muestra en la figura 1.

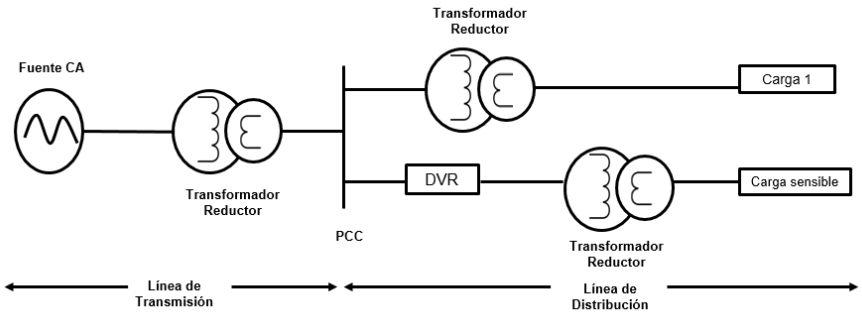


Fig. 1. Localización del DVR.

Los dispositivos DVR son de estado sólido conectados para suministrar voltaje en el sistema para así estabilizar la tensión del lado carga, normalmente el presente dispositivo es instalado en un sistema de distribución entre el suministro y el alimentador de carga critica en el PCC (punto común de acoplamiento), el cual tiene la función de compensar los

armónicos de tensión de linea,reducción de transitorio en tensión y limitación de corriente de falla, como a su vez eliminar las presencia de SAGS y SWELLS. [2, 4]

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Configuración del DVR

Un diagrama esquemático de un DVR convencional incorporado en una red de distribución se puede observar en la figura 2.

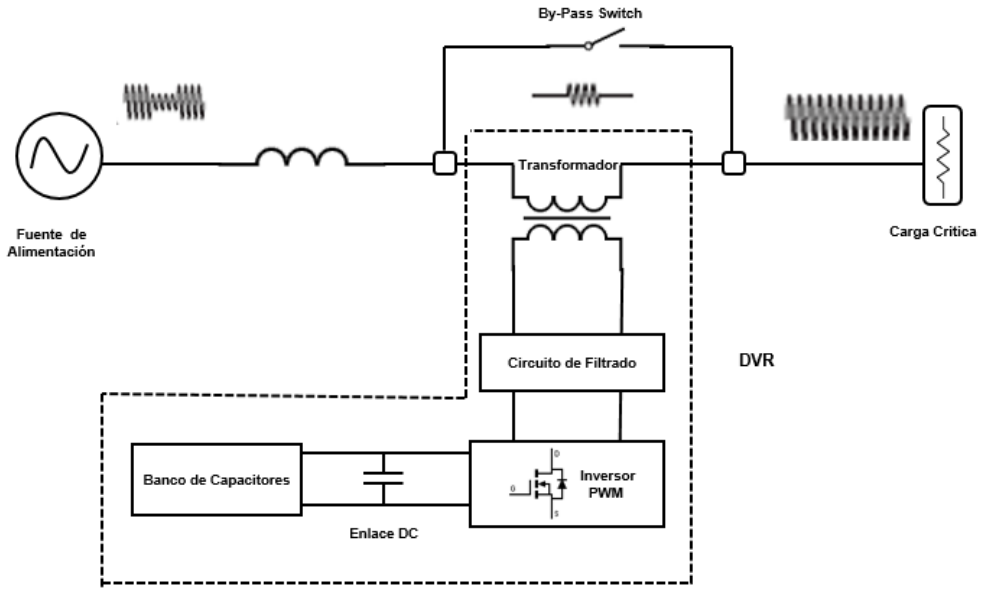


Fig. 2. Configuración del DVR.

Usualmente los dispositivos DVR están conformados por un transformador de inyección conectado en serie con la línea de distribución, un puente inversor de voltaje Modulación Ancho de Pulso (PWM) conectado al secundario del transformador de inyección a través de un circuito de filtrado el cual puede ser filtro activo o filtro pasivo, por defecto una combinación de ambos (Filtros Híbridos), y un dispositivo de almacenamiento que usualmente se utiliza un banco de capacitores el cual va conectado en el enlace DC del inversor. [5, 6]

B. Componentes del DVR

Para comenzar con la modelación y respectivamente el análisis del dispositivo DVR se tiene que investigar el comportamiento y funcionamiento de los elementos que conforman dicho dispositivo.

1) Se inició con el transformador de inyección este es un transformador trifásico conectado a la línea de distribución principal con una configuración delta/**abierto que permite secuencias de volumen positivas y negarivas,** o estrella /abierto que permite secuencias de voltaje positivas, negativas y cero, mediante el cual el lado de alta tensión se halla conectado a las líneas de distribución y el lado de baja tensión se encuentra conectado a la salida del circuito de filtrado. [5]

2) Posteriormente se analiza la parte de los filtros los cuales su función principal es filtrar los armónicos de alta o baja frecuencia introduciendo las frecuencias de trabajo del inversor, pudiendo ser colocados en el lado de alta tensión de acuerdo a la conveniencia del diseño del circuito, por lo cual a su vez se genera por consecuente el filtro hibrido el cual es una combinación de los activos con los pasivos. Son utilizados para migitar los armónicos el cual toma lo mejor de cada uno de los filtros anterior mente mencionado para producir un trabajo con mayor eficiencia, los cual a su vez puede variar la configuración de los mismo dependiendo total mente del circuito al cual se esté trabajando como se puede observar en la figura 3.

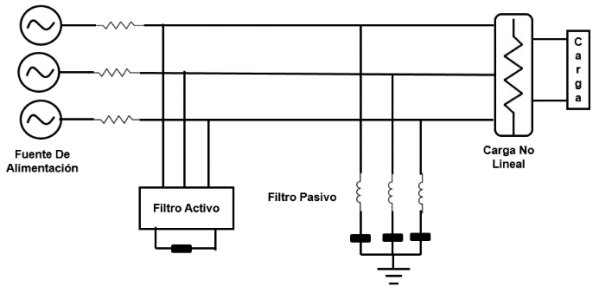


Fig. 3. Estructuras del filtro híbrido.

3) Existen también circuitos electrónicos capaces de convertir la corriente continua a corriente alterna, en la red eléctrica cuando estos dispositivos se conectan en serie con la carga, y la salida se controla con el fin de corregir las perturbaciones en la red, usualmente se controla con un PWM debido a que casi no genera armónicos por la parte de ca y también porque mediante él se pueden generar diferentes formas de onda para la cancelación de armónicos, se puede decir que el conjunto de estos elementos trabajan como un DVR. [5, 7]

4) Por último, se presenta la unidad de almacenamiento (Banco de Capacitores) que es el encargado de suministrar la energía a la carga en el momento que ocurre alguna perturbación en la red de alimentación, el cual utiliza baterías, circuitos compensadores etc., Para proveer compensación de potencia real la cual es esencial cuando ocurre los SAGS o SWELLS de duración prolongada. [6]

IV. RESULTADOS

Aquí se mostraran los resultados del funcionamiento del dispositivo DVR, probando que tiene la capacidad de corregir y suprimir el efecto armónico. Se realizó la simulación con 3 fuentes que traen consigo la tercer, quinta y séptima armónica.

$$i_{la} = 10sen\omega t + \frac{10}{3}sen3\omega t + \frac{10}{5}sen5\omega t + \frac{10}{7}sen7\omega t \quad (1)$$

$$i_{la} = 10sen\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right) + \frac{10}{3}sen(3\omega t - 2\pi) + \frac{10}{5}sen\left(5\omega t - \frac{10\pi}{3}\right) + \frac{10}{7}sen\left(7\omega t - \frac{14\pi}{3}\right) \quad (2)$$

$$i_{la} = 10sen\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right) + \frac{10}{3}sen(3\omega t + 2\pi) + \frac{10}{5}sen\left(5\omega t + \frac{10\pi}{3}\right) + \frac{10}{7}sen\left(7\omega t + \frac{14\pi}{3}\right) \quad (3)$$

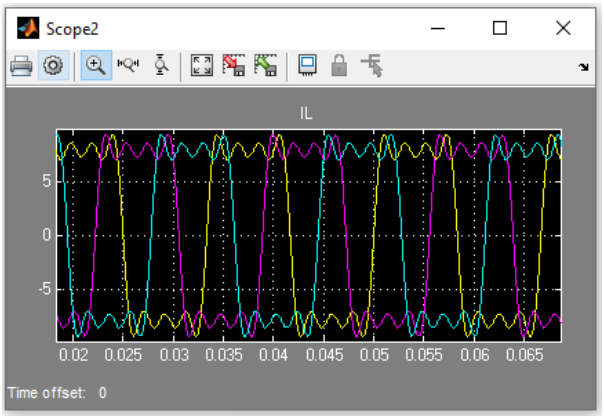


Figura 4 Aparición de armónicos en la onda fundamental

El voltaje en las terminales del punto de conexión común es de 400 Volts hasta los 0.35 s y de 440 Volts después de los 0.35 s.

Tal como se indicó, el funcionamiento del dispositivo es esencialmente como un regulador de voltaje, con la finalidad de mantener el voltaje en el bus de carga en un valor definido, especificando la magnitud del voltaje a un valor de referencia.

Los resultados de la simulación del regulador se presentan a continuación en las Figuras 5, 6, y 7; la oscilación del voltaje *vt* en la Figura 4 muestra que está en estado estacionario y el interruptor está abierto. En *t=0 s* el interruptor se cierra y comienza a compensar el regulador, el sistema inicialmente parte de cero y en un tiempo de *t=0.05 s* el regulador entra en operación, compensando y regulando la magnitud del voltaje a 400 volts, con un pequeño incremento en *t = 0.25*

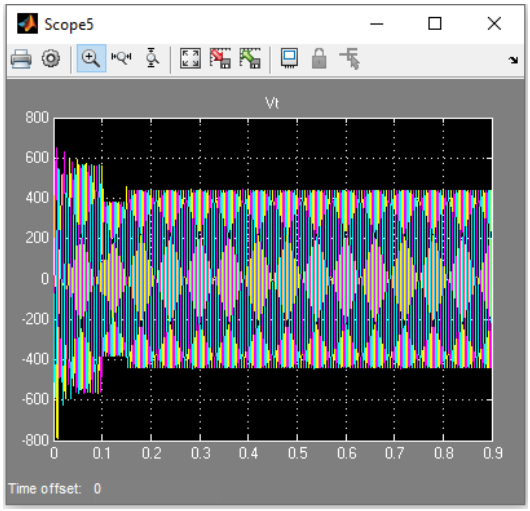


Figura 5 Oscilación del voltaje vt en un segundo

Como se menciona en *t = 0.25 s* se presenta un cambio en la referencia de voltaje del regulador a un valor de 440 volts; observe que el voltaje en el bus de conexión cambia en un tiempo menor a un ciclo. En esta figura se aprecia que una vez que el dispositivo inicia la compensación, el voltaje *vt* se regula inmediatamente en el valor deseado y cada una de las fases se mantiene balanceada.

En *t = 0.5 s* se conecta una carga no lineal al bus de alimentación del dispositivo; sin embargo, en la Figura 5 se muestra que el compensador mantiene el voltaje en la referencia deseada independientemente de experimentar cambios de carga.

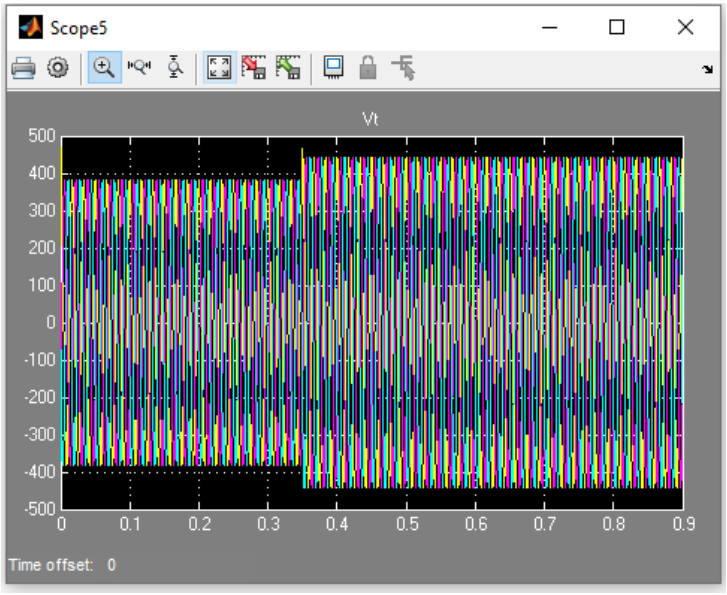


Figura 6 Oscilación del voltaje vt en 0.35 s.

En la Figura 6 se observa otra perspectiva del voltaje vt, la cual presenta un grafico desde un tiempo de 0 a 0.35s. En t>0.25 s el voltaje de referencia cambia ligeramente de 400 V a 440 V; observe que el dispositivo logra el cambio en menos de un ciclo sin problema en el sistema.

La Figura 7 presenta el cambio de referencia de voltaje vt respecto a la figura previa, partiendo de un tiempo de 0.25 s hasta 0.4 s demostrando una vez más que el regulador es capaz de realizar su compensación de tal modo tener la faculta de trabajar en valores de voltaje predefinido en su programación.

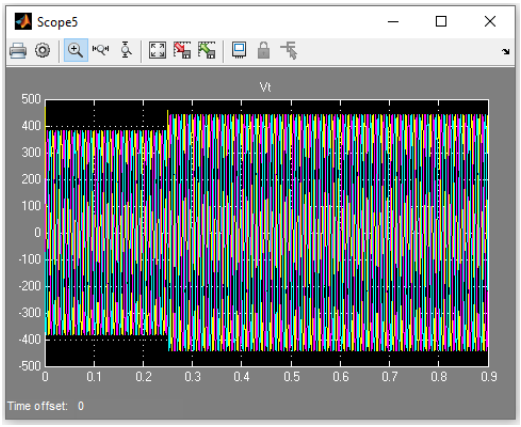


Figura 7 Oscilación del voltaje vt de 0.1 a 0.4 s.

La carga lineal desbalanceada no distorsiona la señal de corriente , mientras que el horno de arco distorsiona severamente la forma de onda de la corriente de carga,como se observa

en la Figura 8. Desde t=0s a t=0.5s, la única carga presente en el sistema de estudio es la carga lineal desbalancea compuesta por un arreglo en paralelo de inductores y resistencias y para t>0.5s la carga total conectada al sistema es una combinación de la carga lineal desbalanceada en paralelo con un horno de arco eléctrico de corriente alterna, esta prueba con el fin de analizar el comportamiento del sistema de alimentación de la empresa bajo estudio en condiciones de fluctuaciones severas debidas a cargas externas.

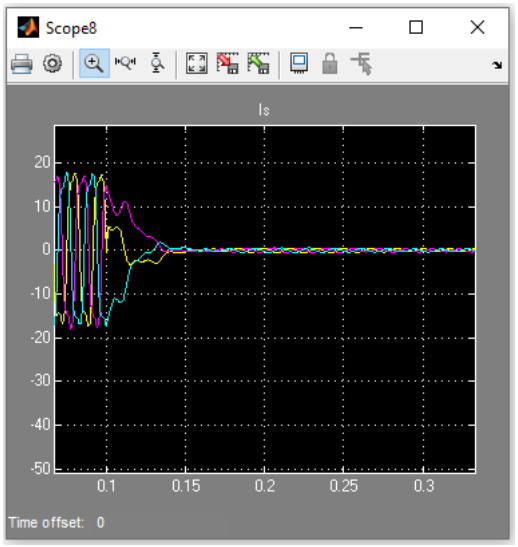


Figura 8. Perspectiva de la corriente i_L de 0.45 a 0.6 s.

Del presente estudio se obtuvieron mediciones en condiciones de nula carga prácticamente, ya que la empresa bajo análisis maneja un solo horario de trabajo, que va de las 6 horas a las 18 horas, por lo que en horario nocturno se ve reflejado el perfil de voltaje en ausencia de carga.

De los datos obtenidos del analizador de calidad de energía se encontró que algunas de las lavanderías están ubicadas en un circuito en el cual las fluctuaciones de voltaje son constantes, por lo que para dicho circuito se podría implementar una regulación general del voltaje a través de un dispositivo de los referidos en el presente trabajo.

Dentro de las mediciones in situ realizadas a las industrias de las lavanderías se detectó una demanda de potencia por debajo del 50% de su capacidad, por lo que las mediciones no son a plena carga. Con la carga que actualmente están manejando dichas empresas, es posible identificar que existen problemas de calidad de la energía y que serán mucho mayores al momento de trabajar a plena carga, debido a las condiciones físicas y operativas de las instalaciones. Por lo tanto, es posible dar soluciones a los problemas identificados y posteriormente extrapolarse a la dimensión requerida cuando las empresas trabajen cerca del 100% de su capacidad.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este artículo se desarrolló la simulación de un dispositivo DVR donde se tuvo en cuenta el funcionamiento de cada elemento que lo compone y su forma de control, como lo fueron: el transformador, los filtros, los convertidores y el banco de capacitores.

Los dispositivos para mejorar la calidad de la energía como lo es el DVR brindan una muy buena confiabilidad al proteger las cargas sensibles de los diversos disturbios o fluctuaciones causadas en la red eléctrica de alimentación, tienen una respuesta rápida al momento de detectar la falla, son resistentes y no necesitan de mucho mantenimiento. Este dispositivo se puede utilizar en varias partes, ya sea en altas tensiones o para una misma empresa que tenga este tipo de cargas sensibles a los disturbios

Los resultados de la simulación muestran el funcionamiento del dispositivo DVR mostrando que cumple con el objetivo de inyectar potencia al detectar el disturbio y así le llegue la onda fundamental a la carga libre de fluctuaciones.

REFERENCIAS

[1] E. Harpen, El ABC de la calidad de la energia, Mexico DF: LIMUSA (Editorial Noriega)., 2002.

[2] D. B. M. S. M.Sharanya, «Voltaje queality improvement and harmonicmitigation using custom power,» *1,* vol. 1, nº 13, pp. 213-214, 2013.

[3] V. Vallejo, «La calidad de la Energia y su importancia,» *Mejora de confiabilidad UNAM,* vol. 2, pp. 34-40, 2012.

[4] D. S. S. MR. Y. Prakash, «Power Quality Improvement Using DVR in Power System,» *IEEE,* 2014.

[5] M. H. Rashid, Electronica de Potencia, MEXICO D.F.: PEARSON, 2015.

[6] D.-J. W. S.-Y. P. S.-I. M. J.-K. P. Il-Yop Chung, «The DC link energy control method in dynamic voltage restorer system,» *IEEE.*

[7] A. E. Ahmed HOSSAM-ELDIN, «RENEWABLE ENERGY FED INTER-LINE DVR FOR VOLTAJE SAG MITIGATION IN DISTRIBUTION GRIDS,» *IEEE,* 2013.

[8] V. C. G. E. Mario Gonzalez, «Advantages of the passivity based control in dynamic voltage restorers fot power quality improvement,» *SCIENCIE DIRECT,* 2014.

Mejora de la calidad de energía mediante un DVR como dispositivo de energía personalizado (B)

Juan Ángel Luna Rosas
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Ingeniería Electromecánica
angel.luna.rosas@gmail.com

Asesor: M. en I. Fernando Jurado Pérez
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Maestría en ingeniería Eléctrica
Irapuato.-. Silao km 12.5 El Copal, 36821
Irapuato, Gto.
fejurado@itesi.edu.mx

Resumen —Últimamente, la atención a la problemática de la calidad de la energía (CE) ha ido en aumento debido a la presencia cada vez más común de cargas sensibles; así como de cargas críticas. Las variaciones en los parámetros de tensión y corriente tienen un alto impacto en el desempeño de las máquinas y equipos conectados a un sistema con problemas de *CE*, comprometiendo la confiabilidad de la red y desencadenando problemas que involucran afectaciones económicas severas por concepto de fallo de equipos y detención de procesos de producción. El servicio eléctrico suministrado a los consumidores se puede mejorar mediante el uso de Dispositivos Custom Power (DCP) [1]. Los DCP utiliza controladores electrónicos de potencia en los sistemas de distribución para proporcionar la CE adecuada para los usuarios. La presente investigación introduce el concepto de Dispositivos Custom Power (DPC) así como los dispositivos más representativos de cada tipo; y con un enfoque del regulador de voltaje (DVR), se destacan los beneficios que se tienen al instalarse en una red de distribución; los cuales tienen relación directa con la productividad y eficiencia de una instalación al evitar pérdidas económicas.

Palabras clave — Voltaje Sags / Swells, DVR, DCP, PWM.

Abstract — Lately, attention to the problem of energy quality (QE) has been increasing due to the increasingly common presence of sensitive charges; as well as critical charges. Variations in the voltage and current parameters have a high impact on the performance of machines and equipment connected to a system with QE problems, compromising the reliability of the network and triggering problems that involve severe economic effects due to equipment failure. and stop production processes. The electrical service provided to consumers can be improved by using Custom Power Devices (DPC) [1]. DPC uses electronic power controllers in distribution systems to provide the right CE for users. The present investigation introduces the concept of Custom Power Devices (DPC) as well as the most representative devices of each type; and with a voltage regulator (DVR) approach, the benefits of installing in a distribution network are highlighted; which are directly related to the productivity and efficiency of an installation by avoiding economic losses.

Keywords — Voltaje Sags / Swells, DVR, DCP, PWM.

I. INTRODUCCIÓN

El termino calidad de la energía (CE) se refiere a una amplia variedad de fenómenos electromagnéticos que caracterizan a la tensión y a la corriente en un momento y lugar determinado dentro de un sistema eléctrico [2].

Estos fenómenos o perturbaciones eléctricas son anomalías en las señales de tensión o corriente que presentan variaciones de magnitud con respecto a su valor nominal durante un intervalo de tiempo. El estándar internacional IEEE 1159, así como el estándar europeo

EN 50160 [3], categorizan estos fenómenos de acuerdo con los umbrales de tiempo que presentan. Tabla 1.

Los problemas con la CE pueden derivar en pérdidas de producción muy costosas cuando se trabaja en procesos críticos; creando un dilema tanto para el consumidor de energía como para la empresa suministradora. Cuando el problema que causó las pérdidas económicas y de producción se originó dentro de la misma empresa en el lado de la medición, es claro que los esfuerzos para solucionar el problema deben ser también internos, sin embargo, la causa del problema también puede haberse originado del lado de la fuente. La solución óptima entonces, puede ser la aplicación de algún equipo que permita el mejoramiento de la CE en uno o ambos lados [1].

Tabla 1. Categorías y características típicas de los fenómenos electromagnéticos en sistemas de potencia. [2]

Tabla 2 IEEE 1159. Categorías y características de fenómenos electromagnéticos en sistemas de potencia			
Categoría	**Contenido Típico Espectral**	**Duración Típica**	**Magnitud Típica del Voltaje**
1.0 Transitorios			
1.1Impulsos			
1.1.1 Nanosegundos	5 ns de elevación	<50 ns	
1.1.2 Microsegundos	1 µs de elevación	50 ns - 1 ms	
1.1.3 Milisegundos	0.1 ms de elevación	> 1 ms	
1.2 Oscilatorios			
1.2.1 Baja Frecuencia	< 5kHz	0.3 - 50 ms	0 - 4 pu
1.2.2 Frecuencia Media	5 - 500 kHz	20 µs	0 - 8 pu
1.2.3 Alta Frecuencia	0.5 - 5MHz	5 µs	0 - 4 pu
2.0 Variaciones de Corta duración			
2.1 Instantáneas			
2.1.1 Sag		0.5 - 30 ciclos	0.1 -0.9 pu
2.1.2 Swell		0.5 - 30 ciclos	1.1 - 1.8 pu
2.2 Momentáneas			
2.2.1 Interrupción		0.5 ciclos - 3 seg	< 0.1 pu
2.2.2 Sag		30 ciclos - 3 seg	0.1 -0.9 pu
2.2.3 Swell		30 ciclos - 3 seg	1.1 - 1.4 pu
2.3 Temporal			
2.3.1 Interrupción		3 seg - 1 min	< 0.1 pu
2.3.2 Sag		3 seg - 1 min	0.1 -0.9 pu
2.3.3 Swell		3 seg - 1 min	1.1 - 1.2 pu
3.0 Variaciones de larga duración			
3.1 Interrupción sostenida		> 1 min	0.0 pu
3.2 Bajo voltaje		> 1 min	0.8 -0.9 pu
3.3 Sobrevoltaje		> 1 min	1.1 - 1.2 pu
4.0 Desbalance en voltaje		Estado Estable	0.5 - 2%
5.0 Distorsión de Forma de Onda			
5.1 Componente de directa		Estado Estable	0 - 0.1%
5.2 Contenido armónico	0 -100th H	Estado Estable	0 - 20%
5.3 Interarmónicas	0 - 6 kHz	Estado Estable	0 - 2%
5.4 Muescas en el voltaje		Estado Estable	
5.5 Ruido	Banda amplia	Estado Estable	0 - 1%
6.0 Fluctuaciones de Voltaje	< 25 Hz	Intermitente	0.1 - 7%
7.0 Variaciones en la Frecuencia		<10 seg	

Los equipos para la mitigación de los problemas de CE han existido desde hace ya bastante tiempo, los cuales consistieron en un primer momento de filtros pasivos compuestos por inductores y capacitores. Estos dispositivos aún siguen vigentes y se utilizan con relativa frecuencia en aplicaciones de distribución y transmisión de energía. Uno de los principales inconvenientes de los elementos pasivos es que se vuelven voluminosos en aplicaciones de alto nivel de potencia, así como el hecho de que estas técnicas convencionales no son flexibles y de ninguna manera pueden igualar el rendimiento de los controladores a base de electrónica de potencia.

El concepto de Custom Power ha sido conocido por un grupo especializado de ingenieros en sistemas de distribución desde 1988, tres años más tarde, el concepto fue introducido a los expertos de la industria en un taller realizado por el Instituto de Investigación de Energía Eléctrica (EPRI) en San Diego, California [4, 5].

El termino CP describe el valor agregado que las empresas eléctricas y los proveedores de servicios ofrecerán en términos de potencia eléctrica a sus clientes en el futuro. El mejoramiento del nivel de fiabilidad de esta potencia, caracterizada por menor variación de su magnitud y reducción de interrupciones se derivará en una solución integrada a los problemas actuales; en los cuales, una característica destacada es la aplicación de controladores electrónicos de potencia a sistemas de distribución de servicios públicos, clientes industriales, comerciales y parques industriales.

El concepto de los dispositivos CP es una de las dos respuestas estratégicas y tecnológicas a la mala CE que actualmente surgen en fábricas, oficinas y hogares. La otra respuesta es el desarrollo de equipos individuales de uso final que funcionan con baja potencia y bajo voltaje [1].

II. MARCO TEÓRICO

A. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS DISPOSITIVOS CUSTOM POWER (DCP)

Los sistemas flexibles de CA en distribución (D-FACTs) o dispositivos de alimentación personalizables (DCP) han sido desarrollados recientemente para mitigar los problemas de calidad de energía en los sistemas de distribución de energía. El acondicionador activo de voltaje (AVC), el acondicionador activo de potencia (APC), el compensador estático de distribución (D-STATCOM), el restaurador dinámico de voltaje (DVR) y acondicionador unificado de calidad de energía (UPQC) son los principales dispositivos denominados como DCP para resolver problemas de calidad de energía tales como sags, swells, bajo factor de potencia, armónicos y fluctuaciones de voltaje. Estos dispositivos son conectados en la red de distribución en el nodo de carga a fin de aumentar su efectividad [6].

Cada uno de estos dispositivos tiene sus propias ventajas e inconvenientes:

B. ACONDICIONADOR ACTIVO DE VOLTAJE (AAV)

El AAV es un DCP basado en dispositivos semiconductores IGBT como interruptor controlado que se utiliza para proteger cargas sensibles de las perturbaciones de CE más comunes en la red eléctrica. El AAV puede mitigar eficazmente las caídas de voltaje de hasta un 70% y también el desequilibrio de voltaje para cargas críticas con una respuesta muy

rápida para cumplir con la mayoría de los requisitos estándar de CE, como el IEEE Std 1100-1999. La estructura del AAV se basa en un convertidor CA/CA para suministrar la potencia de compensación requerida desde la red, un filtro pasa bajas *LC* con una resistencia de amortiguación (*R*), un transformador de inyección y un interruptor de derivación [7].

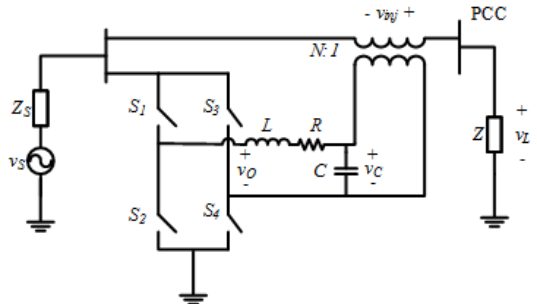


Figura 1. Diagrama general del Acondicionador Activo de Voltaje (AAV).

C. Acondicionador Activo de Potencia (APC)

El ACP se conoce como un DCP paralelo con la topología del inversor de fuente de voltaje (VSI) que se puede utilizar en los sistemas de distribución para regular variaciones del voltaje y para mitigar disturbios de CE. Los componentes principales de ACP son un condensador de compensación, un convertidor de CA/CC y un convertidor de potencia de CC/CA, donde la unidad de CA/CC proporciona la potencia de compensación de CC requerida para el APC y la unidad de CC/CA inyecta la corriente requerida para compensar los disturbios de CE [7].

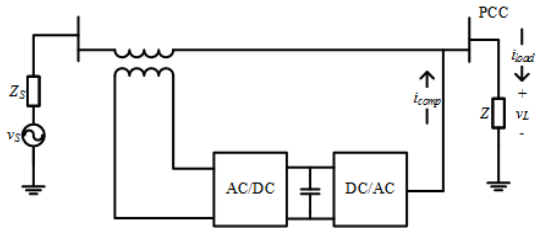


Figura 2. Diagrama general del Acondicionador Activo de Potencia (APC)

D. COMPENSADOR ESTÁTICO DE DISTRIBUCIÓN. (DSTATCOM)

El compensador estático de distribución DSTATCOM está diseñado para la compensación, en donde la distorsión armónica y el desbalance de fases pueden alcanzar niveles superiores a los máximos permitidos. El controlador DSTATCOM opera continuamente monitoreando las tensiones y las corrientes de carga y determina la cantidad de compensación que se requiere para el sistema ca para compensar una variedad de disturbios.

La conexión del DSTATCOM a la red de distribución se lleva a cabo en derivación con la fuente de alimentación y es usado para mejorar el factor de potencia del sistema, eliminar el contenido armónico de corriente proveniente de la fuente y mantiene la estabilidad de voltaje. Este dispositivo también puede estabilizar el voltaje de la fuente a un voltaje de referencia

cuando trabaja en modo control de voltaje (VCM) inyectando la cantidad de potencia reactiva apropiada [6].

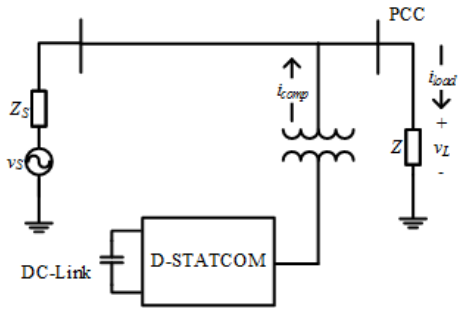


Figura 3. Diagrama general del Compensador Estático de Distribución. (DSTATCOM)

E. RESTAURADOR DINÁMICO DE VOLTAJE (DVR)

Otro de estos equipos es el restaurador dinámico de voltaje (DVR), el cual ha probado ser un dispositivo con un alto grado de aplicación en sistemas con cargas sensibles y/o críticas ante disturbios de voltaje tales como los sags, swells y desbalances de voltaje en el lado de la fuente.

El DVR se ha propuesto para proteger a las cargas críticas y sensibles de los disturbios salvo las interrupciones [4]. Está conectado en serie con un alimentador de distribución y es capaz de generar o absorber la potencia real y reactiva en sus terminales de ca.

El principio de funcionamiento del DVR es simple, inyecta una tensión de alimentación en serie. Idealmente, esta tensión está en cuadratura con la corriente de línea para que el DVR se comporte como un capacitor o un inductor con el fin de aumentar o reducir el voltaje en terminales de la carga. En este modo de operación, el DVR no tiene ningún intercambio de potencia real con el sistema en estado estacionario. El DVR puede restaurar la tensión de la carga a la amplitud y forma de onda deseada, incluso cuando la fuente de voltaje está desbalanceada y distorsionada.

El DVR es un dispositivo serie, cuyo principio básico de operación consiste en insertar un voltaje de magnitud y frecuencia requerida por la carga. El compensador en serie puede restaurar el voltaje a la amplitud y forma de onda deseada, aun cuando el voltaje proveniente de la fuente pueda estar desbalanceado o distorsionado [4].

Los componentes principales de DVR son muy similares a los de AVC, pero la principal diferencia es la presencia de una unidad de almacenamiento de energía DC en el DVR para proporcionar la potencia necesaria y poder corregir los disturbios de voltaje [7].

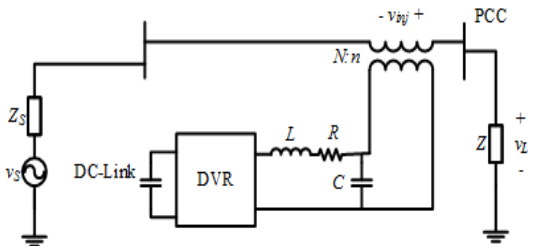


Figura 4. Diagrama general del Restaurador Dinámico de Voltaje (DVR).

F. ESTADO DEL ARTE DEL USO DEL DCP EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

El primer prototipo de Restaurador Dinámico de Voltaje del mundo ubicado en una de las principales redes de distribución de Estados Unidos, construido por la compañía Westinghouse para el Electric Power Research Institute (EPRI) fue instalado en agosto de 1996 en un sistema de distribución de 12.7 kV de la Duke Power Company en Carolina del Norte a fin de proteger ante disturbios provenientes de la red a una planta automatizada dedicada a la manufactura de hilo y tejeduría [8].

La siguiente puesta en marcha de un DVR fue en febrero de 1997 en un sistema de distribución de 22 kV en Stanhope, Victoria, Australia. Esto se hizo para proteger una planta procesadora de leche. El ahorro resultado de la instalación de este DVR se estima en más de $ 100.000 USD por año [9].

La instalación de los dispositivos tecnología personalizada Custom Power como el DVR no está muy bien documentada. Por lo tanto, es bastante complejo obtener el estado actual de la instalación, sin embargo, han demostrado ser una opción cada vez más viable para problemas específicos de la calidad de la energía.

Según el IEEE P1409 Custom Power Task Force, la cantidad de DCP en servicio hasta mayo de 2000 era la siguiente [10]:

- Interruptores de transferencia: 23 dispositivos
- Compensadores serie: 7 dispositivos
- Compensadores en derivación: 17 dispositivos

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. ESTRATEGIAS DE CONTROL.

Una parte vital para el rendimiento general de los DCP es la estrategia de control que se implemente en un dispositivo, de la cual dependerá de igual manera la eficacia en su operación [5].

El control de un dispositivo compensador tipo DCP se realiza en tres etapas. En la primera etapa, las señales de tensión y corriente se detectan utilizando transformadores de potencial (TP´s), transformadores de corriente (TC´s), sensores de efecto Hall y amplificadores de aislamiento para recopilar información precisa del sistema. En la segunda etapa, se generan las órdenes de compensación en términos de niveles de corriente o tensión basándose en diferentes métodos de control y configuraciones de dispositivos. En la tercera etapa de control, las señales de disparo para los dispositivos de estado sólido de los DCP se generan ya sea en lazo abierto o lazo cerrado. Entre los esquemas de lazo abierto los más populares son el Pulse Whide Modulation (PWM) y el Sinusoidal Pulse Whide Modulation (SPWM), mientras que, para el de lazo cerrado, el control por histéresis es la forma más común de control para sistemas de orden inferior. Para sistemas de segundo orden y superiores se pueden utilizar el control deslizante, el regulador cuadrático lineal (LQR), control por cambio de polos, el control dead-beat y los filtros Kalman [11].

Actualmente es posible implementar algoritmos complejos como la lógica difusa, redes neuronales y algoritmos genéticos para mejorar el rendimiento dinámico y de estado estable de estos dispositivos [12].

B. CLASIFICACIÓN DE LOS CUSTOM POWER DEVICES

Los dispositivos definidos como CPD se pueden clasificar en base a sus distintas topologías, numero de fases, así como por el tipo de convertidor en el cual basan su funcionamiento. La topología puede ser en shunt (DSTATCOM), serie (DVR).

La segunda clasificación está basada en el número de fases, tales como dos hilos (monofásica) y sistemas trifásicos de tres o cuatro hilos.

La tercera clasificación se basa en los dos principales convertidores usados, los cuales están basados principalmente en el *VSI* y en segundo lugar en el *CSI*. El uso del inversor de fuente de voltaje es más popular que el inversor de fuente de corriente debido a su flexibilidad para poder realizar convertidores multinivel, multipaso y de topología en cadena. Aunado a lo anterior, la topología de los convertidores de voltaje puede intercambiar una cantidad considerable de potencia real con dispositivos de almacenamiento de energía [12].

C. COSTOS DE LA CALIDAD DE LA ENERGÍA

A fin de cuantificar los costos derivados de problemas de calidad de la energía, existen muchas encuestas de diferentes grupos de clientes en diferentes países sobre el costo de la interrupción.

El primer reporte de costos por problemas de calidad de la energía lo realizó el Instituto de Investigación en Energía Eléctrica (EPRI) en 1993, con un costo estimado de 26 mil millones de dólares por año solo para los Estados Unidos de América [13].

Más recientemente, el mismo EPRI calculo el costo total de interrupciones de energía para el sector industrial, incluidas las causadas por una mala calidad de energía, en 119 mil millones de dólares en 2001 para los Estados Unidos de América. Según el Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, el 67% de las interrupciones son de tipo momentáneo mientras que el 33% son interrupciones sostenidas [14].

La ventaja de cuantificar el costo de las interrupciones para los usuarios del servicio eléctrico es importante para determinar el nivel de inversión que es apropiado para corregir las quejas sobre la calidad del suministro o para establecer el precio de una tarifa de calidad premium para los clientes seleccionados [15].

IV. RESULTADOS

Para mostrar el uso del dispositivo DVR propuesto, el cual puede corregir y suprimir el efecto armónico, se presenta el desarrollo de una simulación mediante la interacción de tres cargas contaminantes como un conjunto de tres fuentes de corrientes que incluyen las armónicas tercera, quinta y séptima; Tal como se presenta en la siguiente expresión matemática y posterior simulación.

$$i_{la} = 10sen\omega t + \frac{10}{3}sen3\omega t + \frac{10}{5}sen5\omega t + \frac{10}{7}sen7\omega t \quad (1)$$

$$i_{la} = 10sen\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right) + \frac{10}{3}sen(3\omega t - 2\pi) + \frac{10}{5}sen\left(5\omega t - \frac{10\pi}{3}\right) + \frac{10}{7}sen\left(7\omega t - \frac{14\pi}{3}\right) \quad (2)$$

$$i_{la} = 10sen\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right) + \frac{10}{3}sen(3\omega t + 2\pi) + \frac{10}{5}sen\left(5\omega t + \frac{10\pi}{3}\right) + \frac{10}{7}sen\left(7\omega t + \frac{14\pi}{3}\right) \quad (3)$$

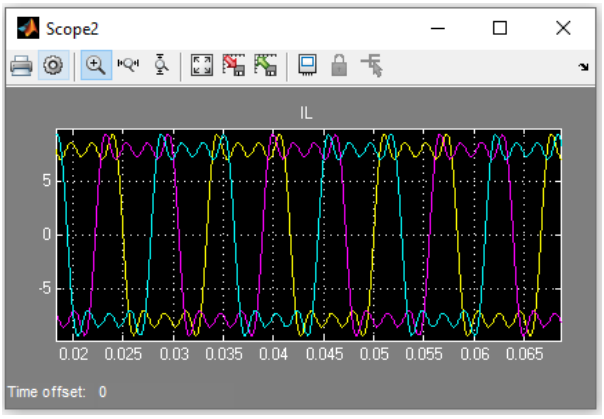


Figura 5 Presencia de Armónicos en la onda fundamental

El caso de estudio y los parámetros utilizados se presentan y se visualizan en el circuito mostrado en la Figura 6, con una pequeña modificación para efectos de apreciar la incorporación de las fuentes de corriente armónicas de la ecuación previa, además, se fija la referencia de voltaje del regulador en 400 V.

El voltaje en las terminales del punto de conexión común es de 400 Volts hasta los 0.35 s y de 440 Volts después de los 0.35 s.

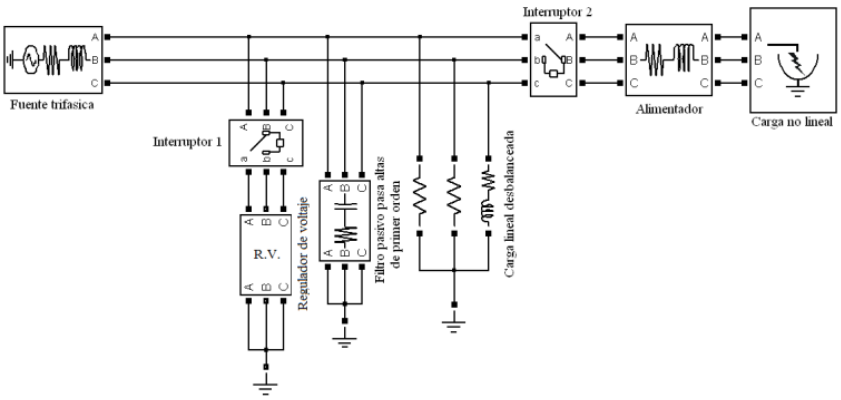


Figura 6 Ejemplificación del desempeño del regulador en varios escenarios.

Tal como se indicó, el funcionamiento del dispositivo es esencialmente como un regulador de voltaje, con la finalidad de mantener el voltaje en el bus de carga en un valor definido, especificando la magnitud del voltaje a un valor de referencia.

Los resultados de la simulación del regulador se presentan a continuación en las Figuras 7, 8, y 9; la oscilación del voltaje *vt* en la Figura 6 muestra que está en estado estacionario y el interruptor está abierto. En *t=0 s* el interruptor se cierra y comienza a compensar el regulador, el sistema inicialmente parte de cero y en un tiempo de *t=0.05 s* el regulador entra en operación, compensando y regulando la magnitud del voltaje a 400 volts, con un pequeño incremento en *t = 0.25 s*.

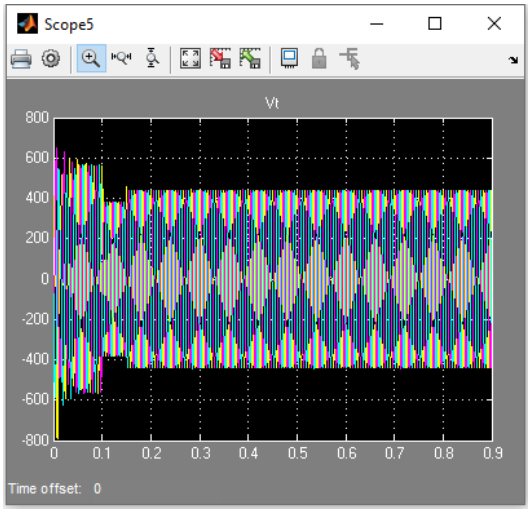


Figura 7 Oscilación del voltaje vt en un segundo.

Como se menciona en *t = 0.25 s* se presenta un cambio en la referencia de voltaje del regulador a un valor de 440 volts; observe que el voltaje en el bus de conexión cambia en un tiempo menor a un ciclo.

En esta figura se aprecia que una vez que el dispositivo inicia la compensación, el voltaje *vt* se regula inmediatamente en el valor deseado y cada una de las fases se mantiene balanceada.

En *t = 0.5 s* se conecta una carga no lineal al bus de alimentación del dispositivo; sin embargo, en la Figura 7 se muestra que el compensador mantiene el voltaje en la referencia deseada independientemente de experimentar cambios de carga.

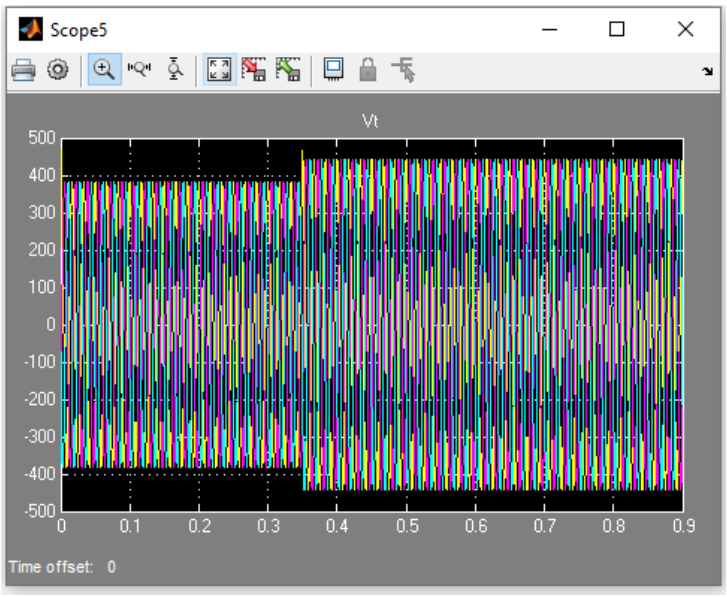


Figura 8 Oscilación del voltaje vt en 0.35 s.

En la Figura 8 se observa otra perpectiva del voltaje vt, la cual presenta un grafico desde un tiempo de 0 a 0.35s. En t>0.25 s el voltaje de referencia cambia ligeramente de 400 V a

440 V; observe que el dispositivo logra el cambio en menos de un ciclo sin problema en el sistema.

La Figura 9 presenta el cambio de referencia de voltaje vt respecto a la figura previa, partiendo de un tiempo de 0.25 s hasta 0.4 s demostrando una vez más que el regulador es capaz de realizar su compensación de tal modo tener la faculta de trabajar en valores de voltaje predefinido en su programación.

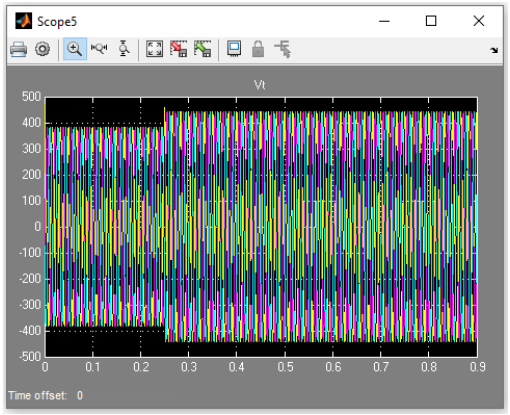


Figura 9 Oscilación del voltaje vt de 0.1 a 0.4 s.

La carga lineal desbalanceada no distorsiona la señal de corriente , mientras que el horno de arco distorsiona severamente la forma de onda de la corriente de carga,como se observa en la Figura 10. Desde t=0s a t=0.5s, la única carga presente en el sistema de estudio es la carga lineal desbalancea compuesta por un arreglo en paralelo de inductores y resistencias (ver Figura 5), y para t>0.5s la carga total conectada al sistema es una combinación de la carga lineal desbalanceada en paralelo con un horno de arco eléctrico de corriente alterna, esta prueba con el fin de analizar el comportamiento del sistema de alimentación de la empresa bajo estudio en condiciones de fluctuaciones severas debidas a cargas externas.

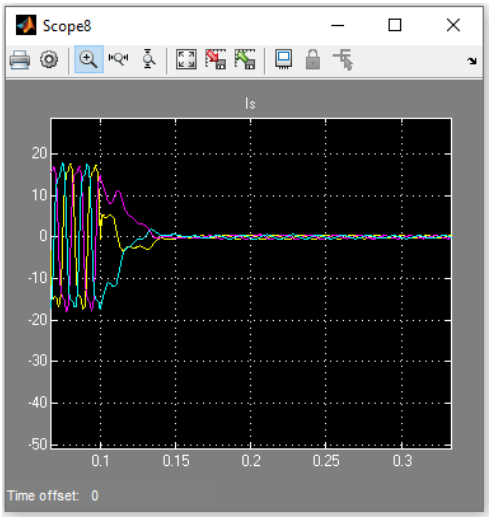


Figura 10 Prespectiva de la corriente i_L de 0.45 a 0.6 s.

Del presente estudio se obtuvieron mediciones en condiciones de nula carga prácticamente, ya que la empresa bajo análisis maneja un solo horario de trabajo, que va de las 6 horas a las 18 horas, por lo que en horario nocturno se ve reflejado el perfil de voltaje en ausencia de carga.

De los datos obtenidos del analizador de calidad de energía se encontró que algunas de las lavanderías están ubicadas en un circuito en el cual las fluctuaciones de voltaje son constantes, por lo que para dicho circuito se podría implementar una regulación general del voltaje a través de un dispositivo de los referidos en el presente trabajo.

Dentro de las mediciones in situ realizadas a las industrias de las lavanderías se detectó una demanda de potencia por debajo del 50% de su capacidad, por lo que las mediciones no son a plena carga. Con la carga que actualmente están manejando dichas empresas, es posible identificar que existen problemas de calidad de la energía y que serán mucho mayores al momento de trabajar a plena carga, debido a las condiciones físicas y operativas de las instalaciones. Por lo tanto, es posible dar soluciones a los problemas identificados y posteriormente extrapolarse a la dimensión requerida cuando las empresas trabajen cerca del 100% de su capacidad.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez revisados los distintos tipos de dispositivos de potencia personalizable, la clasificación y las estrategias de control más usadas en ellos, así como ejemplos de los costos derivados de interrupciones de la energía eléctrica, se presenta a continuación un breve criterio de selección del DCP más adecuado para el problema en específico que se pretenda mitigar:

DSTATCOM. - Compensación basada en corriente. Este dispositivo es usado en la mitigación de armónicos de corriente, corrección de factor de potencia, y compensación de potencia reactiva cuando se conecta en las terminales de la carga. También puede ser usado para la regulación de voltaje, caídas de tensión, fluctuaciones de voltaje y mitigación de sags / swells cuando se conecta en las terminales del bus de distribución [16].

DVR. - Compensación basada en voltaje. Se puede utilizar para la compensación de armónicos de voltaje, regulación de voltaje, mitigación de sags / sewlls, reducción de flicker y mitigación de interrupciones breves de voltaje. El DVR es uno de los dispositivos de distribución de CA flexibles, rápidos y efectivos [9].

Una vez identificado el problema que se pretende mitigar, se puede seleccionar el DCP con las características específicas que requiere para una aplicación particular, sin embargo, se debe tener cuidado debido a que la instalación de cualquiera de estos dispositivos puede afectar negativamente a un usuario cercano cuya instalación eléctrica de suministro que no sea compatible con dicho dispositivo.

Los dispositivos de alimentación personalizados proporcionan en muchos casos un mayor rendimiento en comparación con los métodos de mitigación tradicionales. Sin embargo, la elección de la solución más adecuada depende en última instancia de las características del suministro en el punto de conexión, los requisitos de la carga y la economía, es decir, el valor

añadido al cliente mediante la instalación de un dispositivo basado en electrónica de potencia [17].

REFERENCIAS

[1] H. N.G, «Introducing Custom Power,» *IEEE SPECTRUM ,* pp. 42-48, JUNE 1995.

[2] IEEE, «IEEE Recomendad Practices on Monitoring Electric Power Quality,» *IEEE,* 2009.

[3] S. E. N, «Voltage Characteristics of Electricity Supplied by Public Distribution Systems,» *European Standard,* pp. 68-6, 1994.

[4] A. &. L. Gosh, «Power quality enhancement using custom power devices,» *Springer Science & Business Media,* 2012.

[5] .. W. D. K. L. H. T. Albers A, «Adaptation of the TRIZ method to the development of electric energy storage system.,» *Procedia CIRP,* vol. III, nº 21, pp. 509-14, 2014.

[6] E. K. &. S. A. A. Kabeel M. A. Abdelsalam A. A., «A modified DSTATCOM topology for power quality enhancement.,» *IEEE In power systems conference ,* pp. 367-372, december 2006.

[7] M. M. A. &. S. H. Farthoodne, «A comparative study on the Performance of custom power device for power quality improvement.,» *smart Grid Techonologies-asia IEEE,* pp. 153-157, MAY 2014.

[8] .. N. H. M. L. &. S. A. Woodley, «Experience with an inveter-based dynamic voltage restorer,» *IEEE Transaction on power Delivery ,* vol. III, nº 14, pp. 1181-1186.

[9] B. C. a. D. M. N. H. Woodley A. Sundaram, «Dynamic voltage restorer demonstration project experience.,» *Electric Power supply industry (CEPSI),* Pattaya Thailand 1998.

[10] .. A. M. ,. A. k. A. J. M. K. E. Domijan, «Custom power devices: An interaction study,» *IEEE Transactions on power system ,* nº 2, pp. 1111-1118, 2005.

[11] .. A. J. A. &. S. ,. Rahman, «Voltage sag and swell mitigation based on modulatyed carrier PWM,» *International Journal of Electrical ,* pp. 77-85, 2015.

[12] Y. S. A. &. S. Pal, «A review of compensation type custom power devices for power quality inprovement,» *In power system technology and IEEE Power india conference ,* pp. 1-8, 2008 .

[13] E. P. R. Institute, «Estimating the cost of power quality,» *IEEE,* vol. 6, pp. 40-41, 1993.

[14] Primen, «The cost of power disturbace to industrial and digital economy,» *repot no. TR-1006274 (Available troought EPRI),* 2001 Madison Wisconsin Primen .

[15] H. &. E. Lacommare K, «Cost of power interruptions to electricity consumers,» *Energy united States (US),* pp. 1845-1855.

[16] C. &. M. M. K. Kumar, «A voltage-controlled DSTATCOM for power-quality improvement,» *IEEE Transactions on power delivery ,* vol. III, nº 29, pp. 1499-1507, 2014.

[17] S. J. &. L. T. Sannino A., «For power-electronic Solution to power quality problems,» *Electric Power systems reserch ,* vol. I, nº 66, pp. 71-82, 2003.

Métodos de Machine Learning y su capacidad en la predicción de diabetes

Valeria Itzel Arteaga Muñiz
Universidad Autónoma de Zacatecas
Unidad Académica de Física
Av. Solidaridad S/N, Hidráulica, 98068
Zacatecas, Zac.
valeria.arteaga@fisica.uaz.edu.mx

Asesor: Alejandro Puga Candelas
Universidad Autónoma de Zacatecas
Unidad Académica de Física
Av. Solidaridad S/N, Hidráulica, 98068
Zacatecas, Zac.
apuga@fisica.uaz.edu.mx

Resumen — Con ayuda del software de Mathematica se implementaron distintos algoritmos de clasificación del Machine Learning (ML). Con datos de entrenamiento provistos, entrenamos los modelos con una base de datos rescatada de la web. Finalmente, pudimos medir la eficiencia de algunos de los modelos que el software nos brinda y más en concreto, poder detectar de manera correcta pacientes con posible tendencia a diabetes dados algunos atributos de salud del individuo en cuestión.

Palabras clave — Machine learning, Algoritmo, Clasificación, Diabetes, Mathematica.

Abstract — With the help of Mathematica, some classification algorithms of Machine Learning (ML) were implemented. With training data provided, we train the models with a database rescued from the web. Finally, we were able to measure the efficiency of different models that the software offers us, and more specifically, correctly detect patients with possible tendency to diabetes given some health attributes of the individual in question.

Keywords — Machine learning, Algorithm, Classifying, Diabetes, Mathematica.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la implementación de la tecnología en la industria, ciencia y hasta en la vida cotidiana ha tomado las riendas. La tecnología facilita el manejo de ciertos procesos y esto los vuelve más eficaces y eficientes. Es por ello, que se ha optado ahora por eficientizar dichos procesos a través de la enseñanza a las máquinas.

El problema ahora no es que un computador sea capaz de crear un proceso, sino de que sea capaz de aprender a plantear el proceso para proceder a realizarlo.

El Machine Learning es una rama de la Inteligencia Artificial que se dedica a desarrollar algoritmos que puedan aprender a hacer cosas inteligentes tomando datos como entrada. Aprender en este contexto quiere decir identificar patrones complejos en millones de datos. La máquina que realmente aprende es un algoritmo que revisa los datos y es capaz de predecir comportamientos futuros. Automáticamente, también en este contexto, implica que estos sistemas se mejoran de forma autónoma con el tiempo, sin intervención humana.

Algunas aplicaciones que están aprovechando el uso del ML son la detección de personas con síntomas de depresión en redes sociales como Twitter [1], analizando un tweet a través de un método denominado el teorema de Bayes, obteniendo como resultado si el tweet analizado es depresivo o no. De igual manera en economía es de gran ayuda crear algoritmos que sean capaces de adaptarse y que permitan modelar de manera muy acertada el mercado de valores [2]. En geología y ciencias atmosféricas resulta de interés hacer buenas predicciones climatológicas, sin embargo los modelos que existen en día no son tan acercados a la realidad. Dadas las circunstancias se opta por hacer uso de una

técnica de ML conocida como random forest para entrenar un algoritmo que sea capaz de dar predicciones en alta resolución de las precipitaciones anuales o el flujo global de energía en la parte superior de la atmósfera [3].

El objetivo de este trabajo es hacer uso de cinco algoritmos para poder predecir si una mujer será propensa a tener diabetes o no. Mediremos la precisión de cada uno de los algoritmos y hacer un análisis que nos permita visualizar cuál es el método que trabaja con mayor exactitud.

II. MARCO TEÓRICO

Machine Learning es una rama de la inteligencia artificial encargada de desarrollar algoritmos que puedan aprender a hacer actividades inteligentes a partir de datos. Dentro de este relativamente nueva área, existen dos divisiones; el aprendizaje supervisado y el no supervisado.

El aprendizaje no supervisado no da lugar a una “respuesta absoluta” o concreta. Una rama de este tipo de ML se conoce como clustering. Como su nombre lo dice, tomamos un conjunto de datos y éstos formaran clústers, que a su vez formaran otros pequeños grupos y elegir cual es el grupo correcto.

De manera más concreta; en el segundo existen las categorías de clasificación, por ejemplo, si introduzco una imagen de algún animal, el algoritmo sea capaz de diferenciar entre un perro o un gato, o poder meter una serie de datos del mercado de valores, por ejemplo, y que el programa identifique o sea capaz de predecir en un futuro lo que pasará. Dentro de esta parte de clasificación existen bifurcaciones, que se dividen en distintos algoritmos. En este trabajo nos enfocaremos en cinco de ellos que son llamados Random Forest, Naive Bayes, Support Vector Machine, Nearest Neighbors y Logistic Regression.

III. METODOLOGÍA

El primer punto importante fue la recolección de datos que nos servirán como entradas de nuestro programa de ML. La base de datos se obtuvo del National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases y particularmente la obtuvimos de una página que se encarga de recolectar datasets llamada Kaggle. El nombre del dataset es Pima Indians Diabetes Database [4]. En particular, este dataset provee información sobre pacientes del sexo femenino de al menos 21 años de raza de los Pimas y contiene algunas variables de predicción y una variable de objetivo que llamaremos outcome. Entre las variables de predicción se encuentran el número de embarazos que las mujeres han tenido, presión sanguínea, nivel de glucosa, grosor de la piel, índice de masa corporal, función de pedigrí de diabetes, edad y el outcome en nuestro caso fue el si la mujer era diagnosticada o no con diabetes.

En este trabajo la herramienta en la que nos basamos fue el programa Mathemathica perteneciente a la rama de Wolfram. Este programa tiene funciones Built-In, es decir, funciones que ya están construidas y es cuestión de mandar llamar para poder implementar el código que necesitamos. Mathematica cuenta ya con varias funciones de ML y nos

permiten clasificar u obtener medidas de qué tan precisos son los algoritmos usados para clasificación.

El primer paso fue la exportación de los datos en formato CSV a Mathematica. El siguiente paso fue poder convertir esos datos en listas que después se pudieran asociar con los parámetros de número de embarazos, presión sanguínea, etc. El proceso de depuración de datos fue el más tardado y tedioso.

Después de que la asociación existía, se procedió a tomar una muestra aleatoria del total que correspondería a los datos de entrenamiento. Al complemento entre el total de los datos y los datos de entrenamiento, se denominó datos de prueba. El algoritmo necesita ser entrenado, y por ello los datos de entrenamiento capacitan en cierta manera al método y le muestran alguna tendencia, por decirlo de alguna manera. Después del entrenamiento, los datos de prueba sirven para probar qué tan bueno es el algoritmo, con datos que conocemos con certeza.

Finalmente debemos realizar la comparación entre los datos de entrenamiento y los datos de prueba con una herramienta llamada Classifier Measurement, donde más concretamente medimos la precisión de trabajo de estos cinco métodos; Random Forest, Naive Bayes, Support Vector Machine, Logistic Regression, y Nearest Neighbors. Otra herramienta que usamos para poder hacer un análisis más “visual” fue la Confusion Matrix, que es básicamente una matriz que nos indica la relación entre los datos reales y los que el modelo predice.

IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Con la finalidad de analizar cuál era el método más preciso, se realizaron dos pruebas, una con la herramienta “Accuracy” para medir la precisión de cada uno de los algoritmos y otra un poco más gráfica, que era la de “ConfusionMatrix”. Los resultados de la primera prueba se muestran en la Figura 1.

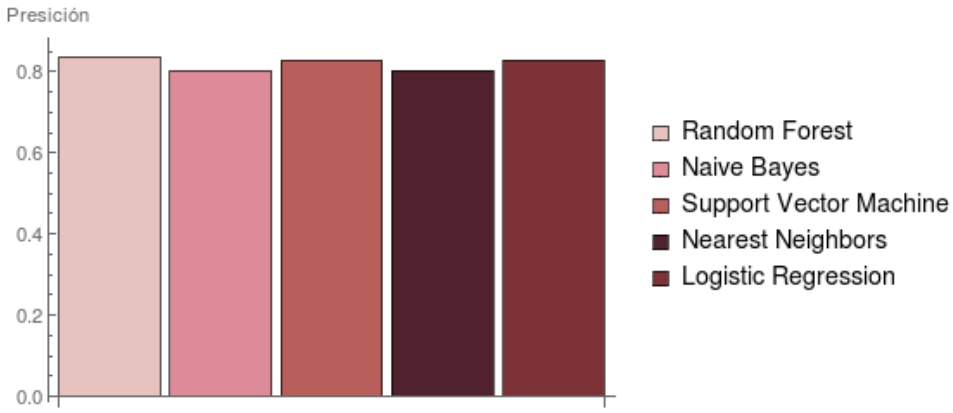


Fig. 1. Precisiones de clasificación para los diferentes métodos

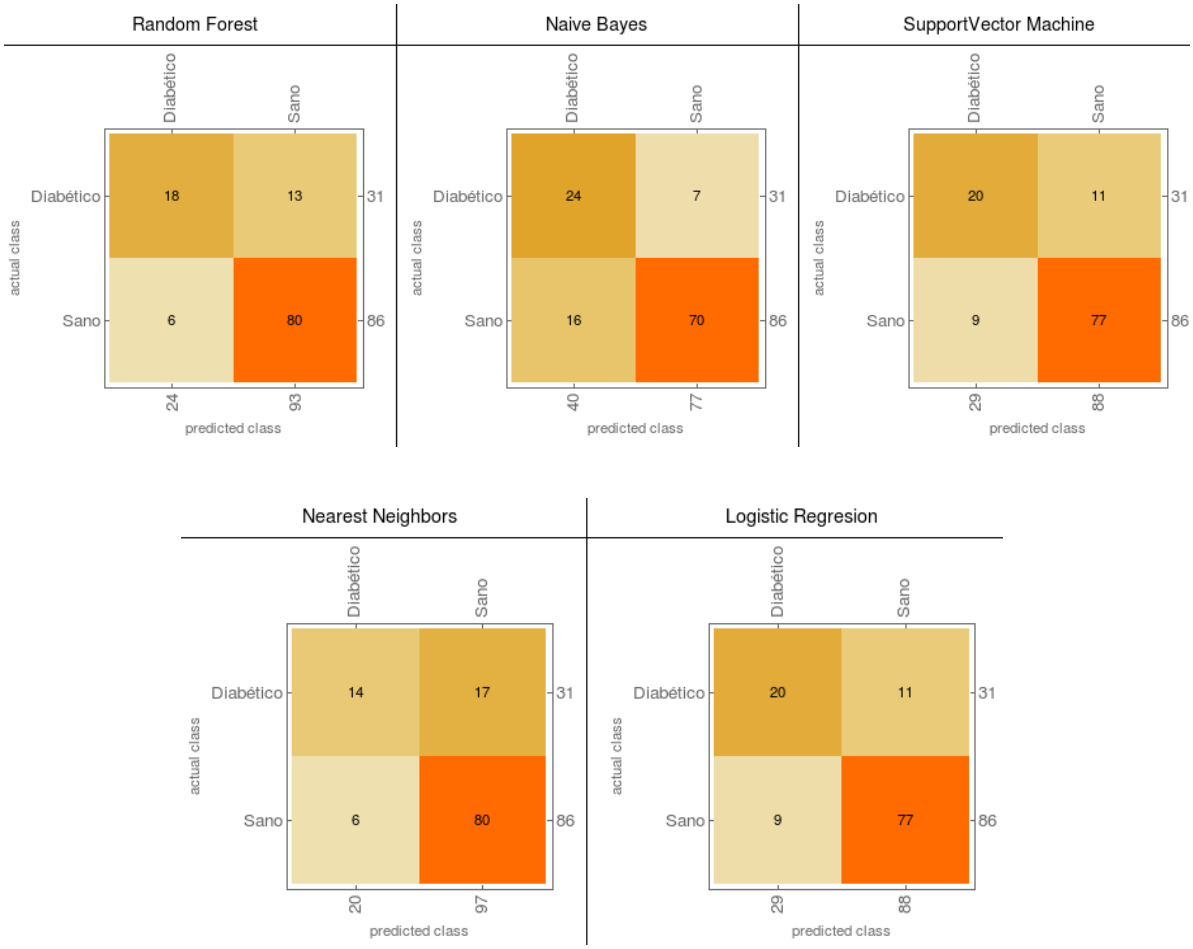


Fig. 2. Matrices de confusión para cada método que demuestran la relación entre los datos reales y los clasificados por el modelo

En la Figura 1 las precisiones fueron de 0.837607, 0.803419, 0.82906, 0.803419, 0.82906 para el método de Random Forest, Naive Bayes, Support Vector Machine, Nearest Neighbors, y Logistic Regression, respectivamente. Las precisiones más altas correspondieron a los métodos de Logistic Regression y Support Vector Machine.

En la Figura 2, las matrices de confusión nos permiten observar las clasificaciones que realizó el método con los datos de prueba. De manera vertical se observan las clases reales, es decir si la persona era o no diabética realmente. En la parte horizontal se encuentra lo que el modelo predijo. Por ejemplo, para el caso de Naive Bayes, de 31 pacientes diabéticos, el modelo pudo predecir de manera correcta 24 pacientes. Sin embargo, predijo que 7 pacientes que en realidad eran diabéticos, estaban sanos. Por otro lado, de un total de 86 pacientes sanos, el algoritmo de Naive Bayes clasificó 70 correctamente mientras que 16 pacientes en realidad sanos, los categorizó como diabéticos.

Aunque los modelos más precisos fueron Logistic Regression y Support Vector Machine, en las matrices de confusión pudimos notar que el que hace una mejor predicción de las personas diabéticas (que es el interés), fue en el Naive Bayes. Esto también se debe en gran medida a que la muestra de datos de entrenamiento se realiza de manera aleatoria.

V. CONCLUSIONES

En este trabajo pudimos medir la precisión de varios métodos de ML y decidir cuál era el mejor para hacer predicciones de mujeres que podrían ser diabéticas. Sin embargo, el modelo que predice de mejor manera las mujeres diabéticas no coincidía con los más precisos. Esto se debe a que la muestra que el programa toma es aleatoria, además de que la depuración de los datos debería ser realizada más cautelosamente, evitando datos inválidos, tales como que la presión sanguínea sea cero. En general, Las precisiones de los métodos se encontraron por encima del 80%, lo cual nos dice que son buenos modelos.

Gracias a los resultados satisfactorios obtenidos, podríamos generalizar y decir que los métodos de clasificación de ML son poderosas herramientas para hacer predicciones dentro de un buen rango de precisión y pueden ser una buena opción para implementar en diferentes áreas del desarrollo científico, tecnológico y la vida cotidiana.

VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de Zacatecas, al Dr. Alejandro Puga Candelas y al Comité Organizador de la 21° edición del Verano de la Ciencia Región Centro por fomentar la difusión de la ciencia y hacer posibles este tipo de eventos.

REFERENCIAS

[1] A. Husseini O., P. Buddhitha, M. Husseini O., D. Inkpen, “Deep Learning for Depression Detection of Twitter Users”. *Antology from Proceedings of the Fifth Workshop on Computational Linguistics and Clinical Psychology: From Keyboard to Clinic,* pages 88–97 New Orleans, Louisiana, June 5, 2018.

[2] Aishwarya Singh, “Stock Prices Prediction Using Machine Learning and Deep Learning Techniques”, *Analytics Vidhya*, Disponible en https://www.analyticsvidhya.com/blog/2018/10/predicting-stock-price-machine-learningnd-deep-learning-techniques-python/ [consultado en 2018].

[3] Anderson, G. J., & Lucas, D. D. (2018). Machine Learning Predictions of a Multiresolution Climate Model Ensemble*. Geophysical Research Letters, 45(9), 4273–4280.*doi:10.1029/2018gl077049**.**

[4] UCI Machine Learning, “Piman Indians Diabetes Database”,*Kaggle*. Disponible en https://www.kaggle.com/uciml/pima-indians-diabetes-database [consultado en 2019].

Modelado 3D del Drone Crazyflie 2.0 con Simulink de Matlab

Karen Pereyda Viramontes
Universidad Autónoma de Zacatecas
Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica
Campus Jalpa
Libramiento Jalpa Km. , Fraccionamiento Solidaridad, Jalpa,
karenpereydairamontes@gmail.com

Asesor: Miguel Ángel Navarrete Sánchez
Universidad Autónoma de Zacatecas
Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica
Campus Jalpa
Libramiento Jalpa Km. , Fraccionamiento Solidaridad, Jalpa,
mnavarrete@uaz.edu.mx

Resumen — Este trabajo presenta la utilización de plataformas gráficas y accesibles como lo es Matlab y su herramienta Simulink que permite programar bloques para hacer pruebas de modelado y simulación en 3D, beneficiando a gran medida a todos a los que se les imposibilite trabajar físicamente con drones o algún otro artefacto, ya que cuentan con las herramientas necesarias para las pruebas de simulación de los distintos movimientos de diferentes equipos. Las configuraciones y el testeo en las simulaciones realizadas permiten utilizar a futuro el Drone Crazyflie 2.0 además de diseñar los movimientos que este ejecuta, como hacer visibles algunas de sus características de su hardware.

Palabras clave — Matlab, Simulink, Drone Crazyflie 2.0, modelado y simulación en 3d.

Abstract — This work presents the use of graphical and accessible platforms such as Matlab and its Simulink tool that allows programming blocks to do 3D modeling and simulation tests, greatly benefiting all those who are unable to physically work with drones or any another device, since they have the necessary tools for the simulation tests of the different movements of different teams. The configurations and testing in the simulations performed allow the Drone Crazyflie 2.0 to be used in the future, in addition to designing the movements it performs, such as making some of its hardware features visible.

Keywords — Matlab, Simulink, Drone Crazyflie 2.0, 3d modeling and simulation .

I. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas el avance de la tecnología ha dado pasos agigantados, gracias a ello ahora es posible tener fácil acceso al uso de los diferentes vehículos aéreos no tripulados, pues sus dimensiones y costos se han ido reduciendo con el paso de los años. Actualmente el desarrollo, el estudio y la utilización de drones ha despertado un enorme interés en un amplio público que va desde investigadores a aficionados.

Son de especial interés los cuadricópteros pues abarcan distintas áreas de la ciencia y la ingeniería tales como el diseño de sistemas electrónicos o de control, las comunicaciones inalámbricas, entre otros. Es importante mencionar que el drone Crazyflie 2.0 [1] es un sistema de arquitectura y software abierto, por esta razón muchas universidades y centros de investigación en todo el mundo se están dando a la tarea de desarrollar temas específicos avanzados en control dinámico, navegación y estimación de trayectorias, etc.

En el desarrollo de la investigación es de especial interés el diseño y la simulación en 3D, para este objetivo se usa una plataforma comercial con el nombre de Matlab [2]. Matlab combina un entorno de escritorio perfeccionado para el análisis iterativo y los procesos de diseño con un lenguaje de programación que expresa las matemáticas de matrices y matrices directamente. Cuando se usan en conjunto Matlab y Simulink [3] en realidad se

está combinando programación textual y gráfica para diseñar un sistema en un entorno de simulación. Dentro de las librerías de Simulink existe una herramienta llamada Simulink 3D Animation [4] que proporciona aplicaciones para vincular modelos Simulink y algoritmos MATLAB a objetos gráficos 3D.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación consta de varias etapas, la primera es la etapa de la descarga e instalación del programa de la plataforma de Matlab, la cual cuenta con múltiples versiones, pero para esta investigación se optó por la versión 2013.

La siguiente etapa consiste en hacer una lista de verificación para comprobar que actualizaciones y aplicaciones están activadas o desactivadas, para este propósito se da la prioridad a las herramientas que sean necesarias; en este caso, dar de alta a la herramienta de 3D Animation. Cuando se instala el producto Simulink 3D Animation, los archivos se copian en el disco duro de la PC para el Ligos V-Realm Builder [5], que es un editor de mundo virtual, para este fin, en la ventana de comandos de Matlab se escribe –vrinstall –check y se da “enter”, posteriormente se muestra si la instalación fue completada. El siguiente paso consta de configurar algunas de las características del editor V-Realm Builder, en la ventana de comandos principal de Matlab se encuentra un menú llamado preferencias el cual despliega una nueva ventana en donde se visualizan las diferentes opciones de configuración, se selecciona Simulink 3D Animation que, por defecto esta como editor, pero se cambiará a constructor. Cuando la configuración esta adecuadamente estructurada, ahora es posible utilizar el editor V-Realm Builder para los objetivos planteados anteriormente.

La etapa siguiente se basa principalmente en la creación de un nuevo modelo y en la programación de los bloques de la librería de Simulink.

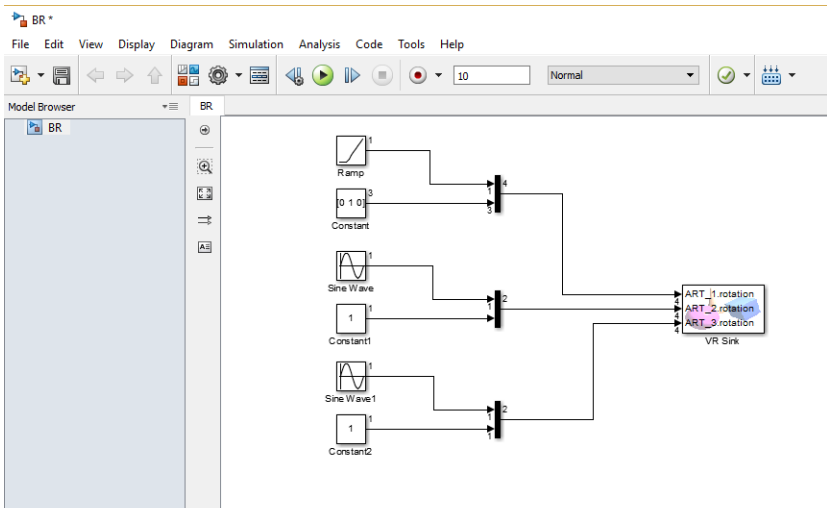


Fig.1. Modelo de Bloques en Simulink.

La etapa que sigue consiste en el diseño de un modelo de ejemplo en el editor de mundo virtual V-Realm Builder.

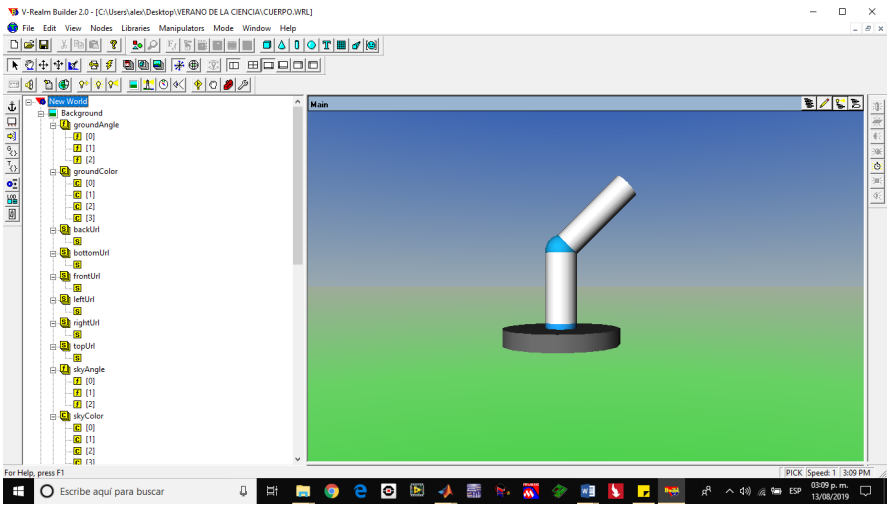


Fig. 2. Diseño en el editor V-Realm Builder.

La última etapa consta de correr la simulación y verificar que no exista algún error, en caso de existir alguno, corregir de manera inmediata, después de las correcciones correr nuevamente la simulación del modelo.

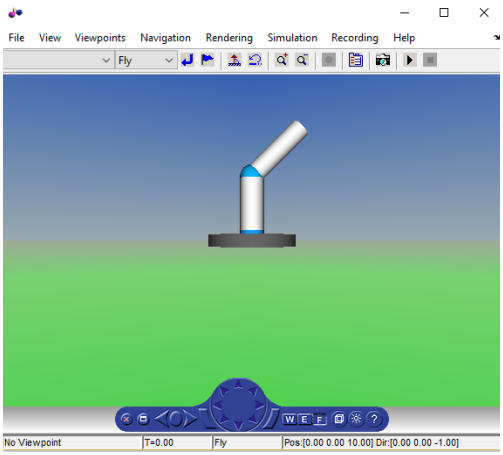


Fig. 3. Modelo de un cuerpo rotatorio simulado en ventana de Simulink.

III. RESULTADOS

Debido al tiempo de configuración y actualización de las distintas plataformas, esta tarea minimizó el tiempo para realizar un modelo más complejo y parecido a las características del Drone Crazyflie 2.0. Sin embargo, se crearon otros modelos y simulaciones que en su posteridad se utilizaran para el diseño de otros modelos más avanzados.

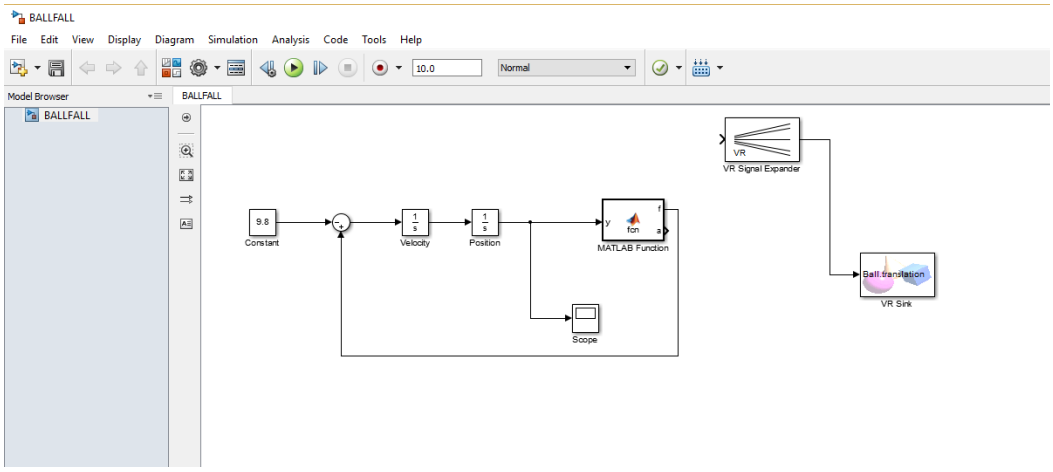


Fig. 4. Modelo de bloques programados para una esfera y sus movimientos en ventana de Simulink.

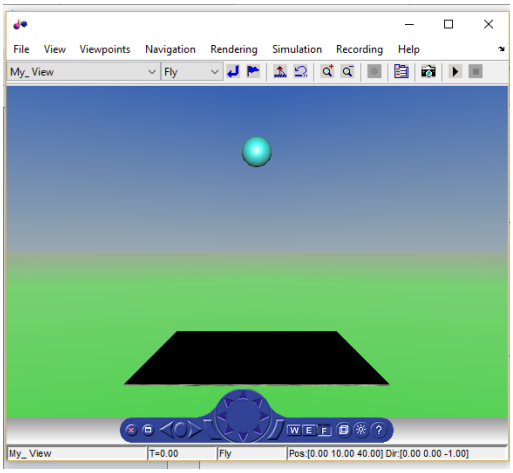


Fig. 5. Diseño del modelo de la esfera simulado en ventana de Simulink.

IV. CONCLUSIONES

En esta investigación, aunque los objetivos principales no se alcanzaron en su totalidad, esto permitió que se abrieran nuevas oportunidades para el desarrollo de un proyecto de tesis, aprovechando que ya se tiene acceso a las plataformas mencionadas. Por lo tanto, a lo largo de este proyecto, se da paso a la creación de nuevos modelos y diseños de bloques programables.

V. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de Zacatecas, al docente Miguel Ángel Navarrete Sánchez, y al COZCYT por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

REFERENCIAS

[1] https://www.bitcraze.io/crazyflie-2/

[2] https://www.mathworks.com/products/matlab.html

[3] https://es.mathworks.com/products/simulink.html

[4] https://www.mathworks.com/.../3d-animation.html

[5] https://la.mathworks.com/help/sl3d/install-v-realm-editor.html

Modificación química de glucosamina con grupos acilos para grupo potencial como biocatalizador en la producción de biodiesel

Juan Diego Herrera Rodriguez
Instituto Superior Tecnológico de Irapuato
Carr. Irapuato-Silao Km 12.5
Irapuato. Gto.México
diego.rdz.mex@hotmail.com

Asesor: Dr. Felipe Guadalupe Carrillo Lande
Instituto Superior Tecnológico de Irapuato
Carr. Irapuato-Silao Km 12.5
Irapuato. Gto.México
fecarrillo@itesi

Resumen — En la reacción de esterificación se logró obtener el producto de oleato de metilo en un 95% aprox., mediante la esterificación de cloruro de oleoilo en metanol, la temperatura y relación metanol:cloruro de oleoilo afectaron de forma significativa su rendimiento. Por otro lado, en la reacción de acilación de glucosamina, ésta se logró ver en 4/6 fracciones, mediante cromatografía flash, indicando su presencia mediante revelado con yodo sublimado (ácidos grasos) y con resorcinol (monoscáridos) (banda C). El rendimiento de glucosamina acilada fue menor al esperado (10% aproximadamente), sin embargo, se contempla modificar algunas variables en la reacción para mejorarla.

Abstract — In the esterification reaction it was possible to obtain the product of methyl oleate in a 95% approx., By the esterification of oleoyl chloride in methanol, the temperature and ratio methanol:oleoyl chloride significantly affected its yield.On the other hand, in the glucosamine acylation reaction, this was achieved in 4/6 fractions, by flash chromatography, indicating its presence by developing with sublimated iodine (fatty acids) and with resorcinol (monosccharides) (band C). The yield of acylated glucosamine was lower than expected (approximately 10%), however, it is contemplated to modify some variables in the reaction to improve it.

I. INTRODUCCIÓN

Los carbohidratos son compuestos formados por oxígeno, hidrogeno y carbono. Constituyen parte de la materia orgánica haciendo un cumplimiento adecuado para los seres vivos. Uno de sus principales funcionamientos es como almacenamiento de energía. La clasificación de los carbohidratos son monosacáridos simples, monosacáridos derivados, oligosacarido,polímeros y carbohidratos con proteína. La glucosamina es un amino-azúcar que actúa especialmente como precursor en la glicosilación de las proteínas y de los lípidos, se encuentra en el exoesqueleto de los artrópodos.

La modificación química de carbohidratos, son procesos en los cuales se produce la alteración de una o más sustancias, son reacciones en las cuales hay un reacomodo de átomos que componen las sustancias que intervienen y dan origen a nuevos productos. Las modificaciones químicas de carbohidratos son por oxidaciones, reducciones, esterificación, amino-azúcar.

Los ácidos grasos son biomoléculas de naturaleza lipídica formada por una larga cadena hidrocarbonada lineal, de diferente longitud o número de átomos de carbono, en cuyo extremo hay un grupo carboxilo. Los ácidos grasos se dividen en saturados e insaturados, en los acidos grasos insaturados se encuentra el ácido graso oleico es un

componente que se encuentra en distintos alimentos y se presenta normalmente acompañado de ácidos grasos saturados y de otros ácidos grasos insaturados. El objetivo de este trabajo es modificar con grupos acilos el monosacárido glucosamina para posteriores pruebas en el laboratorio.

II. MARCO TEÓRICO

Los carbohidratos son sustancias naturales compuestas de carbono, hidrógeno y oxígeno. Los carbohidratos constituyen la mayor parte de la materia orgánica de la Tierra y tienen varias funciones en los seres Vivos. Sirven como almacén de energía, combustible e intermediario metabólicos. Algunos carbohidratos, como el almidón en los vegetales y el glucógeno en los animales, pueden liberar con rapidez glucosa, el combustible energético primario indispensable para las funciones celulares.

Los carbohidratos se clasifican en:

Monosacáridos simples triosas,tetrosas eritrosa, pentosas ribosas, Hexosas glucosa, Heptosas seudoheptulosa.

Monsacaridos derivados esteres, azucares alcoholes, azucares ácidos y azucares aminas. Oligosacaridos como disacáridos y trisacáridos.

Polisacaridos tal como el almidón, glucógeno, celulosa.

Carbohidratos con proteínas, glucoproteínas, proteoglucanos. Algunas fuentes principales de los carbohidratos son fruta, verdura, leche y sus derivados,cereales, azucares (Lehninger, 2002).

La glucosamina es un amino-azúcar con la que se trabajó en el presente proyecto que actúa especialmente como precursor en la glicosilación de las proteínas y de los lípidos.La glucosamina es un producto de la vía biosintética de las hexosaminas, importante para la modulación de los cambios postranslacionales de las proteínas, incluyendo la glucosilación. Se encuentra principalmente en el exoesqueleto de los artrópodos, en la pared celular de los hongos y en otros organismos también es una sustancia natural que interviene en la formación de ciertas sustancias (proteoglicanos) para formar el cartílago (Rivero, L.G., 2012).

Los ácidos grasos son ácidos carboxílicos con cadena hidrocarbonadas de 4 a 36 carbonos, en algunos ácidos grasos esta cadena se encuentra completamente saturada (no tiene dobles enlanches) y sin ramificar. Los ácidos grasos se dividen en:

Ácidos grasos saturados son ácidos carboxílicos de cadena larga sin dobles enlaces entre sus átomos de carbono. Se encuentran presentes en los lípidos, y casi siempre esterificando al glicerol (entre otros alcoholes), dada su estructura, los ácidos grasos saturados son sustancias extremadamente estables desde el punto de vista químico. Algunos ejemplos de ácidos grasos saturados son, laurico, miristico,palmtico,esteárico, araquidico,behenico,lignocerico. Se encuentran principalmente en Aceite de coco, carne de vaca, salmón, aceite de palma, mantequilla y aceite de soja.Ácidos grasos insaturados son ácidos grasos que en su estructura contienen insaturaciones, es decir dobles enlaces entre sus átomos de carbono (C=C) en un número que va de 1 a 6. Este tipo de ácidos

puede tener una o más insaturaciones, de allí que existan los ácidos monoinsaturados y los poliinsaturados.

Ácidos grasos insaturados, son acido palmítico, ácido linoleico, ácido linoleico y el ácido Oleico que fue con el ácido graso que se trabajó en el proyecto. El ácido oleico es un líquido semblante a un aceite de la serie omega 9 y se trata del ácido graso monoinsaturado más abundante que hay en la naturaleza. Es un componente que podemos encontrar en distintos alimentos y se presenta normalmente acompañado de ácidos grasos saturados y de otros ácidos grasos insaturados. Responde a la formula $C_{18}H_{34}O_2$, que corresponde al ácido mono carboxílico de cadena lineal con 18 átomos de carbono y un doble enlace cis, en posición 9 (Universidad de C., 2016).

Por otro lado las modificaciones químicas, son procesos en los cuales se produce la alteración de una o más sustancias. Es una reacción en la cual se ocasiona un reacomodo de los átomos que componen las sustancias que intervienen y da origen a la aparición de nuevos productos a consecuencia de cambios en la naturaleza de las sustancias intervinientes. Un cambio químico no puede revertirse, a menos de que ocurran más reacciones químicas las cuales lleven a las condiciones iniciales que poseían las sustancias intervinientes (Quimicas, 2015).

Existen diferentes tipos de modificaciones químicas de carbohidratos como la oxidación, reducción, esterificación y amino-azucares.

La esterificación los numerosos grupos hidroxilos presentes en los monosacáridos permiten la unión mediante enlaces éster de un ácido fosfórico, formando los azúcares fosfato, la esterificación se produce no por una incorporación del ácido fosfórico, sino por una transferencia del grupo fosforilo en una reacción catalizada por enzimas denominadas quinasas.

Los amino-azucares son cuando se produce la sustitución del grupo OH del C-2 de un carbohidrato por una amina (-NH2), se obtiene un amino-azúcar. La D-glucosamina y la D-galactosamina son amino-azúcar muy frecuente en polisacáridos. Además, estas aminas pueden acetilarse mediante enlaces amida, convirtiéndose, por ejemplo en N-acetilglucosamina (Apuntes de Bioquimica, 2014).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Reacción de esterificación (oleato de metilo

Para la reacción de esterificación se usó cloruro de oleoilo al 89% con una d= 0.91 g/ml y un P.M. de 300.91 g/mol (Sigma-Aldrich) y metanol absoluto en relación 1:3, 1:5 y 1:8 respectivamente durante 30, 60 y 120 min y a una temperatura de 35°C. El volumen total de la reacción se ajustó a 4 ml en tubos de ensaye de 15 ml. Una vez concluida la reacción se procedió a lavar con 2 ml de hexano y 2 ml de agua, se agitó vigorosamente y centrifugó a 3500 rpm por 5 min, enseguida se recuperó el sobrenadante y se repitió el lavado. El sobrenadante recuperado se dejó toda la noche en campana de extracción para eliminar el solvente. El producto resultante fue de apariencia aceitosa y de olor leve. Los productos obtenidos fueron analizados por cromatografía de capa fina (TLC, por sus siglas en inglés) y espectrometría de masas acoplada a gases (GC-MS, por sus siglas en inglés).

B. Cromatografía en placa fina (TLC)

Para la Cromatografía en capa fina de la reacción de esterificación, se utilizó una placa de sílice gel de 5 cmx10 cm(Sigma-Aldrich), la cual de la parte inferior se midió 1cm se marcó una línea horizontal la cual se dividió en 10 carriles de 1cm cada uno. Cada uno de los carriles se le agrego 15 µl , agregando de 5 en 5 µl dejando secar el carril de cada muestra de la reacción de esterificación de cada uno de los tubos, en el último carril se agregó 5 µl de cloruro de oleoilo, como muestra control.

Ya lista la placa de TLC con las muestras cargadas se colocó en una cámara y se le agrego la fase móvil (Eluyente), se agregó cuidadosamente con una pipeta, por las paredes de la camara sin hacer ningún tipo de contacto con la placa colocada, se tapó y se dejó en un tiempo de 5 a 10 minutos, hasta que la fase móvil llegara a la extremidad de la placa.

La solución de preparado de la fase móvil (eluyente) para la cromatografía de capa se llevó a un volumen de 10.200 ml debido a la capacidad de volumen de la cámara cromatografica de capa fina se utilizaron los reactivos heptano puro, éter etílico y ácido acético en una proporción (6:4:2).

C. Métodos de revelado de TLC

1. Análisis de requisitos Método de revelado Yodo sublimado. Este método se utilizó para la detección de ácidos grasos.

   Técnica: Una placa se colocó en un recipiente de plástico en la parte central y a las laterales se le coloco el yodo sublimado se tapó con papel aluminio y se dejó durante 15 min.

2. Método de reactivo de ácidos grasos esterificados
   - Agregar 10 g de hidroxilamina-HCl, en proporción (4:1): Agua 100 ml: Etanol 25 ml.
   - 200 ml de etanol agregar 26 ml de hidróxido de sodio saturado.
     A) I+II: Homegeneizar.
     B) Moler en mortero 10 g de cloruro de hierro en 20 ml de ácido clorhídrico, transferir a un frasco con 300 ml de éter dieltilico.

   Técnica: Se roció con aspersor la placa con el reactivo A, secar con aire caliente de 30 a 60 segundos, rociar con reactivo B y secar con aire caliente durante el mismo tiempo.

D. TLC, para la reacción de glucosamina acilada

Una vez colectada las 6 muestras se sometieron a la prueba de cromatografía de capa fina.

La cual la placa se dividió en 10 carriles, en los primeros 6 carriles se colocaron 25 µl de cada muestra, agregado de 5 en 5Mc de cada una de las muestras, en el carril 8 se agregaron 15 µl de glucosamina acilada y en el carril 10 se agregaron 15Mc de oleato de metilo (agregando de 5 en 5 µl en los carriles 8 y 10).

Teniendo lista la placa de TLC se colocó en cámara cromatografía y se le agrego la fase móvil (heptano puro, éter etílico y ácido acético) en proporción (6:4:2).

Revelado 1 (Ácidos Grasos)

Una vez lista la placa de TLC, se sometió a método de revelado con Yodo sublimado, en un recipiente tapado, de 15 a 20 minutos.

Revelado 2 (Azucares)

Reactivo de resorcinol.

Para la preparación del método de revelado de resorcinol, se preparó en la siguiente proporción:

0.1 g de resorcionol acuoso al 2%, en 5 ml de agua desionizada.

0.25 g de sulfato de cobre (II) pentahidratado 0.1 M, en 10 ml de agua desionizada.

La preparación del método de revelado una vez lista las dos soluciones anteriores. En un vaso de precipitado se agregó:

- 5 ml de la solución de resorcinol.
- 125 µl de la solución de Sulfato de Cobre (II) pentahidratado.
- 40 ml de ácido clorhídrico.
- 5 ml de agua desionizada.

Agitar vigorosamente.

Técnica: Ya lista la mezcla de revelado, se roció con el aerógrafo las placas de TLC. Las placas se sometieron a un secado en horno, a temperatura de 100°C, durante de 10 a 15 minutos.

E. Reacción de glucosamina acilada

1. En un mortero de material (Vidrio) se agregó .5 g de la enzima lipasa B de Candida antarctica (CALB por sus siglas en inglés) (Sigma-Aldrich).
2. En un tubo eppendorf se agregó 0.1g de glucosamina (Sigma-Aldrich), mezclado con (97.5 µl) y (52.5 µl) de agua, se ajito vigorosamente.
3. Para la reacción se llevó a cabo con la obtención del metil ester obtenido en las reacciones anteriores (Tubo 17), agregando 20 µl de muestra al mortero.

Una vez con las soluciones y reactivos listos de (1,2,3), se colocó , peerlas de agitación en un mortero y se agregó 2 ml de Dioxano y con un pistilo de material de (alumina), se realizó la reacción durante 90 minutos, tapado el mortero con cinta de emplaye para evitar la evaporación del dioxano.

Después de haber pasado los 90 minutos, se realizó un enjuague al mortero con metanol puro, para que no hubiera desperdicio del producto, el producto se trasladó a un tubo falcón de 15 ml , centrifugándolo 2 veces, recuperando el sobrenadante.

Una vez recuperado el sobrenadante, se pasó al mortero y se le agrego silica gel, y se sometió a secado en horno a una temperatura de 65°C en un tiempo d 24 h.

F. Cromatografía FLASH

Para esta prueba se utilizó un columna cromatográfica flash con una capacidad de 20 g la cual se llenó con silica gel hasta el borde, una vez llena la columna se saturó con 17 ml del eluyente 1 (volumen vacío) y se cargó en la columna el producto seco de la reacción de acilación de glucosamina (silica gel). La columna se abrió para descartar el volumen vacío del primer eluyente y entonces se añadieron 6 ml de una serie de eluyentes (del 1 al 5, ver abajo), los cuales fueron recolectados en fracciones de 2 ml cada una, para su posterior análisis por TLC y GC-MS.

Preparado para fase móvil (eluyentes) de cromatografía flash.

La serie de eluyentes se prepararon con hexano puro y acetato de etilo en los siguientes volúmenes y proporciones.

1. 26 ml (9:1)(23.4 ml:2.6 ml)
2. 6mL (8:2) (4.8 ml:1.2 ml)
3. 6ml (6:4) (3.6 ml:2.4 ml)
4. 6ml (4:6) (2.4 ml:3. 6ml)
5. 6ml (1:9) (.6 ml:5.4 ml)

IV. RESULTADOS

A. Reacción de esterificación (oleato de metilo)

En la Figura 1 se aprecia el desarrollo de la placa de TLC en la que se cargaron los productos de la reacción de esterificación, la cual se dividió en 10 carriles de 1 cm cada uno, en los primero 9 carriles se colocaron 15 µl de cada condición de reacción, en el carril (-) se agregaron 5 µl de cloruro de oleoilo, como control negativo. La figura muestra la formación del producto (A), oleato de metilo y el sustrato que no reaccionó (B). El rendimiento de la reacción fue de aproximadamente 95%. Como se observa en la placa de TLC tanto la temperatura y relación metanol:cloruro de oleoilo, afectaron significativamente el rendimiento, mostrándose cambios de coloración con yodo de manera ascendente (banda A).

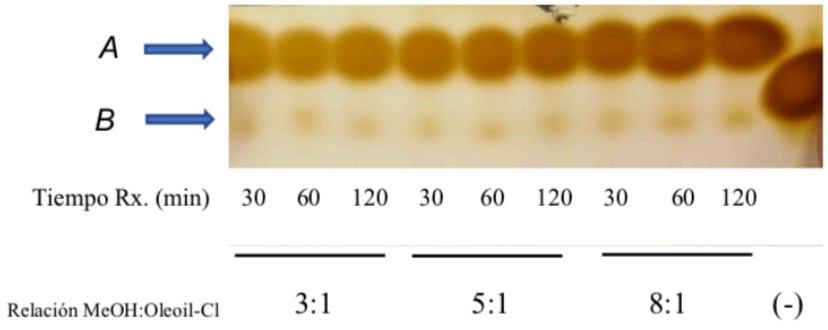


Figura 1. TLC de la reacción de esterificación. Se muestra la relación Metanol:Cloruro de oleoilo en la mezcla de reacción a 35°C por 30, 60 y 120 minutos de reacción en baño María, respectivamente. (-) Indica el control negativo de cloruro de oleoilo sólo. Revelado con Yodo Sublimado.

B. Reacción de acilación de glucosamina

La figura 2 muestra la reacción de acilación que se llevó a cabo de acuerdo a la metodología. El producto de reacción se secó en un horno a 65°C. Enseguida el producto se separó por cromatografía Flash, de la cual se recuperaron 6 fracciones con una serie de eluyentes. La placa de TLC se dividió en 10 carriles de 1 cm cada uno, en los primero 6 carriles se colocaron 25 µl de cada una de la fracciones, en el carril 8 se agregaron 15 µl glucosamina como control negativo y en el carril 10 se colocaron 15 µl de oleato de metilo como control negativo. La banda A indica el oleato de metilo sin reaccionar, mientras que B indica el ácido graso libre (ácido oleico). La banda C indica la glucosamina acilada, el producto de interés (ver Figura 3 también).

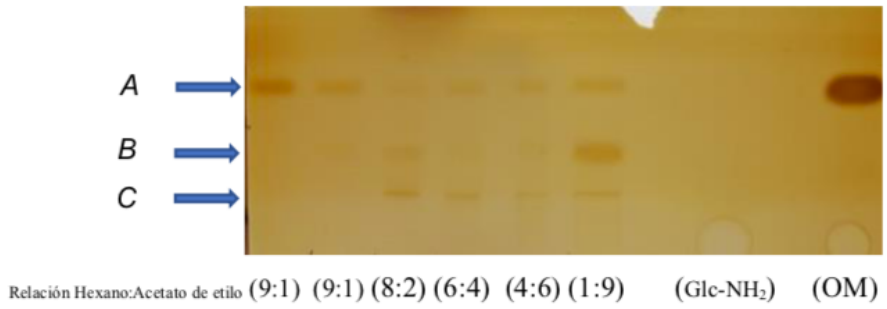


Figura 2. TLC de la reacción de glucosamina acilada. Se muestra la relación Hexano:Acetato de etilo usados como eluyentes en la cromatografía flash de las seis fracciones recuperadas. (Glc-NH_2); control negativo de glucosamina a 6.66 mg/ml, (OM); control negativo de oleato de metilo a 10 mg/ml. Revelado con Yodo Sublimado. La banda A indica el oleato de metilo sin reaccionar. La banda B, nos índica los ácidos grasos libres (ácido oleico).La banda C nos indica la glucosamina acilada, el producto de interés.

C. Revelado de azucares (Reactivo de resorcinol)

La placa de TLC se dividió en 10 carriles de 1 cm cada uno, en los primero 6 carriles de colocaron 25 µl en cada una (Fracciones), agregándose estos de 5 en 5 µl, en el carril 8 se agregaron 15 µl de control negativo (Glucosamiana acilada) y en el carril 10 se colocó 15 µl de oleato de metilo como control positivo.

Figura 3. TLC de la reacción de glucosamina acilada. Se muestra la relación Hexanol:Acetato de etilo usados como eluyentes en la cromatografía flash de las seis fracciones recuperadas. (Glc-NH2) Indica el control negativo de la glucosamina acilada, (OM) Indica control positivo de oleato de metilo. El revelado con el reactivo de resorcinol se empleó para la identificación de azucares, por lo cual al compararlo con la (Figura 3, ver arriba), se tiñeron las bandas C, indicándonos el producto deseado (glucosamina acilada).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la reacción de esterificación se obtuvo un rendimiento del 95%, los factores que influyen al rendimiento son la temperatura y el tiempo de la reacción, mostrando cambios de coloración ascendente en las bandas 10 veces más coloridos.

La acilación de glucosamina fue exitosa pero no el rendimiento esperado, ya que solo fue de aproximadamente el 10%.

REFERENCIAS

Apuntes de Bioquimica . (Febrero de 2014). Modificacion de los Carbohidratos. Obtenido de Apuntes de Bioquimica:

http://apuntesbioquimicageneral.blogspot.com/2014/02/carbohidratos-ivmodificaciones-de-los.html

Cantabria, U. d. (09 de Junio de 2016). Bioquimica estructural y metabolica. Open Course Ware, págs. 1-10.

Lehninger. Principios de Bioquímica.5 ª ed. Nelson D. y Cox, M. Editorial Omega (2002). 1 vol.

Narváez-Rincón, P. C. (5 de Noviembre de 2018). Producción de ésteres metílicos de ácidos grasos: Producción de ésteres pags. 3-7

Quimicas. (Octubre de 2015). Modificaciones Quimicas. Obtenido de Quimicas: https://iquimicas.com/modificaciones-quimicas-y-como-podemos-reconocerlas/

Rivero, L. G. (06 de Febrero de 2012). Prescripción de glucosamina para la osteoartritis y sus efectos. PUNTO DE VISTA, pág. 2-3.

Molienda de carbón activado elaborado a partir de cáscara de nuez, tallo de bamboo y hueso de durazno, para la adsorción de cianuro de sodio

Elena Gonzalez Peña
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de Metalurgia
Carretera 57 Km 5, C.P. 25710 Monclova, Coah.
elena_gonzalez@uadec.edu.mx

Asesora: Claudia Verónica Reyes Guzmán
Leonor Muñoz Ramírez[1]
Sergio García Villarreal[1]
Universidad Autónoma de Coahuila,
Facultad de Metalurgia
Carretera 57 Km 5, C.P. 25710 Monclova, Coah.
clavereyes@gmail.com
[1] Colaboradores en el proyecto

Resumen — La elaboración de un carbón vegetal a partir de un desecho orgánico de la cascara de nuez, bamboo, y el hueso de durazno, que normalmente desechamos, con esto pretendemos llevarlo a la etapa de carbonización y hacerlo un carbón activado de tal manera que al estar en contacto con los efluentes como es el caso de cianuro este se comporte como un carbón mineral y logre atrapar el cianuro libre.

Abstract — The elaboration of a charcoal from an organic waste of the nut shell, bamboo, and the peach bone, which we normally discard, with this we intend to take it to the carbonization stage and make it an activated carbon in such a way that when being in contact with effluents such as cyanide, it behaves like a coal and manages to trap free cyanide.

I. INTRODUCCIÓN

El carbón activado (AC) se ha demostrado ser un adsorbente eficaz para la eliminación de una amplia variedad de contaminantes orgánicos e inorgánicos de medios acuosos o gaseosos. Es ampliamente utilizado debido a su excepcional superficie (rangos de 500 a 1500 m2 g-1). Mientras que la eficacia de ACs para actuar como adsorbentes para una amplia gama de contaminantes está bien documentada, la investigación sobre la modificación de CA está ganando importancia debido a la necesidad de desarrollar la afinidad del CA de determinados contaminantes para facilitar su eliminación del agua.

El uso de agentes oxidantes es la metodología más común para modificar el área de superficie de Ac, sin embargo, en general este tratamiento reduce la superficie AC. Por lo tanto, los científicos están investigando métodos alternativos como sulfuración, amonificación y/o coordinación ligando de anclaje para aumentar la capacidad de adsorción de carbón activado [1].

El uso de estos materiales como adsorbentes de contaminantes inorgánicos y orgánicos del agua es debido a su versatilidad única resultante de su área de superficie alta, estructura porosa, de alta capacidad de adsorción, y la naturaleza química de la superficie, que puede ser modificado adecuadamente por los tratamientos físicos y químicos para mejorar la extensión de un proceso de adsorción dado [2].

Uno de los primeros en utilizarse como adsorbente fueron los carbones vegetales, este tipo de carbón es quizás el primer material utilizado por el hombre y su uso data probablemente desde el mismo momento en que se comienza a utilizar el fuego; dado que los trozos de madera carbonizada que quedarían en algunas hogueras pueden considerarse

un carbón vegetal rudimentario. El carbón vegetal se usa no solo de uso doméstico sino también industrial, especialmente en los países en vías de desarrollo.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Primeramente, se tomaron muestras de bambú, hueso de durazno y cascara de nuez, con un peso total de 10g c/u fue molida durante 30min, 1hora, 1.5horas y 2 horas a una velocidad de 20 rpm, para observar cual era el mejor tiempo de molienda, con 0.5 horas de reposo por cada hora de trabajo. Esta experimentación fue realizada con la intención de encontrar el mejor tiempo de molienda.

Los componentes y las bolas de acero se cargaron a un vial de acero inoxidable, la molienda se realizó en un molino Restch para producir polvo de las diferentes muestras a tratar, el peso total de la muestra fue 10g.

En el proceso de molienda mecánica fue necesario, considerar 0.5 horas de reposo por cada hora de trabajo, lo cual fue debido al calentamiento del motor del molino. Una vez obtenida una gran cantidad de polvo del producto de las moliendas mecánicas, este se guardó en viales de vidrio con tapa para evitar cualquier contaminación.

Figura 1.- molienda del carbón activado en el molino Retchs

Los experimentos de adsorción de cianuro con carbones modificados se llevaron a cabo en un matraz Erlenmeyer de 600 ml donde contenía 250 ml de cianuro grado reactivo y agua desionizada, ajustando el pH a 12 con una solución de NaOH como se muestra la Figura 2. El sistema se mantuvo en agitación constante durante todo el experimento. El avance del proceso se monitoreo continuamente mediante el cambio de la concentración del cianuro.

La agitación se reguló con agitador magnético colocado dentro del matraz y accionado por medio de una parrilla de agitación magnética; el cianuro extraído del proceso se determinó con titulación de nitrato de plata, de acuerdo con el método APHA-AWWA 4500-CN.

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

A. Adsorción de cianuro en carbón activado con diferentes tiempos de molienda

Para cuantificar la adsorción de cianuro en los distintos carbones activados se planeó solo utilizar una concentración de cianuro de 400 ppm con el objetivo de ver el comportamiento de los carbones, así como moliendas de 30 min, 1 hora, 1.5 hr y 2 horas.

Los 400 ppm de cianuro se hizo una molienda de 30 minutos a los carbones en el molino Restch, dando como resultado la Figura 3 donde se observa que la tendencia del carbón cascara de nuez es el que mejor adsorbió el cianuro en su superficie a diferencia del bambo y durazno.

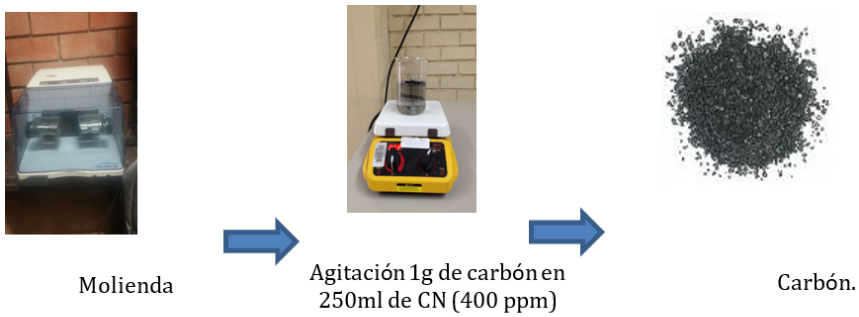


Figura 2. Adsorción de cianuro en carbón

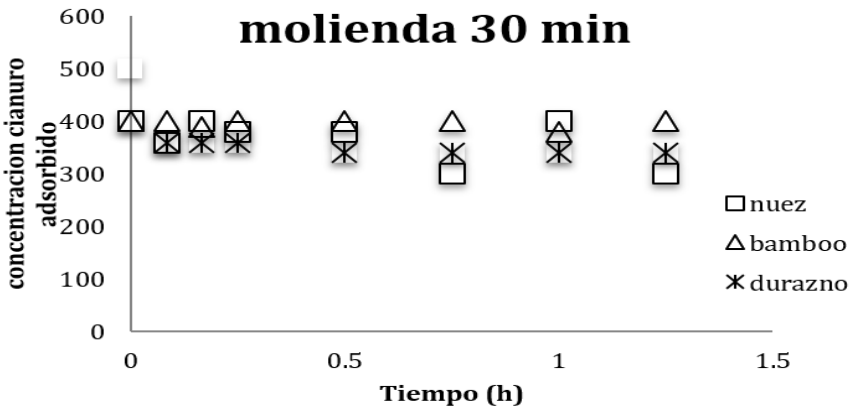


Figura 3 Carbón activado con una molienda de 30 min para la adsorción de cianuro.

En la Figura 4 se muestra que cuando al carbón se le da una molienda de 1 hora la adsorción es mucho mejor a diferencia de la molienda de 30 minutos, esto es debido a que la partícula queda más fina y tendrá más área superficial para que el cianuro se adsorba, esto confirma que a mayor área superficial especifica se tiene mayor disponibilidad de sitios para intercambiar con el cianuro.

En la Figura 5 se observa la adsorción de cianuro en el carbón con una molienda de 1.5 hora, tiene el mismo comportamiento de la figura anterior, esto es debido a que la partícula queda más fina y tendrá más área superficial para que el cianuro se adsorba, este comportamiento no lo han reportado en la literatura y en la gráfica se puede ver que el carbón cascara de nuez es el que mejor adsorbe tanto en las distintas moliendas y en 400 ppm de cianuro, esto es debido a que la cascara de nuez tiene otro elementos que reaccionan con el cianuro en solución y todo el mecanismo es a base de intercambio electrostático.

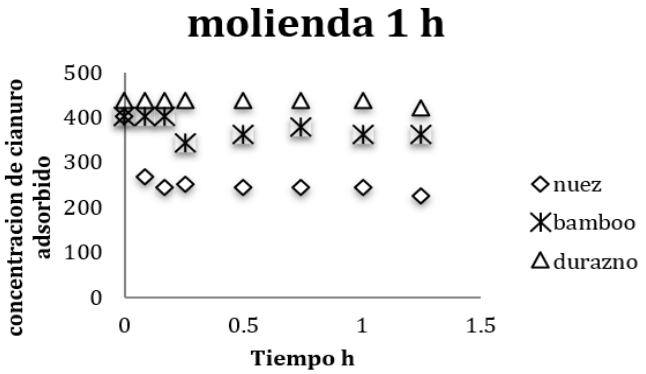


Figura 4. Carbón activado con una molienda de 1 hora para la adsorción de cianuro.

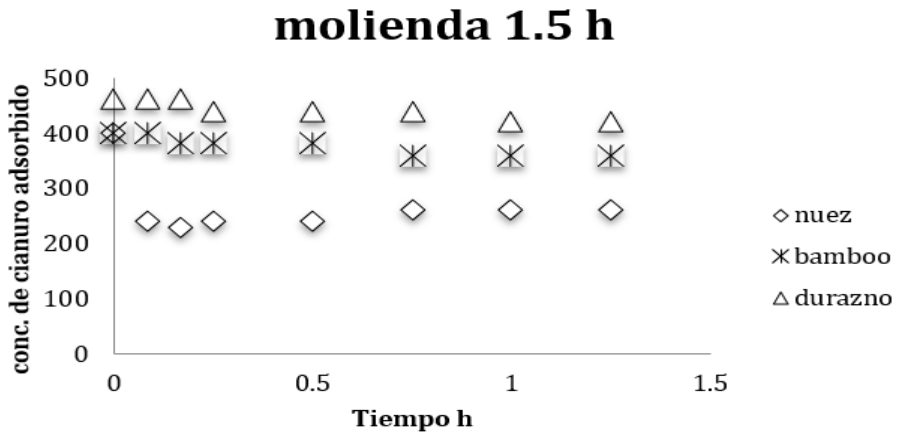


Figura 5 Molienda del carbón a 1.5 hrs con 400 ppm de cianuro en solución.

En la figura 6 se puede observar que el carbón cáscara de nuez presenta el mismo comportamiento que las demás figuras ya que al estar en contacto con el cianuro este adsorbe el cianuro disponible que existe en la solución.

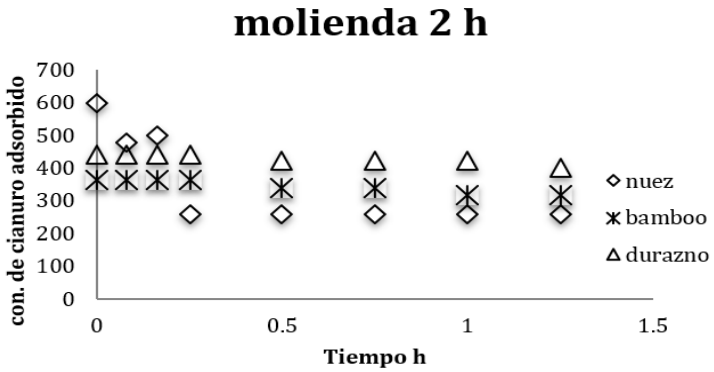


Figura 6 Molienda del carbón a 2 hrs con 400 ppm de cianuro en solución.

B. Caracterización del carbón activado antes de la adsorción

Las normas de la American Society for Testing and Materials Standards (ASTM) establecen pruebas estándar necesarias para establecer la calidad del carbón obtenido, entre ellas están: el porcentaje de humedad, materia volátil, cenizas, carbón fijo, y la resistencia a la abrasión. Para la caracterización de la estructura porosa del carbón activado, se suelen utilizar algunas técnicas sencillas como el índice de yodo ya que los carbones son productos de muy alta capacidad para retener contaminantes de diversos fluidos. En la Tabla I se muestra la caracterización de los 3 carbones después del tratamiento físico.

Tabla I. Análisis de los carbones vegetales

Datos técnicos	**Carbón cascara de nuez**	**Carbón hueso de durazno**	**Carbón de bamboo**	**Norma**
Numero de yodo	978 mg L/g	1005 mg L/g	879 mg L/g	ASTM D-4607
Dureza	88 adimensional	78 adimensional	67 adimensional	ASTM D-3802
Cenizas totales	9 %	7 %	6 %	ASTM D-2866
Densidad aparente	.45 g/cm3	.56 g/cm3	.47 g/cm3	ASTM D-2854
Humedad total	3 % max	2 % max	2 % max	ASTM D-2867

Las propiedades de textura del carbón (área específica, volumen de los poros y diámetro promedio de los poros), se determinaron por medio de un equipo de fisisorción de N2 y dio como resultado la Tabla II.

Tabla II. Área superficial especifica del carbón vegetal

Carbón vegetal	**S BET (m^2/g)**
Carbón cascara de nuez	856.90
Carbón hueso de durazno	900.87
Carbón de bamboo	845.78

El área superficial de los carbones usados en la investigación está en el rango típico de los carbones activados de 500 a 1500 m2/g por esta razón se considera con el potencial adecuado para usarlo como adsorbente o bien como precursor de adsorbentes modificados y aplicarlo a la remoción de contaminantes orgánicos o inorgánicos disueltos en medios acuosos.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con relación a la adsorción de cianuro con distintos tiempos de molienda (.5, 1,1.5,2 hr) a 400 ppm de cianuro podemos concluir que la mejor adsorción la hizo el carbón activado cascara de nuez con una molienda de 1 hora esto debido a la presencia de los grupos funcionales carboxílicos, carbonilos, que según la literatura estos son los encargados de la adsorción en la cuantificación de soluciones con menor porcentaje de cianuro libre.

En la preparación de carbones activados (cascara de nuez, hueso de durazno, bamboo), y la caracterización, podemos concluir que el análisis hecho a este está dentro de los estándares que marca la norma y en cuanto su área superficial tiene los mismos m2/g que un carbón mineral.

REFERENCIAS

1. Carbotecnia., el CARBÓN ACTIVADO COMO ANTÍDOTO EN EL TRATAMIENTO DE INTOXICACIONES. Aplicaciones MÉDICAS, boletín me-001:2-4, septiembre 2004.: P. 2.
2. Chemviron carbón. Historia DEL CARBÓN ACTIVADO []. Eeuu.
3. Sevilla., e.u.p., antecedentes HISTÓRICOS. España. P. 6.
4. Ruiz Méndez, j.c., hidrometalurgia DE ORO Y PLATA, PROCESOSCONVENCIONALES Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA. Centro experimental México, 1989: P. 87-102.
5. Tomas Andrade, c.e., análisis DE UN SISTEMA DE ADSORCIÓN Y DESORCIÓN DE ORO DE CARBÓN ACTIVADO Y SU ELECTRODEPOSICIÓN. Tesis DE GRADO. Ingeniero DE minas. Escuela superior politécnica DEL litoral. Facultad DE ingeniería DE ciencias DE LA tierra. Guayaquil, 1998: P. 19.

Motor Stirling como micro generador en los boiler domésticos

Víctor Manuel García Carrillo
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Carretera Torreón-Matamoros Km. 7.5,
Ciudad Universitaria. Ejido el Águila,
C.P. 27276, Torreón, Coahuila
carrillo_v@uadec.edu.mx

Asesor: Francisco Elizalde Blancas
Universidad de Guanajuato
División de Ingenierías
Campus Irapuato-Salamanca
Carr. Salamanca - Valle de Santiago km 3.5 + 1.8
Comunidad de Palo Blanco, 36885 Salamanca, Gto.
franciscoeb@ugto.mx

Resumen — El propósito de la presente investigación es analizar la factibilidad de un sistema de micro generación eléctrica a nivel residencial donde la energía mecánica que impulse al generador se pretende obtener de un motor Stirling, el cual a su vez aproveche la energía calorífica que un calentador de agua domestico desperdicia a través de los gases de escape. Este sistema nos permitiría crear una fuente alternativa de energía eléctrica capaz de desempeñar tareas de bajo consumo eléctrico en el hogar, como el encendido de luminarias. El análisis fue llevado a cabo mediante la evaluación del modelo matemático de Schmidt sobre el comportamiento de los motores Stirling por medio del software matemático Matlab.

Palabras clave — Motor Stirling, micro generación eléctrica, boiler doméstico, recuperación de calor residual.

Abstract — The aim of the present investigation is to analyze the feasibility of a micro electric generation system in a residential level where the mechanical energy that drives the generator is intended to be obtained from a Stirling engine, which in turn takes advantage of the heat that a domestic water heater wastes through exhaust gases. This system would allow us to create an alternative source of electrical energy capable of performing tasks of low electrical consumption at home, such as lighting of luminaires. The analysis was carried out by evaluating the mathematical model of Schmidt on the behavior of Stirling engines using the Matlab software.

Keywords — Stirling engine, micro electric generation, domestic boiler, heat waste recovery.

I. INTRODUCCIÓN

A pesar de que hoy en día las personas somos más conscientes del daño que le estamos causando a nuestro planeta y hemos optado por tomar medidas a fin de contrarrestar este problema, los requerimientos del mundo actual nos han dirigido a su vez hacia una demanda de energía inevitablemente en aumento; tan solo de 1990 al 2013 el consumo de energía eléctrica a nivel mundial aumentó en un 42.3% per cápita. [1]

Cada vez más energía es la que necesitamos para solventar nuestra vida diaria de manera adecuada, por eso es que el interés por descubrir nuevos métodos de generación de energía libre de residuos que puedan afectar a nuestro planeta va en aumento, ya sea mediante la implementación de recursos renovables o desarrollando sistemas que permitan un mayor aprovechamiento de la energía en los equipos que ya utilizamos. Gracias a esto, los motores Stirling han cobrado gran popularidad si es que de aprovechamiento de energía se trata, obteniendo gran iniciativa entre investigadores por desarrollar sistemas más eficientes y con mayor desempeño. Singh y Kumar [2] llegaron a la conclusión de que la forma más eficiente de generar electricidad aprovechando la energía solar es a través de un sistema “disco parabólico-Stirling”. Shufat et al. [3] lograron

diseñar su propio motor Stirling para la generación de energía eléctrica realizando experimentos de optimización en cuanto a los gases de trabajo en la cámara del motor. Enfocándose en el aprovechamiento de calor residual, Cullen y McGoven [4] y Güven, Bedir y Anlaş [5] estudiaron la posibilidad de adaptar un sistema que pudiera recuperar el calor de los gases de escape de vehículos de combustión interna, en un vehículo híbrido y un motor de ciclo diesel respectivamente.

El sector residencial representa el 27% del total de la energía consumida a nivel mundial [6] y el 18% de la energía que se consume en el hogar es por sistemas de calentamiento de agua [7]. Según datos que proporcionan los fabricantes, un boiler doméstico estándar solamente aprovecha entre un 70 y 85% del total de energía calorífica que este genera y los gases que expulsa pueden llegar a ser desechados hasta una temperatura de 200°C [8]. Inspirados en la reincorporación de los motores Stirling a la ingeniería actual y lo alarmante de las cifras sobre consumo de energía a nivel mundial decidimos trabajar en la idea de un sistema que sea capaz de aprovechar los gases de escape de un boiler domestico para la micro generación de energía eléctrica por medio de un motor Stirling.

II. MARCO TEÓRICO

A. Motor Stirling

Es un equipo térmico de combustión externa que cuenta con una cámara sellada con gas en su interior y que gracias a la diferencia de temperatura en sus dos extremos opuestos, el gas se expande y comprime, moviendo así un pistón y logrando obtener energía mecánica. El motor Stirling fue creado en el siglo XIX por Robert Stirling y fue solo a la llegada del motor eléctrico que el motor Stirling cayó en desuso. En los últimos años ha recobrado popularidad gracias al desarrollo de proyectos de energías amigables con el medio ambiente.

B. Boiler doméstico

Es un dispositivo comúnmente utilizado en los hogares para el abastecimiento de agua caliente. Está compuesto principalmente por un tanque en donde se almacena el agua y donde es calentada por el quemador situado en la parte inferior, trabajando comúnmente con gas natural o LP.

C. Generador eléctrico

Es un dispositivo capaz de transformar energía mecánica en energía eléctrica. Consta de una carcasa fija, un conjunto de bobinas y un rotor, entre otros componentes. El rotor debe estar fabricado de un material conductor y al momento de que éste gira perturba el campo eléctrico en las bobinas de la carcasa, logrando así la creación de un diferencial de potencial. Este fenómeno es descrito por Michael Faraday en la Ley de inducción electromagnética.

D. Micro generación eléctrica

Es el término acuñado a la generación eléctrica a menor escala en comparación a las grandes centrales generadoras y que por lo general se utiliza como fuente alterna de electricidad en viviendas y comunidades remotas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Debido a la relativa sencillez y su gran utilidad para realizar estudios preliminares sobre el comportamiento de los motores Stirling, el modelo matemático de Schmidt fue el más adecuado en esta investigación para realizar cálculos de trabajo de salida. Además de realizar el cálculo de la eficiencia térmica mediante la ecuación de Carnot.

Se utilizó como herramienta para el análisis de datos el software Matlab ya que además de poder reproducir el modelo matemático y facilitar los cálculos, se puede también graficar y obtener resultados visuales, en este caso la gráfica presión-volumen que nos ayuda a analizar de forma gráfica el comportamiento en el interior del motor.

Gracias a que el análisis mediante el modelo de Schmidt se basa en cálculos en condiciones ideales, solo fue necesario integrar las variables de entrada de acuerdo con los parámetros relacionados con el calentador de agua. Algunos datos fueron establecidos con base a las condiciones reales conocidas, pero el resto fueron propuestos de manera razonable según las condiciones en las que estará expuesto nuestro sistema. El valor del ángulo de fase en particular fue obtenido por mera sustitución en las ecuaciones del programa hasta encontrar el valor óptimo.

En la Tabla 1 se muestran los valores de entrada establecidos para el cálculo matemático.

Tabla 1. Valores de entrada

Nombre	Valor	Unidad
Temperatura caliente	200	°C
Temperatura fría	25	°C
Volumen de barrido en expansión	315	cm^3
Volumen de barrido en compresión	315	cm^3
Volumen muerto	15	cm^3
Volumen del regenerador	15	cm^3
Angulo de fase	92	grados
Presión promedio	200	kPa

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo como resultado que nuestro modelo de motor Stirling puede alcanzar una potencia de 894 Watts si hacemos uso de los gases de escape del calentador de agua para dirigirlos a la cámara de temperatura caliente del motor. Estos 894 Watts de potencia son totalmente aprovechables para la micro generación de energía eléctrica.

La eficiencia térmica del motor es de 43%.

La gráfica de presión-volumen se muestra en la Figura 1. En ella se aprecia la curva de trabajo del motor Stirling definida por los cuatro procesos envueltos en su ciclo de trabajo. Si comparamos la gráfica del funcionamiento ideal con la que se obtuvo en nuestro análisis podemos determinar que el proceso de rechazo de calor a volumen constante (extremo inferior derecho) es casi insignificante y que además la curva del proceso de expansión isotérmica (curva superior) se agudiza visiblemente a partir de los 2700 cm^3 por lo que se puede estimar que a mitad de este proceso ya comienza a efectuarse el rechazo de calor.

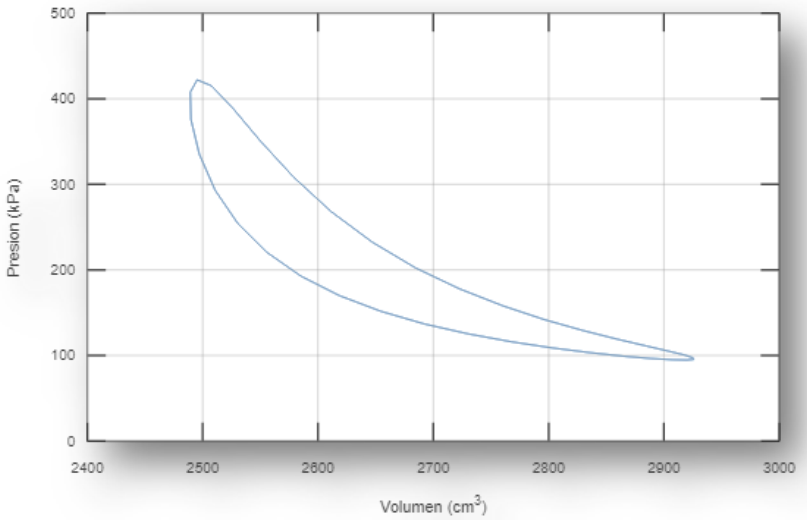


Fig. 1. Gráfica presión-volumen.

V. CONCLUSIONES

Los resultados del análisis matemático fueron obtenidos mediante suposiciones en algunas de las variables de entrada, específicamente en los volúmenes, puesto que no se cuenta con el prototipo físicamente.

Los valores fueron estimados según las condiciones en las que se encontraría el sistema. En cambio, valores de entrada como lo son las temperaturas son valores reales. Es por ello que este estudio a pesar de no ser exacto, es un gran soporte para justificar la viabilidad del sistema propuesto y que sirve como el primer paso para futuros trabajos referentes al sistema de micro generación con motores Stirling aprovechando el calor de los gases de escape de un boiler doméstico. Ejemplo de futuros trabajos puede ser el diseño del sistema de transmisión de energía mecánica del motor Stirling hacia el micro generador, el cálculo de las dimensiones óptimas para la construcción del motor o la focalización de los humos de escape del boiler hacia la cámara de temperatura caliente del motor para un mejor aprovechamiento de calor.

VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la División de Ingenierías del Campus Irapuato-Salamanca (DICIS) en la Universidad de Guanajuato, a la Universidad Autónoma de Coahuila y al comité organizador del XXI Verano de la Ciencia Región Centro con base en la Universidad Autónoma de Zacatecas por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

REFERENCIAS

[1] Liu, Zhenya, and Zhenya Liu. 2015. “Global Energy Development: The Reality and Challenges.” *Global Energy Interconnection*: 1–64.

[2] Singh, Uday Raj, and Anil Kumar. 2018. “Review on Solar Stirling Engine: Development and Performance.” *Thermal Science and Engineering Progress* 8(July): 244–56.

[3] Shufat, Salem Alarabi et al. 2019. “Exploration of a Stirling Engine and Generator Combination for Air and Helium Media.” *Applied Thermal Engineering* 150(October 2018): 738–49.

[4] Cullen, Barry, and Jim McGovern. 2010. “Energy System Feasibility Study of an Otto Cycle/Stirling Cycle Hybrid Automotive Engine.” *Energy* 35(2): 1017–23.

[5] Güven, Metin, Hasan Bedir, and Günay Anlaş. 2019. “Optimization and Application of Stirling Engine for Waste Heat Recovery from a Heavy-Duty Truck Engine.” *Energy Conversion and Management* 180(October 2018): 411–24.

[6] Nejat, Payam et al. 2015. “A Global Review of Energy Consumption, CO2 Emissions and Policy in the Residential Sector (with an Overview of the Top Ten CO2 Emitting Countries).” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 43: 843–62.

[7] Boait, P. J., D. Dixon, D. Fan, and A. Stafford. 2012. “Production Efficiency of Hot Water for Domestic Use.” *Energy and Buildings* 54: 160–68.

[8] Che, Defu, Yanhua Liu, and Chunyang Gao. 2004. “Evaluation of Retrofitting a Conventional Natural Gas Fired Boiler into a Condensing Boiler.” *Energy Conversion and Management* 45(20): 3251–66.

MRP como herramienta para el aumento de la productividad en micro negocios (A)

Luz Miriam Larios Acosta
Instituto Tecnológico Superior de Abasolo
Blvd. Cuitzeo de los naranjos 401
Col. Cuitzeo de los naranjos. Abasolo, Gto.
Miriam.larios20@gmail.com

Asesora:
M.L.C.S Fátima Inés Ortiz Rodríguez
Instituto Tecnológico Superior de Abasolo
Blvd. Cuitzeo de los naranjos 401
Col. Cuitzeo de los naranjos. Abasolo, Gto.
Fatima.ortiz@tecabasolo.edu.mx

Resumen — El aumento de la productividad en cualquiera que sea el contexto en el que se aplique es de gran importancia para aumentar el grado de competitividad de una organización o bien algún lugar, si es bien aplicada se puede lograr un gran cambio para ofrecer productos o bien servicios de calidad con ayuda de las diferentes herramientas de la ingeniería industrial. El siguiente articulo tiene como objetivo la elaboración de un MRP con el que se tenga un control de los niveles de inventario de un micronegocio; basado en la metodología del ciclo PHVA con el cual se logre una buena planeación de los recursos, así como aumento de la productividad.

Palabras clave — Productividad, competitividad, MRP.

Abstract — Increasing productivity in whatever context in which it´s applied is of great importance to increase the degree of competitiveness of an organization or somewhere, if it´s well applied a great change can be achieved to offer products or services of quality with the help of the different tools of industrial engineering. The following article aims to develop an MRP with which you have a control of the inventory levels of a micro business; based on the methodology of the PHVA cycle with which good resource planning is achieved, as well as increased productivity.

Keywords — Productivity, competitiveness, MRP.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la cantidad de microempresas que día con día se abren al mercado es muy grande, sin embargo, es tanta la cantidad que el mantenerlos rentables es difícil, más aún si no se tiene una planeación de lo que se quiere lograr en un futuro, así como un negocio rentable y exitoso. La presente investigación se centra en la aplicación de un MRP. A continuación, se desarrolla la elaboración y aplicación de un MRP para la planeación de los requisitos de materiales de una cafetería logrando así la entrega de los pedidos a tiempo de los alimentos que ahí producen los cuales son Sándwich, Hot-cake y Hot-dog. JOSSYOS es una microempresa donde se presenta el problema de pedidos entregados fuera de tiempo, esto debido a la poca planeación que se tiene para los pedidos de la materia prima, así como un control de la misma.

II. MARCO TEÓRICO

A. Productividad

Cuando se le mide, la productividad suele considerarse la producción y una medida única de insumos, la mano de obra o el capital. Sin embargo, cuando hay varias unidades de

medida o índices de insumo la ecuación para medirla requiere de una evaluación más subjetiva. [1]

Una productividad mayor significa la obtención de más con la misma cantidad de recursos, o el logro de una mayor producción en volumen y calidad con el mismo insumo. Esto se suele representar con la Ec. (1):

$$Productividad = \frac{Producto}{Insumo} \tag{1}$$

La productividad determina en gran medida el grado de competitividad internacional de los productos de un país. Si la productividad del trabajo en un país se reduce en relación con la productividad en otros países que fabrican los mismos bienes, se crea un desequilibrio competitivo [4].

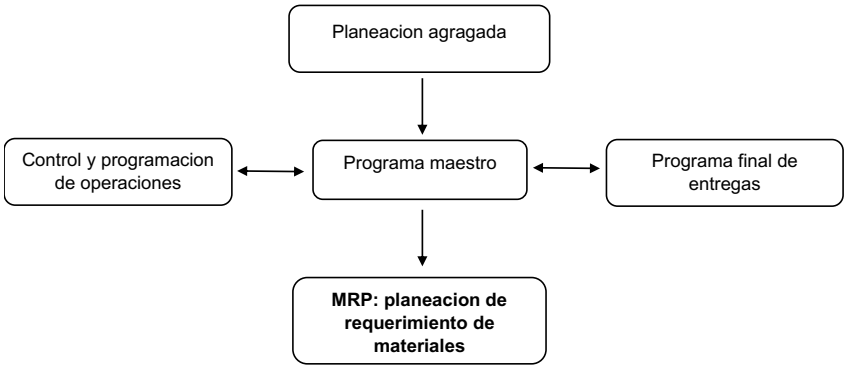


Fig. **1** Relación de la MRP con otras actividades de la administración de operaciones.

Por lo general, una MRP se implementa a través de un programa de computadora, que debe tener acceso a los archivos donde se encuentra la información necesaria, entre la que debe estar: Plan maestro de producción, carta de materiales de los artículos a producir, demora del pedido si el insumo, parte o componente se compra, y tiempo de producción si el insumo, parte o componente se produce en la misma planta, inventarios disponibles de los insumos, partes y componentes y estado de las ordenes de tránsito. [3]

B. Microempresa

Las microempresas son todos aquellos negocios que tienen menos de 10 trabajadores, generan anualmente ventas hasta por 4 millones de pesos y representan el 95% del empleo en el país; además, producen el 15% del Producto Interno Bruto (PIB). De acuerdo con el último Censo Económico publicado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) como se muestrea en la fig. 2, del universo de unidades económicas en México: [5]

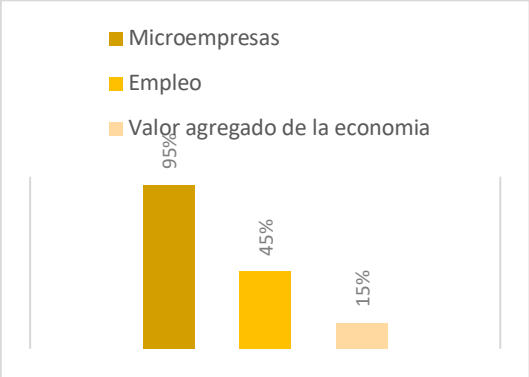


Fig. **2** Unidades económicas de México.

Tipos y ejemplos de microempresas: tiendas de abarrotes y misceláneas, tortillerías y molinos, papelerías, salones de belleza, panaderías, talleres mecánicos, farmacias, carnicerías. [2]

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de la presente investigación, se hace uso del método que sigue la secuencia del ciclo PHVA en el cual se plantean los pasos mencionados a continuación, así como el desarrollo de cada uno de acuerdo con la problemática planteada y la solución óptima.

1) Seleccionar el tema y formar el grupo.

Tema: MRP como herramienta para el aumento de la productividad en microempresas.

Grupo: M.L.C.S Fátima Inés Ortiz Rodríguez, Luz Miriam Larios Acosta

2) Definir la situación inicial y establecer un objetivo.

La cafetería JOSSYOS presenta un problema de entrega fuera de tiempo de los pedidos debido a que se carece de un control de estos, consecuencia del poco control que se tiene con la materia prima y la poca planeación para la adquisición de la misma. Por esta razón se opta por la implementación de una plantilla que ayude con la planificación de los materiales (MRP), disminuyendo así los despilfarros que se tienen por la cantidad producida pero que no se entrega en tiempo, aumentando la productividad.

3) Analizar las causas del problema bajo análisis

Para desarrollar una solución para esta problemática, es necesario analizar primeramente todo el proceso de la cafetería, así como encontrar las causas raíz para determinar la manera de atacarlas de acuerdo con la metodología del ciclo PHVA.

A continuación, en la fig. 3 se muestra el proceso que se lleva a cabo en la cafetería JOSSYOS para hacer los pedidos de material a proveedores.

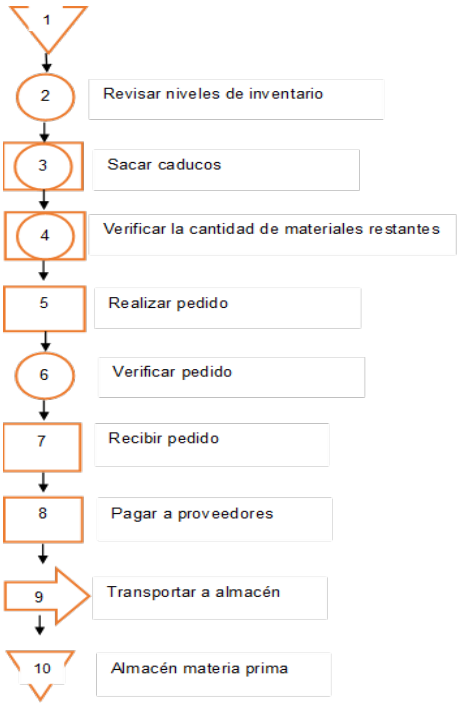


Fig. 3 Diagrama de flujo del proceso de pedido a proveedores

A. Costo por pedidos fuera de tiempo a proveedores

En el gráfico siguiente se muestra un ejemplo los diagramas Pareto utilizados en la metodología, en el que se muestra la materia prima que genera un mayor costo por realizar el pedido fuera de tiempo a proveedores, considerando que estos cobran un costo extra por cada unidad pedida para sándwich, hot-cake y hot-dog como se muestra en la fig.4.

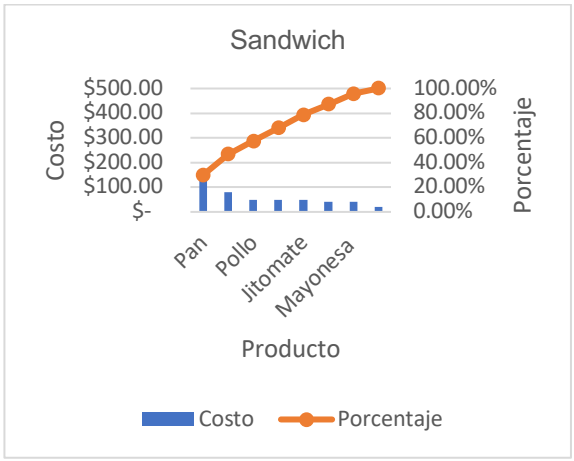


Fig. 4 Costo por pedido fuera de tiempo a proveedores de sándwich

4) Desarrollar un plan de acción

Para atacar la problemática plasmada anteriormente, se desarrollan plantillas en Excel donde se realiza la planeación de los requisitos de los materiales por semanas donde se puedan predecir la cantidad de materia prima necesarios para la producción de dicha

semana. Se realiza una plantilla para cada uno de los productos que se elaboran, sándwich, hot-dog y hot-cake.

Tabla 1 Plantilla MRP

Sándwich						
			1	2	3	4
Requerimientos brutos			529	513	526	548
Inventario						
Recepciones planeadas						
Necesidades netas			529	513	526	548
Liberación de producto			529	513	526	548
Pan						
			1	2	3	4
Requerimientos brutos			1058	1026	1052	1096
Inventario	10			12	14	38
Recepciones planeadas			440			
Necesidades netas			608	1014	1038	1058
Liberación de producto		620	1000	1000	1200	
Paquetes	31	50	50	60	0	

IV. RESULTADOS

Implementar el plan

El plan desarrollado del MRP se lleva a la implementación y se pone a prueba durante un mes de manera que se pueda analizar el cambio y la funcionalidad de la plantilla en el negocio al generar un pronóstico de las cantidades de cada ingrediente para la demanda de los productos.

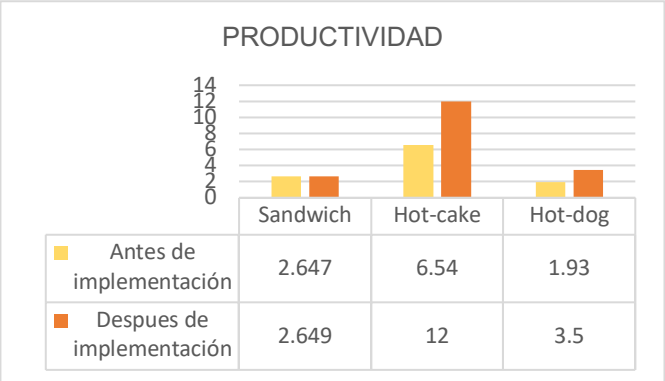


Fig. 5 Comparación de productividad.

En la gráfica anterior se puede observar la productividad de los tres productos que se elaboran en la cafetería JOSSYOS la cual se muestra una productividad global en la que por cada $1 peso invertido se tiene una ganancia de 1.647 para el caso del sándwich, en el caso de hoy-cake una ganancia de 5.54, así como para el hot-dog donde se tiene una ganancia de .93 centavos en los cuatro meses anteriores a la implementación del MRP que abarcan los meses de enero, febrero, marzo y abril. La productividad global en a que por cada $1 invertido, se obtiene una ganancia de .009 para el sándwich, un incremento del 11 para el caso de hot-cake y un incremento de 2.5 para el hot-dog al incrementarse las entregas a tiempo de acuerdo a la producción realizada en cada uno de los cuatro meses posteriores.

Entendiendo así que la hipótesis planteada de que la productividad aumenta con un mayor control de los materiales se cumple con un aumento de las entregas a tiempo.

V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Evaluar los resultados

Durante el desarrollo de las diferentes etapas de la metodología, surgieron ciertos contratiempos. Ya que en un principio se desarrolló una plantilla para el MRP de la cual surgieron muchas dudas sobre su uso y llenado de la misma, así como no se obtenían resultados de esta. Para lo cual se decide hacer una nueva plantilla completamente diferente e implementarla, de la cual el resultado fue muy diferente.

Para el correcto uso de la plantilla, se hace uso de un manual en el cual se especifican todas las operaciones, celdas, así como términos de los cuales se pudieran tener dudas.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con la implementación del MRP se logra un aumento de la productividad en la microempresa JOSSYOS como efecto al incremento de las entregas a tiempo sobre la producción al disminuir los despilfarros durante el periodo de implantación de la plantilla gracias al control de materiales que aumenta al tener la base de dato para el registro de inventario.

Estandarizar los cambios para mantener lo logrado

De manera que los cambios que se han realizado sigan con el mismo ritmo de éxito, se realiza una revisión periódica en el lapso de un mes, corroborando así que sigue en uso el MRP.

VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco a la institución ITESA por darme la oportunidad de tener esta experiencia al desarrollar esta investigación logrando así ampliar mis conocimientos y ponerlos en práctica. De la misma manera que agradezco a mi asesora por la paciencia, dedicación y los conocimientos que encaminaron el desarrollo del presente artículo.

REFERENCIAS

[1] E. Smith, K. (2012). El concepto e importancia de la productividad. En K. B. Zandin, *MAYNARD. MANUAL DEL INGENIERO INDUSTRIAL* (págs. 2.3-2.7). Mèxico : Mc Graw Hill.

[2] *Mèxico emprende*. (2019). Obtenido de www.mexicoemprende.org.mx

[3] Muños Negrón, D. F. (2009). *Administracion de operaciones. Enfoque de administración de procesos de negocios.* Mèxico: CENGAGE Learning.

[4] Prokopenko, J. (1989). *La gestion de la productividad.* Ginebra: Copyright.

[5] *Secretaria de economia* . (s.f.). Obtenido de Mèxico emprende: www.2006-2012.economia.gob.mx

MRP como herramienta para el aumento de la productividad en micro negocios (B)

Brenda Guadalupe Gutiérrez Figueroa
Instituto Tecnológico Superior de Abasolo
Blvd. Cuitzeo de los Naranjos #401
C.P. 36970, Abasolo, Gto.
brenda.gtzfigueroa@gmail.com

Asesora:
M.L.C.S Fátima Inés Ortiz Rodríguez
Instituto Tecnológico Superior de Abasolo
Blvd. Cuitzeo de los Naranjos #401
C.P. 36970, Abasolo, Gto.
fatima.ortiz@tecabasolo.edu.mx

Resumen — Mediante este presente documento se realiza en JOSSYOS un micro negocio ubicado en Av. Padre Hidalgo en Santa Ana donde se tiene una problemática de entrega fuera de tiempo de los pedidos. Se dedica a la elaboración y entrega de alimentos (sándwich, hot cake y hot dogs). El procedimiento que se utiliza es mediante el método de mejora continua total como base, realizando los pasos del ciclo PDCA; identificando el problema principal y adquiriendo las causas principales que lo provocan, obteniendo así una herramienta fácil y entendible; en una plantilla en Excel para tener mayor control de su planeación de los requerimientos de los materiales

Palabras clave — MRP, pedidos, productividad.

Abstract — Through this document, a micro business located in Av. Padre Hidalgo en Santa Ana where there is a problem of delivery out of order time. It is dedicated to the preparation and delivery of food (sandwich, hot cake and hot dogs). The procedure used is through the method of continuous improvement as a basis, performing the steps of the PDCA cycle: identifying the main problem and acquiring the main causes that cause it, thus obtaining an easy and understandable tools; in a template in excel to have greater control of your planning of the requirements of the materials.

Keywords — MRP, orders, productivity

I. INTRODUCCIÓN

Tener una planeación y un control en una empresa es un gran beneficio para tener un orden y un acceso rápido de la información que se requiere en el momento que se pide. Un MRP es la planeación de requerimientos de materiales, en donde se usa para tener al alcance todo el material que participa en la transformación del producto o servicio sin tener una pérdida de tiempo para brindar el servicio a tiempo, es por ello que el enfoque primordial de esta investigación es aumentar la productividad de las entregas y pedidos del micro negocio JOSSYOS, tomando en cuenta que los trabajadores entiendan la manera de realizar y utilizar el MRP que se crea como herramienta de apoyo para tener un control del inventario obteniendo así el aumento de productividad que se desea, que es si se cumple el aumento de la productividad de los pedidos mediante la herramienta.

II. MARCO TEÓRICO

A. Productividad

Un aumento en la productividad implica que se puede producir más con lo mismo. En términos económicos, la productividad es todo crecimiento en producción que no se explica por aumentos en trabajo, capital o en cualquier otro insumo intermedio utilizado para producir [1].

III. METODOLOGÍA

La experiencia indica que resulta de gran utilidad al comienzo, establecer un método con pocas variantes de aplicación, que determine una secuencia de utilización de las herramientas básicas. Está probado que este método es útil para diagnosticar adecuadamente problemas crónicos en áreas industriales y de soporte independientemente de sus características específicas. Cuenta con varios pasos donde son más específicos que son: la selección del tema, definición del problema, diagrama de flujo, torbellino de ideas, diagrama causa-efecto, ponderación de causas. Diagrama de Pareto, plan de acción, implementación y evaluación de los resultados [2].

Implementación del ciclo: El algoritmo para realizar el proceso de cifrado es el siguiente:

1. MRP como herramienta para el aumento de la productividad en micro negocios.
2. Problemática: La entrega fuera de tiempo de los pedidos

   Objetivos:

   Aumentar la productividad de las entregas o pedidos.

   Realizar la herramienta de una forma entendible y practica para el personal involucrado en los micros negocios.
3. Diagrama de flujo: para el proceso de realización de compra.

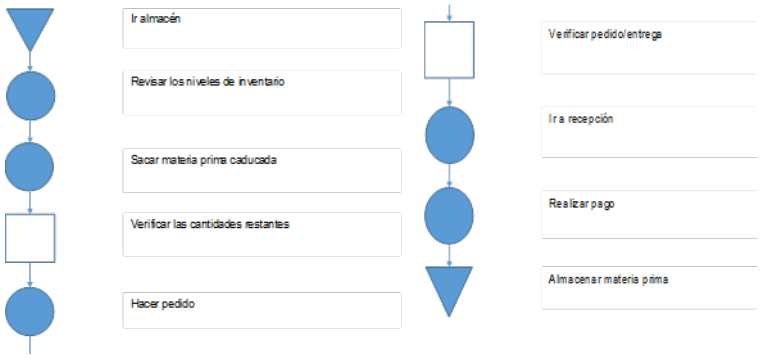


Fig. 1. Diagrama de flujo de la empresa JOSSYOS

4. Lluvia de ideas: son todas las ideas por las cuales se puede relacionar y llegar a la causa principal del problema.

   a) Falta de control de materia prima
5. Diagrama de causa y efecto, para identificar la causa raíz del problema a solucionar: mediante esta herramienta se encuentra que la causa principal es efectivamente la falta de control de la materia prima, esto quiere decir que se tiene que analizar desde que se introduce los materiales para llevar un registro de lo necesario.
6. Ponderación de causas: por medio de la ponderación se identifica la causa raíz a grandes rasgos, que muestra que fue la parte de los materiales que no se tiene un control del inventario adecuado.

	Mano de obra			Material				Máquina					
CAUSAS / NOMBRE	No hay personal adecuado	No tiene capacitación	No hay suficiente conocimiento en programas	Todo se realiza mentalmente	No se tiene un control de inventario	No se realizan los pedidos a tiempo	No se tiene la cantidad	No hacen uso de tecnologías	No tienen conocimiento adecuado	Confían más en procesos mentales	No tienen un software	No tienen capacitación	No tienen capacitación
Fátima Inés Ortiz Rodríguez	1	3	2	1	3	2		3		1		2	3
Brenda Guadalupe Gutiérrez Figueroa	1	3	2		3	2	2	2			3	1	2
Luz Miriam Larios Acosta	1	2	2	2	3	2			3	2	3		2
Operador 1	1	2	3	3	3	1		3		1		2	2
Operador 2	1	3	2	3	2	2		3	2	1			1
TOTAL	5	13	11	9	14	9	2	11	5	5	6	5	10

Fig. 2. Ponderación de causas del problema

Como se o se puede observar la causa principal es que no se tiene un control de inventario, es por ello que se realiza un diagrama de Pareto para ver el costo que provoca cada unidad caduca, de materia prima no disponible y el costo del proveedor, calculado mediante su frecuencia de cada ingrediente utilizado en cada producto. Un ejemplo de ellos es la figura 3 que se muestra a continuación.

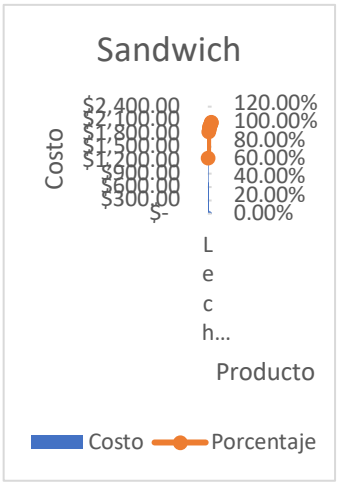


Fig. 3. Costo por unidad caduca

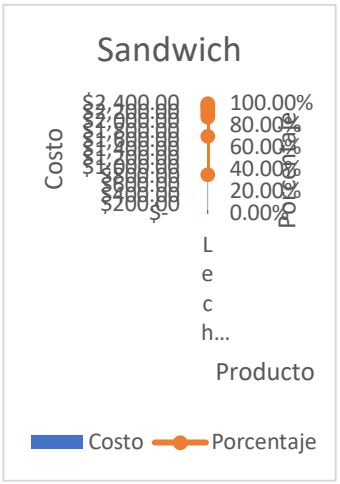


Fig. 4. Costo por M.P no disponible

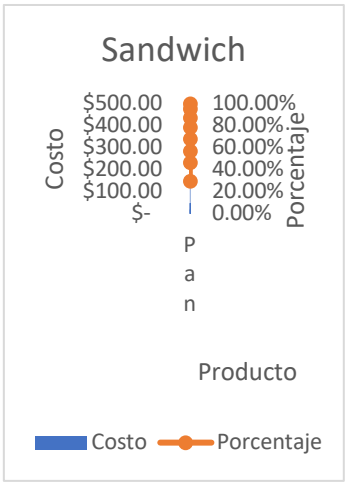
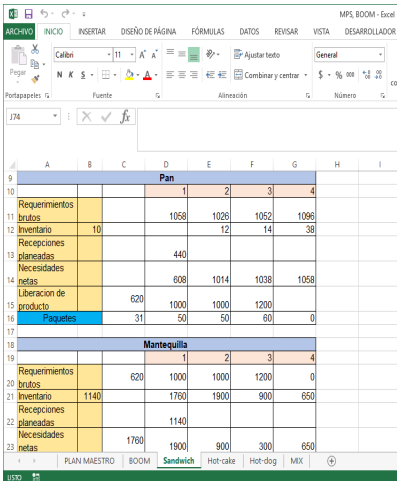


Fig. 5. Costo por pedido fuera de tiempo

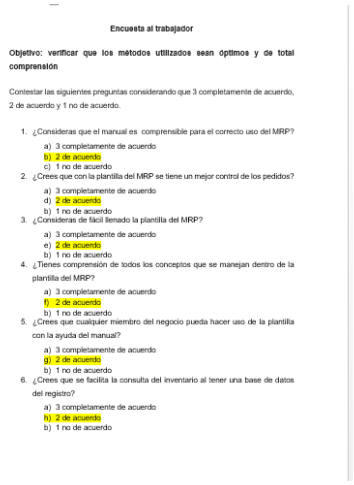
7. Plan de acción: a continuación, se muestra la captura del MRP (véase en la fig.6.) realizado para un mejor control de sus pedidos, entregas a tiempo y así obtener el aumento de productividad. Se implementó el cuestionario a los trabajadores para analizar y verificar que es entendible la plantilla del MRP (véase en la fig. 7.) incorporando también un manual de uso para mayor comprensión.



			Pan				
				1	2	3	4
Requerimientos brutos			1058	1026	1052	1096	
Inventario	10			12	14	38	
Recepciones planeadas			440				
Necesidades netas			608	1014	1038	1058	
Liberacion de producto		620	1000	1000	1200		
Paquetes		31	50	50	60	0	
			Mantequilla				
			1	2	3	4	
Requerimientos brutos		620	1000	1000	1200	0	
Inventario	1140		1760	1900	900	650	
Recepciones planeadas			1140				
Necesidades netas		1760	1900	900	300	650	

PLAN MAESTRO | BOOM | Sandwich | Hot-cake | Hot-dog | MIX

Fig. 6. Plantilla del MRP



Encuesta al trabajador

Objetivo: verificar que los métodos utilizados sean óptimos y de total comprensión

Contestar las siguientes preguntas considerando que 3 completamente de acuerdo, 2 de acuerdo y 1 no de acuerdo.

1. ¿Consideras que el manual es comprensible para el correcto uso del MRP?
   a) 3 completamente de acuerdo
   b) 2 de acuerdo
   c) 1 no de acuerdo
2. ¿Crees que con la plantilla del MRP se tiene un mejor control de los pedidos?
   a) 3 completamente de acuerdo
   d) 2 de acuerdo
   b) 1 no de acuerdo
3. ¿Consideras de fácil llenado la plantilla del MRP?
   a) 3 completamente de acuerdo
   e) 2 de acuerdo
   b) 1 no de acuerdo
4. ¿Tienes comprensión de todos los conceptos que se manejan dentro de la plantilla del MRP?
   a) 3 completamente de acuerdo
   f) 2 de acuerdo
   b) 1 no de acuerdo
5. ¿Crees que cualquier miembro del negocio pueda hacer uso de la plantilla con la ayuda del manual?
   a) 3 completamente de acuerdo
   g) 2 de acuerdo
   b) 1 no de acuerdo
6. ¿Crees que se facilita la consulta del inventario al tener una base de datos del registro?
   a) 3 completamente de acuerdo
   h) 2 de acuerdo
   b) 1 no de acuerdo

Fig. 7. Cuestionario al trabajador

IV. RESULTADOS

Para la comprobación de que se aumentó la productividad en la empresa, se aplicó la fórmula para calcular la productividad global, mediante un pronóstico de los datos anteriores y los nuevos mostrando como ello la siguiente figura.

producccion (promedio)		Productos	entregas a tiempo		multiplicación de lo restante multiplicado por la suma de los	Productividad global (4meses
525.5	$28,902.50	sandwich	9983.702117	480.5	611.1984936	$2.65
444.75	$13,342.50	ht-cake	1935.963654	422.25	105.4521351	$6.54
276	$8,280.00	hot-dog	3708.886867	236	361.4593133	$2.03

producccion (promedio)		Productos	entregas a tiempo		Productividad global (nueva)
525.25	$28,888.75	sandwich	10913.5058	525.25	$2.65
449.75	$13,492.50	ht-cake	2062.047729	449.75	$12.00
294.25	$8,827.50	hot-dog	4624.321867	294.25	$3.40

Fig. 8. Productividad global

Y el resultado de la comparación de su productividad fue la siguiente como se muestra a continuación en la siguiente figura 9.

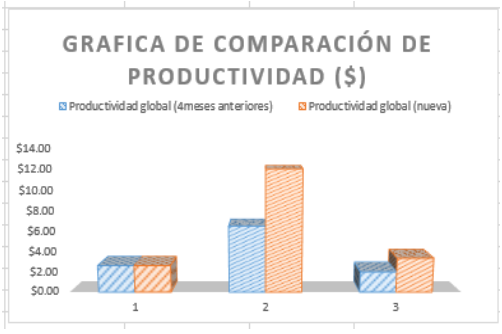


Fig. 9. Comparación de la productividad

V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Para esto, se implementó un manual de uso de la plantilla para que los trabajadores tuvieran mayor comprensión de ella. Y como se observa se generó más aumento de la productividad obteniendo por cada peso invertido una ganancia mayor que a la de los meses anteriores sin aplicar el MRP, por ende, se cumple la meta de que se aumente la productividad de la empresa JOSSYOS con la herramienta del MRP empleado.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Mediante el desarrollo de esta investigación, se logró cumplir los objetivos planeados desde un principio, dejando una grata experiencia personal del aprender a indagar de diferentes maneras, abriendo las habilidades que en ocasiones no se pueden ejercer, incrementando la práctica y adquiriendo nuevos conocimientos en experiencias de campo.

Se tuvo percances, pero no fue impedimento para no solucionar el problema principal implementando otras formas o técnicas para mayor entendimiento.

VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Primeramente, quiero agradecer a mi asesora M.L.C.S Fátima Inés Ortiz Rodríguez por su magnífico apoyo en la elaboración del proyecto, por brindarme puntos de vista para una óptima solución, enseñarme lo que en su momento fue olvidado y sobretodo su máxima paciencia y comprensión. Y a mi madre por su apoyo incondicional de realizar mi proyecto, de manera motivacional como monetariamente para poder acudir a las asesorías e investigaciones externas.

REFERENCIAS

[1] Fomento, H. (01 de Marzo de 2011). *Mejora continua.* Obtenido de http://mejoracontinua.blogspot.com/2011/03/como-aplicar-pdca-con-herramientas.html

[2] Galindo, M., & Ríos, V. (Agosto de 2015). *"Productividad" en Serie de Estudios Económicos.* Obtenido de https://scholar.harvard.edu/files/vrios/files/201508_mexicoproductivity.pdf

Obtención de látex híbridos de hule de guayule para diferentes aplicaciones

Nallely Escobedo Estrada
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de Ciencias Químicas,
Blvd. Venustiano Carranza S/N, Col. República Oriente, Saltillo, Coah., México, 25280
nescobedo@uadec.edu.mx

Asesora: María Esther Treviño Martínez
Centro de Investigación en Química Aplicada
Blvd. Enrique Reyna 140, Col. San José de los Cerritos, Saltillo, Coah., México, 25294
esther.trevino@ciqa.edu.mx

Resumen — Se utilizó la técnica de polimerización en miniemulsión para preparar látex con partículas híbridas de guayule con poliestireno (Guay/St), poli (metacrilato de metilo) (Guay/MMA), poli (acrilato de butilo) (Guay/BuA), poli (acrilato de 2-etilhexilo) (Guay/2-EHA y Mirceno (Guay/My). Los látex fueron coloidalmente estables durante la polimerización. A excepción del mirceno, la conversión del monómero fue cercana al 100%. El diámetro promedio de partícula (D_p) de los látex se determinó por dispersión de luz dinámica (DLS); mientras que la temperatura de transición vítrea (T_g) y el peso molecular del polímero, fueron determinados por calorimetría diferencial de barrido (DSC) por cromatografía de permeación en gel (GPC), respectivamente.

Palabras clave — Guayule, Látex híbrido, Polimerización en miniemulsión

Abstract — The miniemulsion polymerization technique was used for preparing latex with hybrid particles of guayule with polystyrene (Guay/St), poly(methyl methacrylate) (Guay/MMA), poly(butyl acrylate) (Guay/BuA), poly(2-ethylhexyl acrylate) (Guay/2-EHA and Myrcene (Guay/My). Latexes were colloidally stable during polymerization. With the exception of Myrcene, the monomer conversion was close to 100%. The mean particle diameter of the latexes (D_p) was determined by dynamic light scattering (DLS); while the glass transition temperature (T_g) and the molecular weight of the polymer were determined by differential scanning calorimetry (DSC) and by gel permeation chromatography (GPC), respectively.

Keywords — Guayule, Hybrid latex, Miniemulsion polymerization

I. INTRODUCCIÓN

El guayule (*Parthenium argentatum*) es un arbusto frondoso con pequeñas hojas cubiertas de una cera blanca que las protege de la sequía y un pabellón de diminutas flores sostenidas por tallos excepcionalmente largos. Es nativo de un área semiárida en la parte norte-centro de México y del sur de Texas.[1] El proceso agrícola de guayule consiste en plantar, permitir su crecimiento durante 2 a 3 años y, por último, cortar las ramas de la planta para obtener la biomasa de la que será extraída el hule.[2]

El hule de guayule tiene la ventaja de ser hipoalergénico, lo cual le permitiría sustituir al hule natural (Hevea látex) en múltiples aplicaciones médicas de alto valor agregado como como catéteres, tubos, condones, globos quirúrgicos y guantes.[3] Además de estas aplicaciones, el hule de guayule puede ser utilizado para la fabricación de materiales con otras aplicaciones como adhesivos, promotores de adhesión, recubrimientos y elastómeros termoplásticos.[4,5,6]

La mezcla de dos o más polímeros, para lograr un conjunto de propiedades intermedias, es una práctica ampliamente aceptada. El proceso de mezclado puede llevarse a cabo de dos formas: a) utilizando mezcladores mecánicos a una temperatura donde los polímeros se encuentran en estado fundido o, b) disolviendo los polímeros en solventes orgánicos que posteriormente deben ser evaporados. La polimerización en miniemulsión es una técnica que permite la obtención de mezclas de polímeros con un alto grado de homogeneidad y sin el problema relacionado con el uso de solventes orgánicos. Al final se obtiene una dispersión de partículas poliméricas en agua conocida como látex híbrido. La idea no se limita a la obtención de mezclas de polímeros, ya que también es posible preparar partículas que contengan otro tipo de materiales como fibras, partículas inorgánicas, aditivos, etc. [7]

Con base a lo anteriormente descrito, el objetivo del presente proyecto de investigación fue la obtención de látex híbridos de hule de guayule con polímeros de diferentes características en cuanto a sus propiedades térmicas (T_g). De esta manera, se tendría una mezcla de elastómeros cuando se polimerizó BuA, 2-EHA o My, o bien, un elastómero termoplástico cuando se polimerizó St y MMA.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Reactivos

Todos los reactivos utilizados se adquirieron de Sigma-Aldrich a excepción del hule de guayule que se extrajo de ramas de arbustos recolectados en zonas de Coahuila y Zacatecas. Para el caso del estireno (St), metacrilato de metilo (MMA), acrilato de butilo (BuA) y acrilato de 2-hetilhexilo (2-EHA), se les eliminó el inhibidor al pasarlos por una columna empacada con el removedor adecuado. Para el caso del mirceno (My), se utilizó una destilación a presión reducida para eliminar el inhibidor y oligómeros. Los monómeros purificados se guardaron protegidos de la luz a 4ºC. Como iniciador de la polimerización se utilizó peróxido de benzoilo (BPO), el cual fue recristalizado dos veces de metanol. Para estabilizar las miniemulsiones se utilizó el tensoactivo de tipo aniónico dodecilsulfato de sodio (SDS), el cual se usó tal como fue recibido. El agua fue desionizada en un equipo Milli-Q®. Durante la reacción se mantuvo un burbujeo con Ar de ultra alta pureza (grado UAP) de Infra. Para la preparación de las muestras que serían analizadas por cromatografía de permeación en gel (GPC) se utilizó THF grado HPLC.

B. Materiales y Equipos

Las polimerizaciones se efectuaron en un reactor de vidrio enchaquetado de 100 mL equipado con un sistema de reflujo. La agitación se llevó a cabo con propela de 4 álabes a 45º; controlada por un agitador IKA modelo RW 20 digital. La temperatura de la chaqueta fue controlada con un baño de recirculación PolyScience. Para preparar las miniemulsiones se utilizó un sonicador Qsonica. La determinación del tamaño de partícula (D_p) del látex se hizo por dispersión dinámica de luz (DLS) en un equipo Nanotrac Wave II Q. Una muestra de cada látex se liofilizó en un equipo Labconco Freeze Dry System/Freezone para obtener el polímero que sería caracterizado por DSC en un calorímetro diferencial de barrido modelo

Q-200 y por GPC en un equipo Agilent PL-GPC50 equipado con un detector de difracción de luz. El agua desionizada se obtuvo de un sistema de purificación de agua Milli-Q®.

C. Metodología

Todas las polimerizaciones se llevaron a cabo a 70 °C y una velocidad de agitación de 400 rpm. El guayule se disolvió en el monómero se pesaron en un vaso de precipitado que se puso sobre una parrilla de agitación magnética (a temperatura ambiente) hasta obtener una solución homogénea. Posteriormente, se añadió el BPO (al 1% en peso con respecto al monómero) y se continuó con la agitación hasta que el iniciador se hubiera disuelto. En otro vaso de precipitado se disolvió el SDS (al 2% en peso con respecto a la mezcla de guayule/monómero) en el agua. Para el caso del 2-EHA se estudió también el efecto de la concentración de guayule (5, 10 y 20 % en peso). La mezcla de la solución acuosa y la solución orgánica fue sonicada por 15 min, utilizando una energía de mezclado de alto corte con una potencia de 17,082 J en un equipo Qsonica para formar una miniemulsión; misma que se cargó al reactor y se llevó a la temperatura de reacción. La formulación se calculó para obtener látex con un contenido de sólidos del 30% en peso. Durante la reacción se mantuvo un flujo de argón para eliminar trazas de oxígeno que pudieran inhibir la polimerización. Asimismo, se tomaron muestras para determinar la conversión del monómero por gravimetría. Para determinar el D_p por DLS se tomó una gota de látex y se diluyó en 10 mL de agua. En cuanto a la preparación de las muestras para determinar el peso molecular por GPC, se prepararon soluciones de polímero en THF de 1 mg/ml y se pasaron por filtros de teflón de 0.45µ.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se graficaron las curvas de conversión contra tiempo para las polimerizaciones realizadas. El 2-EHA resultó ser el monómero con el cual las polimerizaciones procedieron más rápidamente y no se observó la formación de coágulos durante la polimerización. Por esta razón fue el monómero seleccionado para estudiar el efecto de la concentración de Guayule. Como puede observarse en las gráficas, podría decirse que el incremento en la concentración de guayule tuvo un efecto de retardación de la polimerización. El MMA también resultó ser un monómero muy reactivo y no ocasionó problemas de inestabilidad coloidal en el látex.

Para el caso de la curva de conversión del BuA pareciera que se quedó monómero sin reaccionar, ya que se alcanzó una conversión final de aprox. 90 %. Sin embargo, esto se debe a que el látex mostró cierta inestabilidad coloidal y se observó la formación de coágulos. Se repitió la polimerización en 3 ocasiones con los mismos resultados. Una vez que se consideró la cantidad de polímero que había salido de fase, se comprobó que el BuA también tuvo una conversión cercana al 100%.

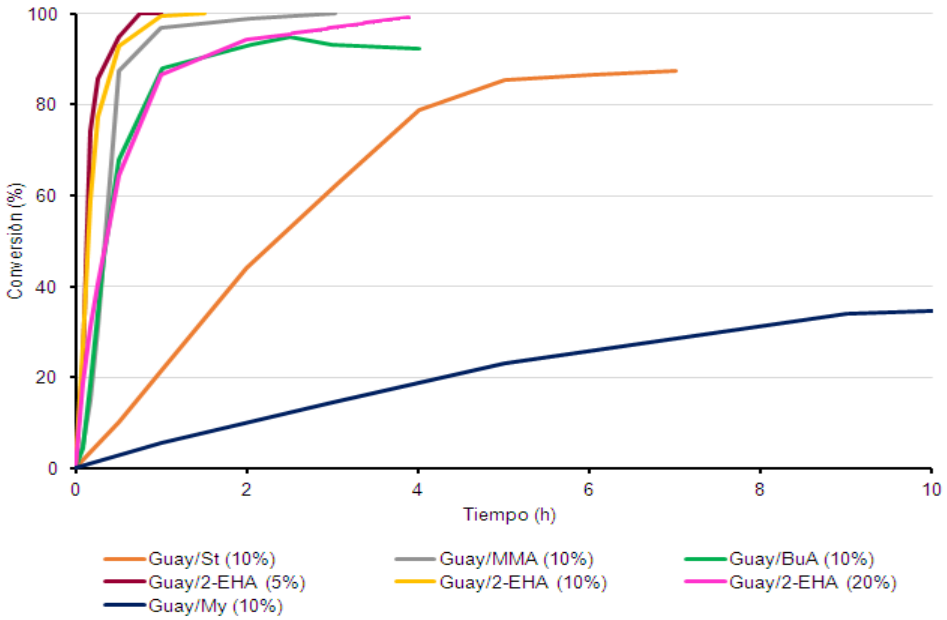


Figura 1. Curvas de conversión vs. tiempo para la polimerización en miniemulsión a 70ºC.

El St, presentó una conversión limitada, misma que ya se había observado en un estudio anterior.[8] El My presentó un problema de retardamiento aún mayor. Aún cuando en la gráfica sólo se comparan los resultados obtenidos en 10 h de reacción, Se permitió que la polimerización del My procediera por 48 h y no se alcanzó el 40 % de conversión.

En la Tabla 1 se presentan los resultados obtenidos en la caracterización de los productos obtenidos. El D_p se vió afectado por la polaridad del monómero, ya que el MMA produjo valores pequeños. Esto puede explicarse porque los grupos polares del monómero pueden contribuir con el surfactante a estabilizar una mayor área superficial. [9] En el caso del 2-EHA se observa que al incrementar la concentración de guayule se tuvo un incremento en el valor de D_p. De momento no se cuentan con elementos para explicar este resultado. Sin embargo, podría ayudar a explicar el retardamiento en la velocidad de polimerización. La formación de partículas de menor tamaño, a un mismo contenido de sólidos, indica la formación de un mayor número de partículas y, en consecuencia, al incremento en el número de sitios donde se lleva a cabo la polimerización.

Un análisis de los pesos moleculares indica que hay un marcado efecto del tipo de monómero. En realidad, se podría decir que la polimerización procedió de acuerdo a las propiedades de cada monómero, donde las constantes de propagación, de terminación y de transferencia son las que determinan el peso molecular. En la Figura 2 se muestran los cromatogramas de GPC obtenidos para el polímero al final de cada polimerización. Los pesos moleculares son relativos a una curva de calibración de estándares de PS. En general, se trata de distribuciones estrechas, a excepción del caso del My, el cual es conocido porque tiene un alta constante de transferencia.

Tabla 1. Resultados de la caracterización de los látex y polímeros obtenidos.

Polímero	Guayule (%)	DLS	GPC			DSC	
		D_p (nm)	Mn (gmol)	Mw (gmol)	ID	T_g1 (ºC)	T_g2 (ºC)
Guayule	100	N.D.	27,360	243,764	8.9	- 59.87	--
Guay/St	10	175.4	68,519	222,548	3.2	- 78.79	101.46
Guay/MMA	10	102.9	1,717,949	2,725,727	1.6	- 79.22	127.87
Guay/2-EHA	5	95.0	508,277	819,796	1.6	N.D.	N.D.
	10	120.9	306,889	490,007	1.6	- 63.91	--
	20	156.5	458,439	634,073	1.4	N.D.	N.D.
Guay/BuA	10	162.6	452,944	864,255	1.9	- 46.98	- 21.16
Guay/My	10	175.5	8,136	46,311	5.7	- 59.83	- 2.08

N.D. No determinado

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se logró la preparación de látex híbridos de guayule al llevar a cabo la polimerización en miniemulsión de diferentes tipos de monómeros. Se observó un efecto del tipo de monómero sobre la velocidad de polimerización y el tamaño de las partículas. Los valores de T_g, así como la distribución de los pesos moleculares, sugieren que se presentó algún tipo de reacción entre las moléculas de guayule y las unidades de monómero. Sin embargo, esto es algo que requiere de una investigación más exhaustiva.

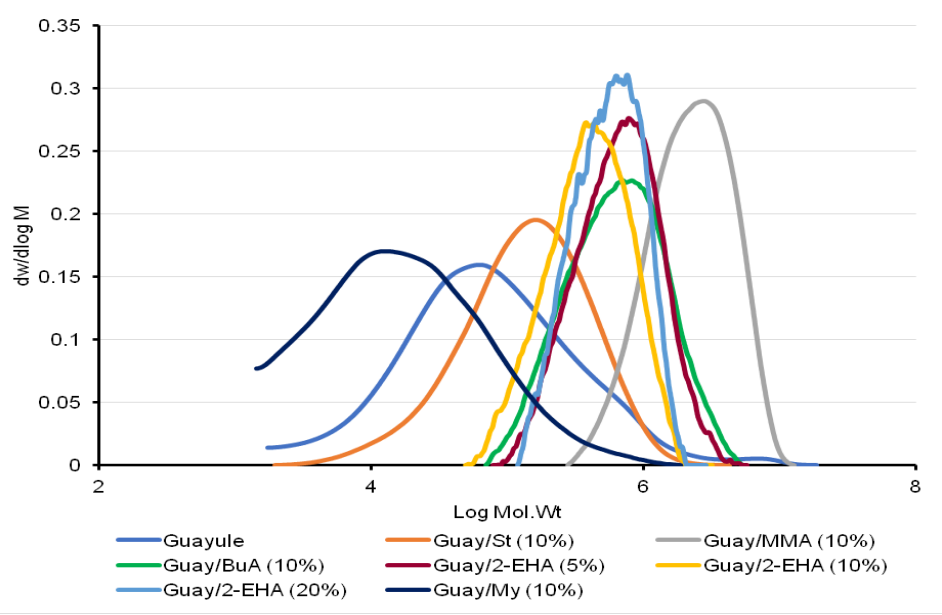


Figura 2. Cromatogramas de GPS para los polímeros obtenidos.

V. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Centro de Investigación en Química Aplicada por facilitar los materiales, equipos e instalaciones para el desarrollo del proyecto. También agradecen a Rosario Rangel por el apoyo en la evaluación de las propiedades térmicas de los polímeros obtenidos.

REFERENCIAS

[1] Página Conacyt (06 de agosto de 2019). El hule de guayule, de la naturaleza a tu vida diaria. https://centrosconacyt.mx/objeto/huledeguayule/#lainfografia

[2] K. Soratana, D. Rasutis, H. Azarabadi, P. L. Eranki, y A. E. Landis, “Guayule as an alternative source of natural rubber: A comparative life cycle assessment with Hevea and synthetic rubber”, *J. Clean. Prod.*, vol. 159, pp. 271–280, ago. 2017.

[3] M. D. Foster y S. F. Thames, “Chlorinated maleinized guayule rubber as an adhesion promoter for polypropylene”, *J. Coat. Technol.*, vol. 71, núm. 2, pp. 91–99, Feb. 1999.

[4] S.F. Thames y K. Kaleem, ‘‘Guayule resin in amine-epoxy strippable coatings’’, *Bioresource Technology*, vol. 35, pp. 185-190, 1991.

[5] M.J. Pascual-Villalobos y M.D. López, ‘‘New applications of guayule resin in controlled release formulations’’, *Industrial Crops and products,* vol. 43, pp.44-49, May 2013.

[6] R. W. Gumbs, ‘’Guayule Resin Multipolymer’’, U.S. Patent 2009/0099309, April 16, 2009

[7] Van Herk, A. M., Chap. 1 in Hybrid Latex Particles: Preparation with (Mini)emulsion Polymerization**, Ed.** Alex M. van Herk, Katharina Landfester**,** Springer, Germany, 2010

[8] M.E. Moreno Valencia, B.E. Reyes Vielma y M.E. Treviño Martínez, ‘‘Obtención de látex híbridos de hule de guayule para diferentes aplicaciones’’. *Memorias del 20° Verano de la Ciencias de la región Centro, Vol. Ciencias Naturales y Exactas*, Saltillo, Coah. junio-agosto 2017.

[9] R. Ledezma, M. E. Trevino, L. E. Elizalde, L. A. Perez-Carrillo, E. Mendizabal, J. E. Puig, R. G. Lopez, ‘‘Semicontinuous heterophase polymerization under monomer starved conditions to prepare nanoparticles with narrow size distribution’’, *Journal of Polymer Science: Part A: Polymer Chemistry*, vol. 45, 1463-1473, 2007.

Obtención de nanofibras base polímero con agentes bioactivos para su potencial aplicación a la industria médica o cosmética

Fidela X. Báez Fernández
Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
Alvaro Obregón 64, Zona Centro. SLP, San Luis Potosí. México
fid.baez@gmail.com

Asesor: Mayeli Estrada Villegas
Centro de Investigación en Química Aplicada.
Enrique Reyna H. No. 140, San José de los Cerritos, 25294 Saltillo, Coah.
mayeli.estrada@ciqa.edu.mx

Resumen — Durante la investigación realizada se fabricaron micro y nanofibras de alcohol polivinílico (PVA) en combinación con Dextrina utilizando la técnica llamada electrospinning o electrohilado; las fibras obtenidas tienen una potencial aplicación como apósitos para tratamiento de heridas de la piel. Para la obtención de estas se hicieron soluciones 3 con un porcentaje del 10 (w/v)% y 6 soluciones al 20 (w/v)% usando dos tipos de PVA, ambas en agua destilada con agitación magnética con una temperatura de 60°C aprox, para todas las soluciones se usaron diferentes proporciones de PVA-Dextrina (90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50 y una muestra testigo de PVA sin dextrina para comparar). Las fibras obtenidas se observaron en un microscopio óptico y también se observaron en un microscopio electrónico de barrido SEM para observar la morfología de las fibras obtenidas.

Palabras clave — Electrospinnig, Alcohol Polivinílico, Dextrina.

Abstract — During the investigation, polyvinyl alcohol (PVA) micro and nanofibers were manufactured in combination with Dextrin using the technique called electrospinning; The obtained fibers have a potential application as dressings for treatment of skin wounds. To obtain these, solutions were made with a percentage of 10 (w / v)% and 6 solutions at 20 (w / v)% using two types of PVA, both in distilled water with magnetic stirring at a temperature of 60 ° C approx., for all the solutions different proportions of PVA-Dextrin (90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50 and a control sample of PVA without dextrin were used to compare). The fibers obtained were observed in an optical microscope and were also observed in a scanning electron microscope, to observe the morphology of the fibers obtained.

Keywords — Electrospinning, Polyvinyl alcohol, Dextrin.

I. INTRODUCCIÓN

El electrospinning es actualmente la única técnica que permite la fabricación de fibras continuas con diámetros de hasta unos pocos nanómetros. El método puede aplicarse a polímeros sintéticos y naturales, aleaciones de polímeros y polímeros cargados con cromóforos, nanopartículas o agentes activos, así como a metales y cerámicos [1].

Un aparato común de electrohilado está compuesto por un suministrador de alto voltaje, una jeringa con una aguja metálica y un colector con conexión a tierra. En un procedimiento típico, las soluciones de polímeros se cargan en una jeringa y luego se aplica un alto voltaje (principalmente a nivel de kV) entre la aguja de la jeringa y el colector. A causa de los efectos de la fuerza del campo eléctrico y la tensión superficial, las gotas suspendidas en la punta de la aguja se alargan para formar una estructura cónica llamada cono de Taylor. Cuando la fuerza del campo eléctrico supera la tensión superficial, se forma un “chorro” estable en la punta de la aguja. Entonces el flujo formado durante la eyección se somete a un proceso de elongación continuo por repulsión electrostática para formar un hilo largo y delgado hasta que se deposita en un colector. También a causa de las fuerzas presentes, sucede la

evaporación del disolvente, y las fibras solidificadas con diámetro nanométrico se acumulan en la superficie del colector para formar una placa no tejida de nanofibras [2].

Las nanofibras sintetizadas por electrospinning pueden aplicarse ampliamente en biología para ingeniería de tejidos, máquinas biomoleculares, biosensores, nanoelectrónica, dispositivos magneto-electrónicos, sensores, baterías, condensadores y membranas. Especialmente, en los últimos años, las investigaciones sobre materiales derivados del electrospinning han aumentado significativamente [2].

El alcohol polivinílico (PVA) es un polímero sintético derivado del acetato de polivinilo que se obtiene mediante hidroxilación parcial o total. Se utiliza comúnmente en dispositivos médicos debido a sus características de baja adsorción de proteínas, biocompatibilidad, alta solubilidad en agua y resistencia química, además que es biodegradable. Algunos de los usos médicos más comunes del PVA son en lentes de contacto, gotas para los ojos, barreras de adhesión tisular y como cartílagos artificiales. Las mezclas de alcohol polivinílico (PVA) se han utilizado desde hace mucho tiempo con otros polímeros naturales debido a la capacidad del PVA para formar películas [3,4].

La dextrina es un polímero sacárido que tiene la misma fórmula general que el almidón, pero más pequeño y menos complejo. Este polisacárido se produce por hidrólisis parcial del almidón. La dextrina es un material ampliamente utilizado con una variedad de aplicaciones, desde adhesivos hasta la industria alimentaria y textil. Además, debido a su biocompatibilidad y degradabilidad, actualmente se utiliza materiales a base de almidón que tienen aplicaciones en un gran número de áreas como la medicina, la farmacia y la biología [5,6].

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Disolución de polímeros.

Para obtener nanofibras con el método de electrospinning es necesario tener el polímero del que deseamos obtener fibras en solución, para esta investigación se utilizaron dos tipos de Alcohol Polivinílico (PVA), hidrolizado al 99+% con un Mw de 89,000 – 98,000 el que llamamos $PVA_{(99)}$ y se usó uno hidrolizado al 87%, con un Mw 85,000 – 124,000, el cual llamamos $PVA_{(87)}$ y se utilizó Dextrina blanca de grado médico.

Con el $PVA_{(99)}$ se prepararon 4 soluciones de 10 mL al 20 (w/v)% de PVA/Dextrina con diferentes relaciones de concentración del PVA con Dextrina (90:10, 80:20, 70:30, 60:40 y 50:50) y también se realizó una solución control de 10 mL que solo contenía PVA; con el $PVA_{(87)}$ realizamos 3 soluciones de 10 mL al 10 (w/v)% con diferentes relaciones de PVA/Dextrina (90:10, 80:20 y 70:30). En viales de vidrio se colocaron 10 mL de agua destilada y una pastilla de agitación, y este vial se coloca en un cristalizador con agua sobre una placa de agitación y calentamiento, como se muestra en la figura 1.

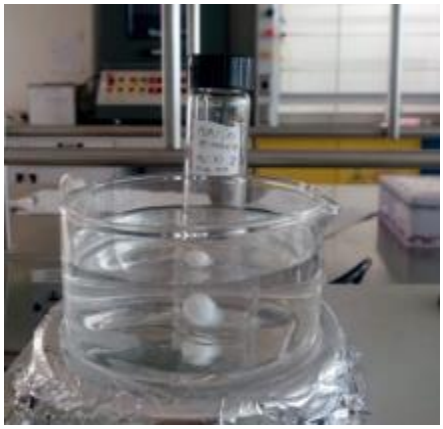


Figura 1. Sistema para sintetizar las soluciones de PVA/Dex

Con agitación vigorosa y a temperatura ambiente se agregó poco o poco el polvo de dextrina y cuando este se disolvió completa y homogéneamente en el agua destilada se elevó la temperatura y en el momento en que la temperatura se encontró entre 60 – 70°C se agregó lentamente el polvo de PVA esperando, es importante que la temperatura este en este rango pues como tiene una alta hidrolización necesita más temperatura para disolverse correctamente. Ya con todo el soluto agregado continuamos con la agitación vigorosa y se mantuvo la temperatura antes mencionada, al final se obtuvieron disoluciones con una viscosidad media, incoloros y totalmente homogéneos.

B. Electrohilado de polímeros en solución

Para realizar el electrohilado, se utilizó un equipo inovenso NS24 NanoSpinner electrospinning device (figura 2a); para comenzar forra el colector con papel aluminio y se colocaron 6 mL de la solución en una jeringa BD de 10 mL, esta se ubica en el sistema de bombeo y se conecta a una manguera, esta a su vez se conecta con spare parts a una aguja de tamaño 22G (figura 2b).

a)

b)

Figura 2. a) Sistema de Electrospinnig. b) Spare Parts usadas para armar el sistema.

Tabla 1. Condiciones de trabajo en Electrospinnig

Temperatura (T)	**38°C**
Humedad relativa (H_R)	45%
Flujo	0.5 mL/hora
Distancia	15 cm
Voltaje	25 kV
rpm	200
Movimiento Horizontal	5

Con todo el sistema armado y se realizaron purgas para evitar que tenga aire dentro de la manguera y se procedió a configurar las condiciones con las que se va a trabajar, en este caso estas soluciones ya estaban optimizadas para obtener las nanofibras sin defectos, por lo que ya contábamos con la información (tabla 1). En caso de no tener esta información se deben realizar pruebas en donde partimos de ciertas condiciones y se van modificando para obtener los mejores resultados.

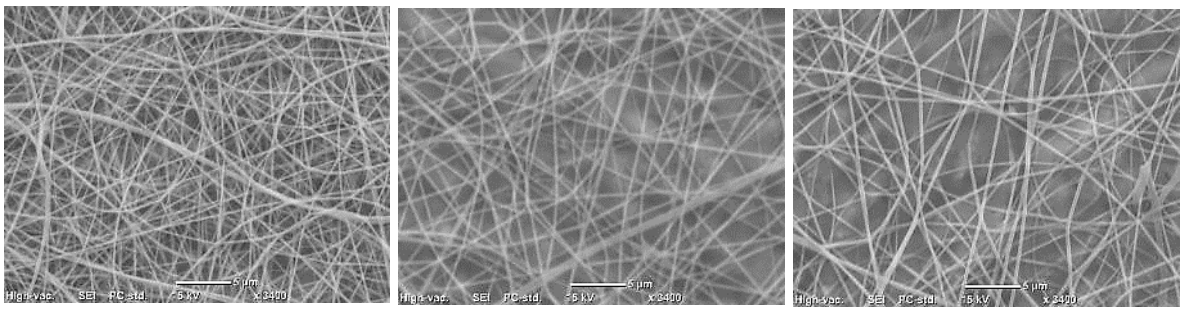
Cuando ya se hayan definido las condiciones de trabajo y esté funcionando todo el equipo de dejó hilar el suficiente tiempo para que se hayan consumido aproximadamente 3.5 mL de la solución sin contar la que se gastó durante las purgas realizadas, durante este tiempo es importante estar vigilando que la aguja no se observe ligeramente el cono de Taylor, pues esta es señal de que esta hilando, si no se alcanza a visualizar significa que esta tapado el sistema entonces se debe limpiar y continuar con el hilado.

Al terminar el tiempo, con cuidado se desprendió el papel aluminio donde se colectaron las nanofibras, se almacena cuidadosamente procurando no dañar la capa de nanofibras obtenidas y se etiquetó para su después caracterización.

C. Caracterización de las nanofibras

Para la investigación realizada solo se realizaron dos tipos de caracterización, a las nanofibras producidas usando el $PVA_{(87)}$ se les observo con ayuda de un microscopio electrónico de barrido (SEM).

Las nanofibras obtenidas con el $PVA_{(99)}$ solo se observaron con ayuda de un microscopio óptico; usando cinta adhesiva transparente se extrajo una pequeña parte de la capa de nanofibras, se colocó sobre un portaobjetos y se observó en el microscopio.



a) b) c)

Figura 3. Nanofibras obtenidas con $PVA_{(87)}$/Dextrina observadas en un microscopio electrónico de barrido.

III. RESULTADOS

En total, se obtuvieron 9 mallas de nanofibras todas de un color blanco opaco, 3 de ellas fueron realizadas con el PVA 87% hidrolizado y 6 con el PVA 99% hidrolizado. A simple vista todas tienen un aspecto igual y no se nota diferencia en su morfologia.

Como se mencionó anteriormente, se realizó un análisis de las muestras que obtuvimos usando PVA(87) en el microscopio electrónico de barrido, y las imágenes obtenidas se pueden observar en la figura 3. Las imágenes obtenidas observando las muestras de las nanofibras producidas usando el $PVA_{(99)}$ en el microscopio optico con un lente de 40x se pueden observar en la figura 4.

IV. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Al obtener las imágenes de las nanofibras observadas con el microscopio óptico realizamos un análisis en el tamaño del diámetro de las fibras y obtuvimos 3 histogramas figura 5 con una distribución normal mostrando que los tamaños en promedio en las fibras obtenidas con PVA 87% hidrolizado son, con una relación 90:10 y 70:30 tienen una distribución de tamaño entre 200 y 300 nm. Pero las nanofibras hechas con una relación 80:20 tienen una distribución de tamaño entre 300 y 400 nm.

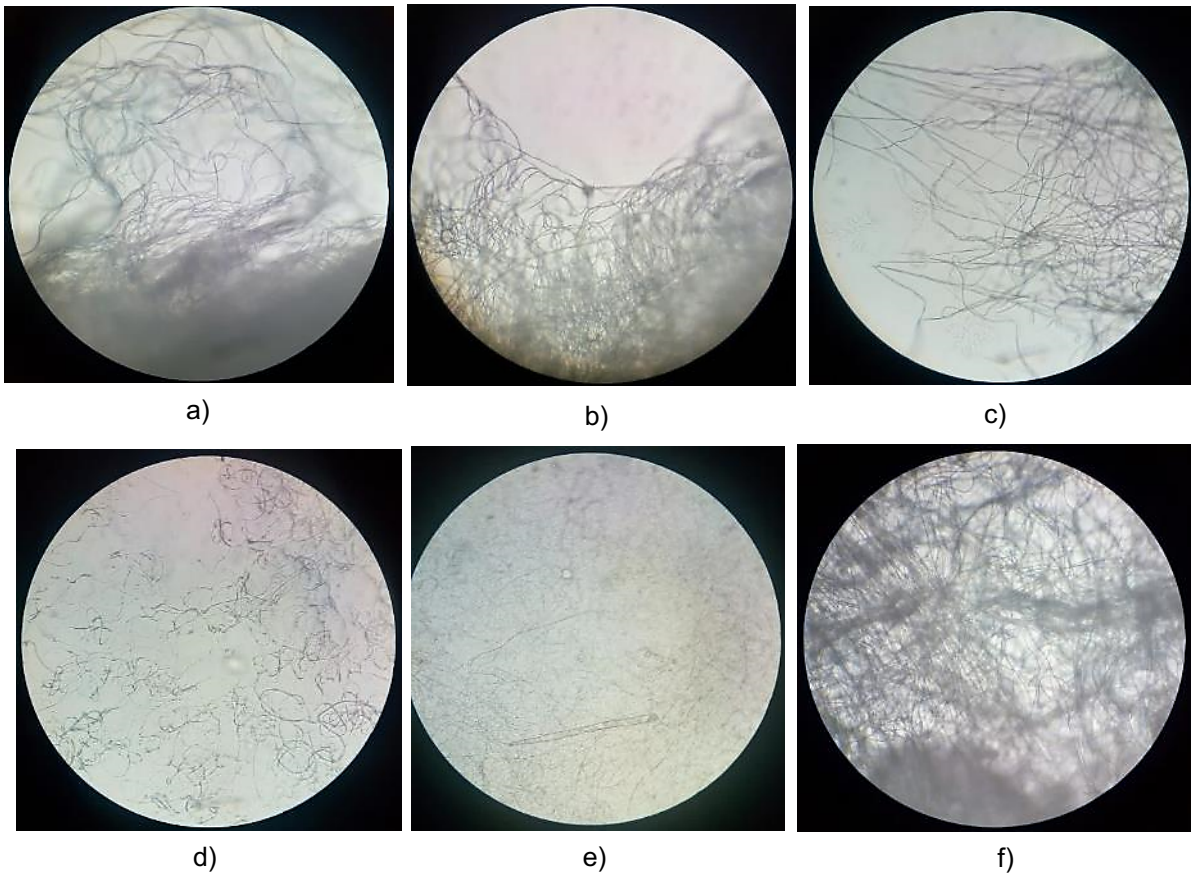
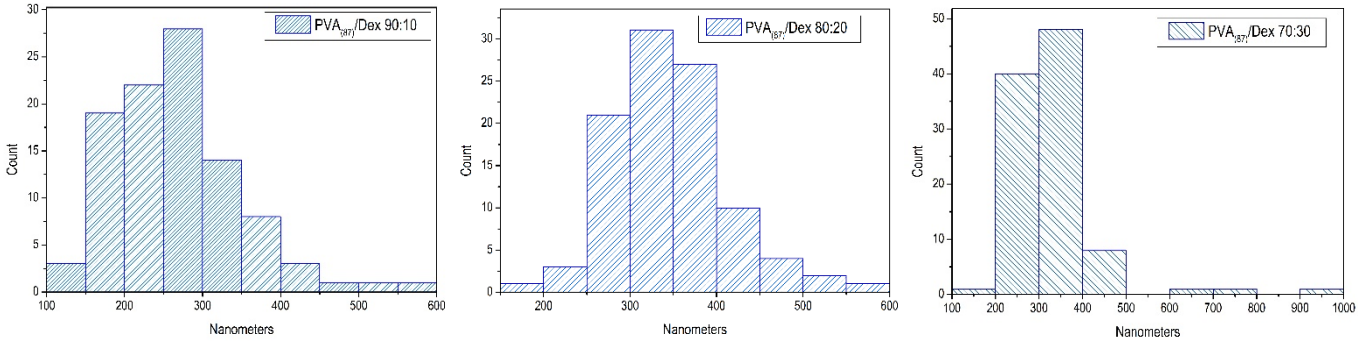


Figura 4. Nanofibras obtenidas con $PVA_{(99)}$/Dextrina observadas en un microscopio óptico con un lente 40x. a) $PVA_{(99)}$/Dex 90:10 b) $PVA_{(99)}$/Dex 80:20 c) $PVA_{(99)}$/Dex 70:30 d) $PVA_{(99)}$/Dex 60:40 e) $PVA_{(99)}$/Dex 50:50 f) CONTROL solo $PVA_{(99)}$.



a) b) c)

Figura 5. Histogramas obtenidos al analizar las imágenes de SEM de a) $PVA_{(87)}$/Dex 90:10 b) $PVA_{(87)}$/Dex 80:20 c) $PVA_{(87)}$/Dex 70:30.

En la figura 3 podemos observar que las nanofibras obtenidas con el $PVA_{(87)}$ son homogéneas todas aproximadamente del mismo tamaño y se presentan sin defectos a excepción de un defecto grande en la parte inferior derecha de la muestra con relación 70:30.

En las imágenes obtenidas con el microscopio óptico (figura 4) no se puede apreciar mucha diferencia en las fibras obtenidas con las relaciones 90:10, 80:20 y 70:30, pero en las relaciones 60:40 y 50:50 se pueden observar fibras muy delgadas y muy cortas por lo que asumimos que la dextrina presente, como ya está en mayores cantidades hace que no se formen fibras de calidad.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como se mencionó antes, mientras la cantidad de dextrina aumenta en la solución, la calidad de las fibras disminuye eso asumimos que es debido a que la dextrina no es enteramente un polímero, pues no posee una cadena larga de hidrocarburos y por lo tanto no puede electro hilarse como un polímero normal; asumimos entonces que mientras mas dextrina este presente en la solución se forma un electrospray, por lo que no es lo que necesitamos para nuestro proyecto.

En trabajo a futuro se deberán realizar pruebas de citotoxicidad y también algunas pruebas mecánicas y de hinchamientos para conocer la calidad de la malla producida.

VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y al CONACyT por el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

También agradezco a la Dra. Mayeli Estrada Villegas por la atención prestada durante la estancia y al Centro de Investigación en Química Aplicada por recibirme y permitirme el uso del laboratorio para la realización de este proyecto.

REFERENCIAS

[1] A. Greiner and J. H. Wendorff, *Electrospinning: A Fascinating Method for the Preparation of Ultrathin Fibers.* Angew. Chem. Int. Ed. 2007, 46, 5670 – 5703

[2] Qin Liu, Jinghui Zhu, Liwen Zhang, Yejun Qiu, *Recent advances in energy materials by electrospinning.* Renewable and Sustainable Energy Reviews

[3] Kunal Pal, Ajit K. Banthia, and Dipak K. Majumdar, *Preparation and Characterization of Polyvinyl Alcohol–Gelatin Hydrogel Membranes for Biomedical Applications.* AAPS PharmSciTech 2007; 8 (1) Article 21

[4] Baker MI, Walsh SP, Schwartz Z, Boyan BD. 2012. *A review of polyvinyl alcohol and its uses in cartilage and orthopedic applications*. J Biomed Mater Res Part B 2012.

[5] Joana Carvalho, Catarina Gonc¸alves, Ana M. Gil, Francisco M. Gama, *Production and characterization of a new dextrin-based hydrogel.* European Polymer Journal 43 (2007) 3050–3059

[6] Dina M. Silva, Cláudia Nunes, Isabel Pereira, Ana S.P. Moreira, Maria Rosário M. Domingues, Manuel A. Coimbra, Francisco M. Gama, *Structural analysis of dextrins and characterization of dextrin-based biomedical hydrogels.* Carbohydrate Polymers 114 (2014) 458–466

Obtención hidrotermal de materiales microporosos de la familia de los Zeotipos de Poro Medio

Deyanira Anai Lara Zamora
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Departamento de Ingeniería en Materiales
Carretera Irapuato-Silao Km. 12.5, El Copal,
Irapuato, Guanajuato. C. P. 36821
IS16111616@es.itesi.edu.mx

Asesor: Gabriel Herrera-Pérez
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Departamento de Ingeniería en Materiales
Carretera Irapuato-Silao Km. 12.5, El Copal,
Irapuato, Guanajuato. C. P. 36821
gaherrera@itesi.edu.mx

Resumen — Los materiales zeotipos cerámicos avanzados microporosos, presentan características de gran interés para el área de catálisis heterogénea, como el tamaño de poro y propiedades superficiales por mencionar algunas. Los zeotipos que se analizaran en este proyecto son los tamices moleculares del tipo de los aluminofosfatos (AlPO's) y metaluminofosfatos (ZAPO's). Los tamices que se pretende sintetizar son: $AlPO_4$-5(AFI), $AlPO_4$-31(ATO), $AlPO_4$-11(AEL) y $AlPO_4$-41(AFO) y posteriormente $ZAPO_4$-5, $ZAPO_4$-31, $ZAPO_4$-11 y $ZAPO_4$-41, los cuales fueron una clase muy novedosa de los aluminofosfatos en la década de 90's, sin embargo, sus aplicaciones se han ido desarrollando para poder contener metales en su red cristalina, estos materiales microporosos han sido sintetizados vía hidrotermal y son adecuados para utilizarse como catalizadores con alta estabilidad térmica.

Palabras clave — zeotipos, aluminofosfatos, zincaluminofosfatos, síntesis hidrotermal.

Abstract — Microporous advanced ceramic materials, as is the case of zeotypes, exhibit characteristics of interest to the area of heterogeneous catalysis, as the pore size and surface properties to name a few. The zeotypes to be analyzed in this project are the molecular sieves of the type aluminophosphates (AlPO's) and met aluminophosphates (ZAPO's). The screens that are intended to summarize: AlPO4-5 (AFI), AlPO4-31 (ATO), AlPO4-11 (AEL) and AlPO4-41 (AFO) and then ZAPO4-5, ZAPO4-31, ZAPO4-11 and ZAPO4 -41, which were a very novel class of aluminophosphates in the 90's, however, applications have been developed to contain metals in their crystal lattice, these microporous materials have been synthesized via hydrothermal and are suitable for use as catalysts with high thermal stability.

Keywords — zeotypes, aluminophosphates, zincaluminophosphates, hydrothermal-synthesis.

I. INTRODUCCIÓN

Para comenzar a hablar de los AlPO's pertenecientes a la clasificación de los zeotipos, es necesario conocer las características y propiedades de las zeolitas ya que el arreglo estructural es también en base a tetraedros pero con la diferencia de la composición química en donde los AlPO's se constituyen de aluminio en forma de Al_2O_3 y fósforo como P_2O_5 con una relación de uno a uno. La fórmula elemental empírica de los AlPO's es:

$$xR \bullet Al_2O_3 \bullet P_2O_5 \bullet wH_2O$$

En donde R es la molécula del templete que actúa como director de estructura, x los moles del templete y w es la cantidad de agua presente en la estructura y para la estructura que se desea obtener siendo en nuestro caso los tamices AFI(AlPO-5, ZAPO-5), AEL(AlPO-

11, ZAPO-11), ATO(AlPO-31, ZAPO-31) y AFO(AlPO-41, ZAPO-41) de acuerdo a la asociación internacional de zeolitas (IZA) donde las estructuras (AEL y AFO) contienen una estructura en forma de anillo 10T donde T son los átomos metálicos(Si, Al, P y Zn) que se unen a átomos de oxígenos formando el anillo y las estructuras (AFI y ATO) tienen una estructura 12T a continuación se muestran las estructuras principales de los tamices moleculares a estudiar figura 1.

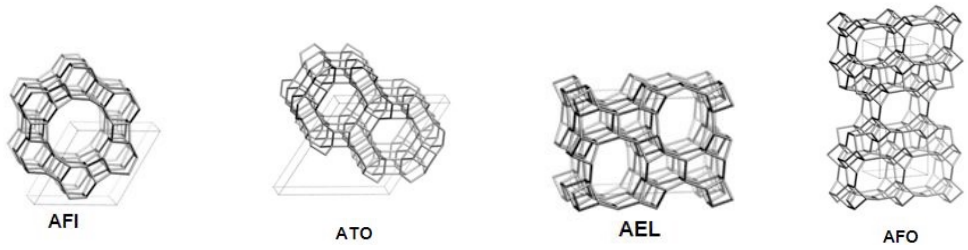


Fig.1. Modelos de las estructuras de los tamices moleculares de 10T (AEL, AFO) y 12T (AFI, ATO).

Este tipo de tamices moleculares AlPO's en su composición química no contienen átomos de silicio que descompensen la carga electrostática de la red cristalina, los que los hace una serie distinta a las zeolitas ya que esta necesitan cationes en su superficie debido a que la carga electrostática la descompensa el átomo de aluminio y la cual es neutralizada por un catión o protón. En el caso de los AlPO's la carga es compensada por el mismo átomo de fósforo ya que se encuentran ordenados rigurosamente alternados y unidos mediante átomos de oxigeno (P-O-Al), como se observa en la Figura 2.

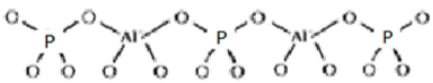


Fig. 2. Arreglo estructural de un aluminofosfato.

Estos tipos de materiales llamados zeotipos contienen propiedades muy deseadas en aplicaciones catalíticas, tales como: fácil incorporación de un metal en la red cristalina para impartir, modificar o controlar la acidez, capacidad de intercambio iónico y mayor hidrofobicidad, estos materiales zeotipos tienen una gran aplicación en industrias de la química fina, y son utilizados para la conversión de hidrocarburos [1]. El objetivo general es obtener material cerámico avanzado de la familia de los *Zeotipos* de la clase de los aluminofosfatos de poro y acidez media mediante condiciones hidrotermales.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Los reactivos que se utilizaron para la síntesis de los zeotipos son los siguientes: ácido fosfórico (H_3PO_4 85% wt Meyer), isopropóxido de aluminio ($Al(CH_3)_2CHO)_3$ 98% wt Aldrich), trietilamina ($N(CH_2CH_3)_3$ 99 % wt Aldrich), dipropilamina ($NH(H_7C_3)_2$ 99% wt Aldrich), acetato de zinc dihidratado ($Zn(CH_3COO)_2\bullet 2H_2O$ 98 % wt Meyer), agua destilada (H_2O), los materiales son: 1 termoagitadora, 2 Barra magnéticas, 4 vasos de precipitados de 200

mL, 1 probeta de 50 mL, 1 bureta de 50 mL, 3 autoclaves de 50 mL c/u, 1 centrifuga, 1 mufla, 4 tubos con tapa de 50 mL, 4 crisoles de porcelana. El método a utilizar para la síntesis es el sistema hidrotermal el cual se refiere a reacciones heterogéneas en medio acuoso por encima de 100 °C y presión autógena, con el nombre general de síntesis hidrotermal se agrupan una serie de técnicas en las que un líquido, en un recipiente cerrado, es calentado por encima de su punto de ebullición. El líquido habitual es el agua, y de ahí el nombre de síntesis hidrotermal. Para la síntesis de los tamices moleculares de poro medio, se procedió primero a obtener la pseudobohemita la cual se requiere en todos los casos de zeotipos sintetizados. Se obtuvo mezclando 160 g de $(Al(CH_3)_2CHO)_3$ en un vaso precipitado de 1000 mL con 180 mL de agua destilada, agitándose por 3 h, después el gel se dejó cristalizar por 5 h a 80 ºC para finalmente secar lento durante.

La síntesis de los materiales presenta los siguientes casos:

A. Caso AlPO-5 y ZAPO-5 (AFI)

Para la elaboración del AlPO-5 se pesaron 30 g de $(Al(CH_3)_2CHO)_3$ y se agregaron en un vaso precipitado de 200 mL que contenía 100 mL de agua destilada y se mantuvo en agitación constante por 3 h. Después se midieron 10 mL de H_3PO_4 en una probeta para después agregarlos durante 15 min. Enseguida se midieron 10 mL de $(N(CH_2CH_3)_3$ y se agregaron gota a gota, la solución se agito por 1 h. Después la solución se colocó en las autoclaves en partes iguales para introducirlos en la mufla a 140 ºC por 36 h. Cuando paso el tiempo de retiraron y se centrifugaron de 2 a 3 veces y el sólido obtenido se puso a secar en un crisol a 120 ºC por 12 h [2]. Para la elaboración del ZAPO-5 se siguieron los mismos pasos del AlPO-5 donde lo que vario fueron las cantidades y los tiempos, 13 g de Al_2O_3•$1.5H_2O$ en 80 mL de agua destilada y agitación por 35 min, 13 mL de H_3PO_4 y agitación por 3 h, 2.4 g de $Zn(CH_3COO)_2$●$2H_2O$ y se agito por 30 min, 15.6 mL de $N(CH_2CH_3)_3$ y agitación por 2 h, recristalización a 200 ºC por 48 h [3].

B. Caso AlPO-11 y ZAPO-11 (AEL)

Para la elaboración del AlPO-11 se pesaron 10 g de Al_2O_3•$1.5H_2O$ y se agregaron en un vaso precipitado de 200 mL que contenía 75 mL de agua destilada y se mantuvo en agitación constante por 2 h. Después de que el tiempo concluyo se midieron 9.7 mL de H_3PO_4 en una probeta para después agregarlos gota a gota por 25 min. Enseguida se midieron 16 mL de $NH(H_7C_3)_2$ y se agregaron gota a gota, la solución se agito por 40 min. Después la solución se colocó en las autoclaves en partes iguales para introducirlos en la mufla a 200 ºC por 56 h. Cuando pasa el tiempo se retiraron y se centrifugaron de 2 a 3 veces y el sólido obtenido se puso a secar en un crisol a 120 ºC por 12 h [4,5]. Para la elaboración del ZAPO-11 se siguieron los mismos pasos del AlPO-11 donde lo que vario fueron las cantidades y los tiempos, 10 g de Al_2O_3•$1.5H_2O$ en 45 mL de agua destilada y agitación por 1 h, 9.5 mL de H_3PO_4 y 15 min de agitación 16 mL de $NH(H_7C_3)_2$ y agitación por 20 min, después en otro vaso precipitado de 200 mL se agregó 30 mL de agua destilada y 0.6 g de $Zn(CH_3COO)_2$●$2H_2O$ y se agito por 35 min, la segunda solución se agregó a la primera dejando agitar por 1 h, después se recristalizo a 200 ºC por 48 h [6].

C. Caso AlPO-31 y ZAPO-31 (ATO)

Para la elaboración del AlPO-31 se pesaron 11 g de Al_2O_3•$1.5H_2O$ y se agregaron en un vaso precipitado de 200 mL que contenía 75 mL de agua destilada y se mantuvo en agitación constante por 40 min. Después de que el tiempo concluyo se midieron 9 mL de H_3PO_4 en una probeta para después agregarlos gota a gota por 30 min. Enseguida se midieron 32 mL de $NH(H_7C_3)_2$ y se agregaron gota a gota, la solución se agitó por 40 min. Después la solución se colocó en las autoclaves en partes iguales para introducirlos en la mufla a 200 ºC por 48 h. Cuando paso el tiempo de retiraron y se centrifugaron de 2 a 3 veces y el sólido obtenido se puso a secar en un crisol a 120 ºC por 12 h [7,8]. Para la elaboración del ZAPO-31 se siguieron los mismos pasos del AlPO-31 donde lo que vario fueron las cantidades y los tiempos, 11.5 g de Al_2O_3•$1.5H_2O$ en 50 mL de agua destilada y agitación por 1 h, 11.5 mL de H_3PO_4 y agitación de 15 min, 13.6 mL de $NH(H_7C_3)_2$ y agitación por 50 min, después en otro vaso precipitado de 200 mL se agregó 40 mL de agua destilada y 2.2 g de $Zn(CH_3COO)_2$●$2H_2O$ y se agitó por 2 h, la segunda solución se agregó a la primera dejando agitar por 1 h, después se recristalizó a 200 ºC por 48 h [7].

D. Caso AlPO-41 y ZAPO-41 (AFO)

Para la elaboración del AlPO-41 se pesaron 6 g de Al_2O_3•$1.5H_2O$ y se agregaron en un vaso precipitado de 200 mL que contenía 62 mL de agua destilada y se mantuvo en agitación constante por 1 h 35 min. Después de que el tiempo concluyo se midieron 9 mL de H_3PO_4 en una probeta para después agregarlos gota a gota por 20 min. Enseguida se midieron 39 mL de $NH(H_7C_3)_2$ y se agregaron gota a gota, la solución se agito por 2 h. Después la solución se colocó en las autoclaves en partes iguales para introducirlos en la mufla a 200 ºC por 17 h. Cuando paso el tiempo se retiraron y se centrifugaron de 2 a 3 veces y el sólido obtenido se puso a secar en un crisol a 120 ºC por 12 h, [9,10]. Para la elaboración del ZAPO-41 se siguieron los mismos pasos del AlPO-41 donde lo que vario fueron las cantidades y los tiempos, 11.7 g de Al_2O_3•$1.5H_2O$ en 40 mL de agua destilada y agitación por 2 h, 11.5 mL de H_3PO_4 agitación por 15 min, 16.5 mL de $NH(H_7C_3)_2$ agitación por 30 min, después en otro vaso precipitado de 200 mL se agregó 35 mL de agua destilada y 1.3 g de $Zn(CH_3COO)_2$●$2H_2O$ y se agitó por 1 h, la segunda solución se agregó a la primera solución dejando agitar por 2 h, después se recristalizo a 200 ºC por 48 h.

III. RESULTADOS y DISCUSIÓN

En el transcurso de la síntesis de todos los AlPO's de poro medio, se desprendió un olor a alcohol y el líquido se volvió blanco y viscoso, al momento de que se retiró el sólido húmedo de las autoclaves el color del gel de los AlPO's era blanco con excepción del AlPO-11 y AlPO-31 donde su color tenia tonalidad amarilla, en la Tabla 1 se reportan las cantidades obtenidas de los AlPO's y ZAPO's así como los pH iniciales y finales de las soluciones.

Tabla.1. Síntesis de los zeotipos de poro medio de masa y pH obtenidos.

AlPO's	g	pH-inicial	pH-final
AlPO-5	23.4	6.5	6.7
AlPO-11	9.0	7.2	7.5
AlPO-31	2.5	6.8	7.6
AlPO-41	3.3	6.1	7.0
ZAPO-5	14.2	6.4	7.3
ZAPO-11	13.0	7.0	7.2
ZAPO-31	12.3	7.2	7.6
ZAPO-41	12.9	6.9	7.5

Después de obtener los precipitados secos, estos polvos se analizaron por Análisis termogravimétrico (ATG), espectroscopia infrarroja (FTIR) y Difracción de Rayos-X (DRX), como avance de resultados tenemos en la Figura 3. Algunos de los casos de los materiales zeotipos obtenidos, se reporta en este trabajo los ATG de las especies de interés de los AlPOS en los cuales se puede identificar la temperatura de mayor pérdida de peso asociada al proceso de pérdida de la amina ocluida en la porosidad. Se incluye en la Figura 3. El resultados de los DRX de la estructura AEL y mostrando el efecto de la inclusión del Zinc en la cristalinidad.

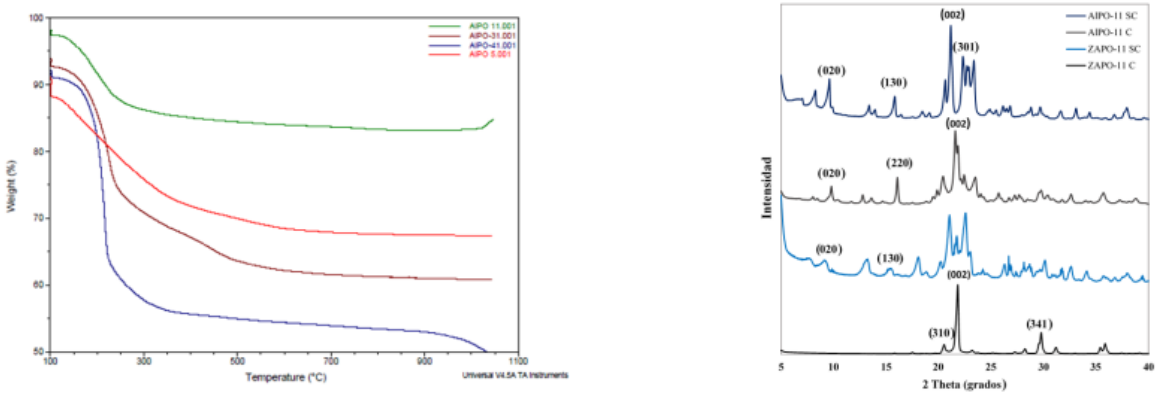


Fig. 3. Resultados preliminares de ATG (izq.) y DRX (der.) de los materiales sintetizados.

IV. CONCLUSIONES

Con la información obtenida hasta el momento de los FT-IR (no incluidos en este trabajo) y los resultados del ATG se identifica la presencia del templete, mediante difractogramas que se obtuvieron los tamices moleculares de poro medio los cuales en primer momento se comparan con los reportados en la literatura científica. Teniendo la expectativa de logras obtener materiales AlPOS en los cuales se integre el Zinc (ZAPOs) y aplicando el método de Refinamiento Rietveld se puedan identificar los sitios de la red cristalina o del armazón de las estructuras donde se favorece la inserción del átomo de Zn.

V. AGRADECIMIENTOS

Se reconoce a la participación de la estudiante Daniela Paulina Witrago Soto y a la Dra. Alejandra Sarahí Ramírez Segovia del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato por el apoyo para la edición de este reporte que contribuye a la productividad del Cuerpo Académico ITESI-CA-01.

REFERENCIAS

[1] F. Cora, “Modeling the framework stability and catalytic activity of pure”, *J. of Solid State Chem.*, vol. 176, pp. 496-529, 2003.
[2] D. Cheng, “Characterization of iron-containing AlPO-5 as a stable catalyst for selective catalytic reduction of N2O with CH4 in the presence of steam”, *App. Catal. A: Gral.*, pp. 27-31, 2012.
[3] S. Gopalakrishnan, “Synthesis of 7-hydroxy-4-methyl coumarin over Lewis acid metal ion-exchanged ZAPO-5 molecular sieves”, *Microporous and Mesoporous Mater.*, pp. 523-530, 2009.
[4] X. Yang, “Synthesis of hierarchical AlPO-n molecular sieves templated by saccharides”, *Microporous and Mesoporous Mater.*, pp.176-182, 2012.
[5] P. S. Singh, “Aniline methylation over AEL type molecular sieves”, *App. Catal. A: Gral.*, pp. 177-189,1996.
[6] X. Yang, “Hydroisomerization of n-dodecane over Pt/MeAPO-11 (Me = Mg, Mn, Co or Zn) catalysts”, *Catalysis Comm.*, pp.1232-1238, 2007.
[7] N. N. Tusar, “Framework cobalt and manganese in MeAPO-31 (Me ¼ Co, Mn) molecular sieves”, *Microporous and Mesoporous Mater.*, pp. 203-216, 2002.
[8] G. Finger, “AlPO-31 derivatives doped with various metals: effects on crystal symmetria and stability thermal” *Microporous and Mesoporous Mater.*, pp.127-136, 1999.
[9] H. W. Clark, “Synthesis and characterization of A1PO-41 in a mixed solvent system”. *Microporous and Mesoporous Mater.*, pp. 115-124, 1996.
[10] D. Chakrabortty, “Incorporation of zirconium in medium-pore aluminophosphate molecular sieves with AFO framework”, *Microporous and Mesoporous Mater.*, pp. 65-71, 2011.

Operaciones de tráfico relacionadas con el comercio exterior en una empresa manufacturera

Mariana Elizabeth Bárcenas Guerrero
Dulce María Vázquez León
Instituto Tecnológico superior de Irapuato
Ingeniería en logística
Carr. Irapuato - Silao km 12.5 Colonia El Copal
C.P. 36821, Irapuato, Gto.
mariana_eliza@hotmail.com
dulce-logistica@hotmail.com

Asesora:
Rocío Edith Rodríguez Gutiérrez
Instituto Tecnológico superior de Irapuato
Ingeniería en logística
Carr. Irapuato - Silao km 12.5 Colonia El Copal
C.P. 36821, Irapuato, Gto.
rocio.rodriguez@itesi.edu.mx

Resumen — El objetivo de la presente investigación es destacar la importancia de las operaciones, en cuanto a Tráfico y transporte se refiere en una empresa manufacturera que realiza operaciones de comercio exterior. Enfatizando conceptos y términos para delimitar responsabilidades, determinar el propósito de la salida de mercancías del territorio nacional, exportaciones y la relación del tránsito o legal estancia de la mercancía procedentes del extranjero, en el territorio nacional, importaciones. Se hace mención de términos referentes a legislación aduanera y normativas para controlar el tráfico de mercancías destinadas a la industria de manufactura. Así como los medios de transporte en los cuales se podrán transportar las mercancías de la empresa manufacturera a algún otro país.

Palabras clave —Trafico 1, comercio 2, mercancías 3.

Abstract — The objective of this research is to highlight the importance of operations, in terms of traffic and transportation, in a manufacturing company that performs foreign trade operations. Emphasizing concepts and terms to delimit responsibilities, determinate the purpose of the exit of goods from the national territory, exports and the relation of the transit or legal stay of the goods from abroad, in the national territory, imports. This mentions some terms referring to customs legislation and regulations to control the traffic of goods destined for the manufacturing industry. As well as transportation topics referring to the ways in which the goods of the manufacturing company can be transported to some other countries.

Keywords — Traffic 1, commerce 2, goods 3.

I. INTRODUCCIÓN

El comercio exterior es una parte fundamental de las actividades comerciales de los países en el espectro global actual, esto es debido a que satisface las necesidades de la sociedad y sus crecientes expectativas ante la aparición de nueva tecnología, nuevos productos y nuevas necesidades. Para comenzar la producción de estos bienes, se lleva a cabo un análisis completo para determinar de dónde conseguir materias primas, componentes, insumos, herramientas, maquinarias, etc., que hagan que la producción de éstos sea lo menos costoso posible. Es aquí donde la presencia de la industria manufacturera adquiere gran importancia, al gestionar actividades que van desde la distribución de los materiales entre empresas proveedoras, hasta la distribución a clientes finales, que contribuyan a la continuación del proceso de transformación. Una parte crucial de las operaciones de comercio exterior, son las actividades dirigidas al tráfico y transporte de mercancías. Estas actividades controlan el tránsito de las mismas, dependiendo del objetivo o fin que tengan éstas en el proceso de manufactura.

Actualmente las operaciones de tráfico y transporte, así como las de comercio exterior en las empresas manufactureras juegan un rol muy importante para la industria, debido a que estas operaciones impactan directamente en sus costos, y, evidentemente en su competitividad internacional.

II. MARCO TEÓRICO

Tal como establece Leonel Cruz, cuando define la operación de tráfico, podemos decir que “es el departamento encargado de la recepción y envío de materias primas o productos terminados, procurando que éstos se realicen a través de medios de transporte económicos, seguros y rápidos” (1).

Mientras tanto Douglas Long (2) dice que el trasporte permite la especialización geográfica ya que si no fuera por el transporte las comunidades tendrían que producir todo localmente, ahora en cambio puede producir, exportar el exceso e importar las cosas que son producidas en diferentes lados, notando que esta es la misma lógica de libre comercio entre las diferentes naciones.

Tomando en cuenta que los ahorros en los costos de producción sean más grandes que los costos de transporte, este puede ser visto como un medio para un fin la forma en la que se hace la logística en toda empresa manufacturera. Por lo tanto el planteamiento del transporte requiere la comprensión de tres principios clave los cuales son:

Velocidad: capacidad de ir desde el origen hasta el destino tan rápido como se pueda.

Consistencia: capacidad de hacer que los envíos lleguen siempre al mismo tiempo, estos son los requerimientos de inventario, entre más consistente es el transporte, menos existencias se necesitan

Control: capacidad de hacer los cambios antes y durante el transporte.

David J. Closs, nos menciona que en la actualidad existe una amplia variedad de alternativas de transporte, los cuales pueden ser por medio de ferrocarril, carretero, áereo, ductos, etc. El elegir el medio de transporte adecuado nos permite lograr una entrega precisa, y con ello reducir el inventario, el almacenamiento y el manejo de materiales. Por tanto, el valor del transporte ahora es más grande que simplemente trasladar un producto de un lugar a otro (3).

Cabe mencionar que el transporte puede presentarse de distintas maneras, es decir, puede ser transporte de materia prima, componentes, materiales, trabajo en proceso o artículos terminados. Por tanto, los servicios de transporte se describen mejor por sus caraterísticas de costo y desempeño, lo que permite distinguir el modo de transporte más conveniente para el giro de la empresa.

De acuerdo con la Ley Aduanera vigente (4) en su artículo 35, el despacho aduanero es el conjunto de actos y formalidades relativos a la entrada de mercancías al territorio nacional y a su salida del mismo, que de acuerdo con los diferentes tráficos y regímenes aduaneros establecidos, deben realizar en la aduana las autoridades aduaneras y los consignatarios, destinatarios, propietarios, poseedores o tenedores en las importaciones y los remitentes en las exportaciones, así como los agentes o apoderados aduanales.

Una característica que distingue a la transportación internacional del movimiento nacional es la cantidad de documentos requerida para las importaciones y exportaciones, por ejemplo, para exportación se requiere, conocimiento del embarque, recibo de plataforma, instrucciones de entrega, declaración de exportación , carta de crédito, factura comercial, certificado de origen, seguro y carta de transmición.

Mientras que para importación algunos requisitos son, aviso de llegada, ingreso de aduanas, certificado del transportista, orden de entrega, liberación de carga, factura de aduanas especial (5).

Algunas funciones del Área de Comercio Exterior relacionadas con Tráfico son:

- Importación y exportación de mercancías.
- Elaboración de documentos de importación y exportación.
- Seguimiento en el despacho aduanero.
- Tráfico y transportación internacional.

Por otro lado “cada uno de los cinco modos básicos de transportación ofrece sus servicios en forma directa al usuario” (5) en este caso, es el área de transportación quien lleva a cabo las operaciones relacionadas con la transportación de las mercancías desde el proveedor hasta las plantas manufactureras en las que se van a transformar. Incluso, estas actividades también se relacionan con el uso de dos o más modos de transporte.

En cuanto a los regímenes aduaneros, menciona que las mercancías que se introduzcan al territorio nacional o se extraigan del mismo, podrán ser destinadas a la importación o exportación, por mencionar sólo algunos de ellos.

En México existen 49 aduanas autorizadas para la entrada y salida de mercancía en todo el país (Fig. 1).

Fig. 1. Aduanas en México

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El artículo 36 de la Ley Aduanera, también establece que quienes introduzcan o extraigan mercancías del territorio nacional destinándolas a un régimen aduanero, están obligados a transmitir a las autoridades aduaneras, a través del sistema electrónico aduanero, en documento electrónico, un pedimento con información referente a las citadas mercancías, en los términos y condiciones que establezca el Servicio de Administración

Tributaria mediante reglas, empleando la firma electrónica avanzada, el sello digital u otro medio tecnológico de identificación.

Por su parte, el artículo 36-A nos indica que el agente aduanal, la agencia aduanal y quienes introduzcan o extraigan mercancías del territorio nacional para destinarlas a un régimen aduanero, están obligados a transmitir en documento electrónico o digital como anexos al pedimento una serie de documentos de acuerdo a la operación que se lleve a cabo. Por ejemplo, algunos de los documentos que las áreas de Comercio Exterior o Tráfico deben presentar para la importación o exportación de mercancías son:

En importación. La relativa al valor y demás datos relacionados con la comercialización de las mercancías, contenidos en el comprobante fiscal digital o documento equivalente. La contenida en el conocimiento de embarque, lista de empaque, guía o demás documentos de transporte. La que compruebe el cumplimiento de las regulaciones y restricciones no arancelarias a la importación. La que determine la procedencia y el origen de las mercancías para efectos de la aplicación de preferencias arancelarias, por mencionar algunos.

En exportación. La relativa al valor y demás datos relacionados con la comercialización de las mercancías y la que compruebe el cumplimiento de las regulaciones y restricciones no arancelarias a la exportación.

IV. RESULTADOS

Después de la investigación realizada se observó que todas las actividades que forman parte de las operaciones de tráfico para distribuir las piezas manufacturadas y las materias primas requeridas, implican una constante interacción entre los departamentos de Tráfico y Comercio Exterior, además del intercambio de información y actividades relacionadas, que permitan que la operación entre las empresas y áreas relacionadas, se traduzca en la creación de buenas relaciones comerciales y el mejoramiento de la economía de un país. Se pudo ver, que la importación y la exportación de materia prima o producto terminado entregando en tiempo y forma, con los documentos solicitados por la aduana, optimizan los recursos de la organización e impactan sus operaciones de manera positiva.

Una vez considerado el resultado de la investigación, el tráfico dentro del comercio exterior forma un rol fundamental, es decir, ambos departamentos comparten responsabilidades para lograr un buen desempeño dentro de la empresa manufacturera.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La industria manufacturera representa una parte importante en la actividad comercial de un país en el contexto global actual. El mantener estas relaciones entre las empresas dirigidas a la transformación industrial, conlleva a realizar operaciones de comercio exterior, lo que fomenta el comercio internacional entre los distintos países en el mundo. Llevar a cabo la logística entre estas empresas está determinado por el fin que se va a dar a las piezas por transformar, podrían pasar por una serie de transformaciones previas (físicas, químicas, mecánicas, etc.), antes de considerarse un producto terminado. Para mover o transportar estas mercancías, las operaciones del Departamento de Tráfico y

Transporte toman parte en el proceso. La contratación del medio de transporte está determinada por este departamento, tomando en cuenta aspectos como la naturaleza de la mercancía y el destino, así como el propósito del transporte y transformación de las piezas. En este punto, es importante conocer conceptos en términos de legislación aduanera para determinar la legal estancia de las mercancías al país que serán exportados, además de conceptos de tráfico y transportación que son indispensables para entender la operación de estas importantes áreas dentro de la logística, y más aún, tener la posibilidad de mejorar las operaciones de distribución internacional de las empresas manufactureras dedicadas a este giro.

VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato a través de su Departamento de Investigación por las facilidades y el apoyo brindado para la realización de esta estancia de verano.

REFERENCIAS

(1) Cruz, L. (2007). *Compras. Un enfoque estratégico.* México: McGraw Hill

(2) Long, D. (2012). Logística internacional: Administración de la cadena de abastecimiento global. México: Limusa, S.A. DE C.V.

(3) Cámara de Diputados. (2019). *Ley Aduanera.* Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/ladua.htm

(4) Closs, D., Cooper B. Administración y logística en la cadena de suministro. México: McGraw Hill.

(5) Ballou, R. (2004). *Logística. Administración de la cadena de suministro*. México: Pearson Education.

Optimización de costos en un proceso industrial mediante un diseño robusto y la función de pérdida (A)

María Guadalupe Vera López
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. del Valle #2301
Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413
LRS16110169@purisima.tecnm.mx

Asesor: Dr. Armando Mares Castro
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. del Valle #2301
Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413
armando.mc@purisima.tecnm.mx

Resumen — Se desarrollaron aplicaciones de los métodos de Taguchi en la optimización del proceso de la suela de hule, el cual se desempeñó en SARASTI S.A de C.V, cuyo propósito fue la optimización de proceso en el área de la hulera, mediante la calificación de dos características de calidad que, puesto que son la dureza y elongación. En base a las normativas relacionadas se obtuvieron el acondicionamiento y procedimientos. A partir de la investigación y la aplicación de diseño robusto de parámetros que se llevaron a cabo, se generaron modelos para la reducción de costos de calidad en base a la función de pérdida de Taguchi. Así como en general la optimización de procesos de la suela de hule.

Palabras clave — Diseño robusto de parámetros, función de pérdida, optimización de procesos de suela de hule.

Abstract — Applications of the Taguchi methods were developed, in the optimization of the rubber sole process, which was carried out in SARASTI SA de CV, whose purpose was the optimization of the process in the area of the rubber, by qualifying two characteristics of quality that, since they are the hardness and elongation. Based on the related regulations, conditioning and procedures were obtained. From the investigation and the application of robust design of parameters that were carried out, models for the reduction of quality costs were generated based on the loss function of Taguchi. As well as in general the optimization of rubber sole processes.

Keywords — Robust parameter design, loss function, optimization of rubber sole processes.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel industrial existen muchos procesos para la fabricación de hules, puesto que la industria hulera está acotada a cuatro actividades del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), El principal objetivo es la suela de hule vulcanizado este se deriva de la fabricación de otros productos de hule, puesto que entra en una de las cuatro actividades de la producción de hule. Mostrando información sobre los porcentajes resulta que es una de las más altas en producción como se muestra en la Figura 1, la fabricación de otros productos de hule con 74.2% de las unidades económicas, emplea al 61.6% de personas ocupadas y produce 41.3.

Puesto que representa uno de los porcentajes más altos a nivel nacional ((INEGI), 2016). Fue conveniente realizar una investigación sobre cómo desarrollar un diseño robusto de parámetros e identificar una función de pérdida de Taguchi, para poder lograr la optimización de procesos de suela de hule vulcanizado.

Figura 1. Porcentajes ((INEGI), 2016)

El Diseño Robusto de Parámetros es una metodología de ingeniería utilizada para la mejora de la calidad, generalmente se aplica en la fase de diseño y desarrollo del producto con el fin de que la producción pueda realizarse de forma rápida y a un bajo costo (Mares,2015), Las propiedades de calidad de la suela de hule vulcanizado analizadas son la dureza y la elongación. Las NMX incliyen normas que determinan la elongación y los parámetros adecuados para esta deben estar sobre los 180 Mpa para que tenga una calidad eficiente.

Es posible optimizar un sistema mediante la obtención de la mejor combinación de niveles en los factores de control a través de técnicas estadísticas y de optimización. El objetivo es la determinación de la respuesta de calidad que presenta menor variación alrededor de su media; a esta respuesta se le denomina “respuesta robusta”, ya que es aquella que presenta menor sensibilidad al efecto de los factores de ruido (Mares, 2015).

II. MARCO TEÓRICO

A. Diseño robusto de experimentos

El Diseño Robusto de Parámetros es una metodología de ingeniería utilizada para la mejora de calidad, generalmente se aplica en la fase de diseño y desarrollo del producto con el fin de que la producción puede realizarse de forma rápida y a un bajo costo como se muestra en Figura 2.

El objetivo de la ingeniería de diseño es el de producir planos, especificaciones e información relevante requerida para la manufactura de productos que cumplan con los requerimientos de los clientes. El conocimiento de los fenómenos científicos y la experiencia ingenieril del pasado con diseños de productos similares y la manufactura de procesos forman parte de la actividad de diseños en ingeniería (Mares, 2015).

Figura 2. Esquema de Investigación y Desarrollo para diseño y manufactura (Mares, 2015)

B. Función de pérdida de calidad

La calidad se refiere a menudo como conformidad con las especificaciones. Sin embargo, Taguchi propone una visión diferente de la calidad, una que la relaciona con el costo y la pérdida en dólares, (Figura 3) no solo con el fabricante en el momento de la producción, sino con el consumidor y con la sociedad en general.

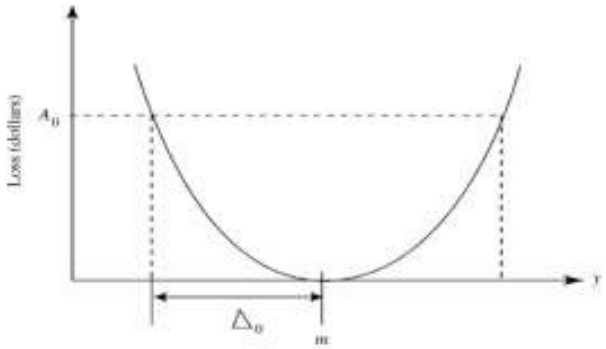


Figura 3. Función de pérdida de calidad (Taguchi, 2007)

Taguchi define la calidad como "la pérdida comunicada por el producto a la sociedad desde el momento en que se envía el producto". El objetivo de la función de pérdida de calidad es la evaluación cuantitativa de la pérdida causada por la variación funcional de un producto.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Principalmente le proyecto partió de un análisis de proceso, de aquí se identifico la estructura para definir el proyecto y el tipo de experimento adecuado para trabajar.

A. Análisis del proceso

- Se desarrollo un recorrido por la hulera de la empresa SARASTI S.A de C.V con el propósito de identificar el proceso y la estructura del área.

- A partir de este análisis se determinaron tres factores del proceso para la evaluación de la suela de hule vulcanizado.
- Con los datos obtenidos sobre el proceso y los factores se llevo a cabo unos diagramas de Ishikawa junto con un diagrama de operaciones, con el fin de identificar las principales causas que incurrían negativamente al proceso.
- Se determino que influía mucho en el proceso que podían regularse, pero también están presentes factores ambientales difíciles de controlar.
- Se definió un muestreo de temperatura para las torres del área de presa
- Después se generó un diseño factorial completo de 7x5x7(con 3 factores cualitativos)

Figura 4. Análisis del proceso

B. Definir el experimento

- Se generó un diseño factorial

C. Pruebas de laboratorio

- Una vez terminadas las pruebas con su respectivo procesamiento, fueron adaptadas acorde a la normas para las pruebas físicas en el material de suela de hule vulcanizado.(Figura 5)

Figura 5. Determinación de las pruebas respecto a las normas mexicanas

- Después de tener las piezas cortadas se llevaron al laboratorio de la universidad Instituto Tecnológico de Purísima del Rincón, (Figura 6) para desarrollar sus respectivas pruebas y obtener los datos estadísticos para desarrollar el diseño robusto de parámetro.

Figura 6. Pruebas desarrolladas en la máquina universal de la Institución del Tecnológico

D. Análisis del experimento

- Se analizó toda la información estadística

E. Definición de modelos

- Se obtuvieron los modelos requeridos

F. Optimización

- Por último, se generó el esquema de optimización

IV. RESULTADOS

Después de obtener los resultados de la pruebas se analizaron para evaluar el comportamiento de los factores de ruido, estos resultado se obtuvieron del estudio que se realizo a las torres ya que se realizo por hora y molde con el fin de encontrar la temperatura de cada uno de ellos los cuales se representan en la Figura 7.

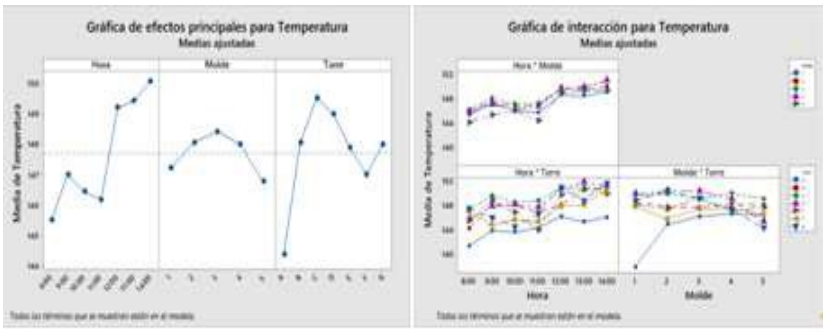


Figura 7 Gráficas de efectos principales para temperatura

Nuestro principal factor a controlar fue el ajuste de la temperatura y nuestros resultados arrojaron que la temperatura está dispersa en diferentes grados dependiendo de la torre, molde y hora. El experimento factorial 7 X 5 X 7 que representan 7 horas, 5 moldes, 7 torres, demuestra la distribución de la temperatura mostrada en la Figura 8.

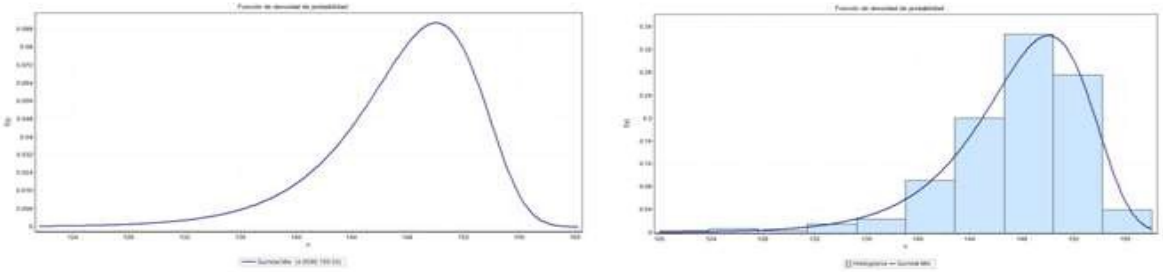


Figura 8. Ajuste de distribución de temperatura.

V. CONCLUSIONES

Para finalizar se desarrollo un diseño robusto de experimentos en el proceso de la suela de hule vulcanizado con el propósito de controlar los factores de ruido, ya que en su defecto los factores ambientales son difíciles de controlar, se busco la manera de tratar que se regularicen mediante, el acondicionamiento de otros factores que en su defecto pueden ser más fáciles de adaptar, todos estos ajustes se realizaron con el objetivo de encontrar la

adecuada calidad que debe tener una suela de hule vulcanizada para así generar la gráfica de la función de pérdida de calidad de Taguchi y conforme a los resultados controlar los costos.

En general con la investigación desarrollada arrojo que tiene muchas áreas de oportunidad en las que se puede trabajar y llegar a controlar todos los costos que tienen impacto en la producción, solo se puedan hacer mejoras en los costos sino que se puede aplicar kaizen para mantener un mejor proceso para la suela de hule vulcanizado.

VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Instituto Tecnológico de Purísima del Rincón, a la empresa SARASTI S.A de C.V por permitirnos hacer la estancia en el verano de la ciencia, al Dr. Armando Mares Castro por permitirme ser parte de este equipo de trabajo y colaborar en el proyecto. A SICES por las facilidades y el apoyo económico otorgado y así también como al comité organizador del 21º Verano de la Ciencia de la Región Centro. Junio-agosto 2019.

REFERENCIAS

(INEGI), I. N. (2016). Estadísticas a propósito de... la industria hulera. Obtenido de http://www.cnih.org.mx/hule_8ago2016_camara.pdf

Economía, S. d. (2016). Catalogo de Normas Mexicanas (NMX)- NMX-T-024-SCFI-2016- Industria Hulera- Hule vulcanizado o Termoplástico- Determinación de la Dureza Shore A- Método de Prueba. Obtenido de http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx/2010/nmx-t-024-scfi-2016.pdf

Economía, S. d. (2003). Catalogo de Normas Mexicanas (NMX)-NMX-T-023-SCFI-2003- Industria Hulera- Materias primas- hules sintéticos sólidos- determinación de propiedades de tensión en compuestos vulcanizados- método de prueba. Obtenido de http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx/2003/nmx-t-023-scfi-2003.pdf

Mares, A. (2015). Diseño robusto y sistemas de control, Tesis Doctoral obtenido de

https://ciatec.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1019/54. León, Guanajuato, México: Posgrado Interinstitucional en Ciencia y Tecnología, sede Ciatec León.

Mares, A., & Dominguez, J. (2015). Robust Desing in Generalised Linear Models for Improving Quality of Prolyurethane Soles. The South African Journal of Industri Engineering, 26-3: 152_156. [6] Phadke, M. (1989). Quality Engineering using robust design. Englewood Cliff, New Jersey 07632: P T R Prentice Hall, Inc.

Taguchi, G., Chowdhury, S., & Wu, Y. (2007). Taguchi`s Quality Engineering Handbook. Livonia, Michigan: John Wiley & Sons, Inc.

Optimización de costos en un proceso industrial mediante un diseño robusto y la función de pérdida (B)

Manuel de Jesús Valadez Ramírez
Instituto Tecnológico Superior
de Purísima del Rincón
Blvd. del Valle #2301
Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413
LRS16110117@purisima.tecnm.mx

Asesor: Armando Mares Castro
Instituto Tecnológico Superior
de Purísima del Rincón. Depto. Ing. Industrial
Blvd. del Valle #2301 Purísima del Rincón,
Gto. C.P. 36413
armando.mc@purisima.tecnm.mx

Resumen —La presente investigación trata sobre la aplicación de los métodos taguchi en la optimización en el proceso de suela de hule realizado en la empresa SARASTI S.A de C.V, cuya finalidad fue la optimización de proceso en base a dos características de calidad en base a normativas (normas mexicanas requeridas para las pruebas), en base a la optimización se obtuvieron los mejores niveles de los factores en el proceso y se generaron modelos para la reducción de costos de calidad en base a la función de perdida de taguchi.

Palabras clave — diseño robusto de parámetros, función de pérdida, optimización de procesos de suela de hule.

Abstract — The present investigation, deals with the application of taguchi methods in the optimization in the process of the rubber sole made in the company SARASTI S.A de C.V, whose purpose was the optimization of the process based on two characteristics of quality, based in standards (mexican standards required for the test), based on the optimization, the best factor levels were obtained in the process and also models were generated for the reduction of quality costs based on the function of loss of taguchi.

Keywords — robust design of parameters, loss function, optimization of rubber sole processes.

I. INTRODUCCIÓN

La función de pérdida y el diseño robusto de parámetros presentados por taguchi son herramientas que han sido ampliamente usados en la industria para mejorar la calidad, al reducir la variabilidad en los procesos y productos.

A nivel industrial existen muchos procesos en los cuales existen factores denominados “factores de ruido”, los cuales son difíciles o muy costosos de controlar. La metodología del Diseño Robusto de Parámetros (DPR) de Taguchi se presenta como una herramienta estadística y de ingeniería para la mejora de esta clase de procesos y/o sistemas (Mares & Dominguez, 2015).

De esta forma en esta investigación se propone un procedimiento de análisis para sistemas o procesos en los cuales existe un elemento de control y la variable es de respuesta continua. El caso de análisis se desarrolla en un proceso de fabricación de suela de hule.

En la Tabla 1 se indica que de acuerdo con las Estadísticas del INEGI (2016), la delimitación de la industria hulera se encuentra en la rama 3262 y específicamente la industria de suelas y tapas de suela, entre otros productos en la rama 326290 y cubren el 61.6% de la población total ocupada en el sector de la industria hulera.

Tabla 1. Delimitación de la industria hulera *((INEGI), 2016)*

Código SCIAN	Denominación	Unidades económicas	Personal ocupado	Producción bruta
		Porcentajes		
Rama 3262	Fabricación de productos de hule	100.0	100.0	100.0
Clase 326211	Fabricación de llantas y cámaras	3.2	16.9	37.8
Clase 326212	Revitalización de llantas*/	6.7	3.0	2.8
Clase 326220	Fabricación de bandas y mangueras de hule	15.9	18.5	18.1
Clase 326290	Fabricación de otros productos de hule	74.2	61.6	41.3

El proceso de suela de hule presenta ciertos problemas en cuanto a la calidad ya que existen factores que llegan a afectar las propiedades mecánicas del hule y por ende genera mala calidad en el producto.

Es posible optimizar un sistema mediante la obtención de la mejor combinación de niveles en los factores de control a través de técnicas estadísticas y de optimización. El objetivo es la determinación de la respuesta de calidad tipo “respuesta robusta”, ya que es aquella que presenta menor sensibilidad al efecto de los factores de ruido (Mares, 2015).

II. MARCO TEÓRICO

A. Diseño robusto de experimentos

El Diseño Robusto de Parámetros es una metodología de ingeniería utilizada para la mejora de calidad, generalmente se aplica en la fase de diseño y desarrollo del producto con el fin de que la producción puede realizarse de forma rápida y a un bajo costo como se muestra en la Figura 1.

El objetivo de la ingeniería de diseño es el de producir planos, especificaciones e información relevante requerida para la manufactura de productos que cumplan con los requerimientos de los clientes. El conocimiento de los fenómenos científicos y la experiencia ingenieril del pasado con diseños de productos similares y la manufactura de procesos forman parte de la actividad de diseños en ingeniería (Mares, 2015).

Figura 1. Esquema de Investigación y Desarrollo para diseño y manufactura *(Mares, 2015)*

B. Función de pérdida y calidad

La calidad se refiere a menudo como conformidad con las especificaciones. Sin embargo Taguchi propone una visión diferente de la calidad, una que relacione con el costo y la perdida de dólares, no solo para el fabricante en el momento de la producción, sino para el consumidor y para la sociedad en su conjunto.

Tradicionalmente el núcleo de control de calidad es la fracción defectuosa y sus contramedidas. Si se envían productos defectuosos, se crean problemas de calidad. Si es defectuoso no se envían, causa perdida al fabricante. Para evitar daños en la reputación de la empresa es importante prever la calidad antes de que los productos sean enviados. Es necesario que se pronostique el nivel de calidad de los productos no defectuosos. Para ello, en el proceso se ha utilizado el índice de capacidad. Este índice se calcula a partir de la tolerancia dividida por 6, que es bastante abstracto. (En general, la raíz cuadrada media se usa en lugar de sigma). La función de perdida se calcula a partir de del cuadrado reciproco del proceso. Índice de capacidad luego de multiplicar una constante relacionada con la economía. Es un económico valor de previsión que imparte al cliente en el mercado (Taguchi, Chowdhury, & Wu, 2007).

La función de pérdida se define como:

$$L = k(y - m)^2 \quad (1)$$

donde L es la perdida en dólares cuando la característica de calidad es igual a *y*, y el valor de la característica de calidad (es decir, longitud, anchura, concentración, acabado de la superficie, planitud, etc.), *m* es el valor objetivo de y, y *K* la constante a definir como se muestra en la Figura 2. Esta representación cuadrática de la función de perdida L (y) es:

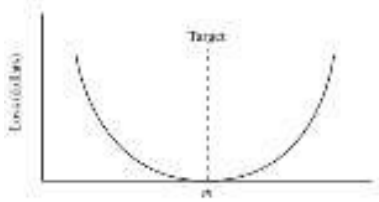


Figura 2. Función de pérdida de Taguchi, *(Taguchi, Chowdhury, & Wu, 2007)*

Taguchi propone el modelo anterior como el adecuado, para casos los cuales se basen a un valor económico y un valor nominal, donde se deduce que *m* es la media adecuada y a medida que el valor se aleje del target incurre a un costo de calidad, por ello es importante controlar tanto el promedio como la variabilidad.

También se necesitan algunas variaciones de la función de pérdida cuadrática en la ecuación para cubrir adecuadamente ciertas situaciones que ocurren comúnmente. Tres de estas situaciones se dan a continuación en la Figura 3 (Phadke, 1989).

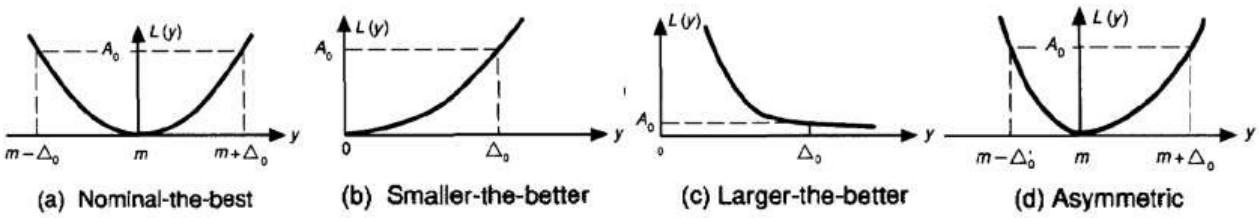


Figura 3 Variaciones de la función de pérdida cuadrática, *(Phadke, 1989)*

III. METODOLOGÍA

Para definir el proyecto se estructuro el análisis del proyecto hasta el análisis del experimento donde fueron específicas las actividades.

A. Análisis del proceso

- Se detectaron las causas que incurrían al proceso negativamente mediante diagramas de Ishikawa donde se evaluó, método, mano de obra, medio ambiente, materiales, maquinaria y medición, para cada uno de los tres factores que se tomaron en cuenta para el proyecto y evaluación de la suela de hule, como fue dureza, tensión y compresión
- Se definió un muestreo de temperatura para las torres del área de presa
- Después se generó un diseño factorial completo de 7x5x7(con 3 factores cualitativos)

B. Definir el experimento

- Se generó un diseño factorial
- Se determinaron los factores experimentales

C. Se generaron las pruebas de laboratorio

- Una vez que las piezas quedaron de acuerdo a la norma, nos dirigimos al tec para comenzar hacer las pruebas de tension y dureza, con la maquina universal y durometro tipo A.

La secretaria de economía en la NMX correspondientes señalan que las piezas para determinar las pruebas de tensión y dureza deben de cumplir con ciertas especificaciones cuanto propiedades físicas como químicas para que la prueba de elongación sea confiable.

D. Análisis del experimento

- Análisis estadístico.

E. Definición de modelos

- Una vez que se analizara el experimento se generaron los modelos

F. Optimización

- Por último se generó el esquema de optimización.

Una vez determinados los modelos de regresión, basta con evaluar los datos para generar las óptimas y las mejores condiciones para el proceso, así como determinar los parámetros que serán los adecuados para que el producto tenga una mejor calidad.

IV. RESULTADOS

Una vez que se evaluaron las pruebas, se obtuvieron comportamientos distintos entre sí ya que el factor de ruido causaba fluctuaciones en las piezas evaluadas entre la hora, el molde y la torre (Figura 4).

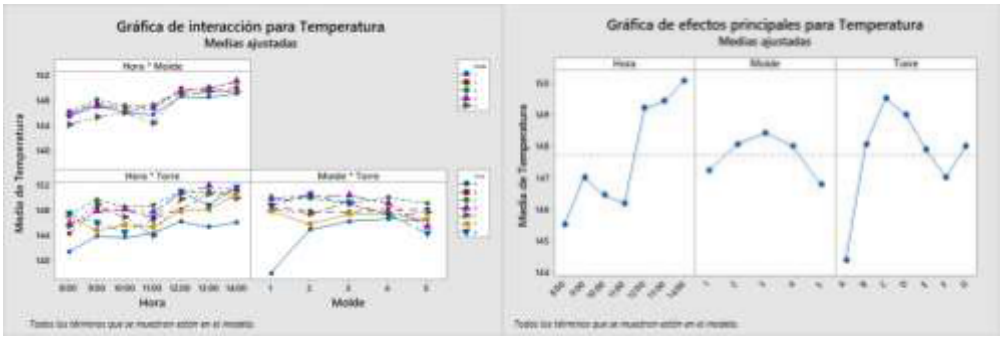


Figura 4. Comportamiento de hora, molde y torre en cuanto el factor de ruido (temperatura ambiental)

basados a los comportamientos que tuvieron a lo largo de las pruebas con el fin de mejorar la calidad del hule en cuanto propiedades físicas y mecánicas.

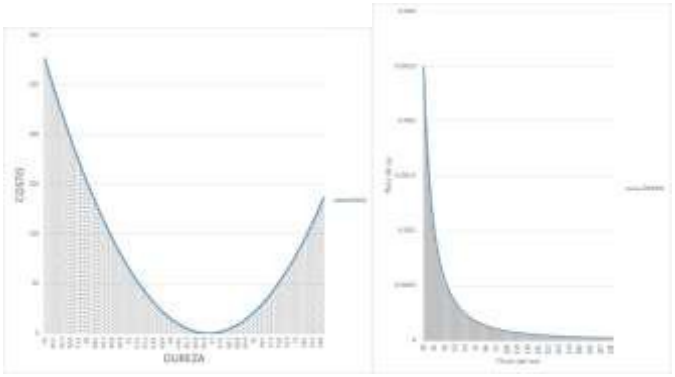


Figura 5. Funciones de pérdida para los valores óptimos del proceso

II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con la finalidad de proponer indicadores que generen las óptimas condiciones a lo largo del día en la suela de hule y no genere una mala calidad en el proceso y en el producto así también como que incurran costos. Así mismo el proyecto puede tener relación con el área de control de consumo de material ya que presentan más áreas de oportunidad con la cual podría hacer una gran mejora tanto en la suela como en el proceso.

III. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento a la empresa SARASTI S.A de C.V por permitirnos hacer la estancia en el verano de la ciencia, al Instituto Tecnológico de Purísima del Rincón, al Dr. Armando Mares Castro por haberme elegido para participar en el proyecto y SICES por el apoyo económico otorgado y así también como al comité organizador del 21º Verano de la Ciencia de la Región Centro.Junio-agosto 2019.

REFERENCIAS

(INEGI), I. N. (2016). *Estadisticas a proposito de... la industria hulera.* Obtenido de http://www.cnih.org.mx/hule_8ago2016_camara.pdf

Economia, S. d. (2003). *Catalogo de Normas Mexicanas (NMX)-NMX-T-023-SCFI-2003- Industria Hulera- Materias primas- hules sintéticos sólidos- determinación de propiedades de tensión en compuestos vulcanizados- método de prueba.* Obtenido de http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx/2003/nmx-t-023-scfi-2003.pdf

Economia, S. d. (2016). *Catalogo de Normas Mexicanas (NMX)- NMX-T-024-SCFI-2016- Industria Hulera- Hule vulcanizado o Termoplástico- Determinación de la Dureza*

Shore A- Método de Prueba. Obtenido de http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx/2010/nmx-t-024-scfi-2016.pdf

Mares A., & Dominguez, J. (2015). Robust Desing in Generalised Linear Models for Improving the Quality of Polyurethane Soles. *The south African Journal of Industrial Engineering*, 26-3:152-156.

Mares, A. (2015). Diseño robusto y sistemas de control, Tesis Doctoral obtenido de https://ciatec.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1019/54. León, Guanajuato, México: Posgrado Interinstitucional en Ciencia y Tecnología, sede Ciatec León.

Phadke, M. (1989). *Quality Engineering Using Robust Desing .* Englewood Cliffs,New Jersey 07632: P T R Prentice-Hall, Inc.

Taguchi, G., Chowdhury, S., & Wu, Y. (2007). *Taguchi`s Quality Engineering Handbook.* Livonia, Michigan: John Wiley & Sons, Inc.

Optimización de costos en un proceso industrial mediante un diseño robusto y la función de pérdida (C)

Octavio Hernández Segura
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. Del Valle #2301
C.P. 36413, Purísima del Rincón, Gto.
LRS16110210@purisima.tecnm.mx

Asesor: Dr. Armando Mares Castro
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Depto. Ingeniería Industrial
Blvd. Del Valle #2301
C.P.36413, Purísima del Rincón, Gto.
armando.mc@purisima.tecnm.mx

Resumen —El presente trabajo trata sobre la implementación de los métodos de Taguchi en la optimización en el proceso de suela de hule el cual se desarrolló en la empresa Sarasti cuya finalidad fue la optimización del proceso en base a 2 características de calidad. A raíz de esto se determinaron factores los cuales se consideraron de mayor importancia. Además, se generaron modelos para la minimización de costos en base a la función y perdida de Taguchi.

Palabras clave — Diseño robusto de parámetros, función de perdida, optimización de procesos de suela de hule.

Abstract — The present work deals with the implementation of the Taguchi methods in the optimization in the rubber sole process which was developed in the company Sarasti whose purpose was the optimization of the process based on 2 quality characteristics. As a result of this factors were determined which were considered of greater importance. In addition models were generated for the minimization of costs based on the function and loss of Taguchi.

Keywords — Robust design of parameters, function of loss, optimization of processes of sole of rubber.

I. INTRODUCCIÓN

En la región de los pueblos del Rincón, la industria manufacturera de calzado es el sector económico que tiene mayor impacto en el mercado por lo que se realizó un experimento para así poder obtener una mayor calidad, para esto se implementaron métodos de Taguchi que se basa en la mejora de la calidad, Las características de calidad de la suela de hule seleccionadas son características físicas de calidad en el producto.

Tabla 1 Delimitación de la Industria Hulera

Código SCIAN	Denominación	Unidades económicas	Personal ocupado	Producción bruta
		Porcentajes		
Rama 3262	Fabricación de productos de hule	100.0	100.0	100.0
Clase 326211	Fabricación de llantas y cámaras	3.2	16.9	37.8
Clase 326212	Revitalización de llantas [1]	6.7	3.0	2.8
Clase 326220	Fabricación de bandas y mangueras de hule	15.9	18.5	18.1
Clase 326290	Fabricación de otros productos de hule	74.2	61.6	41.3

En la Tabla 1 muestra que los índices de unidades económicas el hule está por encima de los demás ya que la industria hulera está conformada por 1,141 empresas a nivel nacional. De las actividades económicas que conforman la industria hulera, la fabricación de otros productos de hule fue la más importante, seguida de la fabricación de llantas y cámara. (Economía S. d., 2003)

Dentro de la fabricación de otros productos de hule se encuentran productos tales como:

- Globos
- Condones
- Artículos inflables para albercas
- Suelas de tapas para calzado

Taguchi define la calidad en términos de la perdida generada por el producto a la sociedad. Esta perdida puede ser estimada desde el momento en el que el producto es despachado hasta el final de su vida útil. El método Taguchi ha sido descrito como la herramienta más poderosa para lograr el mejoramiento de la calidad. La variabilidad de los procesos es provocada por parámetros que no pueden ser controlados. A estos parámetros se les conoce como ruidos de proceso. El diseño de experimentos es una disciplina que permite analizar qué efectos provocan los ruidos sobre los procesos de manera cuantitativa. Muchos parámetros de ruido podrán tener efectos considerables, otros leves y oros despreciables. (Taguchi, Chowdhury, & Wu, 2007).

Mares & Domínguez (2015) realizaron un diseño de experimentos en la fabricación de suelas de poliuretano en cual consistió en la mejora de calidad para esto mismo primero se identificó la raíz del problema ya que la suela tenía defectos. Con el fin de mejorar la calidad de producto y disminuir el número de defectos, este estudio llevo un diseño experimental en el contexto de un diseño robusto.

II. MARCO TEÓRICO

Phadke fue entrenado en técnicas de diseño robusto por Genichi Taguchi, el cerebro detrás de las Tecnologías de fabricación de calidad japonesas y el padre del control de calidad. El enfoque de Taguchi estuvo bajo consideración para ser adaptado como un protocolo estudiantil con el gobierno de los Estados Unidos de América.

A. Definición de calidad y Función de Pérdida

Genichi Taguchi propone una definición diferente de la calidad con el costo y la perdida, no solo con el fabricante en el momento si no con el consumidor y con la sociedad en general (Figura 1). La pérdida generalmente se considera como costos de fabricación adicionales incurridos hasta el punto en el que se envía el producto. Después de esto es la sociedad, el cliente, quien asume el costo de la pérdida de calidad inicialmente el fabricante paga los costos de garantía, una vez que el costo de garantía expira, el cliente puede pagar la reparación de un producto, pero indirectamente el fabricante es quién pagará la factura como resultado de la reacción negativa de los clientes y los costos,

finalmente por la mala respuesta de los clientes la empresa perderá la participación de mercado. (Taguchi, Chowdhury, & Wu, 2007)

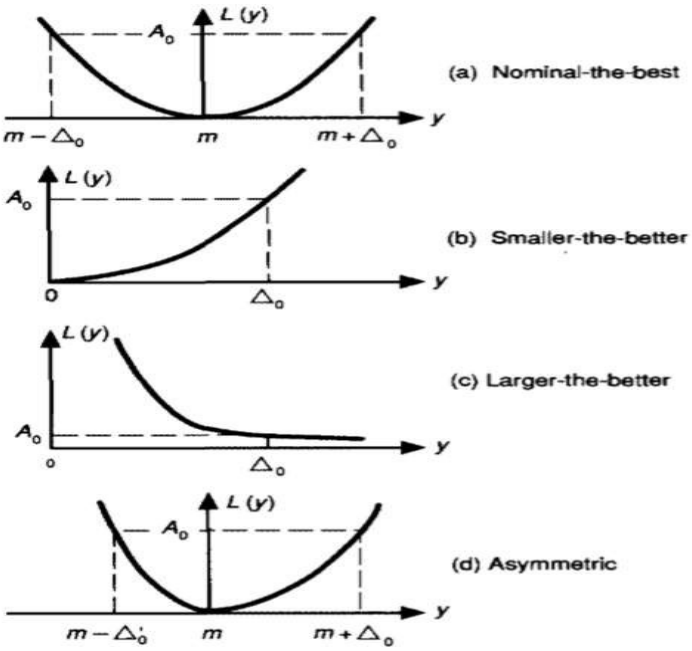


Figura 1. Función de Perdida de Taguchi *(Phadke, 1989)*

B. Ingeniería de calidad

La ingeniería de calidad es un instrumento que las personas pueden utilizar para resolver problemas, como podría ser la mejora del desarrollo tecnológico, el diseño de productos entre otros. (Taguchi, Chowdhury, & Wu, 2007)

C. Diseño Robusto

El diseño robusto es una metodología para encontrar la configuración optima de los factores de control para que el producto o el proceso sea insensible a los factores de ruido. Implica ocho pasos que pueden agruparse en las tres categorías principales de experimentos de planificación, realizados y analizar y verificar los resultados. (Phadke, 1989)

A. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Análisis del Proceso

1. Inicialmente Se analizo el proceso de la empresa Sarasti especialmente en el área de suela para identificar los puntos adecuados que debe de tener mediante procesos de dureza y de carga máxima.
2. Mediante los diagramas de causa-efecto se identificaron a mayor profundidad los problemas dentro del proceso de suela

3. Se tomaron muestreos de temperatura a los moldes de todas las torres para ver la variabilidad que tenían con respecto a la media asignada.

B. Definir el Experimento

Se definido un arreglo ortogonal trabajar encontrar los factores experimentales.

C. Pruebas de Laboratorio

En base a las normas se considera que los parámetros adecuados deben estar sobre los 180 Mpa para que este en un nivel óptimo.

D. Análisis del Experimento

1. Se utilizó un diseño factorial
2. Se analizaron las gráficas y se generaron los modelos

E. Definir modelos

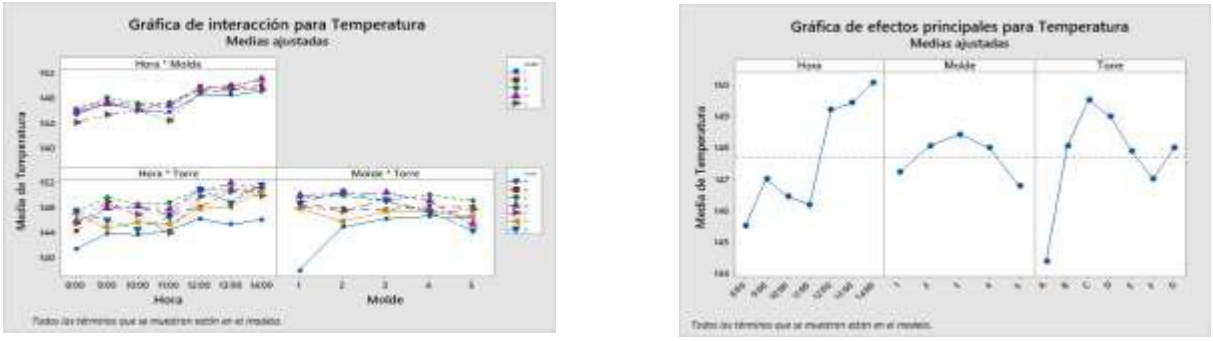
1. Taguchi considera un modelo como el adecuado donde menciona un valor económico y un valor nominal.
2. Deduce que *m* es la media adecuada y a medida que le valor se aleje del target incurre a un costo de calidad, por ello es de suma importancia controlar tanto el promedio como la variabilidad del proceso.

F. Optimizar

En este criterio se buscó obtener los mejores niveles para la calidad a la vez que se reduce la variación de 2 respuestas el cual fue optimizado con el uso de técnicas apropiadas.

III. RESULTADOS

Finalmente se analizaron las temperaturas en base a diferentes horarios del día, por lo que nos causó ruido el hecho de que no en todas las torres ni moldes era la misma temperatura en la que debían de estar. Nos dimos cuenta de que a partir de cierta hora la temperatura se elevaba porcentualmente como se muestra a continuación en la Figura 2.



Figua 2. Comportamiento de temperaturas mediante los 3 factores en el transcurso del día

Se consideró que la suela era lo suficientemente resistente por ende tenía una buena calidad en base a los materiales utilizados en el proceso.

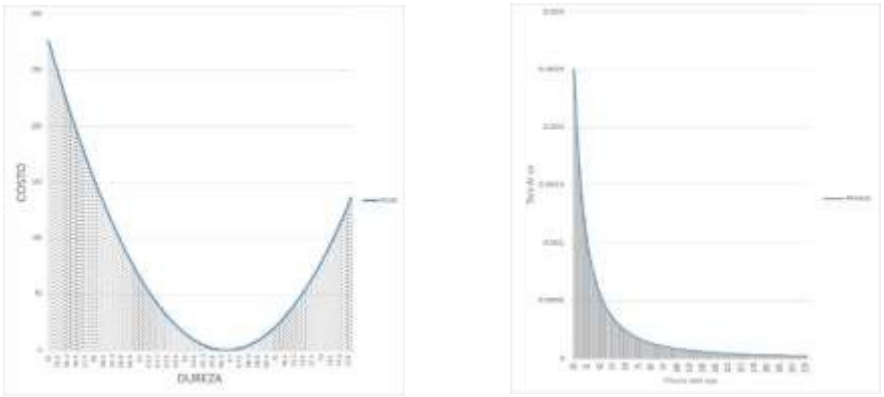


Figura 3. Función de perdida de las variables de respuesta

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las recomendaciones serian manejar los niveles indicados según el experimento a raíz de esto se mejoraría la calidad de la suela y minimizaría el costo.

V. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, a todo el comité organizador del Verano de la Ciencia y por la oportunidad que me brindaron de participar dentro de ella, a la empresa SARASTI por habernos recibido con las puertas abiertas y su disponibilidad para realizar el proyecto, también quiero agradecer al CONACYT y SICES por el apoyo económico otorgado y por otra parte quiero agradecer al Dr. Armando Mares por elegirnos para este proyecto y estar con nosotros en todo momento ya que gracias a él obtuvimos nuevas herramientas , nuevas experiencias y nuevas metas.

REFERENCIAS

Economia, S. d. (2003). *Catalogo de Normas Mexicanas (NMX)-NMX-T-023-SCFI-2003- Industria Hulera-Materia Prima .* Obtenido de http://www.economia-mnx.gop.mx/normas/nmx/2003/nmx-t-023-scfi-2003.pdf

Economia, S. d. (2016). *Catalogo de normas Mexicas (NMX)-NMX-T-024-SCFI-2016- Industria Hulera-Hule Vulcanizado o Termoplastico-Determinacion de la Dureza Shore A- Metodo de Prueba.* Obtenido de http://www.economia- nmx.gob.mx/normas/nmx/2010/nms-t-024-scfi-2016.pdf

Mares, A., & Dominguez, J. (2015). Robust Desing in Generalized Linear Models for Improving The Quality of Prolyurethane Soles. *The South AfricaJournal of Industrial Engineering*, 26-3:1521-156.

Phadke, M. (1989). *Quality Engineering Using Robust Desing.* Englewood Cliffs,New Jersey 07632: P T R Prentice-Hall, Inc.

Taguchi, G., Chowdhury, S., & Wu, Y. (2007). *Taguchi´s Quality Engineering Handbook.*

Livonia, Michigan : Jomh Wiley & Sons,Inc.

Optimización de posición de gates para inyección de plásticos

Elisabeht García Rubio
Universidad Politécnica de Querétaro
División Industrial - Ingeniería en Tecnologías de Manufactura
Carretera Estatal 420 S/N El Marqués
C.P. 76240, Querétaro
016020465@upq.edu.mx

Asesor: Mikio Tanabe
Universidad Politécnica de Querétaro
División Industrial - Ingeniería en Tecnologías de Manufactura
Carretera Estatal 420 S/N El Marqués
C.P. 76240, Querétaro
mikio.tanabe@upq.mx

Resumen — En este trabajo se exponen los resultados obtenidos de simulaciones realizadas en el software Moldflow Adviser con 2, 4 y 8 gates, con la finalidad de encontrar la óptima posición de estos en la inyección de plástico para un marco de televisión de 50 pulgadas, cuyo objetivo es disminuir la marcación de las líneas de soldadura en la parte visible de la pieza inyectada y poder lograr un 100% de llenado de material, para ello se tomaron en cuenta parámetros de inyección que influyen directamente en los resultados como lo son la temperatura y presión de inyección, así como el tipo de material y la distribución de los puntos de inyección en las paredes internas de la pieza inyectada.

Palabras clave — Línea de soldadura, temperatura de masa fundida, gates de inyección.

Abstract — In this assignment, the results obtained from simulations performed in the Moldflow Adviser software with 2, 4 and 8 gates are presented, in order to find their optimal position in the plastic injection for a 50-inch television frame de front panel. The objective is to reduce the marking of the welding lines in the visible part of the injected piece and to obtain 100% material filling. For this purpose, there are injection parameters that directly affect the results of welding line quality, such as melt material temperature, injection pressure, as well as the type of material, and the distribution of the injection points on the inner walls of the injected piece.

Keywords — Weld Lines, melt material temperature, injection gates.

I. INTRODUCCIÓN

Con ayuda del software Moldflow Adviser, podremos encontrar las condiciones óptimas de posiciones de gates en la inyección de plástico, antes de fabricar un molde metálico con elevado costo.

En este proyecto, se utilizó un marco de televisión de 55 pulgadas considerado como un producto grande (con dimensiones de 1150mm x 800mm x 15mm). El problema más común de inyección de plástico en este producto es el defecto visual causado por líneas de soldadura, las cuales se forman donde vuelven a unirse 2 frentes de flujo de masa fundida por la geometría de la pieza. No se presentarán posibles fracturas ya que no se genera tensión externa considerando el uso del tipo de producto, el defecto visual de líneas de soldadura por el tamaño grande del producto, solo puede afectar la calidad de visualización superficial [1-2].

Seleccionando varios factores impactantes, se trata de optimizar las condiciones de inyección de plástico con la finalidad de reducir el problema de defecto visual por líneas de soldadura.

II. MARCO TEÓRICO

A. Características de líneas de soldadura

Las líneas de soldadura muestran el ángulo de convergencia cuando se unen más de 2 frentes de flujo de masa fundida de polímeros. Los problemas principales son aumento de fragilidad estructural y defectos visuales. Son inevitables cuando los frentes de flujo se dividen por un orificio y vuelven a unirse, o por haber varios puntos de inyección (gates). En la figura 1 se ilustran diversas formaciones de líneas de soldadura (inevitables).

B. Influencias interactivas entre los factores

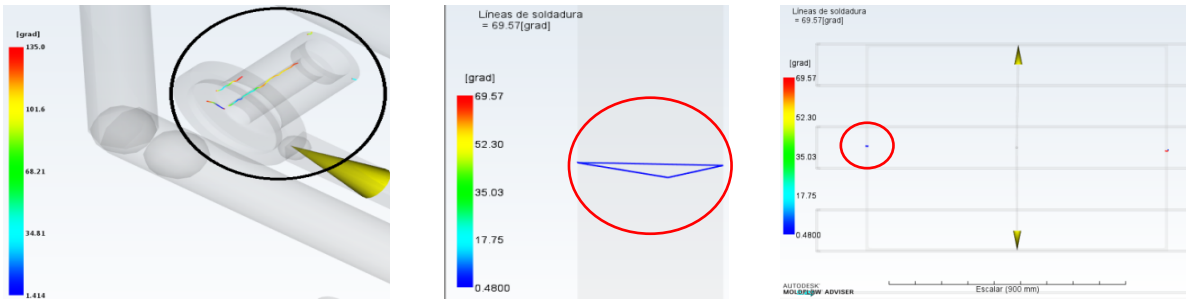
En general, a partir de más de 20°C de caída de temperatura de masa fundida durante el proceso de llenado, provoca la aparición de líneas de soldadura. La presión de inyección también afecta la calidad de formación de líneas de soldadura. La condición más uniforme de flujo de llenado ayuda a disminuir variaciones en las condiciones de unión de 2 frentes de masa fundida [1-2].

Mejor fluidez en la masa fundida ayuda a disminuir las líneas de soldadura. Los elementos aditivos como fibras de vidrio aumentan la aparición de más líneas de soldadura. La optimización de diseño del canal tiene la importancia de reducir las líneas de soldadura. La forma ideal es redonda para los canales, junto con la técnica de pozo frio. Y entre más corta sea la distancia de recorrido de masa fundida también se mejorara la calidad en las líneas de soldadura ya que se tiene menor pérdida de temperatura de frente de flujo.

El aumento de temperatura de masa fundida, velocidad de inyección y presión de compactación dentro la unidad de inyección ayudan a mantener la masa fundida caliente durante el proceso de llenado, sin embargo el exceso de este cambio se reflejara en la destrucción no esperada de propiedad de material de polímero y afectara a la calidad de inyección [3].

Espesor de cada parte de la pieza inyectada tiene influencia alta en el control de temperatura de frente de flujo. Mas espesor ayudara a mantener la temperatura más caliente sin embargo impactara negativamente en el tiempo de ciclo de inyección, contracción y rectitud superficial (warpage).

Cambios de posiciones de entradas/puntos de inyección (gates) y números de gates afectaran la posición en la que aparecen las líneas de soldadura con distintas calidades. Con más números de gates, 2 frentes de flujo se encontraran con mayor temperatura y con mayor presión de compactación, contribuyendo la mejoría en la calidad de líneas de soldadura.



a) b) c)

Fig. 1. Ilustraciones de líneas de soldadura. a) pieza pequeña (25mm x 25mm x 30mm), b) y c) pieza grande (1150mm x 800mm x 15mm).

III. METODOLOGÍA

Las simulaciones de flujo de polímeros se realizaron con las siguientes condiciones.

a) Utilizar 2 materiales distintos: ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno) genérico y ABS + PC (Poli-Carbonato). ABS con S (Estireno) ayudara a aumentar fluidez de llenado. PC ayuda a aumentar la resistencia contra la tensión con bajo efecto de contracción volumétrica sin embargo disminuye el flujo de masa fundida y la confianza de llenado.

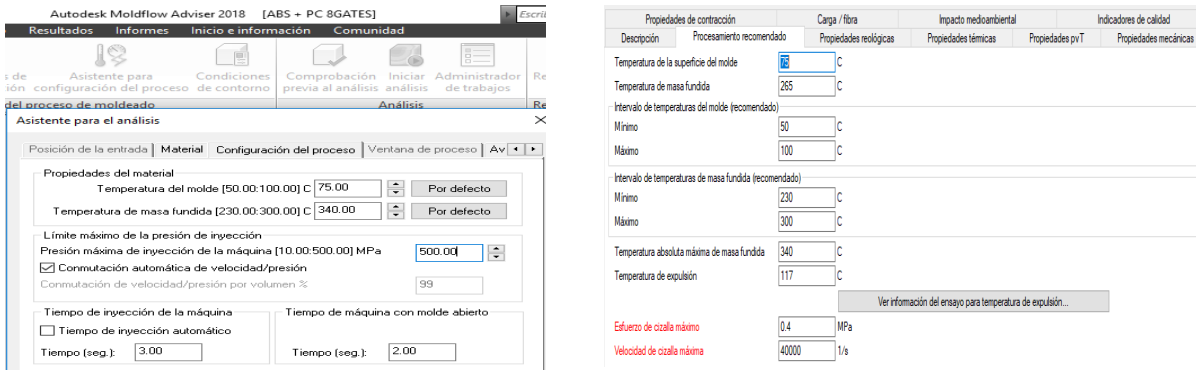
b) Realizar la simulación con 2 piezas de diferentes tamaños: una pieza pequeña con dimensiones de (25mm x 25mm x 30mm) y espesor máximo de 6 mm, otra pieza grande con dimensiones de (1150mm x 800mm x 15mm) y espesor uniforme de 3.0mm.

c) Hacer la simulación con diferentes números de puntos de inyección. Para la pieza grande, se realizaron 3 casos usando 2, 4 y 8 puntos de inyección (gates).

d) Usar 2 niveles distintos de presión de inyección: 300MPa y 500MPa.

e) Usar 2 condiciones diferentes de temperatura de masa fundida. Para el material ABS, usar 230°C (promedio) y 280°C (limite absoluto). Para el material ABS + PC, usar 265°C (promedio) y 340°C (limite absoluto).

Una vez obtenida la configuración con diferentes combinaciones de los parámetros, se ejecutó la simulación y se generaron distintas categorías de simulaciones para poder comparar los resultados. Las configuraciones se pueden modificar como la figura 2.



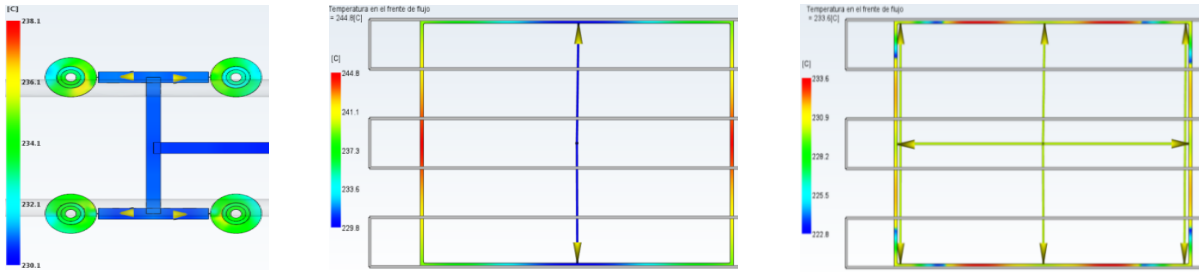
a) b)

Fig. 2. Configuraciones con distintos parámetros. a) Parámetros de proceso, b) parámetros material de polímero ABS + PC genérico.

IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

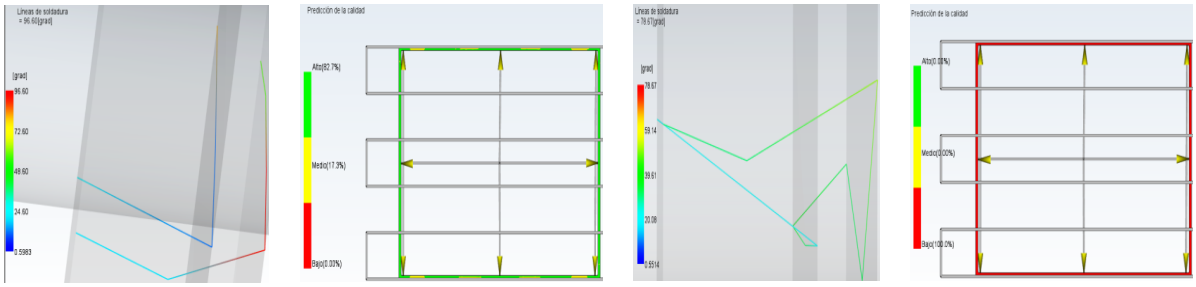
Con la finalidad de evidenciar el grado de impactos a través del cambio de las condiciones con distintos parámetros, se aplicaron pruebas con las simulaciones, las cuales son usadas para obtener la relación que hay entre los parámetros y el fenómeno de defecto visual con líneas de soldadura. Una de las pruebas es la comparación de temperatura en el frente de flujo y temperatura media, entre pieza pequeña y pieza grande. Los resultados se muestran en la figura 3 (pieza pequeña) y en la figura 4 (pieza grande). Para esperar la mejor calidad, la variación de temperatura en el frente de flujo debe ser entre 2 a 5°C. La pieza pequeña tiene el rango de 8.0°C (temperatura en el frente de flujo). Mientras, la pieza grande por su dimensión tiene el rango más amplio de 15°C (2 gates) y 10.8°C (8 gates). Aunque se utilizó Hot-Runner (Calentador de colada y canales) en los canales para la pieza grande, la perdida de temperatura durante el proceso de llenado sigue siendo muy grande y causando mala calidad de línea de soldadura. El aumento de número de gates contribuye a la disminución de perdida de temperatura. En la figura 3 se ilustran diferentes estados de temperatura en el frente de flujo.

Con el material ABS genérico, se consideró el aumento de presión de inyección (de 300MPa a 500MPa) y temperatura absoluta máxima de masa fundida (de 230°C a 270°C). Con este cambio, se aumenta la fluidez de masa fundida y se mejora favorablemente la confianza de llenado y la calidad de líneas de soldadura (de 96.60 grad. a 78.67 grad.), aunque se baja drásticamente el resultado de predicción de calidad de inyección (100% baja calidad), debido a que inicia el estado de destrucción de propiedad de material por aumento de temperatura (ver figura 4).



a) b) c)

Fig. 3. Comparación de temperatura en el frente de flujo. a) pieza pequeña con colada fría, b) pieza grande Hot Runner-2 gates y c) pieza grande Hot Runner-8 gates.

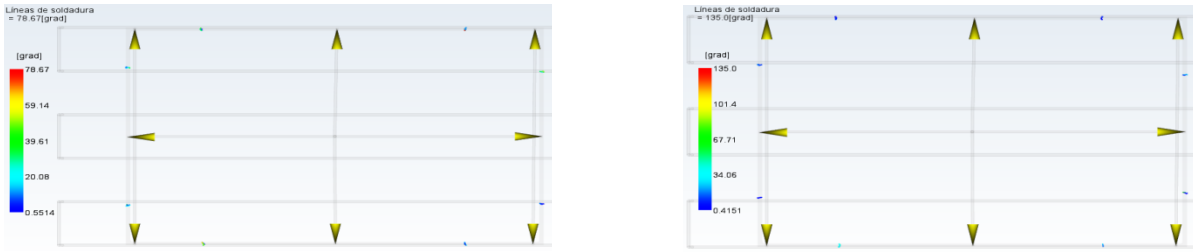


a) b) c) d)

Fig. 4. Líneas de soldadura con 8 gates y predicción de la calidad del material ABS genérico. a) y b) presión de inyección 300MPa, temperatura de masa fundida 230°C. c) y d) presión de inyección 500MPa, temperatura absoluta máxima de masa fundida 270°C.

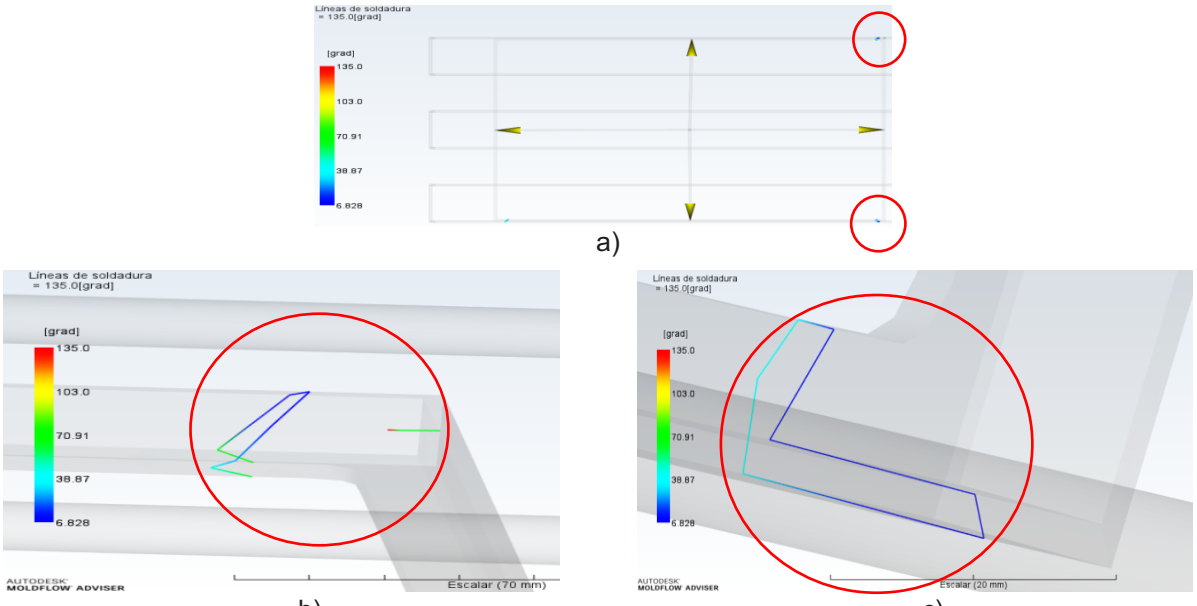
El tipo de material de polímero también tiene alta influencia en flujo de masa fundida y directamente afecta a la calidad de líneas de soldadura. Figura 5-a) muestra el resultado de líneas de soldadura con el material ABS genérico, con 78.67 grados. Figura 5-b) indica que con el material más viscoso (ABS genérico + PC), se genera baja calidad en líneas de soldadura, con 135.0 grados. La alta viscosidad causara flujo no uniforme en 2 frentes de flujo de masa fundida.

La ubicación y el número de puntos de inyección afectan al flujo de masa fundida. Mientras el flujo de masa fundida sea más uniforme, ayuda a reducir las líneas de soldadura. Figura 1-b) y 1-c) muestran 2 ubicaciones de líneas de soldadura generadas por 2 gates. Son los resultados de 2 frentes de flujo más uniforme y más estable, con 69.57 grados. Figura 6 indica los resultados de 4 puntos de inyección. Se aumentan los grados de líneas de soldadura hasta 135.0 grados, debido a que 2 frentes de flujo de masa fundida se unen cerca de la esquina del producto, donde se provoca el cambio de dirección de flujo y por ende genera más turbulencia. Al final, genera desequilibrio de flujo de masa fundida y afecta a la calidad de líneas de soldadura directamente.



a) b)

Fig. 5. Comparación de materiales con 500MPa de presión de inyección, 8 gates. a) ABS genérico, b) ABS + PC (Poli-Carbonato).



a)

b) c)

Fig. 6. Efectos de ubicación y número de gates, 4 gates. a) vista de todo el producto, b) líneas de soldadura de una esquina, c) líneas de soldadura de otra esquina.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este proyecto se propuso y realizó el análisis de posicionamiento de gates de inyección de plásticos, con método comparativo. Los resultados de simulaciones indican que el factor principal que afecta en la aparición de líneas de soldadura, sigue siendo igual con caída de temperatura de masa fundida durante el proceso de llenado. Por lo tanto, el uso del sistema Hot-Runner (calentador de colada y canales) es esencial para reducir la influencia de defecto de líneas de soldadura.

La mejoría de un problema provocara otros problemas en el proceso de inyección de plásticos normalmente. Debido a la larga distancia del recorrido de flujo de material como lo es el caso de este proyecto, requiere la implementación del sistema Hot-Runner, lo cual elevara bastante el costo de fabricación del molde, además aumentara el costo de mantenimiento del sistema durante su vida útil del molde.

Se detectó que la forma de pieza influye en el flujo de masa fundida. Por lo tanto, el aumento de espesor de la parte donde se genera líneas de soldadura apoyara a disminuir caída de temperatura de masa fundida (aunque se aumentara el tiempo de ciclo por la tardanza de enfriamiento), podría ser una de las opciones más económica e impactante siempre y cuando haya autorización de cambio de ingeniería. Los resultados obtenidos mostraron una buena evidencia de la complejidad de optimización bajo influencias interactivas entre varios factores para encontrar las combinaciones óptimas de los factores sobre la mejoría en problema de líneas de soldadura.

VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Politécnica de Querétaro y a todos los organizadores por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de 21° verano de la ciencia.

REFERENCIAS

[1] Anil Kumar y Rakesh K. Gupta. *Fundamentals of polymer engineering*, Marcel Dekker, 2003.

[2] Bernie A. Olmsted, Martin E. Davis. *Practical injection molding,* Marcel Dekker, 2001.

[3] Gabriel O. Shonaike, Suresh G. Advani. *Advanced polymeric materials: Structure property relationships,* CRC Press, 2003.

Pirólisis de neumáticos usados: estudio de modelación y estimación de parámetros usando Aspen Plus

Montserrat Garza Romero
Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Querétaro
Av. Tecnológico s/n
esq. Gral. Mariano Escobedo.
Colonia Centro Histórico
C.P. 76000, Querétaro, Querétaro.
moontse195@gmail.com

Asesor: Julio Armando de Lira Flores
Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Química
C.U., Cerro de las Campanas s/n Col. Las Campanas
Querétaro, 76010 Qro. México
julio.lira@uaq.mx

Resumen — La pirólisis consiste en la descomposición termoquímica de material orgánico a temperaturas de 400 °C y 900 °C sin presencia de oxigeno u otros reactivos. En este trabajo se realizó el modelado de las primeras operaciones unitarias de un proceso de pirólisis de neumáticos de desecho, i.e. las etapas de trituración y pirólisis con capacidad de alimentación de 150 kg / h. El modelo de reacción utilizado es un RYIELD presente en la simulación Aspen Plus, a través de este modelo es posible estimar el balance energético del proceso de pirólisis de neumáticos mediante la especificación de los productos obtenidos de la experimentación y datos ya reportados en la literatura. La utilidad del modelo de diagrama de flujo obtenido, permitió mejorar la eficiencia energética del proceso.

Palabras clave — Pirólisis, Neumáticos, Trituradora, Diagrama de flujo, Aspen Plus.

Abstract — Pyrolysis consists of the thermochemical decomposition of organic material at 400°C and 900°C temperatures without the presence of oxygen or other reactives. In this work, the model of the first unitary operations was made of a process of scrap tires pyrolysis, the stages of trituration and pyrolysis with a feeding capacity of 150 kilograms per hour. The reaction model used it is a RYIELD present on Aspen Plus simulation, through this model it is possible to estimate the energy balance of the pyrolysis process of tires through the specification of obtained products of experimentation and reported data in the literature. The utility of the obtained flowsheet made it possible to improve the efficiency of the energy of the process.

Keywords — Pyrolysis, Waste tire, Flowsheet model, Crusher, Aspen Plus.

I. INTRODUCCIÓN

La masiva fabricación de neumáticos y las dificultades para su disposición una vez usados, constituye uno de los más graves problemas medioambientales de los últimos años en todo el mundo. Un neumático necesita grandes cantidades de energía para ser fabricado (medio barril de petróleo crudo para fabricar un neumático de camión) y también provoca, si no es convenientemente reciclado, contaminación ambiental al formar parte, generalmente, de vertederos incontrolados. Existen métodos para conseguir un reciclado coherente de estos productos, pero faltan políticas que favorezcan la recolección y la instalación de industrias dedicadas a la tarea de recuperar o eliminar, de forma limpia, los componentes peligrosos de los neumáticos de los vehículos y maquinarias. [1]

En la actualidad se pueden utilizar diversos métodos para la recuperación de neumáticos y la destrucción de sus componentes peligrosos. Las operaciones de reutilización, recauchutado y reciclado de neumáticos usados representan una importante

oportunidad para la creación de industria y tecnología, así como un importante yacimiento de nuevos empleos.

Por todo esto, es necesario que en México al igual que otros países que ya han tomado conciencia de este gran daño que se le ha ocasionado al medio ambiente. Para esto, la obtención de biomasa a partir de este residuo, significa no solo su aprovechamiento y reciclaje sino también la disminución de las emisiones de CO_2.

Actualmente, las técnicas que permitan su eliminación mediante reciclaje avanzado, como la pirólisis, están ganando ritmo al reintroducirse el neumático de desecho en el ciclo de proceso y transformándolo en productos gaseosos y líquidos que pueden ser utilizados directamente como combustible o como materia prima de la refinería de petróleo. [2]

Figura 1. Acumulación de neumáticos. Un neumático tiene componentes como caucho, acero, óxido de zinc, textiles, cobre, cadmio y plomo. De allí la importancia de un manejo adecuado una vez comprado y usado, ya que se convierten en un problema medio ambiental. [2]

II. MARCO TEÓRICO

El carbón se puede usar como el negro de humo de bajo grado, como combustible sólido, puede usarse como carbón activado o puede usarse como fuente de energía para el reactor.

El aceite pirolítico producido contiene moléculas de cadenas de carbono tanto corto como largas, así como estructuras de anillo simples y múltiples. El contenido ha sido analizado a lo largo de varios estudios, y de acuerdo a [3], está hecho de 87.3% de carbono, 10.5% de hidrógeno, 0.8% de azufre, 1.2% de oxígeno y 0.2% de nitrógeno. Laresgoiti [4] caracterizó una mezcla de compuestos orgánicos C6-C24, principalmente compuestos aromáticos (53.4–74.8%), compuestos nitrogenados (2.47–3.5%), compuestos oxigenados (2.29–4.85%) y algo de contenido de azufre (1–1.4%). Los hidrocarburos alifáticos y los alquilbencenos son los principales componentes del petróleo, estimados como hidrocarburos C10.

La destilación del aceite pirolítico obtenida en [3], dio 8% de nafta pesada, 16% de queroseno, 24% de gasóleo ligero, 35% de alimentación catalítica y 17% de aceite, mientras que se realizó una destilación adicional de la fracción por debajo de 204 °C de 24.9% parafinas, 43.4% olefinas, 6.6% naftenos y 25.4% aromáticos. Además, se encontró que contenía alcanos (como decano, undecano, dodecano, tridecano, octadecano, eicosano), aromático compuestos (como benceno, tolueno, etilbenceno, xileno, estireno, naftaleno, fenantreno y antraceno), cetonas, aldehídos, alquenos (como propileno, butadieno, 1-penteno, isopreno, octeno), fenoles, alcoholes, éteres y ácidos carboxílicos. Además de todos los componentes mencionados anteriormente, aceite pirolítico también se encontró que contenía limoneno. Temperaturas más altas conducen a una mayor cantidad de hidrocarburos aromáticos policíclicos, y se ha observado que alrededor del 30% del aceite tiene un punto de ebullición entre 70 °C y 210 °C, que es el rango de punto de ebullición especificado para gasolina comercial. Aparte de los componentes a base de carbono, algo de azufre y los compuestos a base de nitrógeno también se encuentran en el aceite pirolítico.

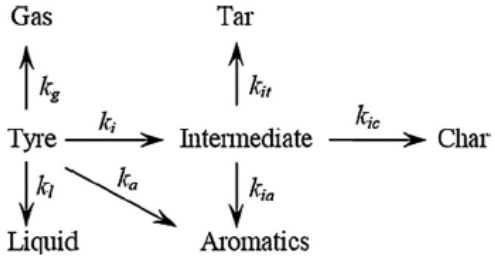


Fig. 2 Modelo cinético para la pirólisis de llantas de desecho por [5]

III. MATERIALES Y MÉTODOS

MODELO DE DIAGRAMA DE FLUJO DE PIRÓLISIS DE NEUMÁTICOS EN ASPEN PLUS

Los productos de la reacción de pirólisis son gas, petróleo, negro de carbón (carbón) y metal. La alimentación se ajustó a 150 kg/h con una distribución de tamaño (SD) del alimentador de neumáticos 1.1–1.9 m. Fue definido como un sólido no convencional [4-6] con los siguientes atributos Proxanal y Ultanal en la Tabla 1. Tomando en cuenta que para la trituradora se requiere el atributo de Sulfanal, en donde la suma de los elementos debe de ser 1.5 que es la cifra del azufre. Donde las fracciones de los elementos son pirítico 0.3, sulfato 0.89 y orgánico 0.31.

Los neumáticos de desecho se introducen primero en una trituradora donde el tamaño de partícula se reduce a menos de 1.5 cm de tamaño. En el correspondiente diagrama de flujo de Aspen Plus de la Fig. 3, la trituradora (SHREDER) es la primera unidad, donde se consumen aproximadamente 24 kW / h de trabajo para la trituración 150 kg/h de neumáticos. Los neumáticos triturados se introducen luego en un reactor de lecho fijo, donde las reacciones de pirólisis tienen lugar para formar carbón, gas y compuestos oleosos. En el diagrama de flujo de Aspen Plus, la reacción de pirólisis se modela como un

reactor de rendimiento (DECOMPOS). Este reactor está predefinido en conversiones de Aspen Plus Library, y las partículas de alimentación se muestran como sólidas no convencionales. Los componentes de este reactor funcionan en el rango de 300–700 °C bajo 1 atm. [7]

Tabla 1. Análisis elemental proxanal y ultanal de la alimentación de neumáticos usados

Elemento	Peso (%)	Elemento	Peso (%)
C	75	Ceniza	13.5
H	7	Humedad	1.5
N	0.3	Carbono fijo	30
Cl	0	Materiales volátiles	55
S	1.5		
O	2.7		

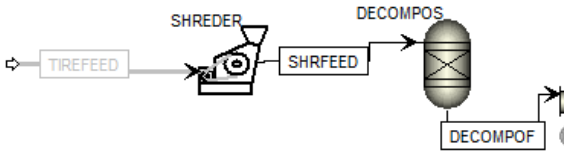


Fig. 3. Diagrama de flujo de simulación Aspen Plus para el proceso de pirólisis de llantas de desecho

El reactor RYIELD realiza los cálculos basados en el rendimiento, no requiere de información exacta sobre la cinética o la estequiometria. El rendimiento de cada componente se define en masa y no se calcula el calor de la reacción porque la estequiometria de la reacción no es conocida.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se especificó el tipo de trituradora (Crusher-SHREDER) como “Gyratory”, 1.5 cm que es el tamaño de partícula máximo que debe salir de la trituradora, ingresa solo sólido, como es una trituradora, se manejó a temperatura ambiente (20°C) con 1 atm de presión en masa y 150 Kg/h como lo especificado a lo largo del artículo.

Para el reactor (Ryield-DECOMPOS) se tomó una sola temperatura media de 500°C a 1 atm de presión con “Solid-Only” el rendimiento es especificado en masa y donde se mostraron cada uno de los componentes, se puede observar que el carbono tuvo un mayor rendimiento de la base con 0.84 y el azufre un menor rendimiento con 0.016, en donde se observa a continuación en la Tabla 2.

Tabla 2. Rendimiento de reactor DECOMPOS

Componente	Base	Rendimiento de la base
C	Masa	0.84
H2	Masa	0.07
O2	Masa	0.04
N2	Masa	0.033
S	Masa	0.016

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este documento proporciona un análisis basado en modelos de pirólisis de neumáticos de desecho. Se desarrolló una simulación de diagrama de flujo para predecir la pirólisis y procesar productos bajo diferentes condiciones de operación. Una de las partes que se planea revisar a futuro es la trituradora, saber si se puede modificar, hacer un proceso más para el tamaño de partícula que ingresa a la simulación en Aspen Plus, saber si se puede obtener alguna mejora si el proceso cambia en esa primera parte de la alimentación y trituración del neumático.

Esta simulación es una herramienta que servirá para que las plantas de pirólisis operen adecuadamente respecto la demanda económica, logrando que el proceso sea lo más rentable posible aunque en un principio sea poco accesible económicamente hablando. Es una opción muy buena para el reciclaje de neumáticos usados, crear con ciencia de la contaminación que generan los residuos de neumáticos y poder hacer algo con ellos.

VI. RECONOCIMIENTOS

Agradezco al Dr. Julio Armando de Lira Flores por guiarme y permitirme ser parte de su proyecto, por la paciencia a lo largo de estas semanas y por enseñarme temas totalmente nuevos para mí, agradezco a la Universidad Autónoma de Querétaro por abrirme sus puertas y al Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Querétaro por dar la difusión para poder inscribirme a esta increíble experiencia**.**

REFERENCIAS

[1] Castro, G. (2007). *Reutilización, reciclado y disposición final de neumáticos.*

[2] Jones, C. (2010). *Thermal Processing of Waste.*

[3] Roy C., C. A. (1999). The vacuum pyrolysis of used tires. *J. Anal. Appl. Pyrol.*, 51 (1–2), 201–221.

[4] Laresgoiti M.F., C. B. (2004). Characterization of the liquid products obtained in tyre pyrolysis. *J. Anal. Appl. Pyrol*, 71 (2), 917–934.

[5] Olazar M., L. G. (2008). Kinetic modelling of tyre pyrolysis in a conical spouted bed reactor. *J. Anal. Appl. Pyrol.*, 81 (1), 127–132.

[6] Quek A., B. R. (2012). Mathematical modeling of rubber tire pyrolysis. *J. Anal. Appl. Pyrol.*, 95,1–13.

[7] Hamza Y. Ismail, A. A. (2017). Pyrolysis of waste tires: A modeling and parameter estimation study using Aspen Plus. *Elsevier*, 482–493.

[8] Tsai, W.-T. M.-H.-M.-Y.-H. (2007). Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in bio-crudes from induction-heating pyrolysis of biomass wastes. *Bioresour. Technol.*, 98 (5), 1133–1137.

Preparación de xerogeles de SiO_2 mediante el proceso sol-gel conteniendo Ag y Cu

Nora Guadalupe Franco Pérez
Tecnológico Nacional de México/ I.T. Querétaro
Av. Tecnológico s/n
Colonia Centro Histórico
C.P. 76000, Querétaro, Querétaro.
guadalupefrancoprz1997@gmail.com

Asesor: Dr. Oscar Gómez Guzmán
Tecnológico Nacional de México/ I.T. Querétaro
Av. Tecnológico s/n
Colonia Centro Histórico
C.P. 76000, Querétaro, Querétaro.
ogg1804@yahoo.com.mx

Resumen — El presente trabajo presenta el proceso de preparación de Xerogeles de SiO_2 en bulto y polvo, sintetizados por el método sol-gel, dopados con Ag, Cu y sin dopar. Se usó una rampa de secado lenta desde 50 hasta 120 °C para obtener monolitos libres de fracturas. Estos materiales fueron caracterizados mediante Uv-Vis, IR y Espectrofluorometria observándose la presencia de Ag y Cu en la matriz de SiO_2.

Palabras clave — Sol-Gel, xerogeles, dopados, IR, UV-Vis.

Abstract — The present work presents the process of preparation of SiO2 Xerogels in bulk and powder synthesized by the sol-gel method, doped with Ag, Cu and without doping. A slow drying ramp from 50 to 120 ° C was used to obtain fracture-free monoliths. These materials were characterized by Uv-Vis, IR and Spectrofluorometry, observing the presence of Ag and Cu in the SiO2 matrix.

Keywords — Sol-Gel, xerogel, doped, IR, UV-Vis.

I. INTRODUCCIÓN

El proceso sol-gel es un método químico de síntesis de materiales, es relativamente sencillo, ofrece alta pureza, buena homogeneidad y bajas temperaturas de procesamiento comparadas con los métodos convencionales, por lo cual, es un campo activo de investigación. A lo largo de los años se ha descubierto que la naturaleza de los materiales que se obtienen mediante el proceso sol-gel es realmente interesante, esto debido a que se logran obtener materiales cristalinos, amorfos, híbridos (orgánico-inorgánico) entre otros. Además, se pueden llevar a cabo síntesis de combinaciones de óxidos (SiO_2, TiO_2, ZrO_2, etc.) que por los métodos tradicionales no es posible. Estas particularidades abren una ventana a un amplio campo de aplicación como fabricación e incluso mejora de componentes ópticos, fibras ópticas, recubrimientos dieléctricos, superconductores, guías de onda, celdas solares, aplicaciones antibacterianas, etc. [1,2].

Este proceso permite obtener materiales con diferentes propiedades. Por ejemplo, dependiendo del tratamiento térmico que se aplique, es posible obtener: alcogel, hidrogel (secado a T ambiente), xerogel (secado a T ambiente y posterior TT a 100°C), cryogel (secado a bajas temperaturas), aerogel (secado hipercrítico). En esta investigación se sintetizaron xerogeles en bulto y en polvo, los cuales, gracias a sus propiedades estructurales y químicas son posibles dopar o impregnar con iones metálicos mediante la adición de una sal metálica en solución durante la mezcla mecánica del precursor, agua, disolvente y catalizador [3,4].

II. MARCO TEÓRICO

El proceso sol-gel consiste, en términos generales, en la hidrólisis y condensación de un precursor metálico o semi-metálico. En el caso particular donde los precursores son el tetraetilortosilicato (TEOS), agua y etanol, las reacciones de hidrolisis y condensación que se llevan a cabo se muestran en las ecuaciones 1 y 2.

$$Si(OR)_4 + H_2O \rightarrow HO - Si(OR)_3 + ROH \quad (1)$$

$$(OR)_3Si - OH + HO - Si(OR)_3 \rightarrow (OR)_3Si - O - Si(OR)_3 + H_2O \quad (2)$$

$$(OR)_3Si - OR + HO - Si(OR)_3 \rightarrow (OR)_3Si - O - Si(OR)_3 + ROH$$

Inicialmente, un sol es formado por la mezcla de los precursores utilizados como el Tetraetoxisilano (TEOS) o Tetrametoxisilano (TMOS), agua, un disolvente y un catalizador. Durante este paso los grupos alcóxidos son hidrolizados, luego se forman redes de Si-O-Si mediante reacciones subsecuentes de condensación de los grupos hidroxilo formados en la etapa anterior. Por último, se determina un tiempo de envejecimiento en el que el gel resultante consolida su estructura y se procede a un tratamiento térmico en el cual se remueve el disolvente y agua residual [5]. Si se remueve mediante un tratamiento térmico convencional, el resultado es un xerogel. Si se remueve a través de evacuación supercrítica, el resultado es un aerogel. Los aerogeles tienen baja densidad y son muy buenos aislantes térmicos y acústicos. Los xerogeles son más densos que los aerogeles, tienen un área superficial grande y son a menudo microporosos; estos pueden usarse como soporte de catalizadores, conductor iónico y como precursor para una gran variedad de vidrios, cerámicas, recubrimientos, fibras y la inclusión de cúmulos metálicos o semiconductores prometen nuevas aplicaciones en electrónica, magneto-óptica y óptica no lineal [6].

III. MATERIALES Y MÉTODOLOGÍA

Materiales, reactivos y equipos utilizados: Parrilla de agitación, vasos de precipitados, vidrios de reloj, pipetas volumétricas, micropipeta, balanza analítica, agitadores magnéticos, TEOS (precursor) $Si(OC_2H_5)_4$ (*Baker*, 99% pureza), HNO_3 (catalizador), etanol C_2H_6O (*Baker*, 99.94% pureza), agua destilada, $AgNO_3$ (*Baker*, 0.1 N), $CuNO_3$ (*Baker*, 0.1 N). Los equipos de caracterización: Espectrómetro IR Bruker Tensor 37, Espectroscopia UV-Vis Ocean Optics HR4000CG-UV-NIR, Espectrofluorometro Jobin Yvon (Fluoromax 3) equipo para medición de los espectros de emisión.

Se obtuvieron monolitos a través del proceso Sol-Gel empleando TEOS, etanol, agua, HNO_3 al 5% como catalizador, $AgNO_3$ 0.1 N y $CuNO_3$ 0.1 N para los monolitos dopados con Ag y Cu respectivamente. En la Tabla 1 se da información de los precursores utilizados y se muestra la nomenclatura utilizada: monolitos (M), polvos (P), sin dopar (SD) y dopados con Cu y Ag; M-SiO_2-SD, M-SiO_2-Ag, M-SiO_2-Cu, P-SiO_2-Ag, P-SiO_2-Cu, P-SiO_2-SD. Los polvos de cada especie se obtuvieron mediante molienda de los monolitos, por tal motivo, los polvos y monolitos de la misma especie tienen la misma razón molar.

La metodología utilizada para la preparación los soles de las muestras de estudio fue la siguiente: en un vaso de precipitado se mezcló TEOS y etanol (solución 1), en otro agua y HNO_3 (solución 2). Para el caso de las muestras dopadas con Ag y Cu, se incorporó el $AgNO_3$ o $CuNO_3$ según el caso, a la solución 2. Los vasos de precipitado con las soluciones 1 y 2 se colocaron en una parrilla de agitación magnética por 15 minutos, luego se vierte la solución 2 en 1 para obtener los soles (solución 3) y se dejó agitando por unos minutos más. Finalmente, la solución 3 fue vaciada en celdas de plástico selladas y a temperatura ambiente para la obtención del gel. Una vez obtenidos los geles de las muestras dopadas y sin dopar estos fueron sometidos a un secado controlado para la obtención de los monolitos. Para la preparación de los polvos, se molieron los monolitos y se tamizaron con una malla número 15. La Figura 1 muestra un esquema de la metodología utilizada.

Tabla 1. Razones molares y volumen de los precursores y reactivos empleados en la preparación de los monolitos de SiO_2

Muestras	***Razones molares***			***Volumen empleado en la preparación de 50 ml de suspensión***					
	TEOS	**Etanol**	**Agua**	**TEOS (ml)**	**Etanol (ml)**	**Agua (ml)**	HNO_3 **al 5% (ml)**	$AgNO_3$ **0.1 N (ml)**	$CuNO_3$ **0.1 n (ml)**
M-SiO_2-SD P-SiO_2-SD	1	4	15	15.4	16	16.6	2	0	0
M-SiO_2-Ag P-SiO_2-Ag	1	4	11.6	16.7	17.5	8.8	4	3	0
M-SiO_2-Cu P-SiO_2-Cu	1	4	11.6	16.7	17.5	8.8	4	0	3

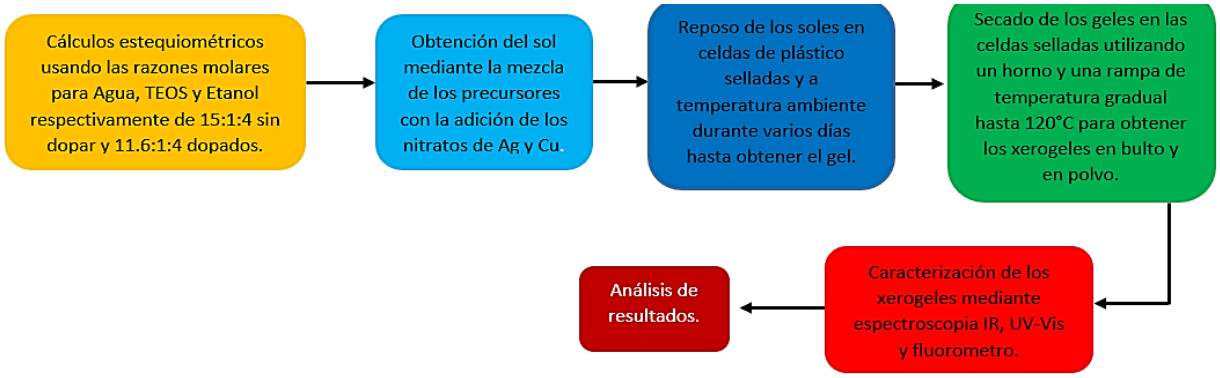


Figura 1. Esquema de la metodología utilizada en la preparación de los monolitos.

IV. RESULTADOS

Los xerogeles de SiO_2 en bulto (monolitos), en polvo, dopados y sin dopar obtenidos mediante el proceso sol-gel, asi como la rampa de secado para obtener estas muestras de estudio se muestran en la Figura 2. Como se observa en esta Figura, los monolitos son opticamente seitransparentes y muestran una estructura libre de fracturas, para lo cual se utilizaron tiempos de secado lentos como se muestra en la rampa de secado. Los polvos fueron obtenidos a travez de la molienda de los monolitos y tamizados con una malla del

número 15. El tiempo de reposo a temperatura ambiente de los geles antes de ser sometidos a la rampa de secado es deaproximadamente 50 h.

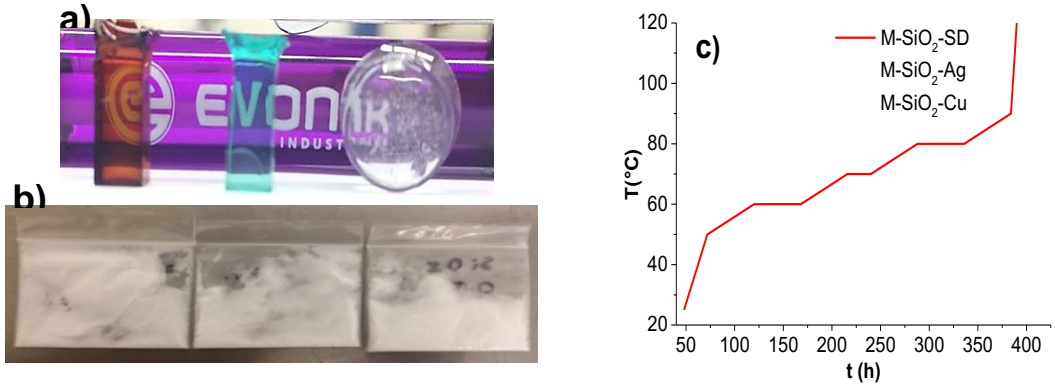
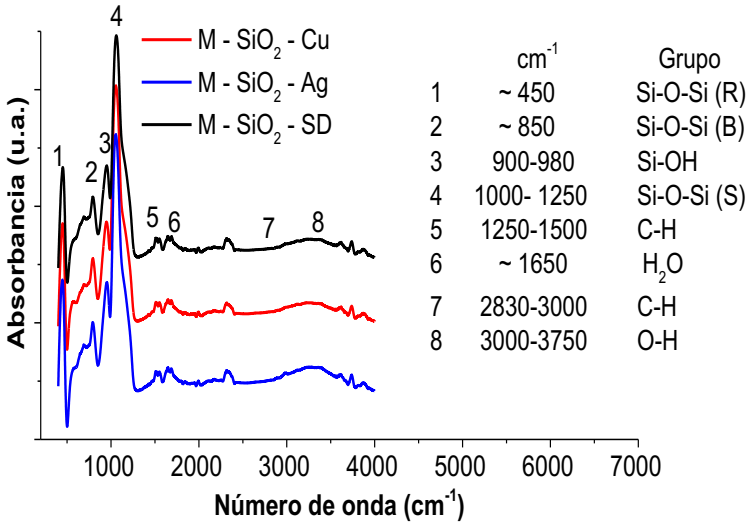


Figura 2. a) Monolitos (izq-der): M-SiO_2-Ag, M-SiO_2-Cu, M-SiO_2-SD; b) Polvos (izq-der): P-SiO_2-Ag, P-SiO_2-Cu, P-SiO_2-SD; c) Rampa de secado.



	cm^{-1}	Grupo
1	~ 450	Si-O-Si (R)
2	~ 850	Si-O-Si (B)
3	900-980	Si-OH
4	1000- 1250	Si-O-Si (S)
5	1250-1500	C-H
6	~ 1650	H_2O
7	2830-3000	C-H
8	3000-3750	O-H

Figura 3. Espectro de IR de monolitos de SiO_2-Ag, SiO_2-Cu y SiO_2 .

La Figura 3 muestra el espectro de absorción IR de las muestras de estudio. Se observan las bandas de absorción características del SiO_2, las cuales, aparecen etiquetadas con números en la gráfica, así como la asignación correspondiente a los grupos funcionales de estos materiales vítreos.

En la Figura 4 a) se muestra el espectro de absorción UV-Vis de los monolitos dopados con Ag y Cu. La banda de absorción alrededor de los 800 nm corresponde al oxido cúprico u oxido de cobre (II) mientras que el ascenso de absorción alrededor de los 350 nm a los 400 nm corresponde a la transferencia de carga del oxígeno hacia al cobre [7,8]. También se observa una banda de absorción aproximadamente a 453 nm característico de la resonancia del plasmón de superficie (SPR), la cual confirma la formación de nanopartículas de plata presentes en muestras M-SiO_2-Ag. Los picos localizados por debajo de los 400 nm son debidos a oligómeros de Ag dispersos dentro de los poros de sílice mesoporosa formada a causa de la descomposición de $AgNO_3$ a distintas temperaturas [9,10]. En la Figura 4 b) las

muestras M-SiO_2-Ag y M-SiO_2-SD presentan una banda de emisión centrada en 420 nm atribuida a la emisión del SiO_2 cuando se usa una excitación de 300 nm, esta banda también se observa en la muestra M-SiO_2-Cu a 465 nm usando una excitación de 326 nm. Otra banda de emisión se observa en 340 nm atribuida a la Ag presente en la muestra M-SiO_2-Ag usando una excitación de 300 nm mientras que en 365 nm se observa otra banda de emisión atribuida al Cu presente en la muestra M-SiO_2-Cu usando una excitación de 326 nm.

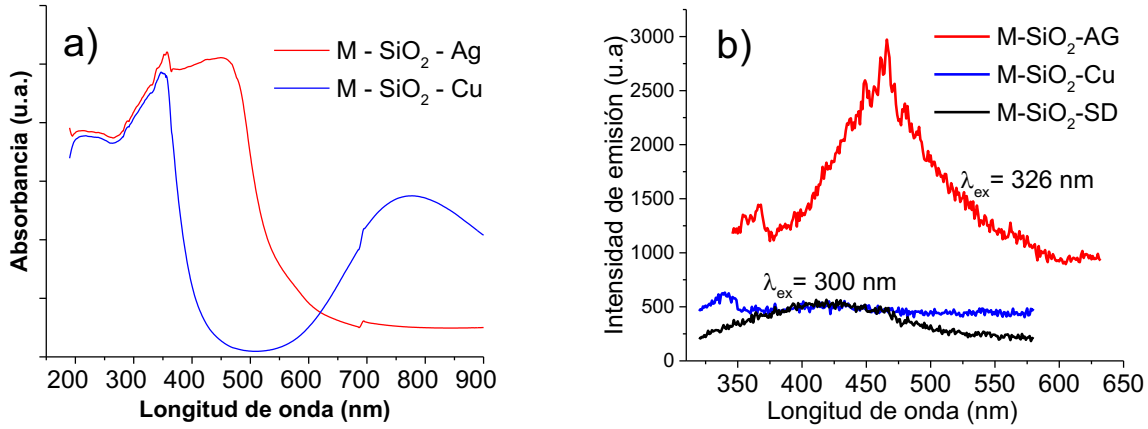


Figura 4: a) Espectros de absorción UV-Vis, b) Espectros de emisión.

V. ANALISIS DE RESULTADOS

Se lograron sintetizar xerogeles en bulto, en polvo, dopados con Ag, Cu y sin dopar usando el proceso sol-gel. Los monolitos se obtuvieron libres de fractura, ópticamente semitransparentes y a bajas temperaturas de procesamiento (120°C) gracias al lento tiempo de secado a los que fueron sometidas las muestras, como se puede observar en la Figura 2 c). La presencia de Ag y Cu fue corroborada mediante los espectros de absorción (espectroscopia UV-Vis) y los espectros de emisión (Fluorometro). En los espectros UV-Vis se muestran la presencia de partículas de Ag y de Oxido Cúprico en la matriz de SiO_2 a pesar de las bajas temperaturas a las que fueron sometidas las muestras, mientras que los espectros de emisión muestran bandas de emisión asociada a la matriz de SiO_2 así como la emisión debido a partículas de Ag y Cu cuando son excitadas con 300 y 326 nm. Los espectros IR de todas las muestras son idénticos, mostrando que no hay un cambio estructural en la matriz del SiO_2 cuando es dopada con Ag y Cu, esto puede deberse a las bajas temperaturas de procesamiento utilizadas en la síntesis de estos materiales.

VI. CONCLUSIONES

Los monolitos y polvos de SiO_2 dopados con Ag, Cu y sin dopar presentan las características estructurales y ópticas reportadas en la literatura. A partir de la rampa de secado utilizada, se logró obtener monolitos mediante la extracción del solvente atrapado en los geles precursores. Estos monolitos fueron obtenidos libres de fracturas y con un tamaño del 30% a 40% respecto de su volumen inicial. Las técnicas de análisis utilizadas muestran la presencia del Cu y la Ag a través de las bandas de absorción (Uv-Vis) y emisión (Fluorometro) y, en particular, los espectros IR no muestran cambios estructurales en la red de SiO_2 por la

presencia de Ag y Cu, esto puede ser debido a las bajas temperaturas de tratamiento utilizadas. Se puede observar en el presente trabajo que el llevar a cabo un cálculo adecuado para determinar las cantidades apropiadas para la mezcla de los precursores y haber determinado una rampa de secado adecuada, permitió la síntesis y caracterización de los materiales aquí estudiados.

VII. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al programa “21° Verano de la Ciencia” de la Región Centro por el apoyo brindado para el desarrollo del presente proyecto. Al Tecnológico Nacional de México/I.T. Querétaro por el préstamo de sus instalaciones. A Cabrera Feregrino María Alethia por su apoyo en la obtención de los monolitos. A la Dra. Flores Hernández Cynthia Graciela, Dr. De la Luz Asunción Miguel y Dr. Pérez Ramírez Eduardo Enrique por su apoyo en el desarrollo y caracterización de los materiales obtenidos en el presente proyecto.

REFERENCIAS

[1] AIMEE Instituto Tecnológico Metalmecánico, «Obtención de recubrimientos multifuncionales mediante la aplicación de la tecnología Sol-Gel con encapsulación inorgánica,» 23 Diciembre 2015. [En línea]. Available: http://observatorio.aimme.es/otea_document.asp?id=10541&n=1. [Último acceso: 31 Julio 2019].

[2] C. Araujo-Andrade, G. Ortega-Zarzosa, S. Ponce-Castañeda, J.R. Martínez, «Análisis de las reacciones de hidrólisis y condensación en muestras de sílica,» *Revista Mexicana de Física,* vol. 46, pp. 593-597, 2000.

[3] L.M. Carballo Suárez, H.M. Galindo, «Estudio de los procesos sol-gel para la obtención de un aglutinante apropiado para el peletizado de alúmina,» *Revista Ingeniería e Investigación,* vol. 48, pp. 57-63, 2001.

[4] S.S. Serrano-López, F. Prieto-García, A.J. Gordillo-Martínez, «Síntesis y caracterización de sílice dopada con óxidos de hierro por la vía sol-gel,» *Revista latinoamericana de metalurgia y materiales,* vol. 25, pp. 3-14, 2005.

[5] J. Castañeda-Contreras, «Fabricación de materiales amorfos y policristalinos con la ruta sol-gel.,» *Boletín de la sociedad mexicana de física.,* vol. 20, nº 1, pp. 13-17, 2006.

[6] J. Gonzáles-Hernández, J.F. Pérez-Robles, «Vidrios SiO2 nanocompuestos preparados por sol-gel: revisión,» *Sociedad mexicana de ciencia de superficies y de vacío,* vol. 11, pp. 1-16, Diciembre 2000.

[7] J.R. Martínez, F. Ruíz, «Mapeo estructural de sílica xerogel utilizando espectroscopía infrarroja,» *Revista Mexicana de Física,* vol. 48, nº 2, pp. 142-149, 2002.

[8] P. de León Portilla, «Repositorio institucional BUAP,» enero 2017. [En línea]. Available: https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/64. [Último acceso: agosto 2019].

[9] A. Ellateef Abbass, A. Janse Van Vuuren, H.C. Swart, R.E. Kroon, «Distinguishing the nature of silver incorporated in sol-gel silica,» *Journal of Non-Crystalline Solids,* vol. 475, pp. 71-75, 2017.

[10] G. Martínez-Castañón, J.R. Martínez, G. Ortega Zarzosa, F. Ruíz., «Optical Absorption of Ag particles dispersed in a SiO2 amorphous matrix,» *Journal of sol-gel sciencecand technology,* vol. 36, pp. 137-145, 2005.

Preparación y caracterización de gamma alúmina para la adsorción de arsénico en agua potable de Irapuato, Gto. (A)

Sandra Elizabeth López Medina
Instituto tecnológico de Aguascalientes
Av. Adolfo López Mateos #1801, Ote Fracc, Bona Gens, 20256 Aguascalientes, Ags.
i.q.elizabethlm@gmail.com

Asesor: José Raúl Díaz Martínez
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, 36821 Irapuato, Gto
jodiaz@itesi.edu.mx

Resumen — En la presente investigación se hizo un proceso para obtener γ-alúmina que se mezcló y se calcinó con el fin de obtener esferas de γ-alúmina para la adsorción de arsénico del agua potable en Irapuato a través de una columna. Las esferas que se obtuvieron parten de la preparación de la solución de sulfato de aluminio e hidróxido de amonio, que requiere tener un PH de 9-11, posteriormente se realizó una mezcla que contienen un total de porcentaje en peso del 90% hidróxido de aluminio, 5% fibra de vidrio y 5% de bentonita; con un peso total por esfera de 0.5gr. El método que se usó para formarlas fue manual. Posteriormente con la obtención de las esferas de γ-alúmina se realizó el llenado de la columna.

Palabras clave — gamma alúmina, adsorción, arsénico.

Abstract — In the present investigation a process was made to obtain γ-alumina that was mixed and calcined in order to obtain the best γ-alumina spheres for the adsorption of drinking water in Irapuato through a column. The spheres that were obtained start from the preparation of the solution of aluminum sulphate and ammonium hydroxide, which requires having a pH of 9-11, after a mixture of a total percentage of weight of 90% of aluminum hydroxide, 5% fiberglass and 5% bentonite; with a total weight per sphere of 0.5gr. The method that was used to form them was manual. Subsequently obtaining the γ-alumina spheres, the column was filled.

Keywords — gamma alumina, adsorption, arsenic.

I. INTRODUCCIÓN

El propósito de la presente investigación es preparar y caracterizar γ-alúmina, además de llenar una columna de vidrio con las esferas obtenidas para la remoción de arsénico del agua potable mediante el método de adsorción, utilizando como adsorbentes las esferas de γ-alúmina.

En el artículo [1] se menciona el efecto que ejercen las características iniciales del hidróxido de aluminio y de las condiciones de moldeado sobre las propiedades texturales y mecánicas de soportes catalíticos esféricos de y-alúmina. Donde se indica la preparación de sol-gel para la obtención de bohemita y de pseudobohemita.

En el trabajo [2] se estudió la síntesis de pseudoboehmita, precursor de alúmina activada, a partir de sulfato de aluminio de bajo costo, de donde se extrajo parte del proceso para la producción del hidróxido de aluminio usado en la presente investigación. Así como también partimos de este trabajo para la producción del hidróxido de aluminio y también para la caracterización del hidróxido de aluminio y la γ-alúmina por Espectroscopia IR, difracción de rayos-X (DRX), fisisorción de nitrógeno y termo análisis.

El aumento de la contaminación de agua en el estado de Irapuato, según la información tomada [3] indica que cerca de 30 comunidades rurales, entre ellas Valencianita, Loma Bonita y Malvas, se ha detectado la presencia de minerales en el agua, y aunque no sobrepasan los estándares de la norma oficial. En la zona urbana, han detectado algunas fuentes con problemáticas de minerales, entre ellos el arsénico, la preparación y la caracterización de la γ-alúmina funcionará para combatir el problema con el As.

II. MARCO TEÓRICO

El arsénico es un elemento natural de la corteza terrestre; ampliamente distribuido en todo el medio ambiente, está presente en el aire, el agua y la tierra. En su forma inorgánica es muy tóxico. La exposición a altos niveles de arsénico inorgánico puede deberse a diversas causas, como el consumo de agua contaminada o su uso para la preparación de comidas, para el riego de cultivos alimentarios y para procesos industriales. Según estudios [3] considerando la toxicidad del arsénico y el peligro que su consumo genera en los seres vivos y medio ambiente, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Agencia de Protección Ambiental (EPA), establecieron un límite permisible de 0.01 mg/L de arsénico en el agua de bebida. Por su parte, la Norma Oficial Mexicana 127 (NOM-127-SSA1-1994) establece un valor de 0.05 mg L-1, como límite permisible de concentración de arsénico en el agua para uso y consumo humano.

III. MATERIALES

Tabla 1- materiales

Cant	Material	Cant	Material	Cant	Material
1	Parrilla termomagnética	**1**	Vasos de precipitado de 500 ml	**4**	Crisoles
1	Agitador magnético	**2**	Cristalizador	**2**	Peras de succión
1	Soporte Universal	**4**	Vidrios de reloj	**1**	Mortero con pistilo de porcelana
1	Termómetro 150°C	**2**	Pipetas capacidad 10ml	**1**	Pinzas para crisol grandes
1	Pinzas para termómetro	**2**	Espátulas	**4**	Crisoles
2	Vasos de precipitado de 250 ml	**1**	Bomba de vacío	**2**	Peras de succión
1	Phmetro	**4**	Matraz Erlenmeyer 1lt	**1**	Muffla
1	Matraz kitazato 500ml	**1**	Embudo Buhner	**1**	Agitador de vidrio
3	Papel filtro	**1**	Estufa	**2**	Guantes de asbesto

a) Reactivos

1. 20 gr de $Al_2(SO_4)_3$
2. 100 ml de $NH_4(OH)$
3. 5% en peso de Bentonita
4. 5% en peso de Fibra de vidrio

b) Equipos

1. Espectrómetro IR (Marca Perkin Elmer, modelo Spectrum RX I).
2. TGA-SDT (Marca TA Instruments, modelo Q600).
3. Microscopio (Marca Zeiss modelo Discovery V12).

IV. MÉTODOS

El método para la obtención de esferas de γ- alúmina se lleva en dos procesos, en el primero se obtiene hidróxido de aluminio ($Al(OH)_3$) y en el segundo se preparan las esferas de γ- alúmina.

a) Obtención de hidróxido de aluminio

1. Se diluye sulfato de aluminio - Al2 (SO4)3 – (20 g) en 800 mL de agua destilada, esta solución debe permanecer en constante agitación a 70°C.
2. A la solución de sulfato se le añade hidróxido de amonio - NH4OH – hasta alcanzar un pH entre 9-11.
3. La solución obtenida se filtra, para extraer el hidróxido de aluminio como una torta de gel y en la fase líquida quedo el sulfato de amonio -(NH4)2SO4 – disuelto.
4. El gel resultante se lavó tre veces con agua destilada a 70°C
5. El gel obtenido se seca a 110 °C (24 horas), posteriormente se caracterizó por IR y termoanálisis.

b) Caracterización

1. Método de espectroscopia de infrarrojo

   El hidróxido de aluminio se combinó con KBr y se molió en un mortero de ágata y se comprimió para formar una pastilla traslúcida. Se formó otra pastilla únicamente de KBr que sirve de blanco. Posteriormente se introdujo en el aparato de IR. (Marca Perkin Elmer, modelo Spectrum RX 1). Se realizó lo mismo para la γ-alúmina.

2. Análisis termo diferencial

   Se tomó una pequeña muestra de hidróxido de aluminio y se coloco en una charola especial de alúmina y se introdujo en el TGA-SDT (Marca TA Instruments, modelo Q600). El proceso se realizó a c ambios de temperatura constante (15°C/min) hasta alcanzar 1000°C.

c) Formación de esferas:

1. Se hace una mezcla de hidróxido de aluminio (90% en peso), bentonita (5% en peso) y fibra de vidrio (5% en peso).
2. Se añade agua destilada para formar una pasta y se forma manualmente una esfera.
3. Las esferas se colocan en la estufa (60 °C)

4. Posteriormente se realiza la calcinación de las esferas para cambiar la fase de la alúmina (600 °C).

V. RESULTADOS

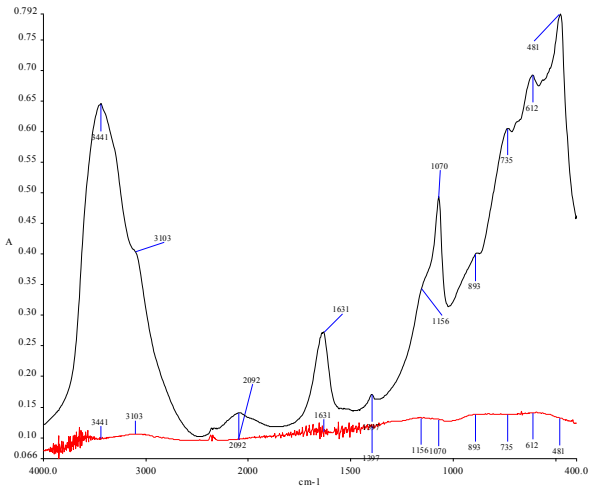


Fig. 1. Comparación de espectros de Al_2O_3 (líneas rojas) Y $Al(OH)_3$ (líneas negras).

Gracias al espectrómetro de infrarrojo se logró identificar los grupos funcionales del hidróxido de aluminio y γ-alúmina.

a) Espectro de $Al(OH)_3$

3441 cm-1: Grupo funcional O-H

612 cm-1: Enlace de flexión O-H

Además, se realizó un análisis termo gravimétrico para obtener las fases desde hidróxido hasta γ-alúmina. La línea verde corresponde al TGA, con base a la lectura de 100 a 150°C se presenta la pérdida del agua de la muestra, entre los 350 y 550°C ocurre el cambio de fase del hidróxido de aluminio a γ-alúmina.

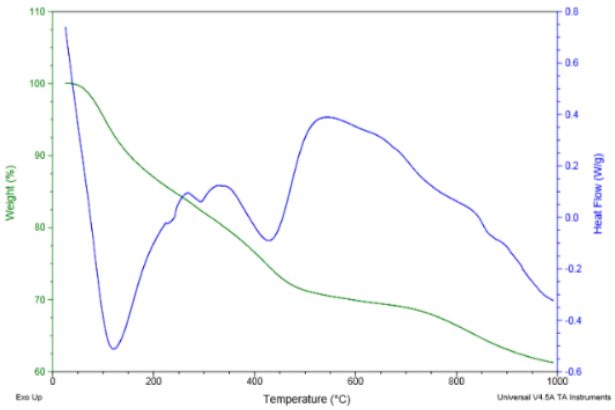


Fig. 2. Análisis termo gravimétrico de $Al(OH)_3$

Las esferas que se obtuvieron de forma manual, no se disolvieron en el agua, presentaban dureza y tenían superficie porosa como se muestra en la Figura 3.

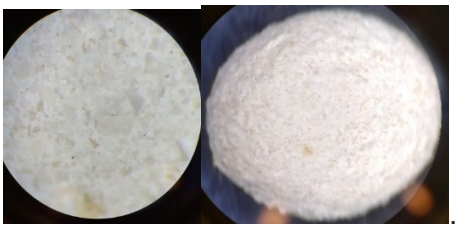


Fig. 3. Esfera de γ- alúmina vista desde un microscopio

VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. La figura 1 muestra el espectro de absorbancia por espectroscopia infrarroja de la comparación de espectros de Al2O3 Y Al(OH)3, en el cual se definen diferentes señales, las cuales se interpretan a continuación: en el rango de 3441 cm-1 se observa el típico pico que denota la presencia de agua en la muestra, con esto interpretamos que como parte del proceso se tiene que calcinar la muestra de alúmina, con dos finalidades obtener la fase requerida para el material y deshacerse del exceso de agua que aún contiene la muestra.

2. Además, se realizó un análisis termo gravimétrico referente a la muestra de hidróxido de aluminio, donde en la figura 2 se muestra.

3. El análisis termo gravimétrico es muy similar al obtenido por C. Gonzales Figueroa et al [6].

VII. CONCLUSIONES

1. Para el primer proceso de la γ-alúmina se tenía que producir hidróxido de aluminio el cual en nuestro proceso notamos que la preparación de la solución requería poco tiempo, pero el proceso de filtrado con la bomba de vacío y el embudo buchner con filtro de papel requería alrededor de 3 horas, por lo que es mejor hacer el filtrado por gravedad en un área de filtración más amplio.
2. Por otra parte, una vez obtenido el hidróxido de aluminio se intentaron 2 métodos para la formación de las esferas, un método de forma manual y el otro por goteo en una columna. El método por goteo constaba de dos fases inmiscibles en donde se combinó con diferentes sustancias como la glicerina con hidróxido de amonio, pero resultaron ser miscibles, entonces se cambió la glicerina por hexano que tampoco funcionó y por ello se cambió una tercera vez por petróleo diáfano siendo este uno de los más eficientes pero que tampoco logro formar esferas. Para el otro método se optó por realizar las esferas de forma manual, ya que podíamos manejar el material sin tanta humedad y no se desperdiciaba material, además de que sí se obtenían las esferas; estas se realizaron con una mezcla que contienen un total de porcentaje en peso del 90% hidróxido de aluminio, 5% fibra de vidrio y 5% de bentonita; con un peso total por esfera de 0.5gr. Estas esferas en comparación a las otras presentaban más dureza, no se deshacían en el agua, conservaban su forma esferoidal a diferencia de las otras que no lograban formarse quedando como hojuelas.

3. En la caracterización se realizó un espectro IR al hidróxido de aluminio y a γ-alúmina, en el espectro se muestra los picos que nos demuestra que es hidróxido de aluminio y después de la calcinación ya no aparece ningún pico de OH, por lo que asumimos que es γ-alúmina. En el análisis termogravimétrico notamos como las fases cambiaban del hidróxido de aluminio hasta la γ-alúmina, donde se confirmó el cambio de fase, ya que de 100 a 150°C se nota una pérdida de agua y de los 350 °C a los 550°C el cambio de fase.

VIII. RECONOCIMIENTOS

En primer lugar, deseo expresar mi agradecimiento al Dr. José Raúl Díaz Martínez, por haber aceptado mi participación en el 21° Verano de la ciencia región centro, a la dedicación y apoyo que ha brindado a este trabajo, por el respeto, atención y ayuda durante este trabajo de investigación, así como el apoyo en todo momento. Agradezco al investigador y a la institución por tan buen trato y confianza.

REFERENCIAS

[1] Anna Di Prinzio, Yolanda No Lee , «Preparación y caracterización de soportes catalíticos esféric y-Alúmina,» *Facultad de Ingeniería U.C.V,* vol. 23, nº 4, pp. 47-54, 2008.

[2] C. Gonzales Figueroa, M. Martínez Rosales, Y. G. Gallaga Ortega, «Pseudobohemita aglomer partir de sulfato de aluminio,» Guanajuato, México, 2006.

[3] S. d. M. A. y. R. N. (SEMARNAT), «Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de c y tratamiento.,» de *Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-1994 Salud Ambiental.*, 2

[5] E. V. y. L. J. H. Barajas, «Preparación de alúmina esferoidal,» Refinación y Petroquímica del IMP, vol. XV, nº 3, p. 65, 1983.

[6] C. Gonzales Figueroa, M. Martínez Rosales, Y. G. Gallaga Ortega, “Pseudobohemita aglomerada a partir de sulfato de aluminio”, Enlace Químico, Vol. 2, pp 33-44, Guanajuato, México, 2006

Preparación y caracterización de gamma alúmina para la adsorción de arsénico en el agua potable de Irapuato, Gto. (B)

Daniela Guadalupe Anguiano Maya
Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Facultad de Ciencias Químicas
Av. Dr. Salvador Nava s/n
C.P. 78290, San Luis Potosí, S.L.P.
danicrismaya@gmail.com

Asesor: José Raúl Díaz Martínez
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato- Silao km 12.5
Col. El Copal, C.P. 36821
Irapuato, Gto.
jodiaz@itesi.edu.mx

Resumen —El presente proyecto consiste en la elaboración de una columna para la adsorción de arsénico contenido en agua. Esta columna contiene en su interior esferas de hidróxido de aluminio (Al $(OH)_3$) – que fueron calcinadas a 600 °C para obtener γ-alúmina -, resultado de una reacción de precipitación a partir de una solución de sulfato de aluminio e hidróxido de amonio (NH_4 (OH)). La caracterización del hidróxido de aluminio se realizó mediante espectrometría de infrarrojo y TGA (Thermal Gravimetric Analysis). Las esferas se realizaron con una mezcla de bentonita (5% en peso) como aglutinante, fibra de vidrio (5% en peso) y el resto de hidróxido de aluminio (90% en peso), con el objetivo de mejorar la resistencia de la esfera.

Palabras clave — Arsénico, columna de adsorción, γ-alúmina, hidróxido de aluminio.

Abstract — The present project consists in the elaboration of a column for the adsorption of the arsenic water content. This column contains aluminum hydroxide (Al $(OH)_3$) spheres that were calcined at 600 ° C to obtain γ-alumina – resulted of a precipitation reaction of aluminum sulphate solution ($Al_2(SO_4)_3$) and ammonium hydroxide($NH_4(OH)$). The characterization of aluminum hydroxide is carried out by infrared spectrometry and TGA (Thermal Gravimetric Analysis). The spheres were formed with a mixture of bentonite (5% by weight) as binder, fiberglass (5% by weight) and the rest of the aluminum hydroxide (90%), with the objective of improving the resistance of the sphere.

Keywords — Arsenic, adsorption column, γ-alumina, aluminum hydroxide.

I. INTRODUCCIÓN

El agua es un importante recurso que cubre alrededor del 65% al 75% del cuerpo humano, de ahí la importancia de consumir agua de calidad. Algunos de los parámetros para considerar la calidad de esta son el pH, la concentración de nitritos, coliformes fecales y la presencia de metales pesados. Dentro de los metales pesados se encuentran el mercurio (Hg), cobre (Cu), cadmio (Cd), plomo (Pb) y arsénico (As) [1]. Tales elementos pueden causar diferentes problemáticas al entrar al organismo, el arsénico, por ejemplo, puede causar enfermedades cardiovasculares, respiratorias, gastrointestinales y cáncer de vejiga y piel [2]. Este proyecto surgió tomando en cuenta tal problemática. Se planea la elaboración de una columna rellena con esferas de γ-alúmina para la remoción de arsénico presente en agua.

II. MARCO TEÓRICO

En México, los primeros antecedentes de la contaminación con arsénico datan de 1962, cuando se notificaron 40 casos graves y una defunción en el sector urbano de Torreón, Coahuila. La presencia de arsénico en el agua de consumo humano es un problema presente en los acuíferos de Durango, Coahuila, Zacatecas, Morelos, Aguascalientes, Chihuahua, Puebla, Nuevo León, Guanajuato, San Luis Potosí, Sonora y la Región Lagunera, donde se han detectado concentraciones superiores a lo señalado por la NOM-127SSA1 (0,05 mg As/L) [3].

La escala de toxicidad del arsénico decrece en el siguiente orden: arsina > As^{+3} inorgánico > As^{+3} orgánico > As^{+5} inorgánico > As^{+5} orgánico > compuestos arsenicales y arsénico elemental. La toxicidad del As^{+3} es 10 veces mayor que la del As^{+5} [3].En el agua de bebida, por lo general el arsénico se encuentra en la forma de arsenato y puede ser absorbido con facilidad en el tracto gastrointestinal. El arsénico inorgánico ingerido pasa al torrente sanguíneo, donde se enlaza a la hemoglobina y en 24 horas puede encontrarse en el hígado, riñones, pulmones, bazo y piel. Los órganos de mayor almacenamiento son la piel, el hueso y el músculo [3].

En el organismo humano el As^{+5} muestra un comportamiento parecido al del fosfato. Las enzimas pueden aceptar al arsenato e incorporarlo en compuestos como el ATP, el arsenato puede inactivar el metabolismo oxidativo de la síntesis del ATP. En contraste, el As^{+3} tiene alta afinidad con los grupos tioles de las proteínas, lo cual puede inactivar una variedad de enzimas, como la piruvato deshidrogenasa y 2-oxoglutarato deshidrogenasa [3].

Existen diversos métodos para separar arsénico de agua, entre ellos la coagulación, filtración por membrana, biorremediación y adsorción. Este último método es muy prometedor debido a que es una operación simple, de bajo costo y consumo energético, además de su capacidad de regeneración [4]. Uno de los mejores materiales para la elaboración de columnas de adsorción es la gamma alúmina [4].

Las esferas de γ-alúmina pueden ser obtenidas por el método de goteo o de forma manual.

Método de goteo: Se deja gotear una suspensión ácida de γ-alúmina en el interior de una columna que contiene dos líquidos inmiscibles, el primero de ellos no polar y el segundo con polaridad elevada. En la zona de alimentación se forma un gel a base de γ-alúmina y ácido nítrico (HNO_3 al 1% en volumen); es en la zona de formación cuando las esferas se cubren con una ligera capa del líquido no polar (benceno, heptano, ciclo hexano, querosina, etc.), esta zona no deberá ser muy gruesa porque causaría una destrucción de la esfera. En la zona de gelificación se encuentra un líquido altamente polar (hidróxido de amonio con pH entre 11 y 13), las esferas formadas deberán reposar en esta última zona un tiempo mayor a 20 minutos [5].

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Materiales

4 Vasos de precipitado (250 mL).
4 Matraz Erlenmeyer de 1 litro.
1 Cristalizador.
4 Vidrios de reloj.
1 Parrilla termomagnética.
1 Agitador magnético.
2 Pipetas (10 ml).
2 Espátulas.
1 Termómetro (150 °C).
1 Soporte universal.
1 Pinza para termómetro.
1 Bomba de vacío.
1 pH metro de mesa.
1 Matraz kitazato (500 ml).
1 Par de guantes de asbesto.
1 Pinzas para crisol grandes.
4 Crisoles de porcelana.
1 Mortero con pistilo de cerámica.
1 Embudo Buchner de 90 mm de diámetro.
Papel filtro.
1 Estufa.
1 Mufla.
2 Peras de succión.
1 Agitador de vidrio.
Espectrómetro IR (Marca Perkin Elmer, modelo Spectrum RX I).
TGA-SDT (Marca TA Instruments, modelo Q600).
Microscopio (Marca Zeiss modelo Discovery V12).

B. Reactivos

NH_4OH al 33% en agua.
$Al_2 (SO_4)_3$.
Bentonita.
Fibra de vidrio.
Agua destilada.

C. Método

El método para la obtención de γ- alúmina se divide en dos procesos, uno consta en la obtención del hidróxido de aluminio ($Al (OH)_3$) y el segundo en la formación de esferas.

a) Obtención de hidróxido de aluminio:

1. Se diluye sulfato de aluminio - $Al_2 (SO_4)_3$ – (20 g) en 800 mL de agua destilada, esta solución debe permanecer en constante agitación.

2. La solución anterior debe ser llevada a 70 °C, se le añade hidróxido de amonio - NH_4OH – hasta alcanzar un pH entre 9-11, el volumen puede variar dependiendo del pH inicial del agua destilada.
3. Se filtra la solución para separar el precipitado blanco de ($Al(OH)_3$) del sulfato de amonio (($(NH_4)_2SO_4$) que queda disuelto en la solución.
4. La torta resultante se lavó con agua destilada caliente tres veces.
5. El precipitado se seca a 110 °C (24 horas), posteriormente se caracterizó por IR y termoanálisis.

b) Caracterización:

1. Método de espectroscopía de infrarrojo:
   El hidróxido de aluminio se combinó con KBr y se molio en un mortero de ágata y se comprimió para formar una pastilla traslúcida. Se formó otra pastilla únicamente de KBr que sirve de blanco. Posteriormente se introdujo en el espectrómetro IR (Marca Perkin Elmer, modelo Spectrum RX I). Se realizó lo mismo para la γ-alúmina.
2. Método de análisis termo diferencial:
   Se tomó una pequeña muestra de hidróxido de aluminio y se colocó en una charola especial de alúmina y se introdujo en el TGA-SDT (Marca TA Instruments, modelo Q600). El proceso se realizó a cambios de temperatura constante (15 °C/min) hasta alcanzar 1000 °C.

c) Formación de esferas:

1. Se hace una mezcla de hidróxido de aluminio (90% en peso), bentonita (5% en peso) y fibra de vidrio (5% en peso).
2. Se añade agua destilada para formar una pasta y se procede con la formación de las esferas de forma manual.
3. Las esferas se colocan en la estufa (60 °C) para proceder con la deshidratación.
4. Posteriormente se realiza la calcinación de las esferas para formar la alúmina (600 °C).

IV. RESULTADOS

Gracias al espectrómetro de infrarrojo se logró identificar los siguientes grupos funcionales (Fig.1).

a) Espectro de $Al(OH)_3$ (línea negra):

   3441 cm-1: Grupo funcional O-H

   612 cm-1: Enlace de flexión O-H.

b) Espectro de Al_2O_3 (línea roja): No presenta grupos funcionales.

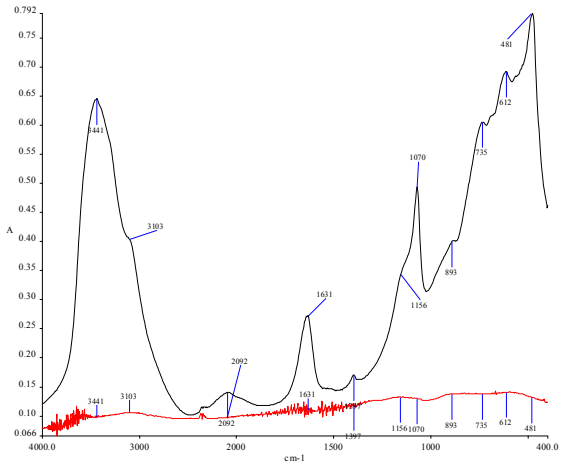


Fig. 1. Comparación de espectros de Al_2O_3 (línea roja) Y $Al(OH)_3$ (línea negra).

Además se realizó un análisis termo gravimétrico para obtener las fases desde hidróxido hasta γ-alúmina. La línea verde corresponde al TGA, con base a la lectura de 100 a 150 °C se presenta la pérdida de agua de la muestra, entre los 350 y 550 °C ocurre el cambio de fase de hidróxido de aluminio a γ –alúmina.

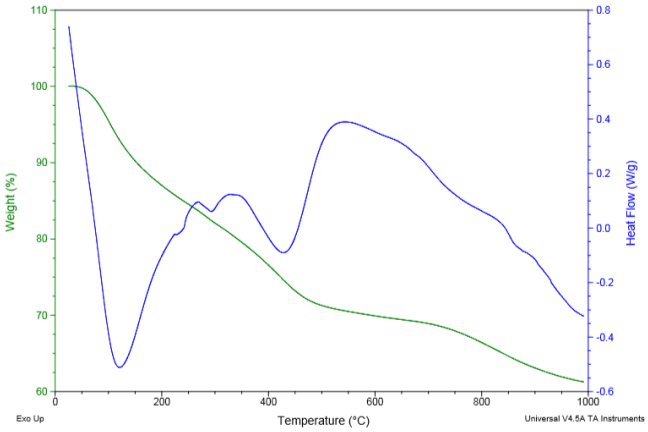


Fig. 2. Análisis termo gravimétrico de $Al(OH)_3$.

Las esferas obtenidas de forma manual se muestras en la Figura 3, tomadas por el microscopio marca Zeiss modelo Discovery V12, después de la calcinación a 600 ˚C se metieron en agua por 24 horas y no se disolvieron y su superficie era altamente porosa como se muestra en la Figura 3.

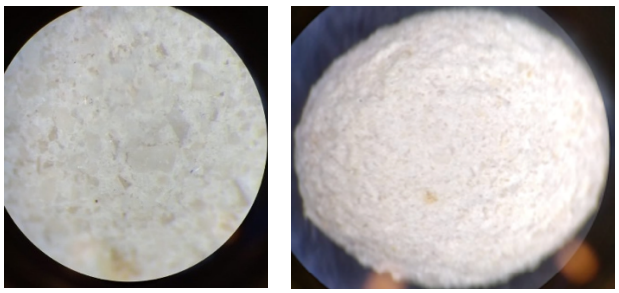


Fig. 3. Esfera de γ- alúmina hechas manualmente.

V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

La esfera de γ-alúmina realizada manualmente tiene buenas características de resistencia y porosidad como se muestra en la Figura 3, a diferencia de las otras realizadas por el método de goteo.

Las esferas formadas por el método de goteo [5] eran más bien hojuelas, se disolvían fácilmente en agua y una vez calcinadas su destrucción era fácil.

El análisis termo gravimétrico es muy similar al obtenido por C. Gonzales Figueroa et al [6].

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La parte más rápida de este proyecto es la preparación de $Al(OH)_3$, por otra parte lo más complicado fue la elaboración de las esferas para la columna. Se realizaron varias pruebas con el método de goteo, se combinó glicerina con hidróxido de amonio, pero resultaron ser miscibles; la mezcla de hexano con hidróxido de amonio no permitía la formación de esferas, el petróleo diáfano con hidróxido de amonio dio mejores resultados, pero la eficiencia de este no era suficiente para la elaboración de la columna sin desperdiciar tanto material. Lo más recomendable sería realizar la mezcla con bentonita (5% en peso), fibra de vidrio (5% en peso) y el resto de hidróxido de aluminio (90% en peso).

VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Se extiende un agradecimiento a todo el personal del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato por permitir la realización de este proyecto, al Ing. Javier Díaz por proporcionar el material y las instalaciones del Laboratorio de Química y Materiales. Es necesario agradecer especialmente al Dr. José Raúl Díaz Martínez por su instrucción y apoyo.

VIII.REFERENCIAS

[1] P. Torres, C. H. Cruz, P. J. Patiño, “índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica”, Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo, Vol. 8, ISSN 1692-3324, pp 79-94. Disponible en https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4845739 [Consultado en 2019].

[2] Y. C. Reyes, I. Vergara, O.E. Torres, M. Díaz, E.E González, “Contaminación por metales pesados: implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria”, Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo, Vol. 16, pp 66-77. Disponible en https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6096110 [Consultado en 2019].

[3] M.L. Castro de Esparza, “presencia de arsénico en el agua de bebida en América Latina y su efecto en la salud pública”, Natural Arsenic in Growndwater of Latin America, Ciudad de México, México, junio de 2006.

[4] N. Inchaurrondo, C. di luca, F. Mori, A. Pintar, G. Zerjav, M. Valiente, C. Palet, “Synthesis and adsorption behavior of mesoporous alumina and Fe-doped alumina for the removal of dominant arsenic species in contaminated waters”, Journal of Environmental Chemical

Engineering, Vol. 7, Issue 1. Disponible en https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213343719300247 [Consultado en 2019].

[5] E, Vazquez y Labastida, J. Hernández Barajas, “Preparación de alúmina esferoidal”, Refinación y petroquímica del IMP, Vol. XV, pp 55-65, Jul. 1983.

[6] C. Gonzales Figueroa, M. Martinez Rosales, Y. G. Gallaga Ortega, “Pseudobohemita aglomerada a partir de sulfato de aluminio”, Enlace Químico, Vol. 2, pp 33-44, Guanajuato, México, 2006.

Procesamiento de señales biomédicas en sistemas embebidos (A)

Cristopher Salvador Rodriguez Marchant
Universidad Autónoma de Aguascalientes
Avenida Universidad 940, C.U., 20130
Aguascalientes, Ags.
salvadorXX97@hotmail.com

Asesor: Marco Antonio Aceves Fernández
Universidad Autónoma de Querétaro
Cerro de las Campanas S/N, Las Campanas,
76010 Santiago de Querétaro, Qro.
marco.aceves@gmail.com

Resumen — El conocimiento de saber cómo va funcionado el cerebro a la hora de hacer actividades como pensar en matemáticas o resolver un acertijo siempre ha estado presente en la cultura actual por lo que nos lleva a la realización de diferentes pruebas en sujetos de edad diferente para poder adquirirlas, procesarlas y clasificarlas para poder detectar las zonas de activación importante a la hora de estas actividades es por eso que con ayuda de la placa Cyton se dio a la tarea de la adquisición de estas señales para descubrir una vez por todas los paradigmas que nuestra mente esconde. Además, se observarán métodos y algoritmos que ayuda a facilitar la tarea de caracterización.

Palabras clave — Electroencefalografía, eeg, caracterización

Abstract — The knowledge of knowing how the brain works when doing activities such as thinking about mathematics or solving a puzzle has always been present in today's culture, which leads us to perform different tests on subjects of different ages to acquire them , to process them and classify them to be able to detect the zones of important activation at the time of these activities that is why with the help of the Cyton plate it was given the task of acquiring these signals to discover once and for all the paradigms that our mind hide. In addition, methods and algorithms will be observed that help facilitate the characterization task.

Keywords — Electroencephalography, eeg, characterization

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de los tiempos la adquisición de conocimiento ha sido un paso importante para las personas y su evolución. Algunas personas lo realizan con suma facilidad, pero existen algunos casos donde se vuelven dificultosos, normalmente relacionados con el trastorno de déficit de atención (TDA). Dicho problema afecta mayoritariamente a infantes y desarrollándose poco a poco deteriorando la salud mental de las personas. Este problema está relacionado con la actividad cerebral, por lo que suena lógico que estudios relacionados con dicha actividad sean los adecuados.

La electroencefalografía es un estudio clínico que se encarga de registrar la actividad eléctrica del cerebro, por lo que este tipo de estudios ayudaría mucho en el entendimiento del trastorno. Actualmente, la detección de este tipo de trastornos se hace en base al historial clínico de las personas y sus efectos que han tenido. Aun así, el electroencefalograma (EEG) es el estudio más solicitado por los profesionales afines de la salud mental que valoran niños con probable TDA y en ocasiones si el paciente no lleva este estudio aun y cuando el diagnóstico se haya realizado clínicamente estos profesionales incluyendo a los padres del niño pueden poner en duda el diagnóstico pues no se le ha hecho al paciente ningún estudio. [1]. Por lo que, en este proyecto, se busca mediante el uso de un EEG implementado en un sistema de adquisición, adquirir las señales de pacientes realizando pruebas que se realizan

en pacientes con posible déficit de atención, para en un futuro detectar ciertos grados de correlación.

II. MARCO TEÓRICO

Existe una prueba de estudio que nos ayuda a poder detectar la actividad eléctrica del cerebro conocida en el campo como la electroencefalografía. Por medio de dispositivos especiales llamados electrodos actúa como medio de conducción para poder registrar las corrientes eléctricas producidas por las neuronas cerebrales y estas nos otorgan mucha información sobre el sistema nervioso, de aquí se originan las ondas que son de interés para el estudio ya que de estas radican los componentes esenciales para poder distinguir las actividades que realiza el cerebro.

Algo fundamental para la investigación fue el concepto del sistema 10-20 ya que es un sistema de acuerdo internacional para la colocación de los electrodos en la superficie craneal, la cantidad de electrodos puede variar según la información que se quiere captar, pero el espaciado y la ubicación de estos no puede variar ya que se captaría algo diferente a lo que se quiere lograr [2].

El dispositivo encargado con la tarea para la adquisición de las señales de EEG es el Cyton Board el cual es un aparato compacto que tiene la capacidad de registrar información de 8 diferentes electrodos a una frecuencia de muestreo variable con la comodidad de contar con un módulo WIFI para poder establecer conexión entre el Cyton y la computadora, de esta forma podemos manipular el aparato de un lado y estar trabajando con la computadora del otro.

Un método fundamental para la reducción de dimensionalidad (quitar variables) es lo que se conoce como PCA el cual nos permite extraer los eigenvectores de mayor importancia para el usuario y así poder eliminar los elementos no necesarios para posteriormente realizar una clasificación de estos más rápido y eficiente. Después de la reducción viene la Re-proyección para poder observar que tanta información perdimos de los datos originales y así tener una prueba de comprobación de si funciona adecuadamente el método antes mencionado.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de este proyecto se ocuparon diversos materiales tanto para la adquisición de datos como para el procesamiento. Dentro de la primera parte, se necesitó de un sistema de adquisición de datos Cyton Board de la marca OpenBCI; sistema de 8 canales que utiliza un software de ejecución que permite iniciar el sistema y visualizar las señales adquiridas en tiempo real [3]. Además de esto, se utilizó electrodos con copa de oro para la adquisición en conjunto con una pasta adhesiva para los electrodos y una banda elástica para sostenerlos.

Una vez aprendido el funcionamiento del sistema de adquisición se procedió a realizar la adquisición de los datos, para esto se colocaron los electrodos en las zonas principales del cráneo; zona frontal, parietal, occipital y temporal, con ayuda del protocolo internacional 10-20 para pruebas de EEG [4}.

Fig. 1. Colocación de los electrodos para la realización de las pruebas.

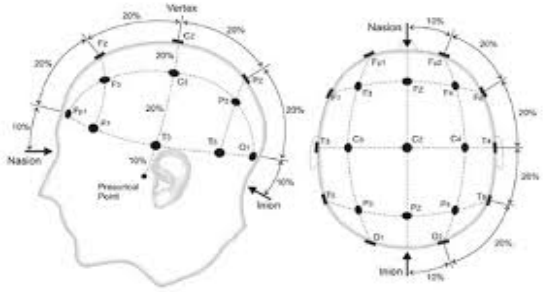


Fig. 2. Sistema Internacional 10-20 para colocación de electrodos en pruebas de EEG [4].

Con el sistema funcionando y la colocación de los electrodos bien hecha, se realizaron las pruebas a los pacientes que consistían en métodos de razonamiento, específicamente los pacientes hacían en un periodo de tiempo de 5 minutos, las pruebas de métodos numéricos; resolver operaciones matemáticas y la prueba de memoria donde tenían que ubicar las imágenes semejantes. Es importante mencionar que se realizaron más pruebas, pero como no todos los pacientes lograron hacerlas todas, en todos los casos estas dos pruebas eran las que siempre se realizaban. Una vez adquirida la señal, se realizaba el procesamiento de PCA en un software matemático llamado MATLAB donde acá se descartaban los datos y las variables que tenían menos peso en la señal.

IV. ANALISIS DE RESULTADOS

La caracterización de una señal de EEG consiste en crear variables de la señal cruda de datos para obtener una información sobre qué es lo que está pasando a lo largo de una señal. Para este proyecto se tomaron las características o variables de MAV (Mean Absolute Value), PSD (Power Spectrum Density) y PS (Power Spectrum).

La variable MAV obtiene promedios de tramos de la señal e indica el promedio del valor absoluto de la amplitud de la señal en un tramo y se indica con la fórmula:

$$\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}|X_i| \tag{1}$$

donde:

N = número de datos

I = la posición que abarca el segmento de datos

X = el dato de nuestra señal

La variable PSD es una derivada del protocolo “Welch” donde se va estableciendo una frecuencia de muestreo (ver figura 4); y la variable PS establece la potencia del espectro de frecuencias en base a valores determinados de tolerancia, tamaño de la señal, frecuencia de muestreo y una transformada de Fourier (ver figura 5).

Es importante mencionar en este apartado que las muestras que se utilizaron para realizar esta caracterización fueron de una cantidad limitada de pacientes, ya que en algunos muestreos de las señales de otros pacientes se observaron incongruencias a la hora de señalizar, debido a problemas con la realización de las pruebas, mala participación del paciente o movimientos en los electrodos.

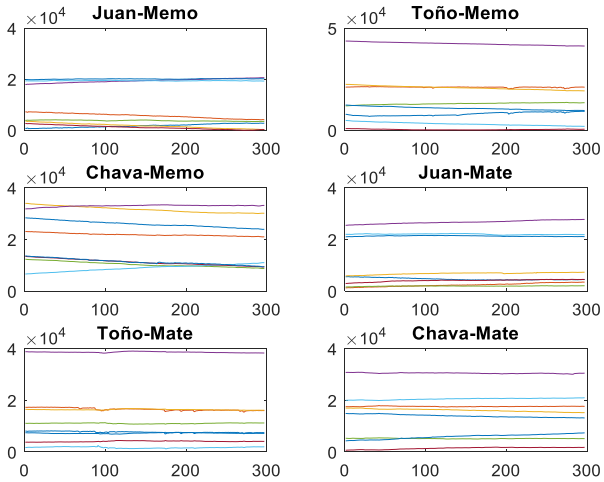


Fig. 3. Se muestra las gráficas obtenidas de la característica MAV aplicada a todas las señales. Se debe tener en cuenta que la etiqueta “Memo” se refiere a memoria y “Mate” a matemáticas por lo que se deduce que se divide las señales por sujeto y por prueba, pero de la misma característica.

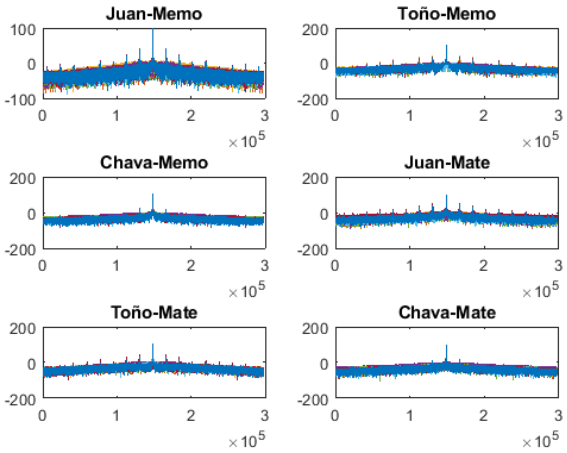


Fig. 4. Graficas obtenidas al aplicar la característica PSD a las señales originales teniendo en cuenta las mismas etiquetas que dividen las señales por prueba y por sujeto.

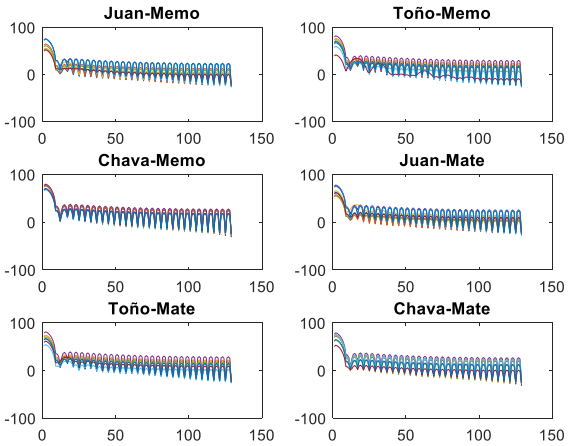
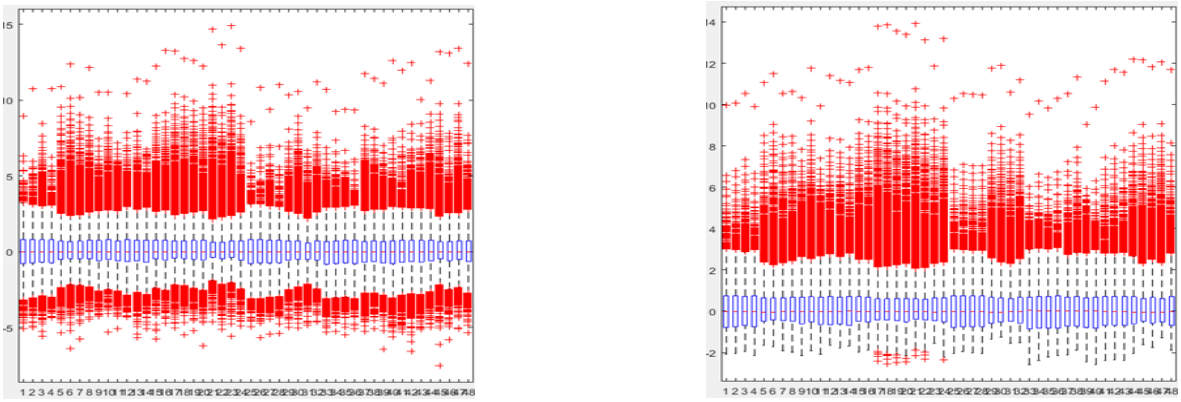


Fig. 5. Graficas obtenidas al aplicar la característica PS a las señales originales teniendo en cuenta las mismas etiquetas que dividen las señales por prueba y por sujeto.

Realizada la caracterización, se aplicó el procedimiento de PCA que consiste en la reducción de componentes principales de un conjunto de datos, lo que permite un mejor manejo de datos en base a la relevancia que tengan con la información que se busca encontrar. Dicho procedimiento involucra que al final del procedimiento, no exista un alto grado de error de correlación para así pasar a tener los componentes principales. De manera visual, se puede observar proyectando los datos crudos contra los datos procesados por PCA (ver figura 6), sin embargo, es importante hacer la operación de error de correlación para obtener el valor verdadero de nuestro procedimiento y su eficacia.



a) b)

Fig. 6. Se muestra la matriz inicial a) y los datos ya procesados aplicando PCA y luego Re proyectando dichos datos b), esto se aplicó a la matriz de la característica PS.

Observamos que la Re-proyección de los datos se hiso de manera eficaz, pero depende siempre de la cantidad de variables que se toma y su porcentaje de relevancia que tengan en el conjunto de datos. Para esto, el porcentaje que se acepta normalmente en las Re-proyecciones por PCA es del valor entre 85% a 90% ya que la perdida de datos no es mucha, y como hemos mencionado esto beneficiara al tiempo de procesamiento y la exactitud de los resultados finales.

En la siguiente tabla podemos observar los errores de Re-proyección obtenidos después de aplicar PCA, junto con cada una de las variables procesadas.

Tabla 1. Error de Re-proyección obtenidos de los datos procesados con PCA y su cantidad de variables principales.

Característica	Número de variables tomadas	Porcentaje conservado	Error de proyección
MAV	3	88.78%	5.60%
PSD	1	94.71%	0.13%
PS	5	81.52%	9.01%

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El sistema de adquisición de EEG Cyton resulta un sistema muy eficaz a la hora de adquirir pruebas de este tipo, y muy barato de conseguir. Además, es compatible con varias expansiones de otros proyectos por lo que su uso es muy recomendado. Con los resultados obtenidos podemos observar que en algunos casos la toma de datos será un poco deficiente debido a que los pacientes están a veces realizando algunas cosas fuera de lo especificado, pero no en todos, donde si se observa con claridad las señales y eso conlleva a un buen procesamiento. El PCA resulta un método eficaz para poder procesar señales y reducir los datos que sean innecesarios de analizar y descomponer, mostrando un error de re-proyección muy bajo. Esto a futuro ayudara a futuras investigaciones y proyectos sobre la viabilidad de usar sistemas embebidos como métodos de adquisición y el uso de PCA para el procesamiento de estas señales, para la detección del trastorno de déficit de atención, junto con los análisis clínicos correspondientes.

VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Quiero agradecer al Doctor Marco Aceves y su grupo de trabajo que me ayudo en este proyecto proporcionando todos los recursos para poder trabajar correctamente y por su hospitalidad durante la estancia en la institución. También agradecer a la Universidad Autónoma de Querétaro por proveer de sus instalaciones de manera accesible.

REFERENCIAS

[1] “Alteraciones en EEG”, Disponible en https://invanep.com/curso-2011/cornelio [Consultado en 2019].

[2] A. James Rowan, Eugene Tolunsky. (2004). Conceptos Basicos Sobre EEG. España: Elsevier.

[3] *Cyton Getting Started Guide*, OpenBCI. Disponible en https://docs.openbci.com/Tutorials/00-Tutorials

[4] J.Rowan & E. Tolunsky, *Conceptos Básicos sobre EEG*, pp. 5-8, Ed. ElSevier, Madrid, 2004.

Procesamiento de señales biomédicas en sistemas embebidos (B)

Juan Daniel Gallegos Rodríguez
Universidad Autónoma de Aguascalientes
Avenida Universidad 940, C.U., 20130
Aguascalientes, Ags.
juandisxdgallegos@gmail.com

Asesor: Marco Antonio Aceves Fernández
Universidad Autónoma de Querétaro
Cerro de las Campanas S/N, Las Campanas,
76010 Santiago de Querétaro, Qro.
marco.aceves@gmail.com

Resumen —La electroencefalografía permite detectar la actividad eléctrica de la corteza cerebral lo que serviría para realizar diagnóstico de enfermedades, por lo que el objetivo principal de este proyecto era observar la actividad cerebral de sujetos de pruebas usando una interfaz de actividad neuronal ante diferentes pruebas de razonamiento matemático y lógica, donde en algunos casos los resultados salían alterados debido a la movilidad del paciente y el no seguimiento de instrucciones. El procesamiento de las señales mediante métodos de obtención de variables principales arrojo resultados positivos separando dichas variables, en este caso los canales del sistema de adquisición, representando así las zonas donde se presentó mayor actividad eléctrica, y probando la eficacia de los sistemas embebidos en este tipo de muestreos.

Palabras clave — Electroencefalografía, actividad neuronal, trastornos

Abstract — Electroencephalography allows to detect the electrical activity of the cerebral cortex, which would be used to diagnose diseases, so the main objective of this project was to observe the brain activity of test subjects using a neuronal activity interface before different mathematical reasoning tests. and logic, where in some cases the results were altered due to patient mobility and failure to follow instructions. The processing of the signals by means of methods of obtaining main variables yielded positive results by separating said variables, in this case the channels of the acquisition system, thus representing the areas where there was greater electrical activity, and testing the effectiveness of the systems embedded in this Type of sampling.

Keywords — Electroencephalography, neuronal activity, disorders.

I. INTRODUCCIÓN

El trastorno de déficit de atención (TDA) es un problema que se presenta en la infancia y puede agraviar el estado de una persona hasta la edad adulta. La mayoría de los diagnósticos sobre pacientes con este trastorno se basan en el historial clínico aportado por los parientes y la evaluación basado en cierto grado de subjetividad, por lo que no tienden a ser muy acertados los diagnósticos.

Al ser un problema de carácter neurobiológico, el análisis de la actividad eléctrica del cerebro da un conocimiento sobre qué zonas del cerebro son afectadas ante esta enfermedad. El uso de sistemas embebidos para detectar señales deelectroencefalograma (EEG) es un método que actualmente se está utilizando y probando en diversas partes del mundo, por ejemplo, el Instituto de Investigaciones del Sueño (IIR) de Madrid utiliza un nuevo sistema que, además de la valoración clínica habitual, incluye la realización de un electroencefalograma cuantitativo (qEEG), que mide el Índice de Disfunción Cerebral mediante el uso de biomarcadores [1].

Por lo que el objetivo a implementar será la captura de señales eléctricas del cerebro utilizando un sistema de captura de la marca OpenBCI, en pacientes que reaccionan ante distintas pruebas de diagnóstico que sirven para la detección de TDA y el análisis de las señales mediante software matemático.

II. MARCO TEÓRICO

La electroencefalografía es una prueba de estudio que permite detectar la actividad de la corteza del cerebro. Utilizando electrodos especiales, se registran las corrientes eléctricas que se forman en las neuronas cerebrales y que son la base del funcionamiento del sistema nervioso. Las ondas que se pueden detectar varían en el estado de actividad que se encuentre la persona, pero las principales son los ritmos alfa, beta, delta y theta, variando cada una en frecuencia.

El sistema 10-20 es un método internacional que describe la ubicación que deben tener los electrodos en una prueba de electroencefalograma (EEG). Se basa en la relación entre la ubicación de un electrodo y el área subyacente del cerebro. Los números 10 y 20 representan la distancia que tienen los electrodos adyacentes en base a la distancia total frontal-posterior o derecha-izquierda del cráneo.

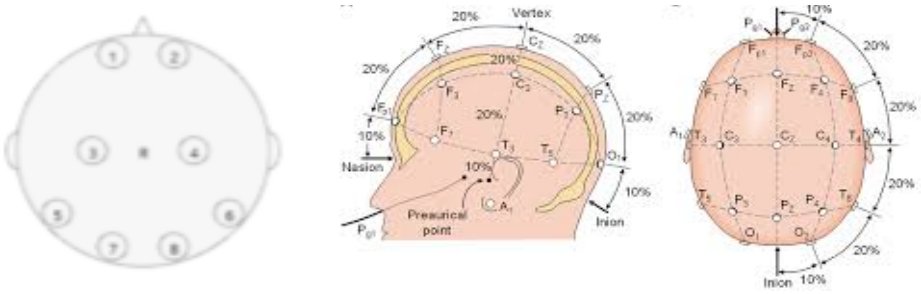
El OpenBCI Cyton Board es una interfaz neuronal de 8 canales con procesador de 32 bits distribuido comercialmente para uso de investigación, que permite tomar muestras de actividad cerebral, actividad muscular y actividad cardiaca. Cuenta con comunicación inalámbrica via llave USB o WiFi, y muestrea a 250 Hz en cada canal.

El análisis de componentes principales (PCA) trata de explicar la estructura de las varianzas y covariancias de un conjunto de variables, mediante combinaciones lineales de ellas llamadas componentes principales, buscando así reducir los datos y facilitar el análisis e interpretación [2].

III. MATERIALES Y MÉTODOS

La primera parte del proyecto consistió en realizar la captura de datos. Para dicho procedimiento se utilizó el sistema adquisidor de datos OpenBCI Cyton Board de 8 canales, complementando con electrodos de copa de oro. El mismo sistema utiliza un software de ejecución que permite iniciar el sistema y visualizar las señales adquiridas en tiempo real [3].

La colocación de los electrodos se basó en el sistema 10-20, con ayuda de una pasta sintética que permite la correcta adhesión de los electrodos con el cuero cabelludo.



a) b)

Fig. 1. a) Colocación de los electrodos b) basados en el sistema 10-20 [4].

Una vez colocado los electrodos y ejecutado el sistema, el paciente es sometido a una serie de pruebas en un límite de tiempo de 5 minutos de una sola toma, donde se busca observar y analizar las señales de razonamiento del paciente. Las pruebas consistían en:

- Matemática. El paciente realiza una serie de operaciones matemáticas de mediana complejidad desarrolladas vía aplicación de internet.
- Memoria. La prueba consiste en la localización de imágenes similares en base a la posición en la que están. Son colocadas boca abajo y serán reveladas hasta que se encuentre el par similar.

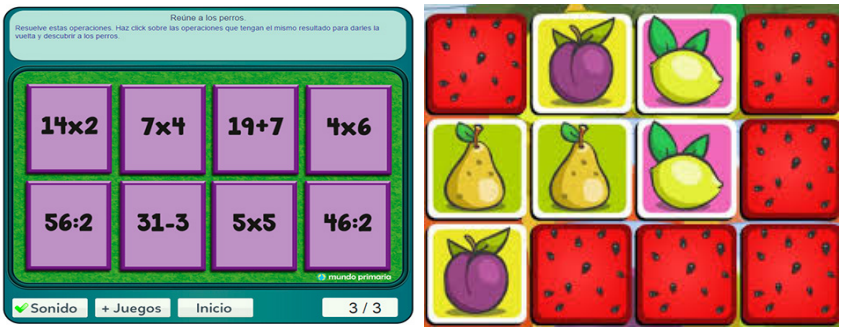


Fig. 2. Ejemplo de las pruebas realizadas a los pacientes.

Nota. Las pruebas que se aplicaron fueron más de las anteriormente mencionadas, pero por cuestiones de logística algunos pacientes no completaron el resto de las pruebas, y todos coincidían en las dos últimas que fueron las que se procesaron.

El proceso de filtrado y amplificación de los datos ya viene incluido dentro de la placa Cyton por lo que los datos guardados en archivos .txt son directamente cargados en el software matemático Matlab.

IV. ANALISIS DE RESULTADOS

Después del preprocesamiento que se le realizo al archivo de texto se graficaron para poder observar si la adquisición fue hecha adecuadamente o simplemente para poder ver lo que tenemos para posteriormente tomar la decisión de como seguirá el procesamiento,

recordando que los sujetos de prueba solo realizaron con éxito dos pruebas (una de memoria y otra de matemáticas).

A partir de aquí se decidió dejar de lado los datos obtenidos de los sujetos 3 y 4 ya que por alguna razón son muy desiguales a los demás sujetos y generaban muchos errores o incongruencias en el programa original de Matlab. Lo único que podemos suponer es que puede ser debido al rango de edades entre sujetos de prueba o que dichos sujetos no dejaran de hablar o moverse en todo el transcurso de la adquisición de datos

En seguida se seleccionaron las características de mayor importancia que se deseaban obtener de las señales originales, por lo que se escogieron tres entre todas, además de tener presente la calidad en vez de cantidad. Las características son las siguientes: MAV (la cual se fundamenta en obtener promedios por secciones de la señal), PSD (la cual se caracteriza por obtener la potencia de la densidad espectral) y PS (la cual tiene como objetivo obtener la potencia espectral).

La primera característica elaborada fue MAV ya que correspondía a la de menor complejidad porque se caracteriza por simplemente obtener promedios de tramos de la señal. Se estableció la cantidad en la que se dividiría la señal, la cual fue la misma para todas las señales (ver figura 3)

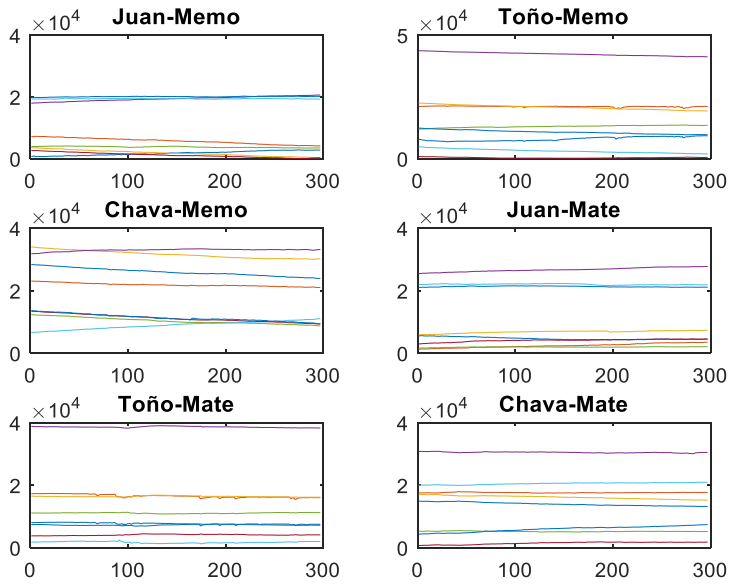


Fig. 3. Se muestra las gráficas obtenidas de la característica MAV aplicada a todas las señales. Se debe tener en cuenta que la etiqueta “Memo” se refiere a memoria y “Mate” a matemáticas por lo que se deduce que se divide las señales por sujeto y por prueba, pero de la misma característica.

Después esta la característica de PSD la cual se elaboró derivada del protocolo “Welch” y estableciendo una frecuencia de muestreo (en este caso se seleccionó la misma frecuencia de muestro con la que se obtienen las señales originales), igualmente se aplicó esta característica a todas las señales de interés divididas por prueba y por sujeto (ver figura 4).

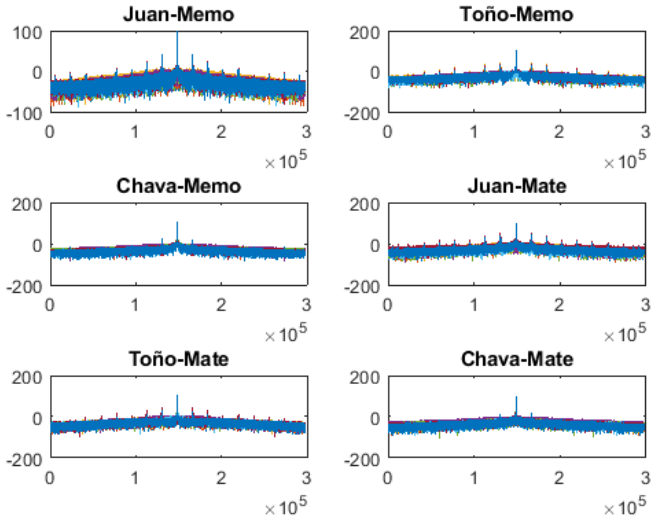


Fig. 4. Graficas obtenidas al aplicar la característica PSD a las señales originales teniendo en cuenta las mismas etiquetas que dividen las señales por prueba y por sujeto.

En seguía esta la característica de PS la cual se elaboró determinados valores de tolerancia, tamaño de la señal, frecuencia de muestreo y la trasformada de Fourier (ver figura 5).

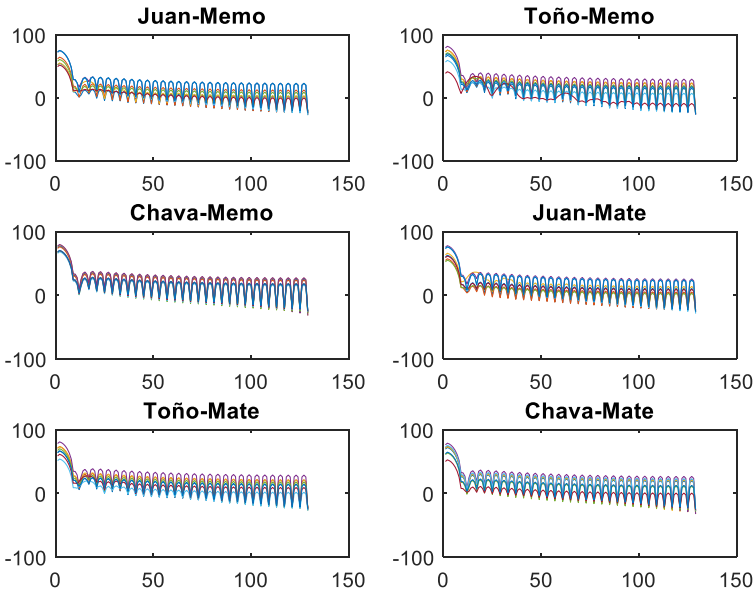
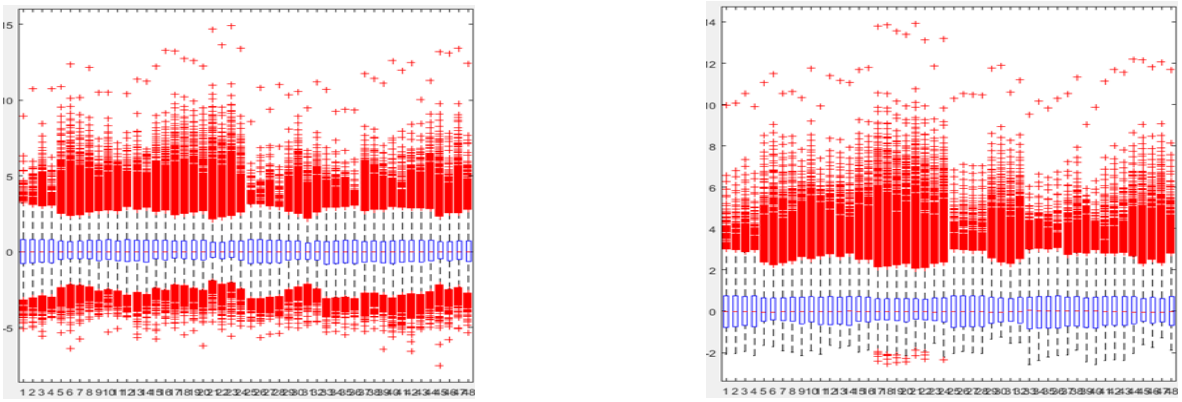


Fig. 5. Graficas obtenidas al aplicar la característica PS a las señales originales teniendo en cuenta las mismas etiquetas que dividen las señales por prueba y por sujeto.

Una vez que se obtuvieron las tres características de cada señal se agruparon los resultados por característica, ya que cada una de estas contaba con un número diferente de observaciones y esto ocasionaba que fuera imposible aplicar PCA.

En seguida se procedió a aplicar PCA lo cual nos ayuda a establecer los componentes principales de una matriz de datos y posteriormente quedarnos solo con ellos para poder lograr una disminución de dimensionalidad, en otras palabras, PCA nos facilita el trabajo reduciendo nuestras variables considerablemente para poder clasificar de una manera óptima.

Solo se mostrará un ejemplo del resultado final una vez que se aplica PCA a la matriz de datos de una característica para poder examinar el contraste entre los datos crudos y los datos ya procesados además de mostrar los errores de proyección de cada resultado para poder ver que tan confiable es el procedimiento (ver figura 6).



a) b)

Fig. 6. Se muestra la matriz inicial a) y los datos ya procesados aplicando PCA y luego Re proyectando dichos datos b), esto se aplicó a la matriz de la característica PS.

Se aprecia que la Re-proyección hecha gracias a la aplicación PCA puede variar su exactitud dependiendo del porcentaje que se quiere conservar de ella (recordando que entre menor porcentaje más reducción de dimensión se obtendrá) pero este se estandariza en un 85%-90% ya que es el porcentaje adecuado para que no exista tanta perdida de información y así se puede obtener una reconstrucción exitosa. La siguiente tabla muestra los errores de proyección obtenidos después de aplicar PCA además de datos adicionales de interés los cuales ayudan a poder generar errores menores y Re-proyecciones más exactas (ver tabla 1).

Tabla 1. Se presenta datos de cada característica que ayudaron a proporcionar el error de proyección indicado.

Característica	Número de variables tomadas	Porcentaje conservado	Error de proyección
MAV	3	88.78%	5.60%
PSD	1	94.71%	0.13%
PS	5	81.52%	9.01%

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos, podemos observar que la placa del Open BCI cumple con los requisitos básicos para poder muestrear señales bioeléctricas del cerebro, además de que es de muy fácil acceso y uso por lo que puede emplearse a futuro en

diversos proyectos. Para el método de obtención es importante mejorar, ya que, al momento de capturar, un simple movimiento o alteración en los cables de electrodos afecta el muestreo. También se pudo verificar la eficacia del método de PCA que permite que la cantidad de datos con los que se trabaja sea recortada hacia los más importantes, reduciendo así el tiempo de proceso y clasificación de los datos. En un futuro este tipo de proyectos podrían desarrollarse más a fondo para poder ayudar en el diagnóstico de pacientes con diferentes patologías neuronales.

VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Quiero agradecer al Doctor Marco Aceves y su grupo de trabajo que me ayudo en este proyecto proporcionando todos los recursos para poder trabajar correctamente y por su hospitalidad durante la estancia en la institución. También agradecer a la Universidad Autónoma de Querétaro por proveer de sus instalaciones de manera accesible.

REFERENCIAS

[1] M. Martin, “El TDAH no se diagnostica con un electroencefalograma”, *El Independiente,* pp 2017. Disponible en https://www.elindependiente.com/vida-sana/2017/11/27/el-tdah-no-se-diagnostica-por-electroencefalograma/ [Consultado en 2019].

[2] O. Rodriguez, *Temas de Análisis Estadístico Multivariado,* Ed. De la Universidad de Costa Rica, San José, 1998.

[3] *Cyton Getting Started Guide*, OpenBCI. Disponible en https://docs.openbci.com/Tutorials/00-Tutorials

[4] J.Rowan & E. Tolunsky, *Conceptos Básicos sobre EEG*, pp. 5-8, Ed. ElSevier, Madrid, 2004.

Procesamiento y caracterización de señales de electromiografía y electrooculografía para identificar los parámetros de control para generar movimientos en una prótesis mioeléctrica de miembro superior

Antonio Rubio Rivas
Universidad Autónoma de Aguascalientes
Ingeniería Biomédica
Avenida Universidad 940, C.U.,
20130 Aguascalientes, Ags.
tonka.rubio@gmail.com

Mario Alberto Sierra Hernández
Universidad Politécnica del Bicentenario
Ingeniería Biomédica
Carr. Nacional Romita Km. 2, San Juan los Durán,
36283 Silao, Gto.
16030162@upbicentenario.edu.mx

Asesora: Ana Laura López Orocio
Universidad Politécnica del Bicentenario
Ingeniería Biomédica
Carr. Nacional Romita Km. 2,
San Juan los Durán, 36283 Silao, Gto.
16030162@upbicentenario.edu.mx

Resumen — En este proyecto se presenta el diseño de una interfaz en un sistema de movimiento para un brazo robótico el cual utiliza bioseñales obtenidas mediante electromiografía para determinar la acción de una pinza y electrooculografía para determinar la dirección del movimiento de un brazo robótico: izquierda, derecha, arriba y abajo. Las señales obtenidas se procesan mediante el software LabVIEW, donde se realiza la interfaz del usuario y se muestran las señales, por medio de práctica se determinan los umbrales con los cuales se realiza el control y se diferencian los movimientos oculares, para de esta manera realizar las acciones del brazo mecánico. La finalidad es coadyuvar a la implementación de nuevos sistemas protésicos que aumenten la calidad de vida de personas en estado de amputación.

Palabras clave — bioseñales, electromiografía, electroculografía.

Abstract — This project presents the design of an interface in a movement system for a robotic arm which uses biosignals obtained by electromyography to determine the action of a clamp and electrooculography to determine the direction of movement of a robotic arm: left, right, up and down. The signals obtained are processed by the LabVIEW software, where the user interface is made and the signals are shown, through practice the thresholds with which the control is performed and the eye movements are differentiated, in order to perform The actions of the mechanical arm. The purpose is to contribute to the implementation of new prosthetic systems that increase the quality of life of people in a state of amputation

Keywords — bio signals, electromyography, electroculography.

I. INTRODUCCIÓN

Una prótesis es un sistema que reemplaza o mejora alguna parte del cuerpo humano de las cuales existen las funcionales o las estéticas donde su uso abarca desde reemplazar la función completamente o simplemente verse bien.

Las discapacidades en miembros inferiores o superiores son uno de los factores más importantes que dificultan la realización de actividades del día a día, alguno de estos incluso la impiden. Sin embargo, durante los últimos años se han visto atisbos de desarrollo en

tecnologías que apoyen a personas con estos problemas o discapacidades, entre los cuales los más importantes son el desarrollo de prótesis ortopédicas [1].

Debido al gran avance tecnológico el adquirir señales biológicas (Bioseñales) es un trabajo más sencillo y eficiente. Lo que nos ofrece un campo de aplicaciones más amplio Los usos de la electromiografía hoy en día son muy variados, contemplando, por ejemplo, la valoración del dolor lumbar [2], comparación de rendimiento físico en ciertos ejercicios [3].

Uno de las principales problemáticas dentro de estos sistemas es la adaptación del usuario a este, debido a que en algunos pacientes se registraran señales de mayor magnitud o de menor, por lo que el usuario de este sistema no puede depender de un valor estándar establecido. Por lo que la realización del entrenamiento es una etapa esencial para su correcto funcionamiento. Un entrenador mioeléctrico es un equipo que utiliza las señales EMG como fuente de información con el objetivo de establecer una retroalimentación relativa a la actividad muscular resultante de la actividad física que esté desarrollando un usuario [4].

II. MARCO TEÓRICO

Los potenciales bioeléctricos del cuerpo humano no son determinísticos, lo que quiere decir que sus magnitudes pueden variar en el tiempo y operan dentro de un rango variable aunque todos los factores estén controlados. Las medidas de biopotenciales pueden variar de un individuo a otro en forma significativa aunque se trate de personas sanas y que las condiciones de adquisición sean las mismas. El principal problema en la captación de las señales bioeléctricas viene dado por su valor muy pequeño en comparación con otro tipo de señales eléctricas con las que se acostumbra a trabajar en electrónica y por el hecho de que están limitadas a un rango muy preciso de frecuencia extremadamente bajas para lo habitual en electrónica [4].

A. Electrooculograma

El electrooculograma (EOG) es una prueba electrofisiológica que mide la variación que se produce en el potencial de reposo del ojo (6 microvoltios) existente entre la córnea (positivo) y el polo posterior (negativo) con los movimientos oculares y los cambios de incidencia de la luz sobre la retina [10].

B. Origen fisiológico de la señal

El ojo es un órgano extremadamente complejo donde la principal fuente de señal bioeléctrica se centra en la retina. Ésta está compuesta por millones de neuronas que también son llamadas fotorreceptores. Hay dos tipos de fotorreceptores especializados, los conos y los bastones; los conos para visión diurna y cromática y los bastones para la nocturna.

Los fotorreceptores son células de forma alargada, polarizadas y segmentadas en subregiones sobre la retina con diferentes funciones. Para el objeto del presente proyecto no interesa su fisiología, pero si su funcionalidad ya que existen diferencias de polarización entre ellas que pueden afectar al resultado del EOG. Los dos tipos de receptores tienen

distinta sensibilidad eléctrica a la luz y su polarización puede variar según la intensidad de la luz con la que son excitados.

A grandes rasgos, en el foto-receptor fluye una corriente eléctrica continua desde el segmento interno al segmento externo por el exterior de la membrana celular y del segmento externo al interno por el interior, como se muestra en la fig. 1. Dado que esta corriente es máxima cuando la retina no está iluminada directamente, está en reposo, se le ha denominado como corriente oscura [5].

A esta corriente oscura se asocia un gradiente constante de potencial. La capa de fotorreceptores externa, formada por el segmento externo de la célula que sobresale de la retina, es negativa en relación con la superficie posterior de la retina denominada banda sináptica, donde se realiza la sinapsis entre el fotorreceptor y el nervio óptico, que tiene un valor positivo.

La diferente concentración de células en uno u otro lado de sus membranas celulares constituyen un diferencial de potencial que genera un campo eléctrico que puede ser registrado. Este potencial ha sido registrado mediante la colocación de un electrodo en la córnea y otro en la parte posterior del ojo, Fig. 2. En reposo existe una diferencia de potencial de 6mV entre la parte delantera del ojo y la posterior [5].

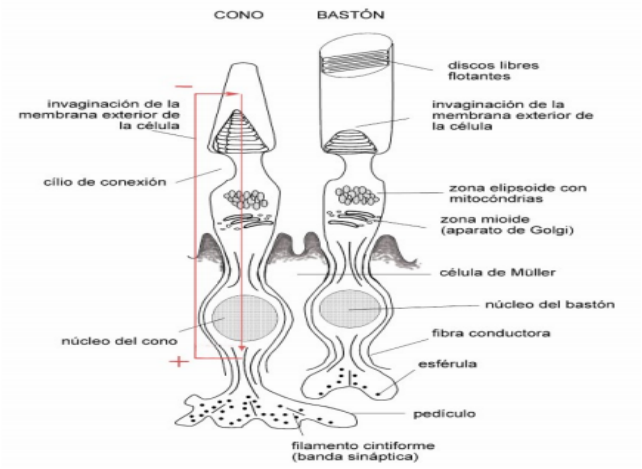


Fig. 1. Corriente oscura en los fotorreceptores. Detalle de los fotorreceptores presentes en la retina y la polarización de su membrana generando la corriente oscura (en rojo) [5].

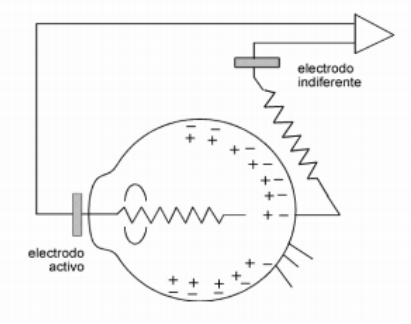


Fig. 2. Dipolo eléctrico Ocular. Disposición de las cargas a lo largo de la retina [5].

C. Fundamento de la técnica EOG

El potencial del dipolo formado por el globo ocular puede ser medido a una cierta distancia mediante electrodos colocados sobre la piel en las cercanías del glóbulo ocular. Con dos electrodos colocados sobre las sienes de un paciente, se pueden registrar los movimientos horizontales de los ojos.

Cuando los ojos giran hacia uno de estos electrodos, el electrodo adquiere una polarización más positiva respecto al electrodo del cual los ojos se alejan, que adquiere un potencial más negativo. Esta diferencia de potencial se puede medir como una señal diferencial del movimiento de los ojos y su posición. Este es el principio eléctrico generador de la técnica del EOG, Fig. 3.

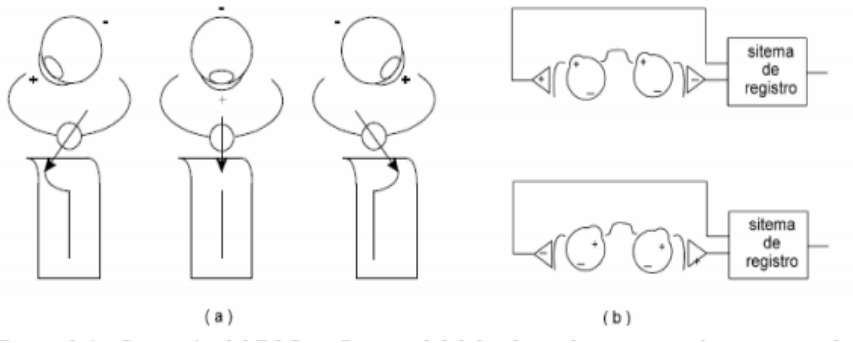


Fig. 3. Captación del EOG. a) Potencial del dipolo ocular respecto al movimiento de los ojos. b) Polarización de los electrodos. Figura tomada de [5].

D. Características de la señal

Debido a la distancia de los electrodos al ojo, la impedancia de la piel y otros factores, el potencial registrado se ve atenuado y la señal del EOG oscila entre los 250 y 1000 μV. El rango de frecuencias de la señal del EOG va de los 0Hz a los 30Hz. [7] [8] [9].

E. Electromiógrafo

Los electromiografos, o EMG, son medidas de la actividad eléctrica generada por una neurona, o grupo neuronal, sobre un músculo determinado. Estos, se componen de una serie de valores de voltaje que se produce en las fibras musculares como expresión de la despolarización de sus membranas durante la contracción espontanea voluntaria a lo largo de un cierto tiempo.

La electromiografía es una prueba médica, realizada por un médico especialista neurofisiólogo, que permite el estudio del sistema nervioso periférico y muscular, y así saber si el paciente tiene alguna enfermedad a ese nivel, localización y gravedad. Por tanto, se utiliza para conocer el diagnóstico y la localización de la enfermedad, y en muchos casos la intensidad de la lesión. De esta forma, se puede orientar al médico especialista sobre el diagnóstico y tratamiento a seguir. El electrooculograma es un método que puede detectar los movimientos oculares, y se basa en el registro de la diferencia de potencial existente

entre la córnea y la retina. La posibilidad de emplear los oculogramas como una herramienta para ayudar a los médicos a deducir patologías que afectan al correcto trabajo del ojo ha despertado el interés científico desde hace tiempo. Entre los varios tipos de movimientos oculares existentes, se consideró el movimiento sacádico como el principal objeto de análisis. El Movimiento Sacádico se produce cuando hay un movimiento rápido de los ojos con el fin de enfocar un objeto. Este movimiento es en el que se produce la señal eléctrica asociada al movimiento ocular [6].

F. Estudio de la señal

Las señales EMG superficiales (EMGS), son esencialmente un patrón unidimensional, por lo que cualquier técnica de procesamiento de señales para extracción de características y reconocimiento de patrones se puede aplicar a este tipo de señales. La información extraída de las señales EMGS (fig.1), es seleccionada de tal manera que se minimice el error en el control de los sistemas de prótesis mioeléctricas.

La necesidad de una rápida respuesta de la prótesis limita la longitud de las muestras de la señal sobre las cuales se extraen las características. La tendencia en el control de prótesis a partir de señales EMGS obedece a que se constituye en la técnica más sencilla de implementar por su facilidad en la recolección sin intromisión directa sobre el organismo del usuario, remoción de electrodos y equipo para efectos de mantenimiento y/o calibración y su reutilización de una persona a otra [11].

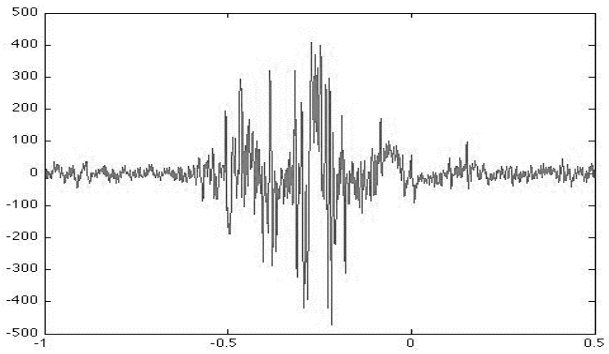


Fig. 4. Señal Electromiografía, EMG. [10].

G. Adquisición de las señales EMGS

Las señales EMGS, son colectadas típicamente mediante electrodos bipolares de superficie, ubicados sobre la piel. Este resultado es importante, ya que brinda la seguridad de utilizar las señales EMGS en futuros trabajos de investigación aplicada. Las señales EMGS son generadas por la contracción muscular, por lo que su adquisición requiere de una correcta identificación de las regiones musculares comprometidas en la ejecución de los movimientos a clasificar. Debido a la elevada resistencia eléctrica natural de la piel, se recomienda la aplicación de un gel que mejore la conductividad además de lograrse una buena superficie de contacto y adherencia con los electrodos. A pesar de estas disposiciones, las señales recogidas serán demasiado débiles, por lo que se hace necesario un procesamiento previo de filtraje y amplificación antes de su análisis [11]. Se utiliza el

laboratorio de instrumentación, control y procesamiento de datos virtuales de National Instrument NI- ELVIS (fig. 5).

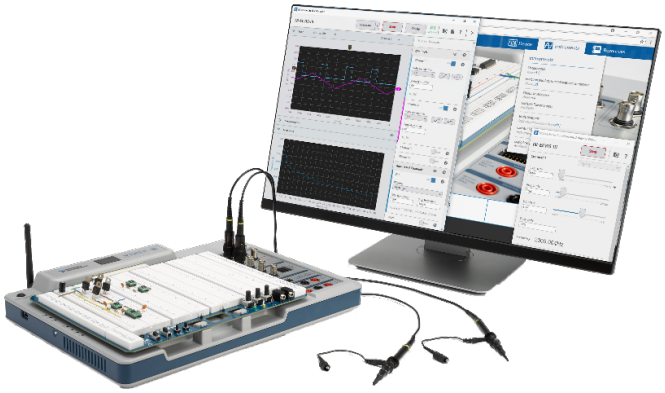


Fig. 5. Laboratorio de instrumentación NI-ELVIS [5].

III. METODOLOGÍA

En este apartado se explica de manera detallada como se realizó el proyecto propuesto por parte del departamento de ingeniería biomédica de la universidad politécnica del Bicentenario, los materiales y herramientas utilizadas, los procedimientos elaborados para llegar a los objetivos planteados. En el siguiente diagrama (fig. 6) se muestra mediante una estructura a flujo metodológico cada una de las etapas y las sube tapas para la implementación de este proyecto.

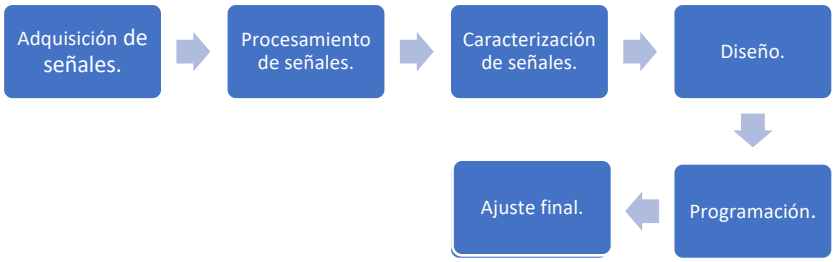


Fig. 6. Metodología del sistema de procesamiento de señales biomédicas [Autoría Propia].

H. Adquisición de señales

La adquisición de señal del EOG se obtuvo mediante el módulo KI230 utilizando el eje horizontal y el eje vertical, primero obteniendo la señal de ambos ejes por separado y después juntando los dos ejes al mismo tiempo, dichas señales fueron visualizadas por un osciloscopio, en esta primera instancia. La señal del EMG fue adquirida mediante el laboratorio virtual, misma que también fue visualizada por un osciloscopio, en esta primera instancia (fig. 7).

Fig. 7. Equipo de adquisición de señales KL 76001, instrumentos de análisis fisiológico. [Autoría propia].

I. Procesamiento de señales

Todas las señales adquiridas fueron procesadas por medio del National Instruments NI ELVIS II+ para poderlas visualizar en segunda instancia en una computadora, utilizando el osciloscopio que trae incluido el National Instruments NI ELVIS II+ y de ahí fueron procesadas por el software LabVIEW para que la utilización en el proyecto fuera adecuada (fig. 8).

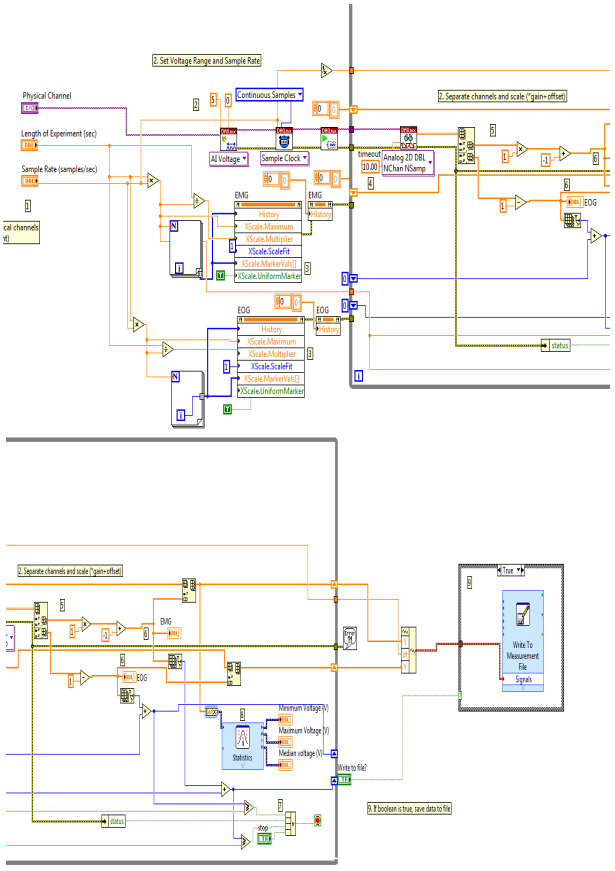


Fig. 8. Programación del sistema de control y procesamiento de señales biológicas [Autoría Propia].

J. Caracterización de las señales

Una vez incluidas las señales dentro del software labVIEW se caracterizó cada una de ellas dentro de un programa creado en el software, en donde se visualizaban las diferentes señales en una gráfica y se obtenían las amplitudes máximas y mínimas de cada señal, para poder obtener los valores de referencia que serían utilizados en la programación final.

K. Diseño

El prototipo utilizado para el desarrollo del proyecto se basó en un brazo robótico de motores CD (corriente directa) (fig. 9).

Fig. 9. Sistema de procesamiento y adquisición de señales para el control de brazo mecánica [Autoría Propia].

L. Programación

Teniendo un prototipo del brazo funcionando de una manera adecuada y la caracterización de las señales con valores de amplitud de referencia, se realizó la creación de la programación en el software LabView 2015, en donde todas las señales tuvieran el objetivo de realizar un movimiento del brazo robótico.

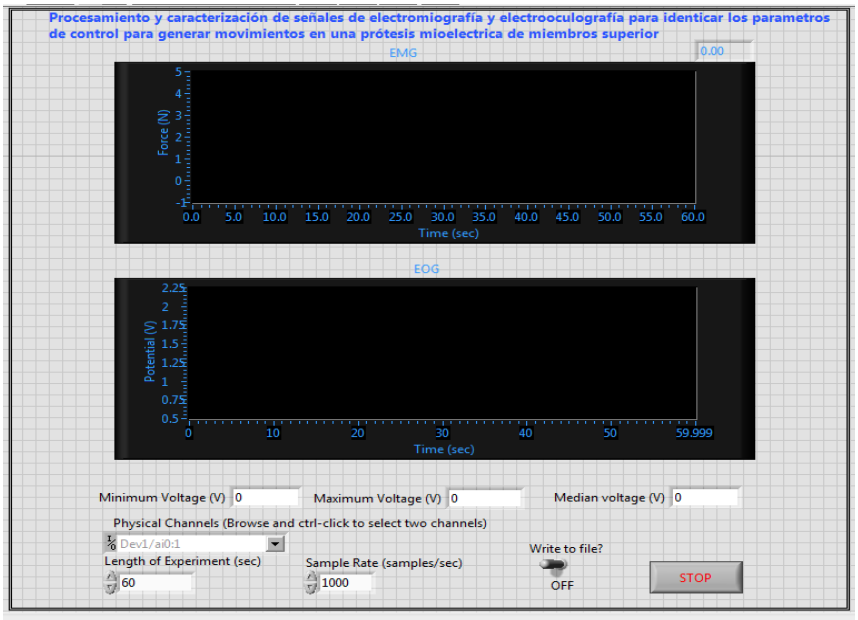


Fig. 10. Sistema de procesamiento de señales EMG y EEG [Autoría Propia].

M. Pruebas

Se realizaron las pruebas implementación de la programación final con el prototipo del brazo robótico, se observó el funcionamiento y los movimientos que realizaba el brazo robótico al momento de que el programa obtenía las diferentes señales del EMG y el EOG.

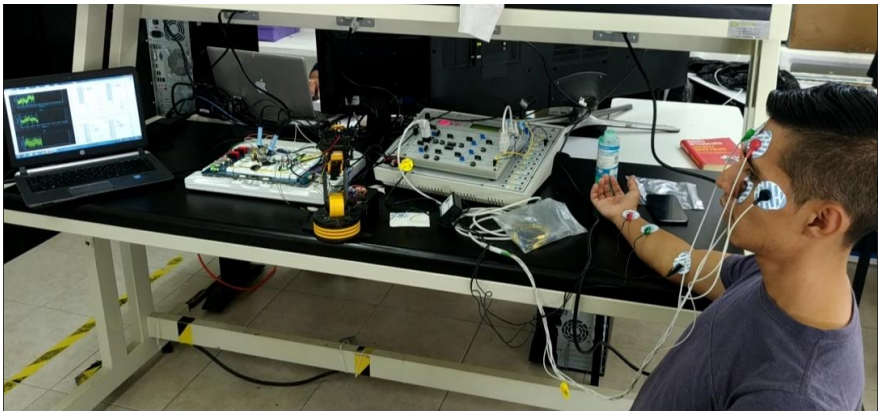


Fig. 11. Adquisición de señales con sujeto de estudio [Autoría Propia].

Ajuste final. Debido a que cada cuerpo humano tiene una diferente fisiología e impedancia (resistencia) bioeléctrica los valores de referencia se tuvieron que justar a la persona de prueba para que el funcionamiento que se obtuviera fuera lo mejor posible.

IV. RESULTADOS

Para la adquisición de la señal del EOG se llevó a cabo el siguiente proceso, el circuito se divide en dos partes, la adquisición de las señales de manera horizontal y la adquisición de señales de manera vertical.

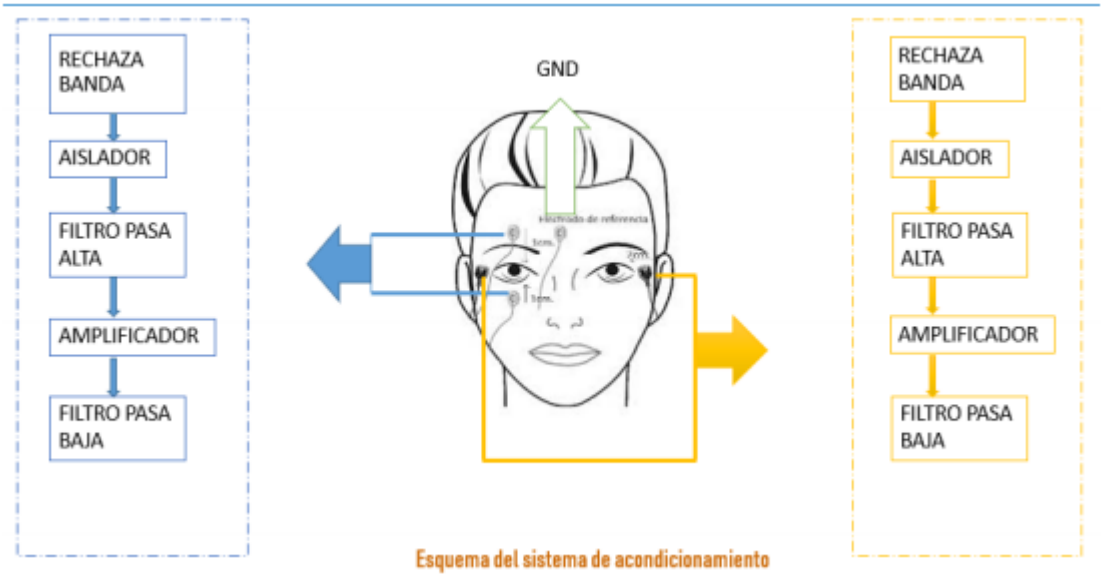


Fig. 12. Sistema de acondicionamiento del EOG [Autoría Propia].

Para comprobar el correcto funcionamiento de las etapas verificadas en los electrodos vertical y horizontal, se incluye a un sujeto de prueba para su estudio.

Previo al estudio se realizan las siguientes conexiones:

I. La unión de cada etapa con enchufes de punteo de 10mm.
II. Conectar los electrodos con las derivaciones del cable EOG.
III. Colocar el otro extremo del cable EOG en el módulo KL. En la figura 10 se muestran las derivaciones correctas colocadas en el sujeto de prueba Nota: La persona debe estar sentada cómodamente Se debe limpiar la zona de colocación de electrodos con gel conductor, para eliminar la impedancia electrodo piel.

Se realizan las pruebas en un sujeto con las siguientes instrucciones:

I. El sujeto debe estar libre de objetos que puedan afectar a la medición (reloj, pulseras de metal, aretes de metal etc.)
II. El sujeto debe estar relajado.
III. El sujeto debe de estar en una posición adecuada con la espalda recta.
   a. Para cada una de las pruebas seguir instrucciones.
   b. Prueba 1, movimiento de ojos en sentido horizontal (izquierda, y derecha).
   c. Prueba 2, movimiento de ojos en sentido vertical (arriba y hacia abajo).

A. Caracterización e identificación de las señales obtenidas por el electrooculograma

Con la finalidad de identificar los movimientos voluntarios efectuados por el ojo se realizaron diferentes pruebas donde se pudieron clasificar según el movimiento ocular como se muestra en las siguientes figuras.

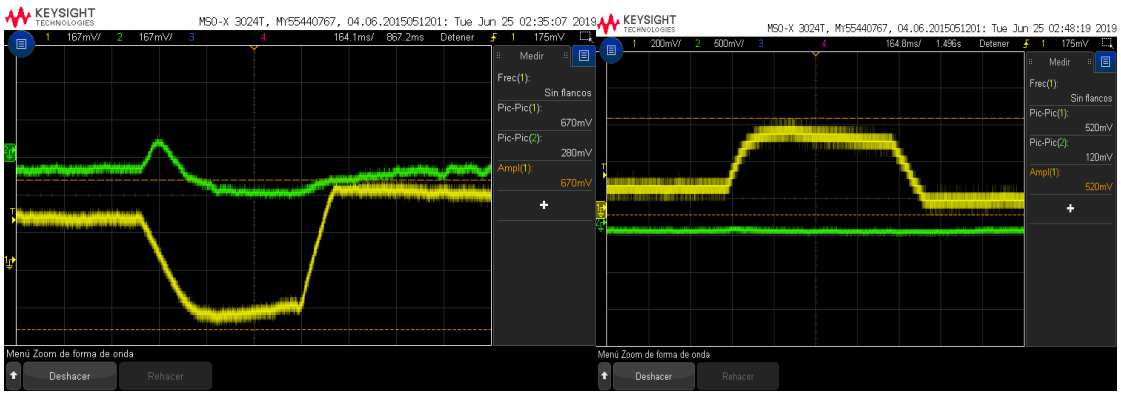


Fig. 13. Señal obtenida por el sistema al mirar hacia la izquierda y a la derecha respectivamente [autoría propia].

Como pruebas preliminares del estudio de la señal de electrooculograma, se obtuvo la señal de un voluntario y con ello se compararon los resultados con un estudio ya realizado, donde un paciente presentaba estrabismo leve, esto de referencia para poder verificar si en otro paciente es posible que exista algún tipo de estrabismo. Se obtuvieron 4 señales diferentes las cuales fueron tomadas realizando movimientos del ojo en direcciones: izquierda, derecha, arriba y abajo, de la misma manera el trabajo de los movimientos fue propuesto para emular el estudio ocular médico de un oftalmólogo.

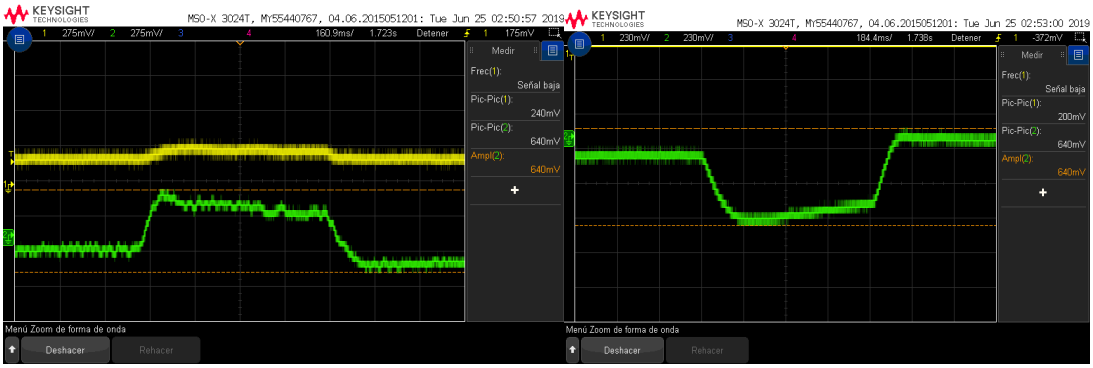


Fig. 14. Señal obtenida por el sistema al mirar hacia arriba y hacia abajo respectivamente [autoría propia]

Como se observo que las señales eran demasiado pequeñas para trabajar con ellas, se optó por la realización de una amplificación donde las amplitud de los voltajes pico a pico fuera de 1 a 4 V.

B. Caracterización e identificación de la señal obtenida del electromiograma

Se determino el valor de la amplitud pico a pico de la señal electromiografica tomada desde el antebrazo, lo cual nos arrojó 2 resultados. El primer movimiento realizado fue la extensión de los dedos de la mano derecha donde se puede observar que el valor obtenido era aproximadamente 1v, como se muestra en la figura 9. Lo que determino el primer parámetro clasificado.

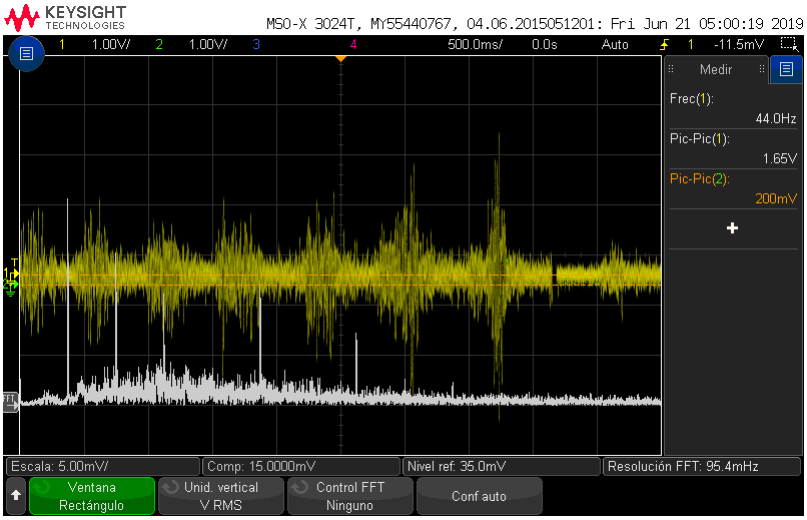


Fig. 15. Señal electromiografica y su transformada de fourier de la extensión de los dedos de la mano

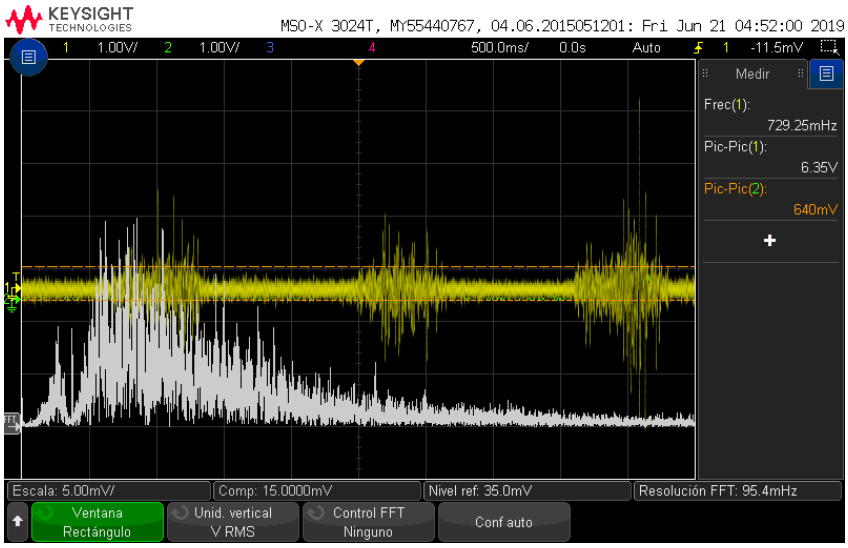


Fig. 16. Señal electromiografica y su transformada de fourier al cerrar los dedos de la mano

Una vez realizando el análisis de las señales obtenidas y comparando con las señales de referencia, podemos definir entonces que el sujeto de prueba, esto debido a los potenciales obtenidos y los voltajes de referencia registrados en las señales. A demás las gráficas obtenidas no presentan la misma forma o similar a la de referencia. Se pueden observar los picos que presentan las señales esto debido a los topes del ojo es decir cuando el ojo alcanza su máximo movimiento se presenta esta variación de voltaje y amplitud y así mismo con los demás movimientos generado por el sujeto. No se omite mencionar que la prueba realizada en un solo sujeto no es suficiente para poder corroborar si es que el equipo puede identificar tal afección, debido a que la muestra es demasiado acotada para la identificación del mismo.

V. CONCLUSIONES

Un electrooculografo y un electromiografo son capaces de medir las variaciones de los movimientos oculares y musculares, registrando el potencial que existe en la córnea y la retina para las señales oculares y el potencial muscular de cada uno de las zonas del cuerpo trabajadas. Dentro del trabajo realizado podemos observar como la eficiencia de las señales del electrooculograma aportan información muy fiable. Por lo que podemos asegurar que estas señales pueden utilizarse para cualquier tipo de estudio en el cual se requiera inspeccionar los nervios oculares.

Gracias a la correcta implementación de este proyecto se apoya la idea de elaborar prótesis mioelectricas que tengan diferentes tipos de señales de control, donde sea posible combinar diferentes señales obtenidas de diferentes partes del cuerpo para que de esta manera los movimientos realizados por la prótesis sean más apegados a los movimientos naturales del cuerpo.

VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Politécnica del Bicentenario y la Universidad Autónoma de Aguascalientes por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia en la edición no. 21 del Verano Regional de la Ciencia Región Centro.

REFERENCIAS

[1] José Segundo Niño Montero , Dr. Mariano Quino Florentini , Dr. Jean Roger Farfán Gavancho , Erick Rafael Camilo Taipe Carrión , Lic. César Angulo Calderón , Msc. Wilber Antonio Figueroa Quispe. (2018). Avances tecnológicos en desarrollo de prótesis inteligentes.. Revista Médica Carriónica, 1, 1-2.

[2] JL, R. P., & Roca, O., Uso de la isoestación B-200® y electromiografía de superficie en la valoración del dolor lumbar. Mapfre Medicina, 12(4), pp. 241-249, 2001.

[3] Morant-Arilla, D., Martín-Ruiz, J., Gallego-Cerveró, C., Tamarit-Grancha, I., & Pérez-Pérez, J., Comparación de la electromiografía superficial en el ejercicio de press de banca mediante el uso de Electroestimulación Eléctrica en el test de una Repetición Máxima: estudio piloto. Revista Andaluza de Medicina del Deporte, 8(4), pp.182-183, 2015

[4] Senatore, A. (2011). Sistema portátil para la detección y transmisión inalámbrica de. 24-25.

[5] Kolder HE. Electro-oculography. En: Heckenlively JR, Arden GB. Principles and practice of clinical electrophysiology of vision. St. Louis: Mosby Year Book; 1991. p. 301-13.

[6] Venkataramanan S. y otros. "Biomedical Instrumentation based on Electrooculogram (EOG) Signal Processing and Application ti a Hospital Alarm System". Proceedingsof ICISIP. 2005. Pp 535-540.

[7] Venkataramanan S. y otros. "Biomedical Instrumentation based on Electrooculogram(EOG) Signal Processing and Application ti a Hospital Alarm System". Proceedingsof ICISIP. 2005. Pp 535-540.

[8] Malik A. Q., Ahmad J., "Retina Based Mouse Control (RBMC)". Wolrd Ac World Academyof Science, Engineering and Technology, 31, 2007. Pp 318-322.

[9] Bulling A., Roggen D., Tröster G.. "Wearable EOG goggles: Seamlesssensing and contextawareness in everyday.Journal of Ambient Intelligenceand Smart Environments", 1(2), 2009. Pp 157-171.

[10] Fishman GA. The electro-oculogram. En: Fishman GA. Bich DG, Holder GE. Electrophysiologic Testing in disorders of retina, optic nerve and visual pathway. Ophthalmology monographs 2 of American Academy of Ophthalmology. 2nd ed. San Francisco: The Foundation of the American Academy of Ophthalmology; 2001. p. 157-75.

[11] Ávila, Rene. Monografias. 25 de Enero de 2018. https://www.monografias.com/trabajos94/electromiografo/electromiografo.shtml#referencia (último acceso: 2019).

[12] A Lara H. 2004. Recuperada de: http://deustotechlife.deusto.es/fonetiker/index.php/es/site-map/articles/14-sample-data-articles/448-resultados-electromiografia-emg.

Programación y desarrollo de prototipo inteligente inalámbrico

Luis Manuel García Barajas
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato-Silao km 12.5, Col. El Copal, C.P. 36821
luismanuellgb@gmail.com

Asesor: César Manuel Hernández Mendoza
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato-Silao km 12.5, Col. El Copal, C.P. 36821
cesar.hernandez@itesi.edu.mx

Resumen — En este trabajo se presenta el desarrollo de un prototipo inteligente inalámbrico capaz de mostrar al usuario información acerca del consumo energético como lo es corriente y potencia de algún aparato eléctrico que este conectado al suministro eléctrico. Esto con el objetivo de que el usuario puede observar el consumo eléctrico en tiempo real para dicho aparato, además el sistema es capaz de almacenar la información en una base de datos alojada en un servidor web y a su vez permitiendo visualizar la información mediante graficas en una pagina web. El desarrollo del proyecto involucro trabajar con distintas tecnologías como lo son: desarrollo web, conceptos de circuitos, bases de datos, etc. Por lo que se obtuvieron resultados esperados durante el desarrollo.

Palabras clave — Monitoreo del consumo eléctrico, Módulo WIFI ESP8266, Dispositivo inalámbrico, Sensor de corriente, Servidor web.

Abstract — In this paper is presented the development of a wireless intelligent prototype he is able to show the user information about energy consumption as is current and power of some electrical appliance that is connected to the power supply. This with the objective that the user can observe the real-time power consumption for the device, In addition the system is capable of storing information in a database hosted on a server in turn allowing to visualize the information obtained through graphics on a web page. The development of this project involves working with different technologies as are: web development, circuit concepts, databases, etc. So that the results obtained were as expected during the development.

Keywords — Electrical power consumption monitoring, ESP8266 WiFi Module, Wireless device, Current sensor, Web server.

I. INTRODUCCIÓN

La electricidad existe en la naturaleza en distintos fenómenos biológicos, tal es el caso que se presenta en las neuronas de nuestro cerebro y los impulsos nerviosos que ocurren. Sin embargo, la energía eléctrica también se produce de distintas formas como lo son: energía hidroeléctrica, generación de energía a partir de combustibles fósiles, generación de energía nuclear etc.

La electricidad es uno de los pilares del desarrollo industrial y del bienestar de los individuos. La reforma energética de 2013 en México tiene entre sus fines, el acceso incluyente a la energía, así como imprimir dinamismo y competitividad en la economía. De acuerdo con la Comisión Federal de Electricidad (CFE) la cobertura actual en México es de 98%, la inconformidad de la población ha aumentado debido a los altos costos de la energía eléctrica [1].

El 99% de las viviendas habitadas del país tiene electricidad; de ellas, el 0.25% utilizan como fuente alternativa la energía solar, ya sea de forma exclusivamente o en sistema bidireccional o híbrido (solar y de red pública) [2].

La Encuesta Nacional de Consumo de Energéticos en Viviendas Particulares (ENCEVI) es una innovación estadística del INEGI, en colaboración con la Secretaría de Energía (SENER) y la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE), que permite conocer los patrones de consumo energético de las viviendas de México, a nivel nacional y por región climática [2].

Es por ello que surge la necesidad por parte de estas industrias de subministrar esta energía hacia la mayor parte de los hogares beneficiando a los usuarios que la consumen dentro de sus viviendas de distintas formas como lo son alguna maquina o dispositivo que realice determinadas tareas tanto físicas o algún otro proceso, así como iluminación, uso de distintos dispositivos por ejemplo computadoras, celulares, tabletas electrónicas etc., hasta llegar a hacer uso de aparatos como el refrigerador, el horno de microondas, licuadora, etc. para mantener los alimentos en buen estado, calentar o enfriar, y procesar según sea el caso. Todo esto conlleva a gastar cierta cantidad de energía por cada aparato, por lo que, si revisamos alguna factura o recibo de electricidad, obtenemos el consumo total de nuestros aparatos eléctricos en nuestro hogar, sin embargo, es difícil conocer cuanta energía se ha consumido por cada uno de estos aparatos eléctricos.

II. MARCO TEÓRICO (OPCIONAL)

En la realización de este proyecto se hizo uso de distintas tecnologías de programación y electrónica, así como también el estudio de distintos conceptos de electricidad. Por esto es necesario tener en cuenta los siguientes conceptos observados en la figura 1.

La corriente alterna es una corriente que varia senoidalmente con el tiempo [3].

Una corriente directa (cd) es una corriente que permanece constante en el tiempo [3].

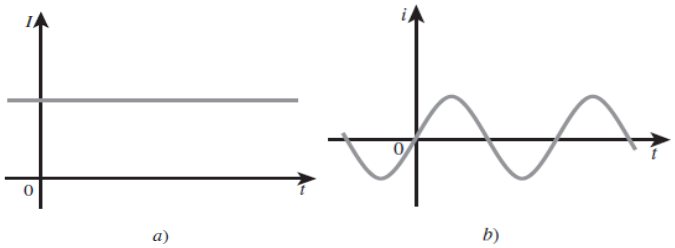


Fig. 1. Dos tipos comunes de corriente: *a*) corriente directa (cd); *b*) corriente alterna (ca) [3].

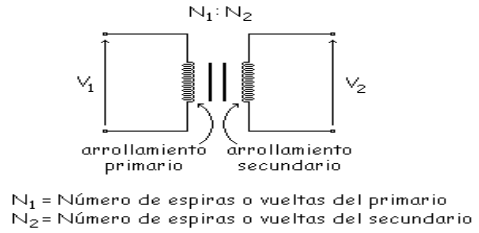


Fig. 2. Diagrama de un transformador [4].

Un transformador (figura 2) es un conjunto de chapas de hierro muy juntas que tienen dos arrollamientos, uno a cada lado del conglomerado de chapas de hierro [4].La bobina izquierda se llama "Arrollamiento Primario" y la derecha se llama "arrollamiento secundario".

El número de vueltas en el arrollamiento primario es N1 y el del arrollamiento secundario N2 [4].

Los sensores utilizados pertenecen a la familia SCT-013 no invasivos, estos permiten medir la corriente de un conductor sin necesidad de cortar o abrir el circuito, ya que estos sensores al igual que una pinza amperométrica usan el mismo mecanismo de medición. Dichos sensores son transformadores de corriente, que funcionan por inducción electromagnética [5].

ESP8266 es el nombre de un microcontrolador diseñado por una compañía china llamada Espressif Systems en su sede en Shanghái. Pero su producción en masa inicio hasta principios del año 2014, donde se anunció que este chip sería una excelente solución autómata de redes wifi que se ofrece como puente entre los microcontroladores que hasta ahora existen o que tiene la capacidad de ejecutar aplicaciones independientes [6].

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de este proyecto se hizo uso de los siguientes materiales.

1) Raspberry pi 3b (servidor): Es una computadora personal la cual es usada como servidor web para almacenar las variables de corriente y potencia.
2) Módulo Wifi Nodemcu Esp8266: Es usado para el envío de los datos adquiridos por el sensor de corriente hacia la base de datos almacenada en el servidor raspberry pi.
3) Sensor de corriente Sct-013 30A/1v: Es usado para medir la corriente y potencia de los aparatos conectados.
4) Adaptador Jack hembra 3.5: Sirve para conectar el sensor de corriente al circuito que envía los datos hacia el modulo Wifi.

Este proyecto consta de las siguientes etapas.

a) En la primera etapa se realiza la creación de un servidor web con el objetivo de obtener las peticiones realizadas por el usuario, permitiendo almacenar la información obtenida del sensor de corriente Sct-013 30A/1v.
b) En la segunda etapa se verifica la conexión del módulo Wifi Nodemcu Esp8266 hacia el servidor web mediante uso de programación en Arduino y por medio de una red LAN
c) En la tercera etapa se realiza la construcción del circuito necesario para la obtención de corriente

Como sabemos al trabajar con corriente alterna vamos a tener una onda sinusoidal por lo que se va a obtener un voltaje que varia de 2.5V a -2.5V en el caso de trabajar con la placa Arduino.

El problema que existe es que ni Arduino ni NodeMCU leen voltajes negativos. Así que tenemos que modificar la señal para que pase a estar en el rango de 0V a 5V. Eso se hace añadiendo un offset en DC a nuestra señal [7].

Esto se realiza con Sct-013 30A/1v, 2 resistencias de 10kΩ, un condensador de 10 Microfarads y el módulo Wifi Nodemcu. Su representación grafica se observa en la figura 3.

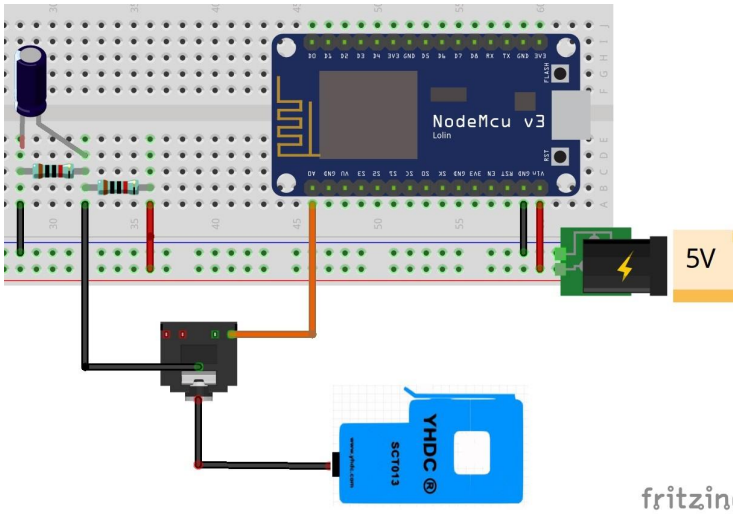
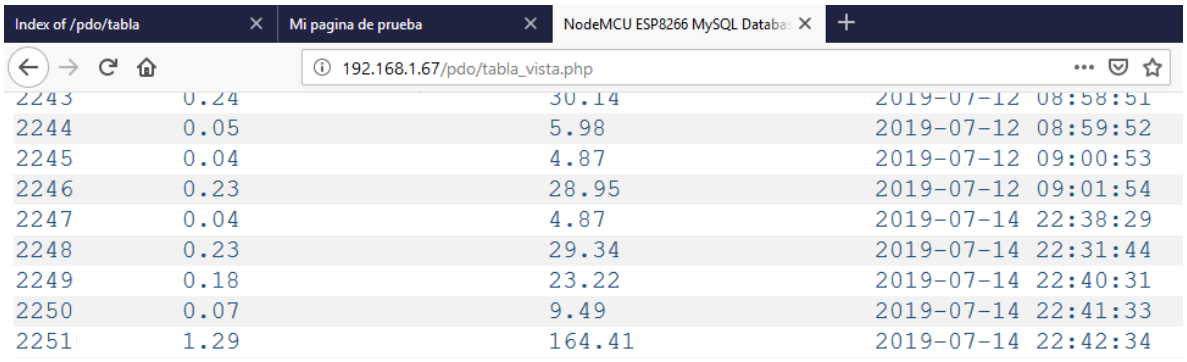


Fig. 3. Diagrama del circuito para medir la corriente.

d) En la cuarta etapa se desarrolla una interfaz con el uso de distintas tecnologías web como lo son PHP, HTML, entre otras. Esto con el objetivo de poder visualizar las variables o datos obtenidas del servidor, como lo son la corriente y la potencia. Así como también la grafica de dichas variables.

IV. RESULTADOS

Una vez que el proyecto quiera ser implementado, se puede seleccionar cualquier aparato u electrodoméstico que se desee monitorear, se conecta al circuito eléctrico y este comenzara a enviar algunos parámetros importantes como el id del monitoreo, la corriente eléctrica generada, la potencia, así como el tiempo en el que se realizó dicha medición, en la figura 4 se observa una captura de pantalla con dichos parámetros.



2243	0.24	30.14	2019-07-12 08:58:51
2244	0.05	5.98	2019-07-12 08:59:52
2245	0.04	4.87	2019-07-12 09:00:53
2246	0.23	28.95	2019-07-12 09:01:54
2247	0.04	4.87	2019-07-14 22:38:29
2248	0.23	29.34	2019-07-14 22:31:44
2249	0.18	23.22	2019-07-14 22:40:31
2250	0.07	9.49	2019-07-14 22:41:33
2251	1.29	164.41	2019-07-14 22:42:34

Fig. 4. Variables id, corriente, potencia y tiempo respectivamente obtenidas del monitoreo.

Con la finalidad de verificar el funcionamiento del sistema se realizo un monitoreo de la corriente y obteniendo la potencia de un aparato eléctrico de uso en el hogar. El aparato del cual se realizo el monitoreo fue de un refrigerador con las siguientes características.

Enfriador Dairy Coolers CTN 03 “C”.

Tensión 127V.

Frecuencia:60 Hz.

Consumo de energía(NOM): 2.5KWh en 24h.

Capacidad 237W.

El monitoreo de este aparto se realizó durante 12 horas, obteniendo los siguientes resultados:

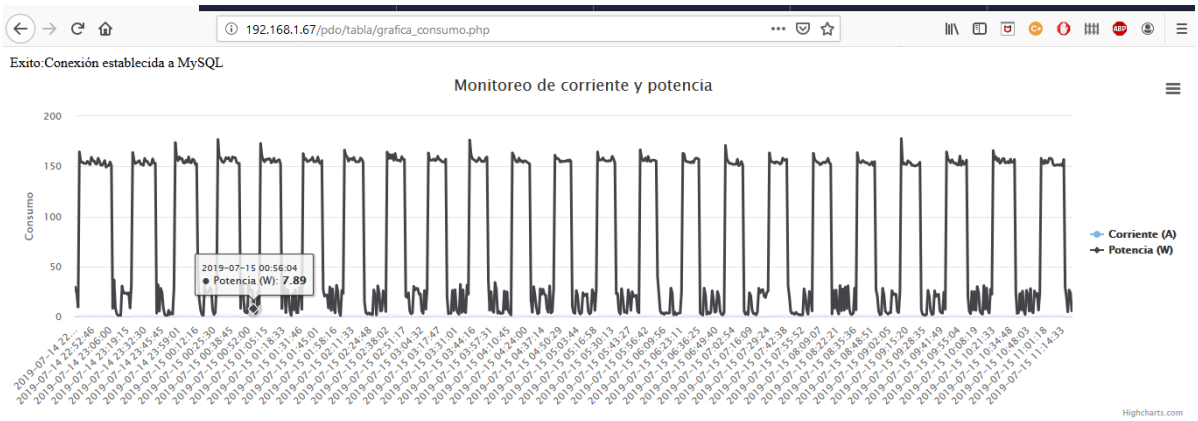


Fig. 5. Grafica de la potencia obtenida en el monitoreo.

Tal y como se muestra en la figura 4, las respectivas variables que se obtuvieron en el monitoreo mencionado, dichas variables se obtuvieron cada minuto durante 12 horas seguidas.

En la figura 5, se puede apreciar que los valores obtenidos es un promedio de 150w en lapsos aproximados de 30 min y después en lapsos de aproximadamente 20min disminuye.

V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

La culminación del proyecto deja al investigador principal y al asesor una satisfacción, dado que el objetivo se cumplió es posible hacer mediciones de corriente eléctrica en tiempo real, con lo cual cualquier usuario puede tomar acciones a partir de los resultados obtenidos, así mismo para reducir la cantidad de electricidad empleada, eliminar tiempos muertos en sus electrodomésticos, reducir costos y generar un impacto favorable al medio ambiente.

Los resultados obtenidos pueden ser tomados como base para la generación de nuevos estudios, así como para realizar investigaciones complementarias, ya sean mejoras o compatibilidades en las que la información pueda ser enviadas por correo, vistas en aplicaciones móviles o que puedan ser accesibles desde internet.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La realización de este tipo de prototipos es indispensable para comprender el funcionamiento en la vida real de lo que actualmente se conoce como el internet de las cosas es por ello que en el presente proyecto se usaron distintas tecnologías y conceptos. Desde electricidad, electrónica, desarrollo web y redes.

Los datos obtenidos pueden ser tomados como referencia acerca del comportamiento de algún aparato eléctrico en el hogar en este caso el refrigerador.

VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato por el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano, así como también a aquellos profesores, familiares y compañeros que me brindaron el apoyo para la realización este proyecto.

REFERENCIAS

[1] Ortiz-Velázquez, J., & Bueno, G., & Arana-Coronado, J. (2017). Análisis de la demanda residencial de electricidad en el Estado de México. *Economía, Sociedad y Territorio, XVII* (53), 199-223.

[2] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2018). PRIMERA ENCUESTA NACIONAL SOBRE CONSUMO DE ENERGÉTICOS EN VIVIENDAS PARTICULARES (ENCEVI). Recuperado de https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/EstSociodemo/ENCEVI2018.pdf.

[3] Alexander, C., Sadiku, M., López Caudana, E., Campo, F., Piñón Rizo, J., Cordero Pedraza, C., & Villagómez, H. *Fundamentos de circuitos eléctricos* (5th ed., p. 7).

[4] Andrés Aranzabal Olea. (Febrero 2001). ELECTRÓNICA BÁSICA. Recuperado de http://www.sc.ehu.es/sbweb/electronica/elec_basica/default.htm.

[5] PELÁEZ, E., & JIMÉNEZ, P. (2018). *Diseño de un Sistema de Medición y Monitoreo del Consumo de Energía por Circuitos en el Hogar, Mediante Tecnología de Comunicación por Línea de Potencia* (Tesis de pregrado). UNIVERSIDAD DEL AZUAY FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA, ECUADOR.

[6] CEJA, J. (2017). Módulo ESP8266 y sus aplicaciones en el internet de las cosas . *Revista de Ingeniería Eléctrica*, (1), pp.24-36.

[7] Luis del Valle Hernández. (). SCT-013 mide el consumo eléctrico en tu casa con Arduino. Recuperado de https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/sct-013-consumo-electrico-arduino/

Propuesta de una nueva turbina para mejorar la agitación en un fluido

Julio César Rodríguez Mosqueda
Universidad de Guanajuato
Carretera Salamanca - Valle de Santiago km 3.5 + 1.8 Comunidad de, Palo Blanco, 36885 Salamanca, Gto.
rodriguez.julio.cesar@hotmail.com

Asesor: José Luis Luviano Ortíz
Universidad de Guanajuato
Carretera Salamanca - Valle de Santiago km 3.5 + 1.8 Comunidad de, Palo Blanco, 36885 Salamanca, Gto.
luisluviano@gmail.com

Resumen — Este trabajo presenta resultados comparativos por medio de un software de solución numérica sobre análisis de fluidos en tanques agitados. Muestra un análisis del comportamiento de las perturbaciones sobre el flujo bajo régimen laminar dentro de una turbina Rushton tradicional y una turbina modificada la cual, contiene un ángulo de ataque de 45 grados, con el objetivo de mejorar la agitación. En los resultados se presentan mapas vectoriales bidimensionales para las velocidades y la posición de las partículas, que permiten visualizar el comportamiento del flujo y si hay alguna reducción de rotura del vórtice toroidal. Finalmente, como conclusión, la turbina Rushton modificada parece mostrar los mejores resultados en cuanto a agitación.

Palabras clave — Flujo laminar, Análisis hidrodinámicos, Vórtices.

Abstract — This work presents comparative results through a numerical solution software on fluid analysis in agitated tanks. It shows an analysis of the behavior of the disturbances on the flow under the laminar regime within a traditional Rushton turbine and a modified turbine which contains an angle of attack of 45 degrees, with the aim of improving agitation. The results show two-dimensional specific maps for the velocities and position of the particles, which allows visualizing the flow behavior and if there is any reduction in the rotation of the toroidal vortex. Finally, in conclusion, the modified Rushton turbine seems to show the best results in terms of agitation.

Keywords — Laminar flow, Hydrodynamic analysis, Vortex.

I. INTRODUCCIÓN

El uso de mezclado está presente en la vida cotidiana y en la industria, en esta última, los procesos pueden durar largos periodos de tiempo y ser costosos energéticamente, por lo que es de gran importancia aumentar la eficiencia de este. Dentro de la industria existe una gran variedad de procesos que reflejan la importancia de la eficiencia del mezclado, algunos de éstos son: biofarmacéuticos [1], lubricantes [2] y alimenticios [3]; aunque también se puede destacar su uso en cosméticos, cremas, medicinas, detergentes y cultivos celulares. Como ejemplo se toma el uso de tanques agitados en sistemas de cultivo celular en donde se requieren bajas velocidades de revolución de manera que las células no mueran debido a un excesivo esfuerzo [4], lo que muestra la importancia de este tipo de procesos.

Por otro lado, en procesos donde se usa la agitación se observa que en el proceso de mezclado de un tanque agitado intervienen varios factores, como lo son, la forma del tanque contenedor (si éste posee o no aletas en su interior), las propiedades físicas del fluido (newtoniano o no newtoniano), las condiciones del sistema como temperatura y presión, y la geometría de la turbina. Aunado a lo anterior, en la agitación y mezclado de fluidos la geometría de la turbina es de alto interés ya que ésta produce la fuerza impulsora necesaria para generar el mezclado o agitación, es debido a esto que en la actualmente existen varias

geometrías de turbinas reportadas en el estado del arte que han sido diseñadas para fines muy específicos en la industria.

Para analizar el comportamiento hidrodinámico de un fluido en tanques agitados existen dos técnicas científicas, una de ellas es de manera experimental como la realizada por Mavros et al. [5] quienes explican algunas de las técnicas para la medición y análisis del comportamiento de un fluido. Su trabajo divide estas técnicas en dos partes, la primera *Single-Point Techniques* y la segunda *Ensemble Measurements*, en la cual se explica una técnica actualmente muy utilizada en el estudio de tanques agitados, la velocimetría de imágenes por partículas (*PIV* por sus siglas en inglés). Otra de las técnicas de análisis científico para el estudio y predicción del comportamiento se presenta a través de dinámica de fluidos computacional.

II. MARCO TEÓRICO

Dentro del área industrial existen operaciones de mezclado y el éxito de estas operaciones depende de la efectiva agitación y mezcla de fluidos.

Frecuentemente, existe una confusión donde se cree que la agitación y mezcla son sinónimos y eso es un error. La agitación se refiere al movimiento inducido de un material en una manera específica, normalmente en un patrón circulatorio dentro de algún tipo de contenedor. La mezcla es una distribución aleatoria, dentro y a través una de otra, de dos o más fases inicialmente separadas. Un material homogéneo simple, tal como un tanque lleno con agua fría, puede ser agitado, pero no puede ser mezclado mientras se le adhiere algún otro material (tal como una cantidad de agua caliente o un sólido en polvo).

El término mezcla se aplica a una variedad de operaciones, que difieren ampliamente en el grado de homogeneidad del material “mezclado”, en otras palabras, el mezclado es un proceso en el que ambas sustancias se mezclan entre sí para generar una nueva con propiedades y estructuras uniformes en todo su dominio.

III. OBJETIVO

El diseño del impulsor de la geometría modificada se pensó con el objetivo de generar un movimiento caótico en el fluido para realizar la agitación con mayor eficiencia. El análisis experimental mostró que la turbina Rushton tradicional genera dos zonas de vórtice en forma toroidal, causadas por la disipación de la cantidad de movimiento que se extiende a través del fluido por medio de líneas de corriente, manteniéndolas constantes y reduciendo la eficiencia en la agitación. El impulsor propuesto muestra que la modificación del ángulo de ataque a 45 grados en las paletas reduce significativamente las zonas de vorticidad, haciendo que el fluido muestre un comportamiento más caótico y promueva una agitación más eficiente.

Para mejorar el proceso de agitación y comenzar desde el análisis de tanques agitados con impulsores Rushton tradicionales, como el mostrado en la Figura 1, en este trabajo se modela un impulsor con una geometría modificada. Un proceso de agitación con mayor efectividad es aquel en el que el comportamiento del fluido no tiene a comportarse de la

misma forma con respecto al tiempo, sino de manera caótica rompiendo el mayor número de vórtices generados durante el proceso de agitación.

Por lo tanto, la geometría propuesta comienza considerando una turbina Rushton tradicional en la cual sus palas giratorias se han girado en un ángulo de 45 grados.

Fig. 1 Impulsor Rushton tradicional

IV. METODOLOGÍA

A. Geometría Propuesta

Las dimensiones utilizadas para generar la geometría original del impulsor Rushton y la geometría del impulsor modificado se enumeran en la Tabla 1.

Tabla 1. Dimensiones de turbinas

Parámetro	Impulsor Rushton	Impulsor modificado
	Valor, mm	Valor, mm
Altura de impulsor, *H*	220.00	220.00
Radio de impulsor, *R*	28.50	27.50
Radio de eje, *r*	6.25	6.25
Altura de paleta, *A*	16.00	16.00
Longitud de paleta, *L*	16.00	18.00
Espesor de paleta, *W*	1.50	1.50

La modificación en la geometría se realizó para mejorar el rendimiento de la agitación de fluidos. Los cambios propuestos se muestran en la Figura 2, donde se presenta la geometría tradicional de la turbina Rushton y la propuesta.

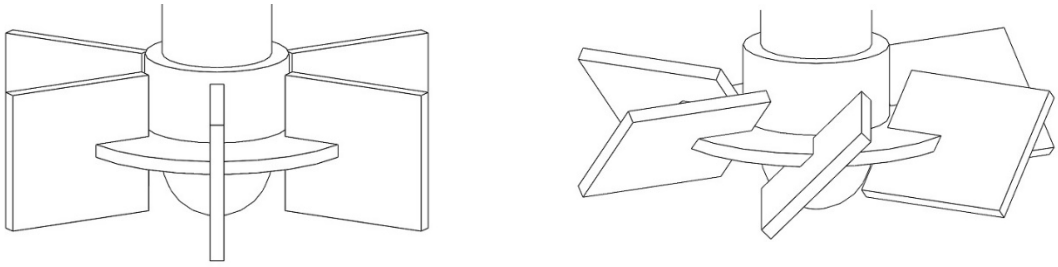


Fig. 2 Turbinas, a) Rushton tradicional y b) geometría propuesta.

En la geometría propuesta, el ángulo de ataque de las cuchillas giratorias cambió a 45 grados para redirigir la trayectoria del fluido a fin de generar caos a través de efectos difusivos y reducir las zonas toroidales.

B. Ecuaciones gobernantes

El modelo de este estudio tomó en cuenta las ecuaciones (1-3) que corresponden al número de Reynolds, las ecuaciones de Navier Stokes para cada una de las tres direcciones y la ecuación de continuidad, respectivamente, donde las ecuaciones (2) y (3) están escritas en coordenadas cilíndricas. Todas estas ecuaciones bajo los supuestos de estado estacionario, fluido incompresible y flujo laminar se resolvieron numéricamente utilizando la técnica de volumen finito.

$$Re = \frac{\rho N D^2}{\mu} \tag{1}$$

$$\begin{aligned}
&\rho\left(\frac{\partial u_R}{\partial t} + u_R\frac{\partial u_R}{\partial R} + \frac{u_\theta}{R}\frac{\partial u_R}{\partial \theta} - \frac{{u_\theta}^2}{R} + z\frac{\partial u_R}{\partial z}\right) \\
&\qquad = -\frac{\partial p}{\partial R} + \mu\left(\nabla^2 u_R - \frac{u_R}{\mathrm{R}^2} - \frac{2}{\mathrm{R}^2}\frac{\partial u_\theta}{\partial \theta}\right) \\
&\rho\left(\frac{\partial u_\theta}{\partial t} + u_R\frac{\partial u_\theta}{\partial R} + \frac{u_\theta}{R}\frac{\partial u_\theta}{\partial \theta} + \frac{u_\theta u_R}{R} + u_z\frac{\partial u_\theta}{\partial z}\right) \\
&\qquad = -\frac{1}{R}\frac{\partial p}{\partial \theta} + \mu\left(\nabla^2 u_\theta - \frac{u_\theta}{\mathrm{R}^2} - \frac{2}{\mathrm{R}^2}\frac{\partial u_R}{\partial \theta}\right) \\
&\rho\left(\frac{\partial u_z}{\partial t} + u_R\frac{\partial u_z}{\partial R} + \frac{u_\theta}{R}\frac{\partial u_z}{\partial \theta} + u_z\frac{\partial u_z}{\partial z}\right) = -\frac{\partial p}{\partial z} + \mu(\nabla^2 u_z)
\end{aligned} \tag{2}$$

$$\frac{1}{\mathrm{R}}\frac{\partial}{\partial R}(R u_R) + \frac{1}{\mathrm{R}}\frac{\partial u_\theta}{\partial \theta} + \frac{\partial u_z}{\partial z} = 0 \tag{3}$$

donde:

u_R Velocidad en la dirección R, m/s
u_θ Velocidad en la dirección θ, m/s
u_z Velocidad en la dirección z, m/s
H Altura del impulsor, mm
R radio del impulsor, mm
r radio del eje, mm
μ Viscosidad dinámica, kg/m-s
ρ Densidad del glicerol, kg/m^3

C. Condiciones de frontera

Las condiciones de frontera impuestas son las siguientes, para el recipiente agitado se consideró una condición de simetría en las paredes superiores y una condición de no deslizamiento en todas las paredes exteriores. Al mismo tiempo, en las paredes del impulsor, se consideraba paredes giratorias. La Figura 3 muestra un diagrama esquemático con las condiciones de contorno impuestas en el modelo.

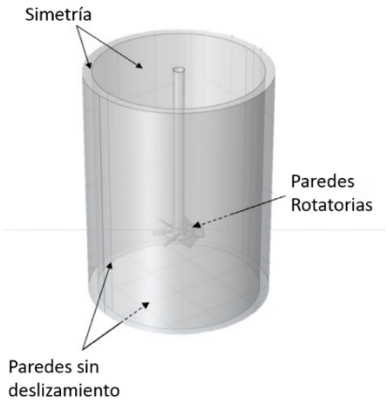


Fig. 3 Condiciones de frontera utilizadas para el modelo

El fluido de trabajo era glicerol con 100% de pureza cuyas propiedades se enumeran en la Tabla 2 y corresponden a las condiciones ambientales.

Tabla 2. Propiedades físicas del glicerol [6].

Propiedades	Valores	Unidades
Viscosidad dinámica, μ	0.707	kg/m^3
Densidad, ρ	1260	Pa-s

D. Malla

Para realizar las simulaciones, el dominio computacional se discretizó en un número finito de volúmenes en los que se resolvieron las ecuaciones gobernantes discretizadas. El conjunto de volúmenes se conoce como malla la cual se conformó de aproximadamente 150,000 elementos tetraédricos.

V. RESULTADOS

La Figura 4a muestra el comportamiento del fluido causado por el ángulo de ataque de la turbina Rushton tradicional. Esta turbina genera dos vórtices toroidales estacionarios, lo que hace que el fluido no se agite adecuadamente y, a su vez, provoca que el fenómeno se rija principalmente por los efectos de difusión. En la Figura 4b, el efecto de la inclinación en el ángulo de ataque muestra que el comportamiento del fluido, como la turbina Rushton tradicional, no tiende a cambiar con respecto al tiempo, pero esta modificación genera que solo tenga un vórtice toroidal, por lo que es aceptable en el proceso de agitación.

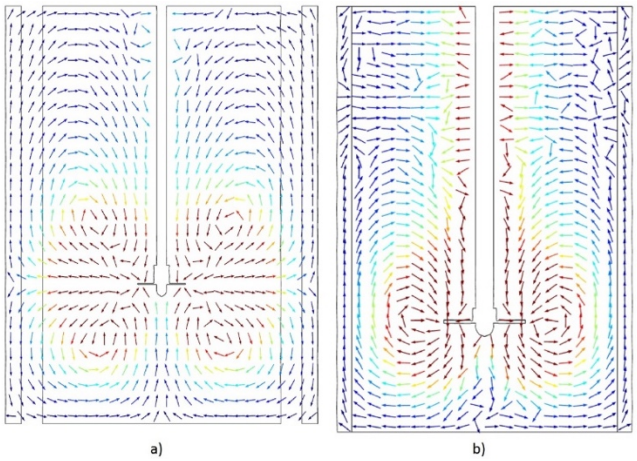


Fig. 4. Campo vectorial de velocidad, a) turbina tradicional Rushton y b) geometría propuesta.

La Figura 5 muestra más claramente la generación de vorticidad por medio de líneas de corriente. La Figura 5a presenta los dos vórtices formados con la turbina Rushton y en la Figura 5b se muestra que hay una reducción considerable de la vorticidad con la turbina modificada.

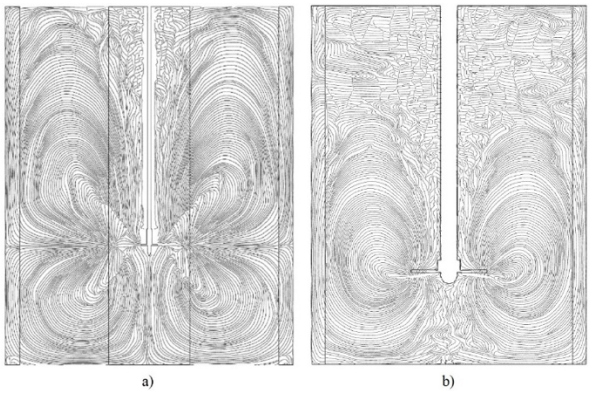


Fig. 5 Líneas de corriente a) turbina tradicional Rushton y b) geometría propuesta

VI. CONCLUSIONES

El diseño del impulsor de geometría modificada se pensó con el objetivo de generar un movimiento caótico en el fluido para realizar la agitación con mayor eficiencia. El análisis experimental mostró que la turbina Rushton tradicional genera dos zonas de vórtice en forma toroidal, causadas por la disipación de la cantidad de movimiento que se extiende a través del fluido por medio de líneas de corriente, manteniéndolas constantes y reduciendo la eficiencia en la agitación. El impulsor propuesto muestra que la modificación del ángulo de ataque a 45 grados en las paletas reduce significativamente las zonas de vorticidad, haciendo que el fluido muestre un comportamiento más caótico y promueva una agitación más eficiente.

VII. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al Campus Irapuato Salamanca de la universidad de Guanajuato y en específico a mis asesores el Dr. José Luis Luviano Ortiz y al Ing. Juan Roberto Capetillo González por el valioso tiempo, enseñanza y apoyo otorgado ya que, sin ellos no hubiese logrado la realizar este proyecto de verano.

REFERENCIAS

[1] Dusting, J., Sheridan, J., & Hourigan, K. (2006). “A fluid dynamics approach to bioreactor design for cell and tissue culture.” Biotechnology and Bioengineering, 94(6), 1196–1208. doi:10.1002/bit.20960

[2] Franco, J. M., Delgado, M. A., Valencia, C., Sánchez, M. C., & Gallegos, C. (2005). “Mixing rheometry for studying the manufacture of lubricating greases.” Chemical Engineering Science, 60(8-9), 2409–2418. doi:10.1016/j.ces.2004.10.042

[3] Maingonnat, J. F., Doublier, J. L., Lefebvre, J., & Delaplace, G. (2008). “Power consumption of a double ribbon impeller with newtonian and shear thinning fluids and during the gelation of a iota-carrageenan solution.” Journal of Food Engineering, 87(1), 82–90. doi:10.1016/j.jfoodeng.2007.11.015

[4] Bulnes-Abundis, D., Carrillo-Cocom, L. M., Aráiz-Hernández, D., García-Ulloa, A., Granados-Pastor, M., Sánchez-Arreola, P. B., … Alvarez, M. M. (2012). “A simple eccentric stirred tank mini-bioreactor: Mixing characterization and mammalian cell culture experiments.” Biotechnology and Bioengineering, 110(4), 1106–1118. doi:10.1002/bit.24780

[5] Mavros, P. (2001). “Flow Visualization in Stirred Vessels.” Chemical Engineering Research and Design, 79(2), 113–127. doi:10.1205/02638760151095926

[6] Lamberto, D. J., Alvarez, M. M., & Muzzio, F. J. (1999). “Experimental and computational investigation of the laminar flow structure in a stirred tank.” Chemical Engineering Science, 54(7), 919–942. doi:10.1016/s0009-2509(98)00275-9

Propuesta para mantener equipos de cómputo a temperaturas adecuadas (I)

José Ángel Gutiérrez García
Universidad de Guanajuato
Carr. Salamanca - Valle de Santiago km 3.5 +1.8
Comunidad de Palo Blanco
36885 Salamanca, Gto.
ja.gutierrezgarcia@ugto.mx

Asesor: Abel Hernández Guerrero
Universidad de Guanajuato
Carr. Salamanca - Valle de Santiago km 3.5 +1.8
Comunidad de Palo Blanco
36885 Salamanca, Gto.
abel@ugto.mx

Resumen — En este estudio se analiza, numéricamente, el efecto que tiene la aplicación de la técnica de incidencia de chorro en el desempeño térmico de un disipador de calor para dispositivos electrónicos en equipos de cómputo, tales como: unidades de procesamiento gráfico (GPU, por sus siglas en inglés), unidades centrales de procesamiento (CPU, por sus siglas en inglés), entre otros. Para el análisis, se toma una pequeña porción del disipador, en el cual, un fluido refrigerante (agua), fluye a través de una geometría generada al interior de dicha porción, y se encarga de extraer el calor generado por el dispositivo electrónico en cuestión. Las temperaturas de trabajo para el dispositivo electrónico tratado, resultan adecuadas con la aplicación de esta técnica.

Palabras clave — Incidencia de chorro, enfriamiento líquido, electrónicos, GPU, waterblock.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la industria de la tecnología se ve en la necesidad de desarrollar sistemas cada vez más complejos, capaces de cumplir con multiples tareas y de una manera precisa. Un sector que diariamente tiene que enfrentar este problema es la industria computacional. Con la llegada de los videojuegos, las compañias tienden a buscar la mejora de sus dispositivos en general, para un mejor desempeño de sus productos. De lo anterior, la capacidad de procesamiento de los chips utlizados por los dipositivos electrónicos, aumenta, así como el calor que estos generan, dejando fuera a los sistemas de enfriamiento convencionales. Una de las técnicas usadas comúnmente en este tipo de dispositivos es el enfriamiento con cambio de fase [1-3]. A. Kosar et al. [1] reportan resultados experimentales en la transferencia de calor en un disipador basado en hidroala, utilizando R-123, a diferentes flujos de calor y másicos. Un estudio experimental para enfriemiento de CPU fue realizado por Shou-Shing Hsieg et al. [2] sobre un disipador de camara de vapor compuesto por capas de cobre y vidrio con diferentes medidas. Se encontró que los coeficientes de tranferencia de calor de evaporación y condensación, para una potencia aplicada de 140 W, fueron 6000 W/(m^2 ºC) y 10,000 W/(m^2 ºC), respectivamente, alcanzando una temperatura de trabajo de 70 ºC. Los disipadores de calor de cámara de vapor son una alternativa eficiente en la disipación de altas tasas de calor, además sus sistemas pueden ser diseñados en múltiples configuraciones, asegurando un uso de espacio óptimo para poder ser utilizado en enfriamiento de equipos electrónicos. Z. Ming et al [3] realizaron un estudio numérico y experimental buscando una distribución de flujo de calor uniforme mediante una estructura compuesta de ranuras al interior de la cámara de vapor. Naphon et al. [4] estudiaron diferentes técnicas para enfriar el refrigerante confinado dentro de un disipador de cámara de vapor. Dicho lo anterior, es común el uso de otro tipo de disipadores montados a la cámara de vapor, con el propósito de transferir de una mejor manera el calor de la superficie

a refrigerar y mejorar la razón de condensación del refrigerante confinado dentro del disipador. Asimismo, la técnica de incidencia de chorro ha sido utilizada en [4], mostrando un mejor desempeño en cuando a la absorción de calor del disipador de cámara de vapor. El enfriamiento de dispositivos electrónicos mediante incidencia de chorro es una solución confiable, pero no está exenta de problemas. Los principales problemas recaen en el flujo del fluido, presentándose contra-flujo y una distribución pobre del mismo, a lo largo de la superficie de incidencia. Naphon et al. [5] desarrollaron un estudio donde se muestra el efecto en el desempeño del disipador de calor bajo la técnica de incidencia de chorro, debido a la ubicación de los puertos de extracción de fluido, y las características del fluido fluyendo a través de un disipador de aletas. Numerosos estudios se han realizado para tratar la transferencia de calor bajo diferentes técnicas. Honda y Wei [6-7] revisaron algunas investigaciones relacionadas con transferencia de calor de cambio de fase para disipadores de calor de micro-canales sumergidos en fluidos dieléctricos. Muchas otras tecnologías han sido propuestas, tales como el enfriamiento por “heat pipes” [8], métodos de enfriamiento termo-eléctricos [9] y enfriamiento por incidencia de chorro en disipadores de calor de micro-canales [10-11].

II. MARCO TEÓRICO (OPCIONAL)

El flujo de un chorro incidente sumergido presenta distintas regiones, como se muestra en la Figura 1. El chorro sale de una boquilla con un perfil de velocidad, temperatura y con características de turbulencia que dependen del flujo ascendente generado por el choque de chorros circundantes en la superficie objetivo. Al salir de la boquilla, el chorro emergente pasa a una región en la que está lo suficientemente lejos de la superficie de impacto para comportarse como un chorro sumergido libre. Aquí, los gradientes de velocidad en el chorro crean una cizalla en los bordes del chorro que transfiere el impulso lateralmente hacia el exterior, provocando una mayor fluidez con el chorro y aumentado el flujo de masa del chorro, como se muestra en la Figura 2. En el proceso, el chorro pierde energía y el perfil de velocidad se amplía en extensión espacial y disminuye en magnitud a lo largo de los lados del chorro. El flujo al interior de la capa de cizallamiento, que se ensancha progresivamente, no se ve afectado por este momento de transferencia y forma una región central con una presión total más alta, aunque puede experimentar una caída en la velocidad y la caída de la presión como resultado de los gradientes de velocidad presentes en la salida de la boquilla.

En el presente caso, se tiene un chorro confinado, por lo que dicho perfil de velocidad disminuirá en magnitud de la misma manera como en el caso de chorro libre, pero no se preseentará un gradiente de velocidad lateral, es decir, no se ensanchará el chorro a lo largo de su trayectoria, por lo que el flujo de masa permanece constante.

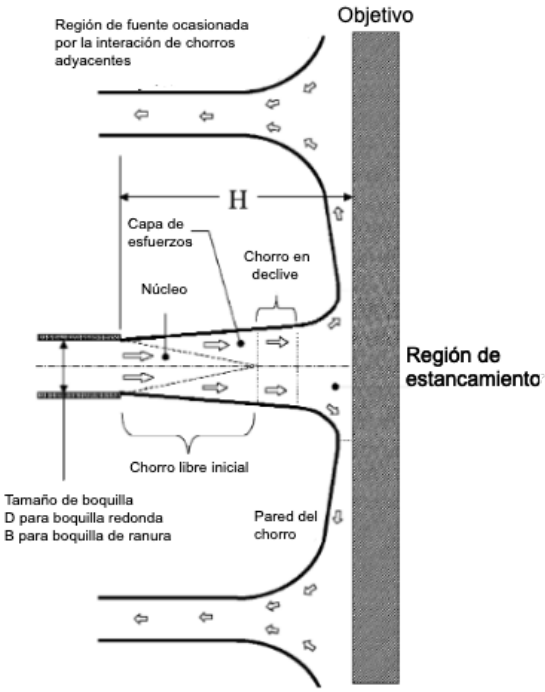


Fig. 1. Distribución de flujo para un chorro incidente sumergido.

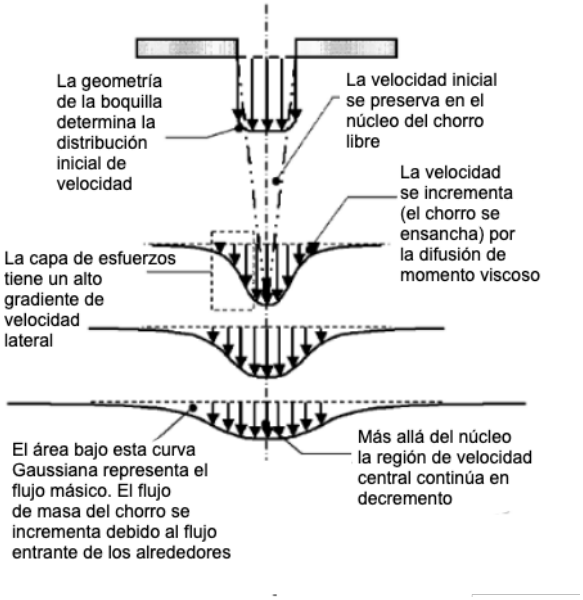


Fig. 2. Perfil de velocidad para un chorro libre sumergido.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

La Figura 3 muestra una tarjeta de gráficos comercial, con el propósito de mostrar la distribución de sus componentes y las zonas críticas o de interés para el presente estudio. El objetivo general de este estudio es diseñar un disipador para remover la extrema cantidad de calor generado por la unidad procesamiento de gráficos (GPU, por sus siglas en inglés), las memorias de acceso aleatorio de video (VRMA's, por sus siglas en inglés) y el módulo regulador de voltaje (VRM, por sus siglas en inglés). La Figura 4 (a) muestra una porción, con dimensiones de 5 x 5 mm, de una placa de cobre con un canal barrenado en el centro de la geometría donde el chorro tomará lugar. Dos salidas de fluido se presentan en dos lados del canal central. La Figura 4 (b) muestra la porción de cobre anteriormente mencionada pero esta vez con una tapa hecha mediante técnicas de manufactura de impresión 3D, donde dicha tapa está dividida en dos secciones internas, para albergar agua fría, de entrada, en la sección superior y agua caliente, de salida, en la sección inferior.

A. Modelo computacional

Este estudio pretende analizar únicamente una porción de un disipador de calor bajo la técnica de enfriamiento por incidencia de chorro. Se busca obtener una disipación de calor uniforme para mantener temperaturas de trabajo uniformes a lo largo las zonas críticas del GPU. Además, es sabido que la técnica de incidencia de chorro actúa directamente sobre la zona donde se localiza, entonces, la uniformidad sólo puede ser alcanzada con un arreglo de chorros a lo largo y ancho de la zona caliente. En este caso, se analiza solamente un chorro y dependiendo de los resultados obtenidos, diseñar un arreglo de chorros.

1) Suposiciones del modelo

El modelo tridimensional utilizado para el proceso de simulación recae en las siguientes suposiciones:

- Estado estable
- Flujo laminar e incompresible
- Propiedades del fluido constantes
- Efectos gravitatorios despreciables
- Transferencia de calor por radiación es despreciada

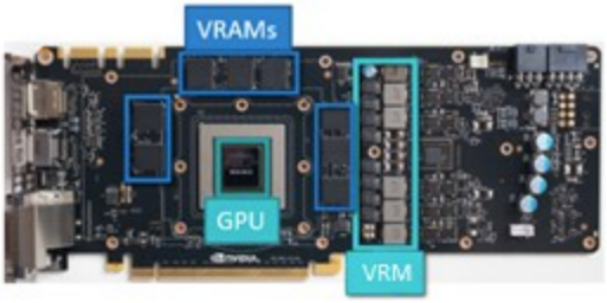


Fig. 3. Distribución y zonas de interes en un GPU.

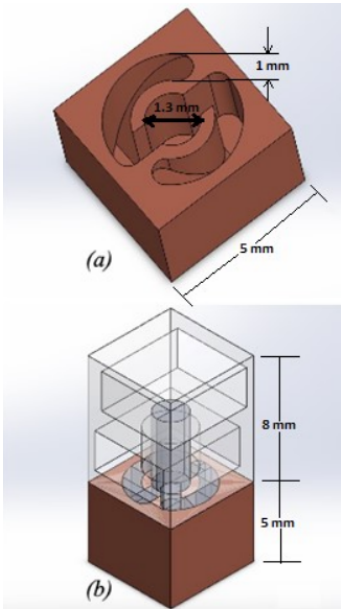


Fig. 4. Porción del disipador de calor.

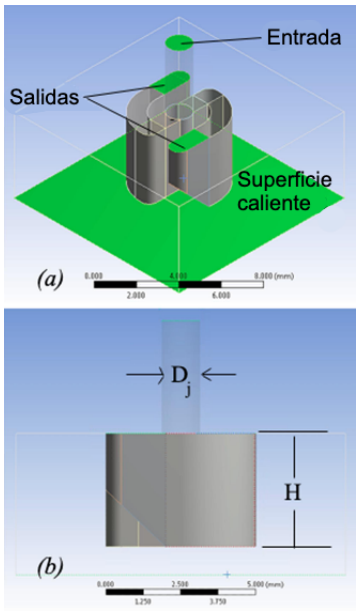


Fig. 5. Esquematización de las fronteras del modelo y parámetros del chorro.

2) Condiciones de operación y de frontera

Un flujo completamente desarrollado fue pre-escrito a la entrada de la placa de cobre. Las simulaciones fueron llevadas a cabo con valores para la velocidad de entrada del fluido

de 0.1 m/s a 0.5 m/s, las cuales corresponden a la región laminar para números de Reynolds de 100 a 1000. La temperatura de entrada del fluido fue tomada como T_{in} = 300 K. La Figura 5 (a) muestra las zonas correspondientes a la entrada y salidas de fluido así como la superficie caliente en la cual se aplica un flujo de calor, constante y uniforme, de 150,000 W/m^2. El flujo de calor declarado anteriormente fue escogido considerando una tarjeta gráfica NVIDIA GTX 1080 Ti con una potencia térmica de diseño (TDP por sus siglas en inglés) de 250 W, suponiendo que la mitad de esta potencia es liberada como calor a través de la superficie del GPU (25 x 25 mm^2). Una condición de presión atmosférica es considerada en las salidas de fluido. Parámetros relevantes del chorro se muestran en la Figura 5 (b). El diámetro del canal del chorro es D_j = 1.3 mm y la altura del chorro es H = 4 mm. Las propiedades físicas son, para el fluido: $\rho = 998.2$ kg/m^3, C_p = 4182 J/(kg K), k_f = 0.6 W/(m K) y $\mu = 0.001003$ kg/m s; para la placa de cobre: $\rho_c = 8978$ kg/m^3, C_{pc} = 381 J/(kg K), k_c = 387.6 W/(m K). Entonces, el número de Prandtl es Pr = 0.7.

3) Procedimiento numérico

Las ecuaciones gobernantes han sido resueltas con un software comercial, mediante el método de elemento finito, bajo la solución del algoritmo SIMPLE para emparejar la presión y la velocidad con el esquema de discretización de primer orden, para evitar problemas de no convergencia debido a inestabilidades en la solución. El criterio de convergencia ha sido considerado cuando el valor de los residuales para las ecuaciones de masa y momento alcanzan magnitudes de 10^{-3} y 10^{-6} para la ecuación de la energía.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 6 muestra los contornos de temperatura en un plano localizado a la mitad de la porción del disipador. Como es de esperarse, las temperaturas disminuyen al aumentar la velocidad de entrada del fluido. Para el caso donde el número de Reynolds es 1000 (correspondiente a la velocidad de entrada de fluido de 0.5 m/s) la temperatura pico es de 320 K (47 ºC), el cual es un buen resultado consideando que la temperatura máxima de trabajo para una tarjeta de video de esta categoría es de alrededor de 91 ºC.

Las temperaturas mostradas por la Figura 6 conciernen a valores locales, por lo tanto, es de mayor interés conocer el valor de la temperatura promedio en la supercicie de contacto del disipador y el GPU, ya que de esta manera podemos conocer la temperatura de trabajo a la que estará el sistema. La Tabla 1 muestra los valores para la temperatura promedio en la supercicie calentada donde el flujo de calor constante y uniforme ha sido aplicado en cada caso de simulación.

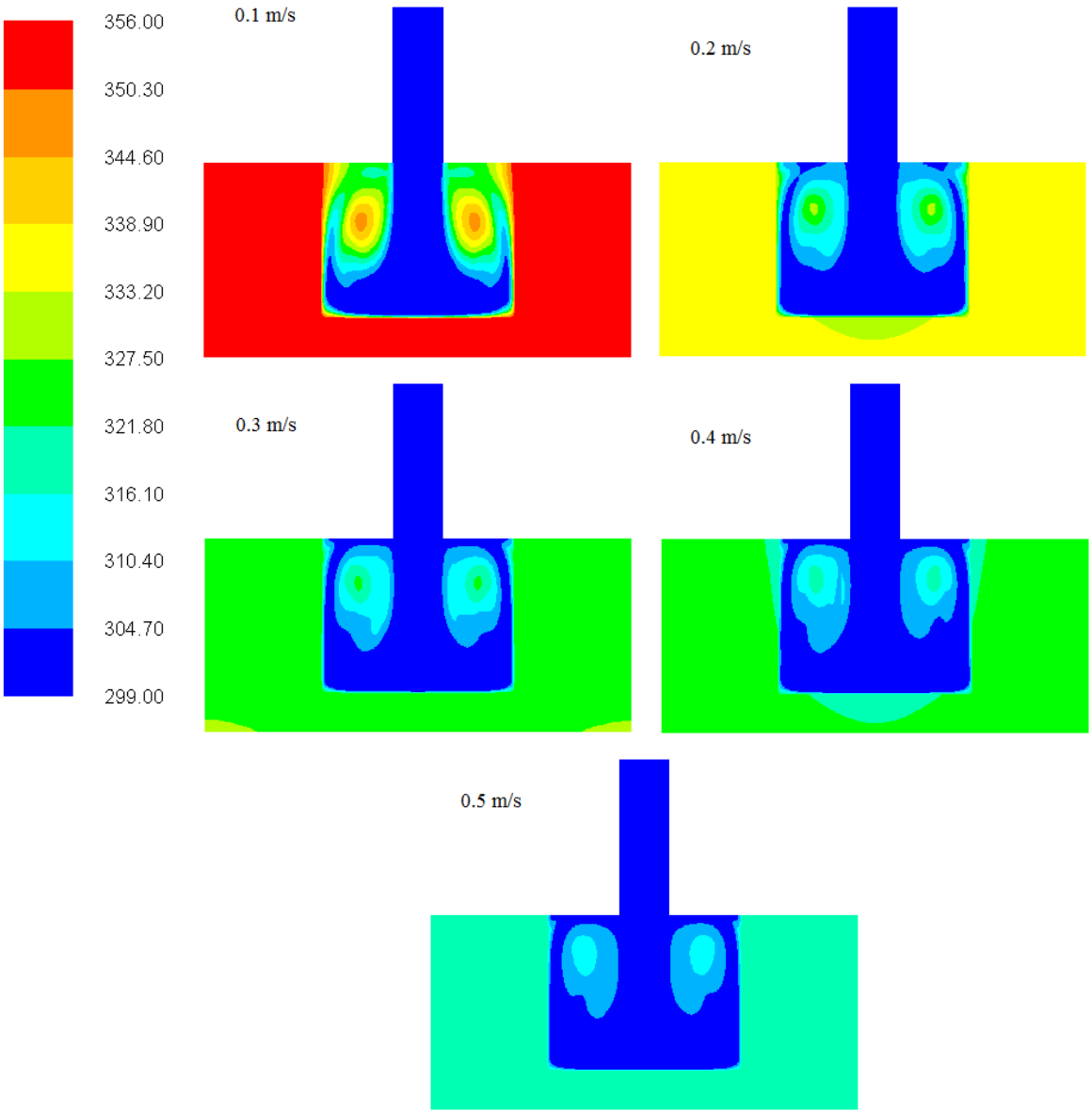


Fig. 6. Distribución de temperatura a lo largo de un plano medio en el dominio sólido – fluido, para los distintos casos analizados.

Tabla 1. Temperatura de trabajo en la zona de contacto disipador – GPU.

Caso	Temperatura promedio (K)
1	355.4
2	334.8
3	327.4
4	323.1
5	319.4

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La técnica de incidencia de chorro aplicada a disipadores de calor para dispositivos electrónicos resulta en una alternativa bastante confiable para disipar altos flujos de calor que estos generan. Estos componentes electrónicos tienen un TDP de 240 W, donde una gran cantidad de esta pontencia producida es liberada através del GPU y el resto por las memorias de acceso aleatorio de video, VRAM's, y el módulo regulador de voltaje VRM.

En la actualidad, existe una amplia variedad de equipos para enfriamiento líquido para targetas gráficas. Estos equipos pueden ser utilizados y adaptados para la inclusión de disipadores de calor basados en la técnica de incidencia de chorro. A partir de los resultados obtenidos, se puede asegurar que las velocidades de entrada del chorro son lo suficientemente bajas y aún así se logran buenas temperaturas de trabajo. De lo anterior, el equipo de bombeo comercial es apto en cuanto a potencia, asegurando un flujo correcto a través de un disipador con un arreglo de chorros.

VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

En agradecimiento al Dr. Abel Hernández Guerrero por brindarme la oportunidad de colaborar dentro de su entorno de investigación y en conjunto con el Ing. José Carlos Vargas Vázquez, quien ha sido de gran apoyo para la elaboración de este trabajo y ha colaborado en la solución de problemas que se presentaron durante la estancia de investigación. Además, quiero agradecer a la Universidad de Guanajuato por el estímulo que brinda para la realización de veranos científicos.

REFERENCIAS

[1] A. Kosar, Y. Peles, Boling heat transfer in a hydrofoil-based micro pin fin heat sink, International Journal of Heat and Mass Transfer 50 (2007), pp. 1018-1034.

[2] S.S. Hsieh, R.Y. Lee, J.C. Shyu, S.W. Chen. Thermal performance of flat vapor chamber heat spreader, Energy Conversion and Management 49 (2008), pp. 1774–1784.

[3] Z. Ming, L. Zhongliang, M. Guoyuan. The experimental and numerical investigation of a grooved vapor chamber, Applied Thermal Engineering 29 (2009), pp. 422–430.

[4] P. Naphon, S. Wiriyasart, S. Wongwises. "Thermal cooling enhancement techniques for electronic components," International Communications in Heat and Mass Transfer 61 (2015), pp. 140-145.

[5] P. Naphon, S. Klangchart, "Effects of outlet port positions on the jet impingement heat transfer characteristics in the mini-fin heat sink," International Communications in Heat and Mass Transfer 38 (2011), pp. 1400–1405.

[6] J.J.Wei, H. Honda, "Effects of fin geometry on boiling heat transfer from silicon chips with micro-pin-fins immersed in FC-72," International Journal of Heat and Mass Transfer 46 (2003), pp. 4059–4070.

[7] H. Honda, J.J. Wei, "Enhanced boiling heat transfer from electronic components by use of surface microstructures", Experimental Thermal and Fluid Science 28 (2004), pp. 159–169.

[8] L.M. Hao, Y.H. Zhao, Y.H. Diao, "Experimental study on cooling technology for high power LED lighting systems by using flat plate heat pipe," Journal of Engineering Thermophysics 31 (9) (2010), pp. 1575–1577.

[9] R. Chein, G. Huang, "Thermoelectric cooler application in electronic cooling," Applied Thermal Engineering 24 (14–15) (2004), pp. 2207–2217.

[10] E.N. Wang, L. Zhang, L. Jiang, “Micromachined jets for liquid impingement cooling of VLSI chips”, Journal of Microelectromechanical Systems 13 (5) (2004), pp. 833–842.

[11] A. Francescon, A. Mapelli, G. Nuessle, “Application of micro-channel cooling to the local thermal management of detectors electronics for particle physics”, Microelectronics Journal 44 (44) (2013), pp. 612–618.

[12] R. Kneer, H. D. Haustein, C. Ehrenpreis, W.Rohlfs, “Flow structures and heat transfer in submerged and free laminar jets,” International Heat Transfer Conference, 2014: Proceedings of the 15th International Heat Transfer Conference; 2014 August10-15; Kyoto, Japan.

Propuesta para mantener equipos de cómputo a temperaturas adecuadas (II)

Diego Arturo García López
Universidad de Guanajuato
DICIS
Carr. Salamanca - Valle de Santiago km 3.5 +1.8
Comunidad de Palo Blanco
36885 Salamanca, Gto.
da.garcialopez@ugto.mx

Asesor: Abel Hernández Guerrero
Universidad de Guanajuato
DICIS
Carr. Salamanca - Valle de Santiago km 3.5 +1.8
Comunidad de Palo Blanco
36885 Salamanca, Gto.
abel@ugto.mx

Resumen — En este trabajo se realizaron los experimentos para obtener las propiedades principales de un disipador de calor de enfriamiento líquido: temperaturas, flujo volumétrico y caída de presión. El disipador cuenta con una geometría tipo alberca sin aletas con un distribuidor de flujo basado en la teoría constructal. Los experimentos se hicieron con un flujo de calor de 100 watts, así como diferentes flujos volumétricos y los resultados preliminares obtenidos muestran un desempeño aceptable para este disipador, el cual se puede mejorar aumentando el área de transferencia de calor.

Palabras clave — Disipador de calor, enfriamiento líquido, teoría constructal.

Abstract — In this work are presented the experiments to obtain the main properties of a liquid cooling heat sink: temperatures, volumetric flow and pressure drop. The heatsink features a geometry with a flow distributor based on the constructal theory and without fins. The experiments were performed with a heat flux of 100 watts as well as different volumetric flows and the results obtained shows an acceptable performance for this heatsink, which can be improved by increasing the heat transfer area.

Keywords — Heat sink, liquid cooling, constructal theory.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el uso de microprocesadores es algo muy común en casi cualquier tipo de aparato, por lo que el desarrollo de estos ha ido aumentando día a día, aunque los procesadores más potentes son utilizados para computadoras, como laptops y equipos de escritorio. Lo que se busca principalmente en el desarrollo de los procesadores es obtener más velocidad, por lo que se aumenta el número de transistores al mismo tiempo que se disminuye el tamaño de estos y por lo tanto se requiere de más potencia para alimentarlos, lo que conlleva a un aumento en la temperatura de los procesadores.

Disminuir la temperatura en los chips de los procesadores es algo primordial para que estos funcionen de una manera óptima, pues la temperatura máxima a la que estos deben de llegar es de 90ºC.

Aunque anteriormente se encontraban los sistemas tradicionales de enfriamiento con aire, actualmente se están desarrollado sistemas de enfriamiento líquido, pues estos suelen tener una mejor eficiencia, ya que, a diferencia de los sistemas de enfriamiento por aire, con el enfriamiento líquido se enfría específicamente la parte deseada además de que la conductividad térmica del líquido (agua) es mayor que la del gas (aire). Los experimentos realizados para este trabajo son: la temperatura de entrada y salida del disipador, la temperatura de entrada y salida del fluido, la caída de presión y el flujo volumétrico. El trabajo se hace en un disipador propuesto, el cual es de tipo alberca y cuenta con un distribuidor de

flujo basado en la teoría constructal [1]. Debido a que la potencia media que consumen actualmente los procesadores es de 100 W, las pruebas se realizaron a 100W.

II. MARCO TEÓRICO

A. CPU

El CPU (Unidad de Procesamiento Central) es el componente principal de un ordenador, ahí se llevan a cabo todos los cálculos y funciones de procesamiento. Es un chip compuesto por miles de millones de transistores. Los transistores son dispositivos electrónicos que mandan una señal de salida según la entrada que reciban. La temperatura de operación adecuada para estos dispositivos debe estar por debajo de 90ºC. [2]

B. Sistemas de enfriamiento líquido

Este método de enfriamiento consiste en un circuito cerrado en el cual se hace fluir un líquido, principalmente agua, por tuberías el cual es accionado por una bomba. El líquido pasa por el disipador, en el cual se propuso una geometría con la que se tenga una buena transferencia de calor. Al salir del disipador de calor este líquido pasa por un radiador y de ahí pasa a un reservorio para después pasar nuevamente por la bomba.

Este tipo de sistemas tienen la principal ventaja de que se enfría directamente la parte deseada. [3-4]

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Banco de pruebas

El banco de pruebas (Figura 1) consta de:

- Reservorio: recipiente con capacidad de 05 l.
- Bomba: es el actuador con el cual se hace fluir el agua por todo el circuito. Es posible variar el flujo volumétrico.
- Radiador: modelo MCR320-QP, marca Swiftech®. Enfría el líquido.
- Resistencias térmicas: se usan para general el flujo de calor al estar directamente en contacto con la placa de aluminio que a su vez está pegada al disipador. Están conectada a CA y se varía el flujo mediante un dimmer.
- Caudalímetro: está conectado a la salida del flujo del disipador y permite conocer el flujo volumétrico.
- Transductores de presión: se conecta uno a la entrada y otro a la salida del flujo del disipador, con estos se conoce la presión de entrada y salida para poder calcular la caída de presión.
- Termopares: sirven para poder medir las diferentes temperaturas, se coloca uno a la entrada y a la salida de la placa, de igual forma se coloca uno a la entrada y salida del líquido, también se usa uno para medir la temperatura del ambiente.
- Equipo de cómputo y adquisición de datos: se usan dos tarjetas DAQ y una placa de Arduino con una interfaz de LabVIEW además de una computadora para recopilar los datos y procesarlos.

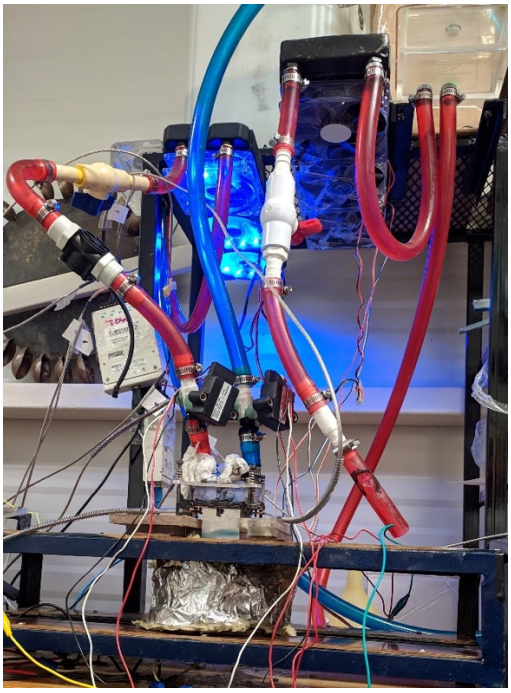


Figura 1. Banco de pruebas.

B. Disipador de calor

Sus partes son:

- Placa disipadora de cobre: construida con un espesor de 3.1 mm y profundidad de 1.5 mm en el maquinado de la alberca, el grado de pureza del material es de 99.9%. Figura 2.
- Sello O-ring: es un sello de caucho que sirve para evitar fugas.
- Placa de acrílico: permite que el fluido entre y salga de la placa disipadora, tiene un espesor de 9.5 mm.
- Sujetador de aluminio: se coloca en la placa de acrílico para sujetar el disipador al banco de pruebas, lamina de aluminio con espesor de 3 mm.

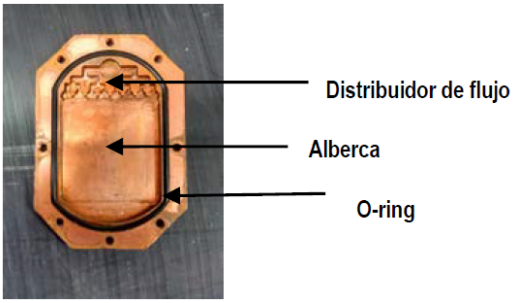


Figura 2. Disipador de calor.

Para obtener resultados correctos se aseguró de tener los tornillos apretados de manera uniforme. También se colocó pasta térmica entre la placa de aluminio del banco y el disipador para disminuir la resistencia térmica de contacto.

C. Método de medición

Para la medición de la temperatura se conectaron termopares a tarjetas DAQ, para la presión y el flujo volumétrico se conectaron transductores de presión y un caudalímetro en una placa de Arduino. Para poder obtener los datos se desarrolló una interfaz de LabVIEW en comunicación con el Arduino y las tarjetas DAQ.

Cada prueba se realizó al alcanzar el estado estacionario para el sistema, con una resolución temporal dada, en la que se registraron datos cada 5 segundos y el registro se llevó a cabo cada 3 minutos. Se realizaron 15 pruebas para cada flujo volumétrico a 100 watts.

Después de obtener las mediciones se realizó el análisis de los datos obtenidos.

IV. RESULTADOS

En la gráfica de la Figura 3, se muestran los resultados preliminares de temperatura vs flujo volumétrico, en los que se hizo un ajuste para una temperatura ambiente de 25ºC. Se observa que la temperatura de salida de la placa está en un valor ligeramente menor a los 90ºC por lo que es una temperatura aceptable, aunque está en el límite para el correcto funcionamiento de los CPU´s. También se observa que al aumentar el flujo volumétrico se disminuyen ligeramente las temperaturas.

En la Figura 4, se muestran la gráfica de flujo volumétrico vs caída de presión, obtenida con los resultados preliminares. Se observa que, al aumentar el flujo volumétrico, aumenta la caída de presión, por lo que se debe de cuidar este parámetro para no dañar ninguno de los elementos del circuito.

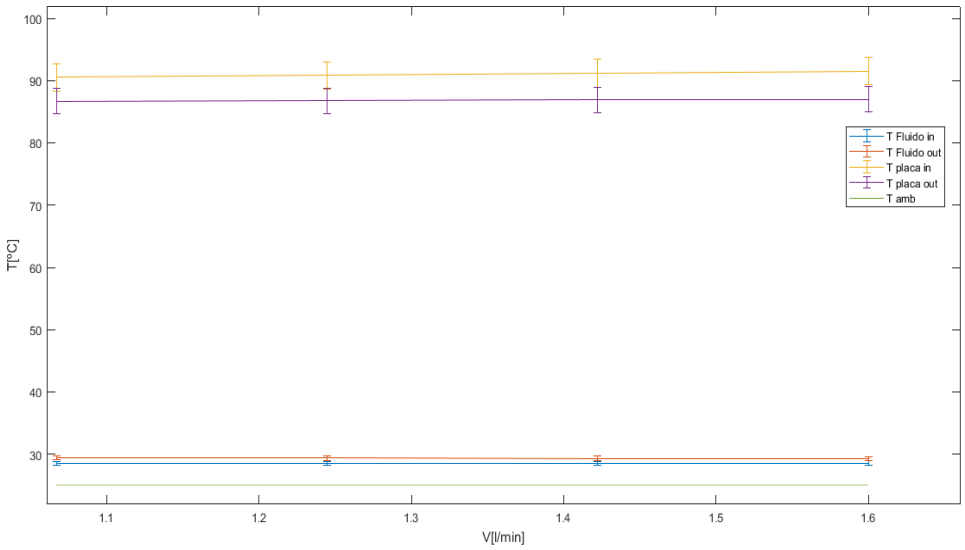


Figura 3. Gráfica de temperatura vs flujo volumétrico.

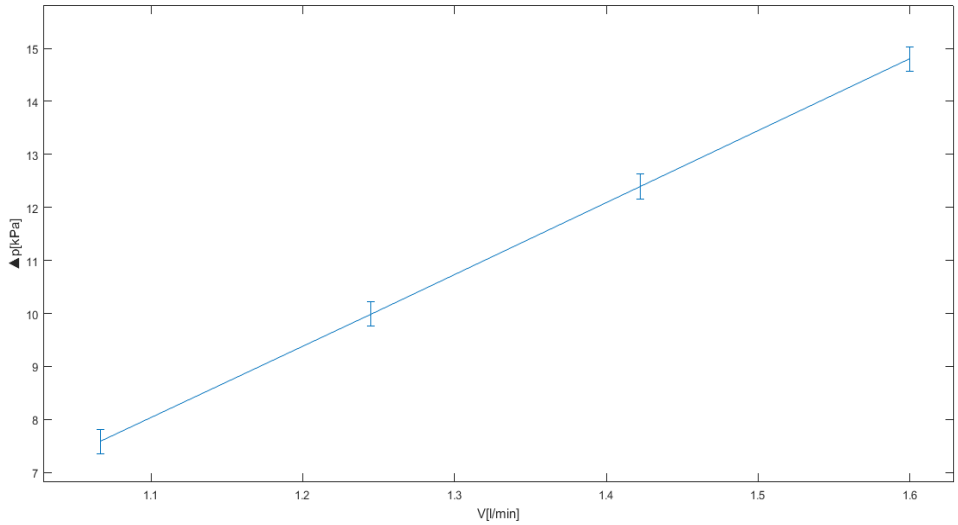


Figura 4. Gráfica de caída de presión vs flujo volumétrico.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados experimentales obtenidos en este trabajo muestran que la geometría tipo alberca a pesar de no tener un gran desarrollo, pues no cuenta con aletas y solamente presenta un distribuidor de flujo basado en la teoría constructal, tiene un desempeño favorable lo que da pie a en un trabajo posterior en el cual se pueden agregar micro canales o cualquier tipo de arreglo de aletas para así aumentar el área de contacto y tener una mayor transferencia de calor.

VI. AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad de Guanajuato por la oportunidad de poder participar en esta gran experiencia. También agradecer al grupo de investigación del Dr. Abel Hernández Guerrero y el Dr. José Luis Luviano Ortiz por su apoyo para realizar este trabajo.

REFERENCIAS

[1] Y. Chen, P. Cheng, An experimental investigation on the thermal efficiency of fractal tree-like microchannel nets, Int. Commun. Heat Mass Transf., (32) (2005), 931-38

[2] Definición de CPU. Recuperado de: https://www.definicionabc.com/tecnologia/cpu.php

[3] Enfriamiento tradicional vs enfriamiento líquido: ¿cuál es mejor? Recuperado de: https://hipertextual.com/archivo/2013/12/enfriamiento-aire-vs-liquido/

[4] ¿Cómo funciona la refrigeración líquida en los PCs? Recuperado de: https://www.aboutespanol.com/como-funciona-la-refrigeracion-liquida-en-los-pcs-841340

Prototipo de prensa multiusos para facilitar las operaciones en un taller mecánico

Héctor Javier Jiménez Salazar
Instituto Tecnológico Superior de Monclova
Ingeniería Mecánica
Carr. 57 Km. 4.5 Col 90 s
C.P. 25733, Monclova, Coahuila
hjag14@gmail.com.mx

Asesora: Ruth Margarita Martínez García
Instituto Tecnológico Superior de Monclova
Ingeniería Mecánica
Carr. 57 Km. 4.5 Col 90 s
C.P. 25733, Monclova, Coahuila
ruth.martinez@itsmva.com.mx

Resumen — En este trabajo se presenta un prototipo fisco para una prensa cuya finalidad puede ser desde colocar los pernos de un pistón hasta rodamientos de un tambor de frenado. Este proyecto beneficiará los talleres pequeños de la localidad, para facilitar el trabajo de las personas y el tiempo de cambiar estas piezas.
El material de la prensa que haremos, será reciclado para cuidar y ayudar al medio ambiente. Sera un buen beneficio para ambos.

Palabras clave — prensa, operaciones, taller, material reciclado.

Abstract — In this report present a tax prototype for a press construction whose purpose can be from placing the bolt of a piston to bearings of a breake drum. This project benefit the small workshop of the locality, to facilitate the work of the people and the time to change the pieces. The material of the press we will make will be recycled to care and help the environment. It will be a good benefit for both.

Keywords — press, operations, workshop, recycled material.

I. INTRODUCCIÓN

Las prensas, conocidas desde la antigüedad, son empleadas prácticamente en todas las industrias, utilizadas para actuar sobre muy distintos materiales, en frío o en caliente, en cualquier operación que requiera una fuerte presión: embalar, exprimir, forjar, estampar, embutir, extrusionar, laminar, estirar. Incluso ciñéndonos al trabajo de metales, su amplia variedad permite numerosos sistemas de clasificación. Atendiendo a sus elementos activos (prensas de simple, doble o triple efecto), a la forma de aplicar la energía de accionamiento.

Conocidas desde la antigüedad, son empleadas prácticamente en todas las industrias, utilizadas para actuar sobre muy distintos materiales, en frío o en caliente, en cualquier operación que requiera una fuerte presión: embalar, exprimir, forjar, estampar, embutir, extrusionar, laminar, estirar. Incluso ciñéndonos al trabajo de metales, su amplia variedad permite numerosos sistemas de clasificación. Atendiendo a sus elementos activos (prensas de simple, doble o triple efecto), a la forma de aplicar la energía de accionamiento [1-2].

II. MARCO TEÓRICO

Una **prensa hidráulica** es un mecanismo conformado por vasos comunicantes impulsados por pistones de diferente área que, mediante pequeñas fuerzas, permite obtener otras mayores. Los pistones son llamados pistones de agua, ya que son hidráulicos.

En el siglo XVII, en Francia, el matemático y filósofo Blaise Pascal comenzó una investigación referente al principio mediante el cual la presión aplicada a un líquido contenido en un recipiente se transmite con la misma intensidad en todas direcciones. Gracias a este

principio se pueden obtener fuerzas muy grandes utilizando otras relativamente pequeñas. Uno de los aparatos más comunes para alcanzar lo anteriormente mencionado es la prensa hidráulica, la cual está basada en el principio de Pascal.

El rendimiento de la prensa hidráulica guarda similitudes con el de la palanca, pues se obtienen presiones mayores que las ejercidas pero se aminora la velocidad y la longitud de desplazamiento, en similar proporción (ver Figura 1).

El principio de funcionamiento de la prensa neumática está caracterizado por la acción gradual, uniforme y delicada de sus componentes para permanecer íntegros. Por su parte, la prensa multiusos concentra todas las ventajas de las prensas verticales, eliminando todas las dificultades de uso de las antiguas prensas. Sencilla, práctica, fácil de manejar y de transportar.

F1= fuerza del embolo menor en N.

F2= fuerza del embolo mayor en N.

A1= área del embolo menor en m^2.

A2= área del embolo mayor en m^2.

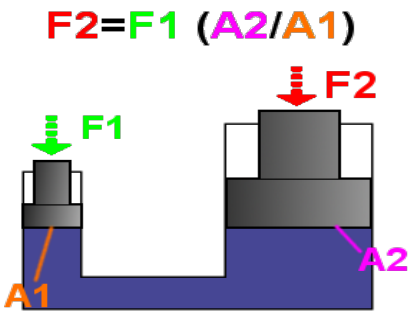


Fig. 1. Principio de las prensa hidráulica Blaise Pascal. F es la fuerza en los émbolos en Newton y A es el área del émbolo en m^2

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Se inicia con el diseño en solidwork para la prensa, donde se simula también el movimiento de sus partes. Se empieza a recabar los materiales , algunos en nuestras casas, otro en el LIT (Laboratorio de Ingenería Tecnológica) del Instituto, y se procedió a marcar y cortar las piezas a las medidas adecuadas, 2 piezas de 50 cm de largo y 4 piezas de 40 cm de largo. Después se trazó la localización para taladrar en cada una de ellas, se procedió a ensamblar y a colocar los tornillos para la estructura exterior y principal. Después se procedió a trazar y cortar la base del gato hidráulico sobre una placa y soldar con el procedimiento SMAW, utilizando electrodos de 1/8” de diámetro y un complemento que será la herramienta a utilizar. Al terminar esto se soldará en la parte inferior del gato, a dicha base y a la parte superior de la estructura externa se le agregaron orejillas para sujetar los resortes. Luego procedimos a hacer el ensamble del gato hidráulico con la base a la

estructura principa. Se soldó también la parte superior del gato hidráulico para que estuviera mas fijo, como puede observarse en el plano de la figura 2.

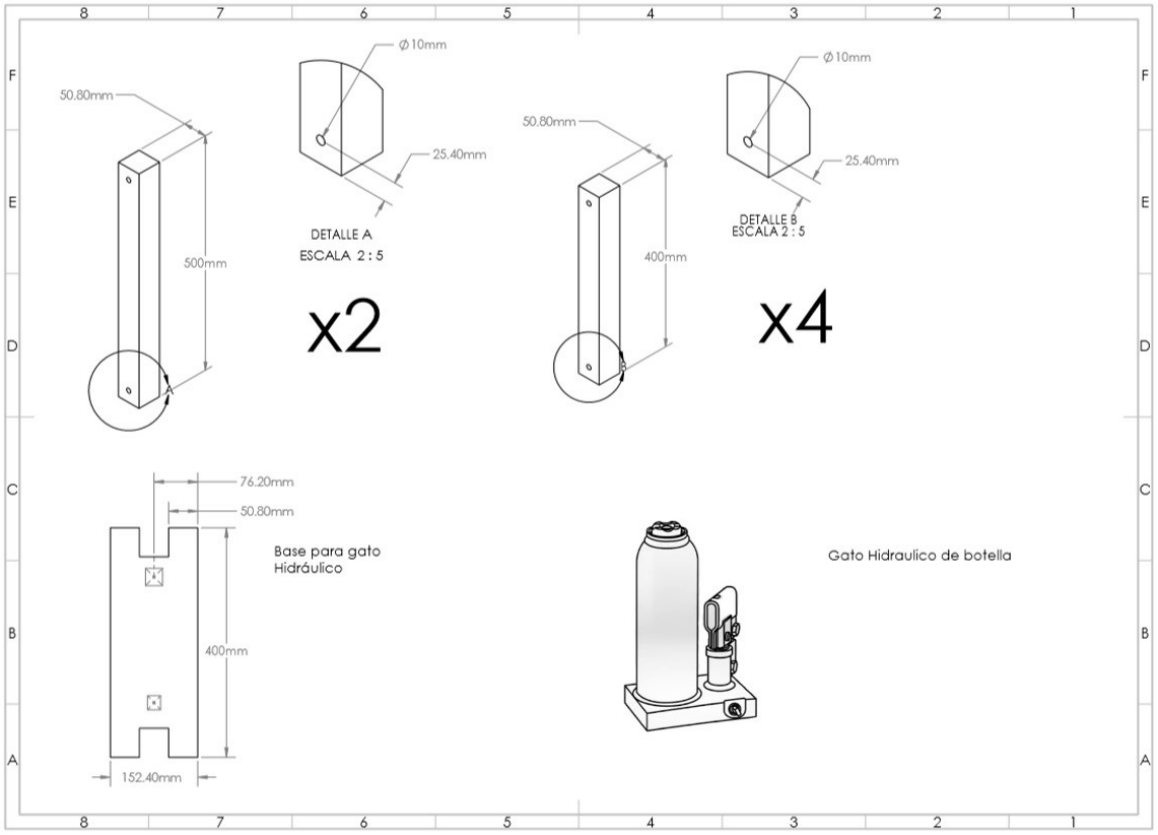


Fig. 2. Plano de la prensa hidráulica

IV. RESULTADOS

La prensa es un mecanismo conformado por bases comunicantes impulsados por pistones de diferentes áreas que, mediante una pequeña fuerza sobre el pistón de menor área, permite obtener una fuerza mayor en el pistón de mayor área.

Las ventajas de esta prensa son:

- La Fuerza total por toda la carrera.
- Más capacidad a menos costo.
- Menos costo de compra.
- Menos coto de mantenimiento.
- Seguridad de sobre carga incluida.
- Mayor flexibilidad en control y versatilidad.
- Fuerza.
- Tamaño.
- Menor gasto en herramientas.
- Nivel de ruido.
- Seguridad.

Esta prensa puede ajustarse a la fuerza adecuada y precisa para cada trabajo en particular. Se sabe que existen varias clases en cuanto a la calidad de estas prensas, la nuestra tiene una calidad aceptable de acuerdo al sondeo que se realizó en los talleres mecánicos de la comunidad.

V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Muchos de los talleres mecánicos inician en el patio de una casa particular, por lo tanto este proyecto resulta innovador para facilitar las tareas relacionadas a la mecánica automotriz, ya que su diseño fue pensado en no generar un costo elevado en su construcción. Así como una encuesta de una población de 30 talleres cercanos, 70% de los dueños de estos talleres confirmó que es una herramienta práctica, económica, de fácil mantenimiento, fácil de transportar, fácil manejo.

Se nos hizo la observación que este mecanismo aún puede diseñarse más compacto para espacios reducidos. Es muy común que en mecanismos que tienen espacios muy reducidos se afecten las áreas alrededor y se produzcan daños mayores, irreversibles, por lo tanto pase a hacer de un mantenimiento preventivo a un mantenimiento correctivo, que este es el mantenimiento que todos queremos evitar ya que su costo se eleva en ocasiones al doble o triple del presupuesto base.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este proyecto se propuso y realizó el diseño de una prensa multiusos, donde se puede concluir que puede servir en gran medida a los talleres mecánicos locales.

Con la finalidad de evaluar que tan atractiva era la realización de esta prensa se hizo un sondeo con los talleres mecánicos donde mostraron su interés en la adquisición de esta prensa.

Dentro de los puntos que consideramos tienen más importancia dentro de un proyecto de esta naturaleza son el detectar cuáles son las necesidades reales de las personas que trabajan día a día con los sistemas, que los procesos operativos de una empresa se apeguen a la realidad del trabajo diario y no sean un obstáculo burocrático, que se involucre a los usuarios en el proceso de implementación de los sistemas de manera que se sepa que es lo que ellos esperan y qué es lo que no esperan de él, definir de manera clara y lo más tangible posible los beneficios económicos, laborales, y de cualquier otra índole que se piensan alcanzar con los sistemas nuevos, de manera que las personas dentro de la empresa sepan cómo se van a ver beneficiados particularmente.

La prensa diseñada puede ser manejada por cualquiera fácilmente por operarios, pues no requiere de capacitación, su costo fue económico, mas no por ello sus materiales sean poco resistentes, se aseguró que los materiales empleados ofrecieran una gran resistencia, y dureza para las operaciones que se empleen con ella.

Por otro lado nos dimos cuenta de la importancia que han tenido otras materias a lo largo de nuestra carrera, los primeros semestres se tienen que fijar bien las bases para que podamos realizar investigaciones como esta, donde aplicamos conceptos fundamentales de materias, todas ellas son de gran importancia para la formación de nuestra carrera.

Recomendamos ampliamente las siguientes ediciones de Veranos de la Ciencia, aprendemos mucho, desarrollamos la creatividad en proyectos que hemos tenido en mente y este es el momento de ponerle cimientos a nuestros proyectos.

VII. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de Monclova y al CONACyT por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de este proyecto en esta edición 21 del verano, así como a mi maestra asesora M.C Ruth Margarita Martínez García por la confianza en nuestros conocimientos para la elaboración de este proyecto y por el aprendizaje significativo que adquirimos, así como también a los pequeños talleres de nuestra región que nos dieron de su tiempo para hacer las encuestas, entrevistas, y pruebas piloto para nuestro proyecto.

REFERENCIAS

[1] Bergadá Josep, Maquinas Hidráulicas, Ed. UPC, 2006.

[2] Roldan Jose. Neumática, hidráulica y electricidad aplicada Ed. Thomson, 2004.

Prototipo experimental optimizado para manipulación de fluidos magnetoreológicos

Pedro Antonio Vázquez Guerrero
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica-U.N.
Av. Barranquilla, S/N.
C.P. 25750, Monclova, Coahuila.
pedroantoniovg@yahoo.com.mx

Jesús Emilio Camporredondo Saucedo
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica-U.N.
Av. Barranquilla, S/N.
C.P. 25750, Monclova, Coahuila
camporredondo05@gmail.com

Resumen- Los fluidos magnetorreológicos son considerados un material inteligente desde su invención en el año 1940 cuando el inventor Jacob Rabinow recibió la primera patente para su nuevo fluido MR, sin embargo tendría poco uso práctico durante décadas, hasta que fue tomado en serio años después al converger con nuevas tecnologías, esto hizo posible el uso práctico del mismo, a día de hoy existen muchas aplicaciones para el FMR, se utiliza principalmente en amortiguadores pero próximamente se verán en la industria militar para confeccionar blindajes inteligentes.
Mediante el uso de un electroimán se pretende modificar la viscosidad de un fluido mediante un flujo magnético variable y así evaluar la viscosidad de este mediante el uso de un viscosímetro el cual cuenta con un juego de husillos con su respectivo vaso de precipitado cada uno para fluidos con determinada viscosidad con los cuales se podrá realizar una variedad de pruebas con diversos fluidos y partículas ferromagnéticas.

Palabras claves- FMR (fluido magnetorreológico), flujo magnético, viscosidad, gausses.

Abstract- Magnetoreological fluids are detected an intelligent material since its invention in 1940 when the inventor Jacob Rabinow received the first patent for his new MR fluid, however it had little practical use for decades, until it was taken seriously years after converging with new technologies, this made possible the practical use of it, today there are many applications for the FMR, it is mainly used in shock absorbers but will soon be seen in the military industry to make intelligent shields.
Through the use of an electromagnet it is intended to modify the viscosity of a fluid through a variable magnetic flux and thus evaluate its viscosity by using a viscometer which has a set of spindles with their respective beaker each for fluids with a certain viscosity with which a variety of tests with various fluids and ferromagnetic particles can be performed.

Keywords- MR (magnetoreological), magnetic flux, viscosity, gausses.

I. INTRODUCCIÓN

El principal objetivo del proyecto es construir un sistema con el cual se puedan censar el cambio de viscosidad de pequeñas muestras de FMR con diferentes composiciones, las cuales serán sometidas a flujos magnéticos de magnitud variable y de esta manera lograr examinar su comportamiento así como su viscosidad, referenciando el trabajo de Gali Ronel Quitian Chila,en su Tesis “Diseño, caracterización de fluidos magnoterreologicos“,de César D. Mesquida y Jorge L. Lássig en su artículo “INTRODUCCIÓN A LOS FLUIDOS MAGNETOREOLÓGICOS CON APLICACIONES EN INGENIERÍA” y además de A Study of Properties, Preparation and Testing of Magneto-Rheological (MR) Fluid de los autores Mr. Abhijit V. Sonawane, Mr. Chetan S. More y Mr. Swapnil S. Bhaskar.

El proyecto forma parte de la puesta en marcha de la infraestructura de investigación del laboratorio de Mecánica de Fluidos de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la

Universidad Autónoma de Coahuila en la Ciudad de Monclova. Las aplicaciones del equipo incluyen la optimización de pulpas y suspensiones de magnetita micronizada, sintetizada en nuestra Facultad, en términos de granulometría, proporción de componentes, tipo de líquido de suspensión y finalmente la intensidad del campo magnético para medir la viscosidad dinámica, en función de los anteriores parámetros.

II. ANTECEDENTES DE LOS MATERIALES MAGNETOREOLÓGICOS

los fluidos magnetorreológicos son de color muy opaco. Si el fluido está en un recipiente abierto caerá, pero si se aplica suficiente campo no caerá y su aspecto y superficie se mantendrá inmutable dentro del envase. Su reacción activa ante un campo magnético se debe a que estos fluidos son, de forma general, suspensiones de partículas magnéticas en un fluido portador, estabilizado por un surfactante y adicionalmente otros aditivos. Al aplicar un campo magnético, las partículas tienden a polarizarse y alinearse con el campo magnético, formando una estructura fibrilar, Así, la viscosidad de este líquido aumenta en función de la intensidad del campo magnético aplicado. Este aumento no es ilimitado, termina por exponer una saturación magnética gradual. Esta saturación del fluido es proporcional a un valor igual al producto de la polarización de saturación del material magnético. En caso del hierro 2,1 Teslas (T) por el porcentaje de partícula contenida en el fluido. Es importante saber separar los fluidos magnetorreológicos (FMR) de los Ferrofluidos (FF). Los FMR presentan en su composición partículas de tamaño micro y nano, sin embargo, en los FF todas las partículas son entorno a los 10 nm con lo que el líquido es prácticamente una suspensión coloidal, no sedimenta y ante el campo magnético las partículas tienden a seguir las líneas de fuerza y forman agujas que sobresalen de su normal superficie, siendo sus propiedades y precio muy distintos.

III. COMPOSICION Y PROPIEDADES DE LOS FMR

Las variables responsables de las propiedades de los líquidos magnetorreológicos son variadas y diferentes: el tipo de partícula así como la dimensión,geometría, distribución de tamaños y la cantidad utilizada; el líquido portador, que tiene mucha influencia en la viscosidad del fluido, comportamiento térmico, químico y en la sedimentación de las partículas; y los diferentes aditivos añadidos para el control de variables tales como sedimentación, viscosidad, tixotropía y estabilización del fluido.

Se han estudiado las distintas variables que pueden afectar el comportamiento de los materiales como los aditivos o la viscosidad del fluido portador, que tiene un efecto muy grande en la sedimentación de manera que cuanto menos sea ésta mayor es la sedimentación, independientemente de que ésta sea aditivada, para hacer aumentar la viscosidad. También se han estudiado diversas combinaciones de tamaño, forma y naturaleza de las partículas para alcanzar una distribución ideal.

IV. ESQUEMA DEL SISTEMA

Para la construcción del prototipo será necesario contar con los siguientes componentes, una fuente regulable, que de ser posible que incluya amperímetro o en su defecto un amperímetro externo, una bobina del tipo solenoide, puede ser casero o extraído de algún aparato en desuso, un viscosímetro, un Gaussimetro, y un FMR.

El propósito de la fuente de poder con potencial (V) regulable es suministrar el Voltaje e intensidad de corriente controladas para de esta manera hacer variar el campo magnético desarrollado por la bobina.

El Gaussímetro nos permitirá hacer mediciones de la densidad de flujo magnético,el cual estará directamente relacionado al comportamiento reológico del FMR.

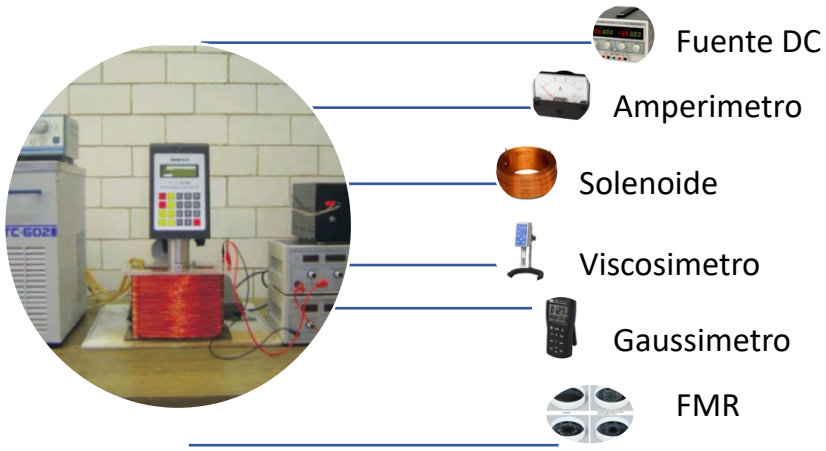


Fig. 1. Compomentes del sistema diseñado y propuesto para el estudio del comportamiento magnetorreológico de fluidos.

V. ENTORNO Y PARÁMETROS DE SEGURIDAD

Para la realización de las pruebas deberán tomarse las siguientes medidas de seguridad, así como algunos puntos para la realización de las mezclas.

1.-Siempre utilizar gafas de seguridad al momento de realizar cualquier mezcla y prueba, ya que distintas mezclas requieren de un paso previo de calentamiento el cual podría en caso de no seguirse al pie de la letra provocar proyecciones de material debido a las temperaturas a las que son expuestas.

2.-Utiliizar protección respiratoria en el manejo de las partículas ferromagnéticas ya que son de proporciones muy pequeñas.

3.-El espacio donde será realizada la prueba preferentemente deberá ser una zona ventilada (ya que al realizar la inducción eléctrica en el material este produce un calentamiento que podría generar gases nocivos dependiendo de la mezcla a utilizar) y fuera de los rayos directos del sol, el cual podría afectar las mediciones realizadas.

4.-Ciertas mezclas requieren de una temperatura determinada, por lo cual será necesario un elemento adicional como un baño refrigerante el cual nos proporcione dichos parámetros.

VI. ELEMENTOS DEL PROTOTIPO

Para la realización del sistema se han escogido los siguientes componentes:

Fuente de poder variable regulada 0-30 Volt Y 0-10 Amper Modelo: LW-3010D

Se eligió la fuente ya que cuenta con amperímetro integrado además de tener una gran capacidad en cuanto a potencia de salida.

Gaussímetro PCE G28

Este gaussímetro tiene una sonda triaxial con la comprobar la radiación electromagnética emitida, por ejemplo, por los transformadores, instalaciones eléctricas industriales, ... Por tanto, con el gaussimetro se puede evaluar campos magnéticos y también puede analizar el entorno de trabajo con este tester.

Bobina selenoide

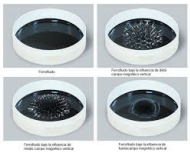
Se fabricará medida tomando de referencia la circunferencia externa del vaso de precipitado a usar

Viscosímetro / Fluidometro Digital Rotativo Con Pantalla

Es un instrumento de medición especial para la comprobación de sustancias viscosas según el método Brookfield. Rango de viscosidad: 200 ... 200000 mPa·s

- Velocidad: 6,12,30 y 60 rpm
- Método Brookfield
- Velocidad variable
-Incluye juego de husillos y sonda de temperatura

FMR Suspensión de Magnetita en Aceite



Magnetita micronizada mezclada con variedades de aceites comestibles e inorgánico o sintéticos.

VII. CONCLUSIONES

Después de consultar los requerimientos para realizar el experimento y evaluar las diferentes opciones del mercado, se decidió por utilizar los citados elementos en el plan de elaboración del prototipo experimental optimizado para la manipulación de fluidos magnetorreológicos, el cual tendrá la capacidad de medir en tiempo real el cambio de viscosidad de un FMR, al inducirle un campo magnético medible a través del Gaussimetro, creado con la bobina solenoide, la cual recibe una corriente controlada desde la fuente de poder de laboratorio, cubriendo así los aspectos de interés para el investigador.

REFERENCIAS

[1] Sonawane, A. V., More, C. S., Bhaskar, S. S., Sonawane, A. V., More, C. S., & Bhaskar, S. S. (2016). A study of properties, preparation and testing of magneto-rheological (MR) fluid. *International Journal for Innovative Research in Science and Technology*, *2*(9), 82-86.

[2] Donado, F., Mendoza, C. Y., Valencia, R., & Santiago-García, J. A. (2007). Estudio experimental de la viscosidad de un fluido magneto-reológico a base de magnetita mineral. *Revista mexicana de física E*, *53*(1), 31-40.

[3] Mesquida, C. D., & Lässig, J. L. (2012). Introducción a los fluidos magnetoreológicos con aplicaciones en ingeniería.

[4] Rojas Reyes, N. R., Quitian Chila, G. R., & Saldarriaga Agudelo, W. (2017). Caracterización Magneto-reológica de un Fluido a Base de Desechos Mineros. *Ciencia en Desarrollo*, *8*(2), 61-67.

[5] https://materialesinteligentes.win

Proyectos industriales innovadores desarrollados en el sector automotriz con participación de estudiantes universitarios de último año, caso UPQ en Querétaro

Reyes Morales Sebastian
Universidad Politécnica de Querétaro
Carretera Estatal 420 S/N, El Rosario, 76240 Qro.
016020528@upq.edu.mx

Asesora: Madeleine Medina Castillo
Universidad Politécnica de Querétaro
Carretera Estatal 420 S/N, El Rosario, 76240 Qro.
madeleine.medina@upq.mx

Resumen — En este trabajo se representan una clasificación de los proyectos industriales desarrollados en el sector automotriz por parte de los alumnos de último cuatrimestre de la Universidad Politécnica de Querétaro, los cuales serán identificados con base en criterios específicos que serán obtenidos atreves de un desarrollo de investigación acerca del tema. Tales proyectos serán categorizados y estudiados para demostrar cuales proyectos efectivamente son proyectos de innovación y desarrollo tecnológico.

Palabras clave — Innovación, Desarrollo, Tecnología.

Abstract — This work represents a classification of the industrial projects developed in the automotive sector by the students of the last four months of the Polytechnic University of Querétaro, which will be evaluated based on the specific criteria that will be obtained for a research development on the subject. These projects will be categorized and studied to demonstrate which projects are effectively innovation and technological development projects.

Keywords — Innovation, Development, Technology.

I. INTRODUCCIÓN

La innovación ha sido constantemente presenciada a lo largo de los años en diferentes aspectos de nuestra vida, la cual nos ha otorgado diversos hallazgos tecnológicos que nos han facilitado la vida día con día. El proyecto se enfoca en determinar como se ha motivado o transmitido el hábito de desarrollar nuevas tecnologías e innovar en el sector estudiantil para proyectos industriales.

Debido a la poca participación en el desarrollo de nuevas tecnologías en México, se busca determinar y evaluar el índice de proyectos que se han desarrollado y que precisamente pueden ser catalogados como proyectos de innovación en proceso. En las universidades, cada periodo de tiempo alumnos de dichas instituciones emplean estrategias de investigación y desarrollo con el objetivo de representar los conocimientos obtenidos y desarrollar proyectos innovadores que aporten ideas o avances tecnológicos a la industria, pero ¿Realmente dichos proyectos pueden ser catalogados como proyectos innovadores?

Las funciones de la innovación son múltiples. Esta misma impulsa a las empresas a generar cambios hacia objetivos ambiciosos al largo plazo lo que conduce a reinventar y renovar procesos, productos o servicios. La innovación se traduce en renovación y

ampliación, renovación de los métodos de producción y cambios en la gestión, organización de trabajo o condiciones de trabajo.

Como se ha mencionado, la innovación es la transformación de una idea en un producto o servicio comercializable nuevo o mejorado, sin embargo, en las universidades desarrollan productos que puedan ser innovadores para la industria, por lo tanto, cuando el término de innovación hace referencia al producto, el énfasis se coloca prácticamente en el resultado del proceso. En estos casos, la innovación se considera como tal cuando se ha introducido en el mercado o se ha utilizado en el proceso de desarrollo de bienes u otros productos. Por lo tanto, las universidades no tienen proyectos innovadores, sino, ideas innovadoras que parten desde el principio hasta un prototipo que puede ser representado para estudiar o analizar la efectividad del producto acorde a los objetivos y la necesidad que se requiere cubrir. Cuando el proyecto es evaluado y constatado de que efectivamente los resultados resultan favorables para el desarrollo de nuevas tecnologías, para que pueda ser considerado un proyecto de innovación deben cubrirse otros aspectos como las propuestas de negocios y algunos otros aspectos financieros los cuales puedan generar un proyecto que llegue al mercado y pueda ser publicado como elemento auténtico.

Por eso mismo, se implementará la estrategia de clasificación de proyectos y la elección de estos mismos para dividir entre proyectos que puedan ser considerados como ideas innovadoras en potencia, ideas que no son completamente innovadoras pero que puedan aportar algo distinto al producto o servicio de donde se genero la idea o por último clasificar los proyectos que no aportan ningún elemento para ser considerados proyectos innovadores.

Particularmente es el interés de este trabajo, identificar los proyectos innovadores que se desarrollan entre la universidad UPQ y las empresas de la región como en parques industriales aledaños a la universidad, pues en esta región industrial cercana a la UPQ, es donde los alumnos se desempeñan para realizar sus prácticas profesionales las cuales en la mayoría de los casos se concentran mas en los sectores automotrices.

II. MARCO TEÓRICO (OPCIONAL)

A. Innovación

El termino innovación designa tanto un proceso como su resultado. Atendiendo a la definición recogida por la Comisión Europea en “El Libro Verde de la Innovación” (Comisión europea, 1995), la innovación es la transformación de una idea en un producto o un servicio comercializable nuevo o mejorado, un procedimiento de fabricación o distribución operativo, nuevo o mejorado, o un nuevo método de proporcionar un servicio social. Es, por lo tanto, una definición ligada a la primera de las acepciones, la de innovación como proceso. Sin embargo, cuando el termino innovación hace referencia a algún producto, equipo o procedimiento nuevo o mejorado que se lanza al mercado, se hace referencia al resultado obtenido por el proceso innovador. Por lo tanto, una innovación se considera como tal, cuando se introduce al mercado o se ha utilizado en el proceso de producción de bienes o prestación de servicios.

B. Innovación empresarial

La innovación está en el núcleo del espíritu empresarial, prácticamente toda nueva empresa nace de una actuación innovadora, como mínimo respecto a sus competidores. La empresa debe innovar de forma permanente, aunque sea simplemente de forma progresiva. La innovación consiste también en anticiparse a las necesidades del mercado, ofrecer una calidad o unos servicios adicionales, organizar de forma eficaz, dominar los plazos y controlar los costes.

C. Innovación y empresa

La innovación está en el núcleo del espíritu empresarial: prácticamente toda nueva empresa nace de una actuación innovadora, como mínimo respecto a sus competidores. A continuación, para sobrevivir y crecer, la empresa debe innovar de forma permanente, aunque sea simplemente de forma progresiva. A este respecto, los progresos técnicos no son suficientes, por sí mismos, para garantizar el éxito. La innovación consiste también en anticiparse a las necesidades del mercado, ofrecer una calidad o unos servicios adicionales, organizar de forma eficaz, dominar los plazos y controlar los costes.

Las técnicas de gestión de la innovación y de la tecnología tales como el enfoque calidad, la gestión participativa, el análisis del valor, el diseño, la inteligencia económica, la producción "a tiempo", el "reengineering", el calibrado del rendimiento, etc., ofrecen a las empresas que las dominan unas ventajas competitivas innegables. Abundan los ejemplos que dan testimonio de ello. Estos métodos, que conviene adaptar a las peculiaridades y a las no se utilizan aún de forma suficiente en la Unión. Además de ello, en ella, la formación de los especialistas en estas materias y su difusión, en particular en los programas educativos, podrían reforzarse.

D. Proceso de innovación

La innovación es la transformación de una idea de algún tipo de producto o servicio comercializable nuevo o mejorado, un procedimiento de fabricación o distribución operativo, nuevo o mejorado, o un nuevo método de proporcionar un servicio social. Es por lo tanto una definición ligada a la primera de las aceptaciones de la innovación como proceso.

En lo que respecta al estudio del proceso en general de la innovación como un conjunto de tareas, no existe un modelo explicativo claro y definido sobre el camino que tiene lugar desde que surge una invención hasta que esta llega al mercado. Todos los modelos recogidos en la literatura presentan carencias e interrogantes que no terminan de convencer, hasta el punto de que algunos autores concluyen que hasta la fecha no se ha obtenido un modelo del proceso de innovación definitivo, mientras que otros afirman que es totalmente difícil que se pueda alcanzar dicho objetivo.

Alguno de los modelos de la innovación que los autores han definido como los procesos mas habituales, son los siguientes:

- Modelos Lineales para el proceso de la innovación:

Se caracterizan por su concepción lineal del proceso de innovación. La innovación tecnológica es descrita como un proceso de conversión, en el que unos inputs se convierten en productos a lo largo de una serie de pasos. Asi los primeros modelos sobre el proceso de la innovación, aunque son muy simplistas en sus consideraciones, no dejan de tener su valor histórico, ya que establecen las bases.

Este modelo contempla el desarrollo del proceso de innovación a través de la causalidad que va desde la ciencia hasta la tecnología y viene representado mediante un proceso secuencial y ordenado que, a partir del conocimiento científico, y tras diversas fases o pasos, comercializa un producto o proceso que puede ser económicamente viable. Su principal característica es su linealidad, que supone un escalonamiento progresivo, secuencial y ordenado desde el descubrimiento científico, hasta la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico, la fabricación y el lanzamiento al mercado de la novedad.

- Modelos por Etapas:

Estos modelos, al igual que los anteriores, consideran la innovación como una actividad secuencial de carácter lineal. Se contempla el proceso de innovación como una serie de etapas consecutivas, detallando y haciendo énfasis, bien en las actividades particulares que tienen lugar en cada una de las etapas, o bien en los departamentos involucrados. Una de sus principales aportaciones que incluyen elementos tanto del empuje de la tecnología como del tirón de la demanda.

En su forma mas simple el proceso se consideraba constituido por dos etapas: la concepción de una idea o una invención, seguido de una segunda etapa que conlleva la subsiguiente comercialización de esta idea. Hay que autores que describen el proceso de innovación en términos simples, con alguna actividad más. Las tres fases serian: generación de una idea, haciendo uso de distintas fuentes; solución de problemas o desarrollo de la idea; y su implementación y difusión.

Mas adelante el concepto evoluciona y se dice que realmente no son solo 3 etapas, sino para conceptualizar el proceso de una manera mas desarrollada, debe de constar de 5 etapas las cuales son: Departamento de desarrollo de investigación, departamento de diseño, departamento de ingeniería, departamento de producción y departamento de marketing. Una de las principales debilidades de estos modelos es que se consideran cada actividad como individual, alejado del resto, cundo indefectiblemente tienen lugar a numerosas interrelaciones. Son modelos que no contemplan las superposiciones o solapamientos que se producen entre los departamentos y los procesos de retroalimentación o retro información que tienen lugar en los mismos.

- Modelos interactivos o Mixtos:

Denominados modelos de tercera generación se desarrollan a partir de la década de los setenta y están considerados por las empresas como una mejor práctica.

El modelo de enlaces en cadena propuesto por Kline, en vez de tener un único curso principal de actividad como el modelo lineal, tiene cinco. Dichos caminos o trayectorias son vías que conectan a las tres áreas de relevancia en el proceso de innovación tecnológica: la investigación, el conocimiento y la cadena central del proceso de innovación tecnológica.

El primer trayecto se denomina la cadena central de innovación. El camino o cadena centrales comienza con una idea que se materializa en un invento y/o diseño analítico, que, lógicamente, debe responder a una necesidad del mercado.

El segundo trayecto consiste en una serie de retroalimentaciones.

El tercer trayecto de la innovación lo constituye el eslabón entre el conocimiento y la investigación con la cadena central de innovación. Cuando tiene lugar un problema en alguna actividad de la cadena central de la innovación tecnológica, se acude al conocimiento existente. Si el cuerpo de conocimiento existente proporciona los datos necesarios, la información es transferida al invento o diseño analítico.

El cuarto trayecto de la innovación es la conexión entre la investigación y la invención, que viene indicado por la flecha D. En algunas ocasiones, los nuevos descubrimientos científicos hacen posibles innovaciones radicales, tal y como recuerda el modelo de empuje o de la ciencia.

Finalmente, existen conexiones directas entre el mercado y la investigación. Algunos resultados de la innovación, tales como instrumentos, maquinas, herramientas y procedimientos tecnológicos, son utilizados para apoyar la investigación científica.

Como puede comprobarse, una de las grandes diferencias el modelo Mixto con el modelo lineal es que relaciona la ciencia y la tecnología en todas las etapas del modelo y no solamente al principio.

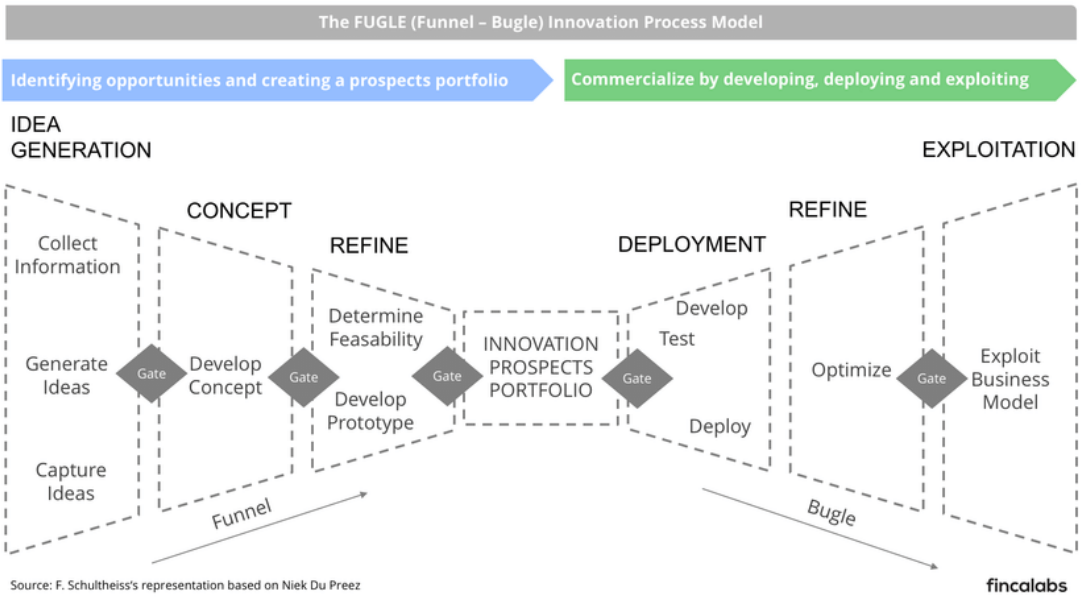


Figura 1. Conceptualización del proceso de innovación.

III. METODOLOGÍA

Como ya se especificó, ninguno de los proyectos implementados para las estadías de cada uno de los proyectos que se analizaran, se contemplan como proyectos innovadores por que carecen de la parte financiera que es la ultima parte con la que debe concluir un proyecto innovador. No obstante, aun se puede analizar las áreas de oportunidad y el tipo de innovación implementada en cada uno de los proyectos, ya sea, innovación en el diseño, producto, proceso, servicio o la investigación.

1- Como primer punto, se recolectarán los proyectos de estadía que se han realizado en la universidad Politécnica de Querétaro para otras empresas del sector automotriz. Tales proyectos han tenido impacto en el sector automotriz y han servido para que los alumnos puedan desarrollarse en la industria implementando los conocimientos obtenidos en la universidad enfocado a un proyecto que proporcione resultados satisfactorios en producto, servicio o proceso, según sea el especificado objetivo.
2- Como segundo punto, según lo investigado acerca de cómo evaluar ciertas características de tales proyectos que puedan determinar que efectivamente un proyecto puede ser producto para la innovación, se realizara un análisis detallado de cada uno de los proyectos para evaluar el impacto innovador que estos podrían tener.
3- Posteriormente, una vez realizado el análisis adecuado de cada uno de los proyectos, se deberá realizar un filtro de cada uno de ellos, en tres secciones los cuales determinen el potencial innovador que podrían tener. La clasificación se especificará por proyectos con gran potencial a ser innovadores, proyectos que tienen algunas cualidades específicas que particularmente podrían entrar en alguna etapa de la innovación y proyectos que están desarrollando algo que realmente no interviene con ningún proceso de innovación.
4- Realizada la evaluación y clasificación de cada uno de los proyectos, se desarrollará una gráfica que represente la estadística de proyectos que pueden ser considerados como potencialmente innovadores y los que prácticamente no podrían ser considerados como tal.
5- Una vez obtenida la información necesaria, se concluirá especificando que tanto la industria apoya a los alumnos de las universidades (en este caso la Universidad Politécnica de Querétaro) para contribuir con proyectos innovadores que puedan aportar nuevas tecnologías al sector automotriz y nuevos conocimientos a los alumnos en un medio laboral que anteriormente no han experimentado.

IV. RESULTADOS

Analizando cada uno de los proyectos (ver anexo 1), se determina cuáles son aptos para ser considerados como proyectos que desempeñan la innovación ya sea en el producto, proceso, diseño etc.

Del total de proyectos recolectados por parte de la universidad obtenemos lo que se muestra en la figura 2:

Figura 2. Porcentaje de proyectos considerados innovadores

Como puede apreciarse sólo el 16% de los proyectos son considerados como innovadores. Lo anterior según los conocimientos obtenidos por la investigación acerca de la innovación con ayuda del libro verde de la innovación y algunos otros artículos, se califica cada uno de los proyectos para definir qué tan innovadores pueden ser o hasta qué punto del proceso de innovación el proyecto alcanzo.

Esas etapas se pudieron identificar en los proyectos elegidos, quedando de la siguiente manera: los proyectos se centran en mejoras, cambios en el proceso de algún producto, estudios de investigación, diseños de algún producto, etc. Según se muestra en la Figura 3.

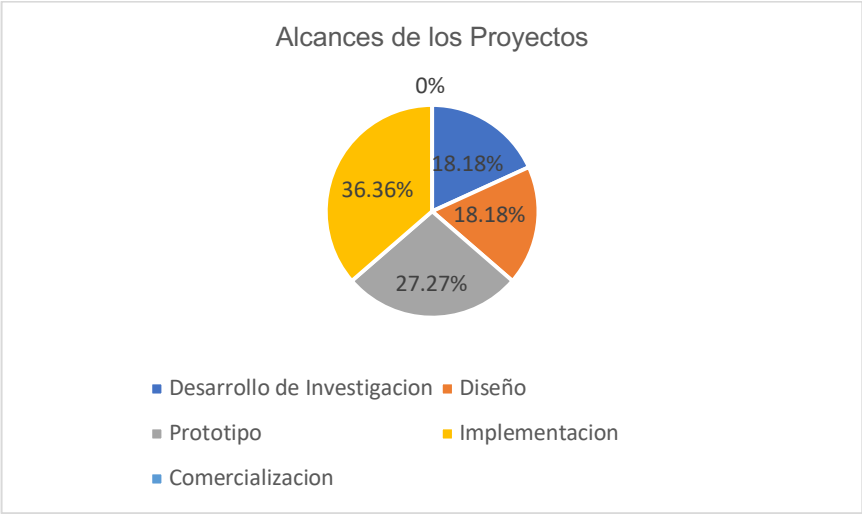


Figura 3. Porcentaje de los alcances de la innovación de cada proyecto.

Ninguno de los proyectos concluyo con la comercialización del proyecto, casi el 40% de ellos alcanzó a desarrollar la implementación necesaria para determinar el funcionamiento del prototipo, pocos solo llegaron al prototipo y la menor parte de los proyectos se centró en realizar solo el diseño.

Si nos centramos en el proceso de innovación que normalmente se ejecuta en este tipo de proyectos, se puede apreciar que se centra en un modelo lineal del desarrollo de la

innovación o en un modelo por etapas que de igual forma es lineal, pero se divide en diferentes áreas las cuales los alumnos se verán involucrados en cada una de ellas.

Realmente de la muestra de proyectos, es muy reducida la muestra que puede ser considerada como proyectos innovadores, los cuales realmente no se concluye con ser un proyecto de innovación por completo, sino más bien es una idea desarrollada la cual sus alcances han alcanzado solo una de las etapas de la innovación, es decir, que el proyecto se ha quedado en la idea conceptualizada, el desarrollo de investigación, algún prototipo cercano o el diseño de la idea.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se puede decir que cada uno de los proyectos seleccionados se conforman de etapas por las que deben pasar los proyectos para ser considerados como innovadores; sin embargo, los proyectos seleccionados en un área académica para fines educativos, a pesar de estar desarrollados en el sector productivo, la mayoría de ellos tiene alcance en una de las etapas del proceso de la innovación, pero no se definen al concluir tal proceso con los siguientes pasos, por ejemplo la comercialización, los cuales son puntos relacionados a lo financiero, sino se centran en lo técnico.

Como recomendaciones, tanto las industrias como las universidades deberían contemplar cada una de las etapas al momento de desarrollar un proyecto de innovación, precisamente por que pueden ser proyectos con alto potencial e impacto tecnológico que se queda absolutamente como una idea conceptualizada por no saber realizar los siguientes procesos financieros necesarios. Por eso mismo, es necesario capacitar y asesorar el proceso de innovación para completar el proceso de la manera correcta y completa.

VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Politécnica Querétaro por otorgarnos la facilidad de realizar el estudio de los proyectos y por darnos la oportunidad acceder a la información necesaria.

REFERENCIAS

1. Belasco, E. (s.f.). Evolucion de los Modelos Sobre el Proceso de Innovacion: Desde el Modelo Lineal Hasta Los Sistemas de Innovacion. 15.
2. Castells, P. E. (2003). *Tecnologia e Innovacion en la Empresa.* Barcelona: Universidad Politecnica de Catalunya.
3. Drucker, P. F. (Agosto de 2004). *La Disciplina de la Innovacion.* Obtenido de http://www.sela.org/media/2366647/r-la-disciplina-de-la-innovacion.pdf
4. Europea, C. (1995). *Libro Verde de la Innovación.* Europa.

Anexo

Los proyectos analizados son los siguientes:

- Revisión de procesos para la mejor de tiempos, ciclo y costos
- Diseño de herramientas rotativas.
- Reducción de PPM's de inyección.
- Value Stream Mapping Spindles.
- Manuales de procedimiento para el área de producción.
- Homologar tiempos de ciclo maquinado vs SICAIP.
- Analizar operaciones de inventarios y optimizar las dimensiones de unidades en el transporte hacia la entrega del cliente.
- Material Storage in Slats.
- Diseño de herramientas rotativas de corte.
- Ingeniería Inversa de husillo y cañón para inyector de plástico.
- Desarrollar APQP de acuerdo con 2 nuevos números de parte de línea PAHC.
- Introducción de un nuevo sistema de surtimiento MCC.
- Metodología para la creación de planes óptimos de la producción con FLEXSIM.
- TPM
- Mejorar el proceso de producción, así como la productividad de la empresa CAQ.
- Module assy airbag driver N71A (new model).
- Control de indicadores de desempeño en el área del cuarto de herramientas e implementación de Kaizen.
- Estudio de tiempos para generación de matriz de capacidades de equipos de la planta.
- Gestión de elaboración de muestras para evento PT1 NISSAN.
- Implementación de herramientas con enfoque lean para disminución de sobre stock en línea de producción.
- Puesta a punto.
- Checking fixture.
- Sistema Kanban.
- Manufactura esbelta en una célula de ensamble.
- Diseño y estandarización para unidades de potencia hidráulicas.
- Desarrollo de auditores de calidad.
- SMED y Workshops para plásticos Fase 0.
- Control de equipo en Stock.
- Diseño de Herramientas Rotativas.
- Implementación de Qualiteam en Bitrón de México.

- Diseño de layout en área de pintura.
- Desarrollo de plan de capacitación para la fabricación de resortes industriales.
- Cambio de resina en productos de Valeo SP.
- Manual de elaboración de hornos de fuego retardado para planta de Coquización retardada.
- Lean Manufacturing.
- Sistema para control y manejo de planos en plataforma masterweb.
- Maquina PVA.
- Instrumentación y adquisición de datos en pruebas de frenado.
- Actualización y estudio de repetitividad para un banco de prueba de fuga.
- Aplicaciones ingenieriles.
- Sistema de Purificación de agua con ozono.
- Automatización y diseño industrial orientado a biosistemas.
- Optimización del OEE del área de Láser-Prensas.
- Validación desempeño de electrodoméstico.
- Diseño y manufactura de robot de suelo.
- Desarrollo de software para eliminar arrugas y olores en una secadora.
- Refurbished de llenadora de casero de línea dos en el departamento de Rexal.
- Diseño de retrovisores para camiones Hyundai.

--Traceability of GS rails, -standard machines, -flexible collaborative cell, -pallet with additive manufacturing.

- Elaboración e implementación de un sistema de alarma por activación a distancia con un control remoto de 20 metros.
- Validación del sistema de escape en tractores CNH.
- Diseño de sistema automatizado para registro de error proofings.
- Incorporación de Hole Popper (máquina de barrenado rápido).
- Desarrollo e implementación de un nuevo sistema de visión para corregir tiro corto en piezas Quarter panel de la empresa automotriz Antolin
- Leak Tester.

Realidad aumentada para la educación – módulo español-matemáticas

Mario Alberto Méndez Rivero
Tecnológico Nacional de México en Celaya
Antonio García Cubas 600
C.P. 38010 Celaya, Gto.
14031588@itcelaya.edu.mx

Asesor: José Salomé Murguía Ibarra
Tecnológico Nacional de México en Celaya
Antonio García Cubas 600
C.P. 38010 Celaya, Gto.
norma.ramirz@itcelaya.edu.mx

Resumen — El presente artículo muestra el desarrollo de una aplicación de Realidad Aumentada con Kinect enfocado a la educación primaria en donde este abarca las asignaturas de español y matemáticas con ejercicios de fracciones, decimales, recta numérica, puntuación, ortografía y cinco lecturas con una serie de preguntas cada una. Lo que busca el proyecto es, por medio del software de programación encaminado a objetos "Unity" y con el uso de un sensor Kinect, desarrollar módulos de Realidad Aumentada para las asignaturas de español y matemáticas que apoyen el aprendizaje de los alumnos en ciertos temas de una forma lúdica y diferente a las de sus clases regulares, esto con el objeto de captar y mantener su interés en los ejercicios.

Palabras clave — Realidad aumentada, Kinect, Unity.

Abstract — This article shows the development of an Augmented Reality application with Kinect focused to education in elementary school, where it covers the subjects of Spanish and Mathematics with exercises for fractions, decimals, number line, punctuation, grammar and five stories followed by a series of questions. The aim of the project is, through the use of the object oriented programming software "Unity" with the use of a Kinect sensor, to develop Augmented Reality modules for the subjects of Spanish and Mathematics that support learning for students in specific topics from these subjects in a more playful and fun different way than their regular classes, this in order to get and keep their interest in the exercises.

Keywords — Augmented Reality, Kinect, Unity.

I. INTRODUCCIÓN

En el pasado se han implementado el uso de tecnología en el área de la enseñanza para mejorar el aprendizaje de los alumnos desde el uso de proyectores hasta computadoras, actualmente se ha buscado el implementar más tecnología en la educación, el uso de la realidad aumentada puede ser una gran herramienta en esta búsqueda por mejorar el desempeño académico de los alumnos a nivel primaria, actualmente existe un número considerable de aplicaciones de realidad aumentada que fueron hechas para apoyar la educación [1,3-5], pero muchas de estas necesitan marcadores y algunas otras solo ayudan para dar resultados de problemas y lo que este proyecto pretende es ser una herramienta de apoyo al aprendizaje y que el protagonista de esta sea el usuario que en este caso será el alumno y que esta aplicación sea una alternativa dinámica y una solución contra la monotonía de estar sentados por horas en un salón de clase.

En los últimos años los métodos de enseñanza se han visto estancados como señalan los periódicos El País y Eje Central [6,7], algo que no es nuevo de las nuevas generaciones es la notoria dificultad para aprender con los métodos clásicos, el captar la atención de los estudiantes es muy difícil y más aún mantenerla, esto debido a la

aceptación y el uso que están teniendo las tecnologías de dispositivos de comunicación móvil su uso ya no es exclusivo de del ramo de negocios, sino que también llega a los hogares de todos los niveles económicos y hay usuarios de todas las edades.

El uso que se da a esta tecnología no siempre es el adecuado, ya que se usa dentro de las clases mientras el profesor se encuentra impartiendo clase. Esta conducta es inadecuada ya que la única preocupación y deber que tienen los estudiantes es el de prestar atención mientras el profesor está explicando los temas y como resultado tenemos un bajo desempeño.

Prueba de este bajo desempeño son los resultados obtenidos de bajo aprovechamiento, de acuerdo a los datos obtenidos de la prueba PLANEA [9] a nivel de 6to de primaria muestran que los índices de dominio insuficiente y dominio básico superaron en gran cantidad a los índices de dominio satisfactorio y a dominio sobresaliente.

A pesar del gran avance tecnológico que se ha desarrollado en los últimos años los métodos de enseñanza se han visto estancados, no se pretende explicar que los métodos actuales de enseñanza son malos ya que este no es el objetivo del proyecto, los métodos de enseñanza han tenido el problema de en ocasiones ser monótonos y tediosos a esto se le agrega que si bien se ha optado de apoco en ir implementado el uso de las tecnologías como estrategias de enseñanza en los niveles de educación básica, pero debido al uso desmedido de las tecnologías en todas las edades estas no suelen tener el uso adecuado [8], actualmente según cifras extraídas de los resultados de las pruebas PLANEA de 6to grado la mayoría de los alumnos de educación básica suelen tener un rendimiento deficiente en las materias de español y matemáticas, este proyecto pretende ser una herramienta de apoyo en la enseñanza de materias con el uso de un sensor Kinect aprovechando las cualidades que este controlador tiene y darle un uso para que las clases y el aprendizaje de estas asignaturas sea divertido, dinámico llegando incluso a tratar de fomentar la activación física y el trabajo en equipo.

La aplicación de realidad aumentada pretende ser una herramienta de apoyo para el aprendizaje y ayudar a los alumnos a entender mejor los temas de matemáticas y español de una forma dinámica tales como fracciones, operaciones con decimales, recta numérica, y del lado de español ejercicios como ortografía, puntuación y apoyo con lecturas esto usando elementos con los que ellos ya estén familiarizados haciendo a los alumnos los protagonistas de este proyecto.

II. METODOLOGÍA

La Realidad Aumentada (RA) consiste en el uso de marcadores de algún tipo en el mundo real, ya sean códigos de barras, símbolos, impresiones, etc., que al ser vistos a través de una cámara con la ayuda de un software, muestran todo tipo de contenido en lugar del marcador original, desde imágenes y texto hasta video y sonido [2].

Con el fin de desarrollar los módulos de la aplicación a través del programa Unity, así como realizar una posible prueba de campo y probar su utilidad, se llevaron a cabo varias etapas:

a) Programar un código en Unity, llamado script, y aplicarlo en una escena para enlazar el programa y un sensor Kinect para que funcione como una cámara, de tal manera que se puedan usar los nodos que el sensor discretiza, mostrados en la figura 1, en los ejercicios.

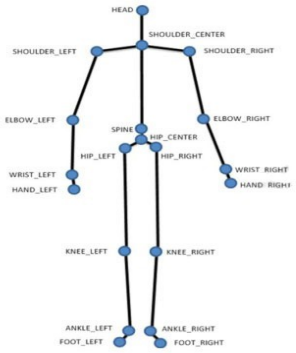


Fig. 1. Discretización de articulaciones hechas por un Kinect.

b) Crear escenas en Unity de acuerdo al número de ejercicios a utilizar, contando con cuadros de texto con instrucciones o preguntas, imágenes, objetos 3D como esferas, sonido y objetos de control, resultando algo similar a la figura 2. Se puede duplicar una escena con todo y propiedades para ahorrar tiempo en la creación de escenas posteriores.

Fig. 2. Ejemplo de un ejercicio para la aplicación.

c) Crear códigos, que manejen la interacción entre objetos, tales como que sigan los movimientos o una articulación del usuario, que cambien de ejercicios al tocarse, que hagan algún sonido, etc. Esto en la pantalla de Asembly-CSharp como se muestra en la figura 3.

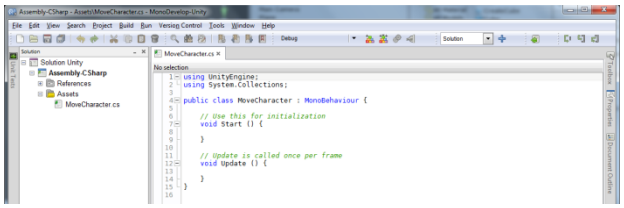


Fig. 3. Pantalla de programación de scripts.

d) Editar las propiedades de los objetos en cada escena a través de la pantalla de inspección como la mostrada en la figura 4, donde se pueden anexar los scripts programados y modificar o agregar otras características.

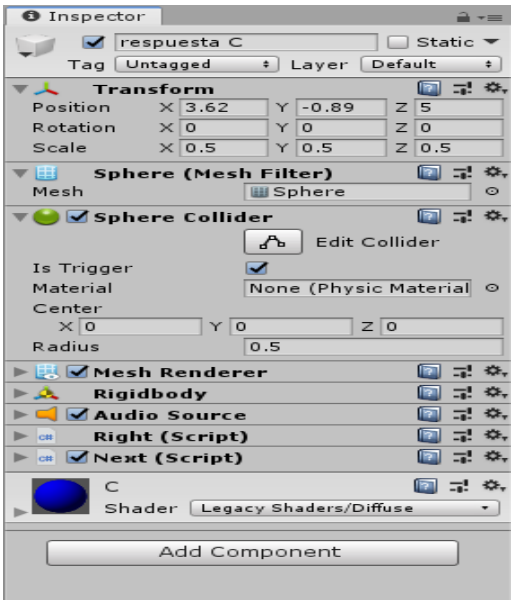


Fig. 4. Inspector de propiedades en Unity.

e) Realizar pruebas de funcionamiento para identificar problemas de funcionamiento. Un ejemplo de funcionamiento correcto mostrándose en la figura 5.

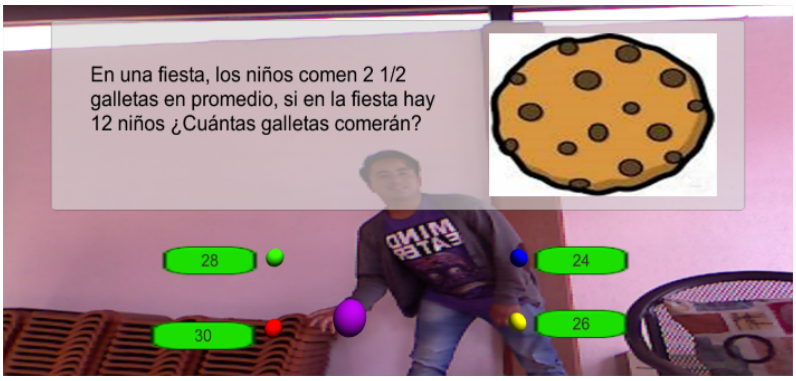


Fig. 5. Ejemplo de una escena funcional de la aplicación.

III. RESULTADOS

Con la finalidad de verificar la viabilidad de la aplicación como herramienta de apoyo para la enseñanza, se buscó el apoyo de escuelas voluntarias para la realización de una prueba de campo con un grupo de sus alumnos.

Durante la duración del proyecto, se trabajaron concretamente los temas de Recta Numérica y Puntuación de Oraciones, realizándose un examen de los temas al inicio y al final para comparar su avance.

De los resultados obtenidos, se vió una ligera mejora en el porcentaje de ejercicios que los alumnos podían resolver satisfactoriamente como se ve en la comparación de resultados en la figura 6.

a) b)

Fig. 6. a) Recta Numérica, b) Puntuación de Oraciones.

Además de esto, se notó una mejora en el interés de trabajar de los alumnos y su comunicación con los demás al estar en equipos de trabajo como el que se puede ver en la figura 7.

Fig. 7. Ejemplo de equipos de trabajo durante el proyecto.

IV. CONCLUSIONES

En este proyecto se propuso y realizó el desarrollo de una aplicación de Realidad Aumentada con el fin de captar más fácilmente la atención de los alumnos y ayudar a los profesores a explicar temas de las materias de Español y Matemáticas.

Con la finalidad de evaluar su funcionamiento y viabilidad, se realizaron pruebas de campo con grupos de alumnos de escuelas voluntarias. Además de haber conseguido desarrollar una aplicación de Realidad Aumentada completamente funcional, los resultados obtenidos durante la prueba de campo mostraron que el uso de Realidad Aumentada es una manera viable de despertar interés en los alumnos y ayudarlos a mejorar en temas de las materias trabajadas, así como una posible herramienta de apoyo para los profesores.

V. RECONOCIMIENTOS

Se agradece al Tecnológico Nacional de México por la oportunidad de desarrollar este proyecto, así como a las escuelas voluntarias por su apoyo y cooperación en la realización del mismo.

REFERENCIAS

[1] Basogain, X., Olabe, M., Espinosa, K., Rouèche, C., & Olabe, J. C. (2010). Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente. Bilbao, España.

[2] Centro de Difusión de Ciencia y Tecnología (2018). ¿Qué es la Realidad Aumentada?. Disponible en: http://www.cedicyt.ipn.mx/RevConversus/Paginas/RealidadAumentada.aspx [consultado en 2019].

[3] de Pedro Carracedo, J., & Méndez, C. L. M. (2012). Realidad Aumentada: Una Alternativa Metodológica en la Educación Primaria Nicaragüense. IEEE-RITA, 7(2), 102-108..

[4] del Carmen Pérez-Fuentes, M., Álvarez-Bermejo, J. A., del Mar Molero, M., Gázquez, J. J., & Vicente, M. A. L. (2015). Violencia escolar y rendimiento académico (VERA): aplicación de realidad aumentada. European Journal of investigation in health, psychology and education, 1(2), 71-84.

[5] Díaz, F. J., Fava, L. A., Banchoff Tzancoff, C. M., Schiavoni, M. A., & Martín, S. S. (2018). Juegos serios y aplicaciones interactivas usando realidad aumentada y realidad virtual. In XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2018, Universidad Nacional del Nordeste).

[6] Eje Central (2018). México en la lectura. Disponible en: http://www.ejecentral.com.mx/inprincipio-mexico-en-la-lectura/ [consultado en 2019].

[7] Periódico El País. (2018). Más de 1,4 millones de adolescentes en México, sin conocimientos básicos de matemáticas. Disponible en: https://elpais.com/internacional/2018/01/27/mexico/1517011619_549608.html [consultado en 2019].

[8] Secretaría de Educación Pública. (2012). Programa “Enciclomedia” 2006-2012. Disponible en: https://www.sep.gob.mx/ [consultado en 2019].

[9] Secretaría de Educación Pública. (2018). Resultados Nacionales Planea 2018.

Reconocimiento de imágenes en una aplicación móvil utilizando servicios de Google

Alberto Cassiel Macias Mojica
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Ingeniería en informática
Blvd. Del valle #2301,
C.P: 36413, Purísima del Rincón, Guanajuato,
LRS15110035@purisima.tecnm.mx

Asesor: Francisco Ramirez Felipe
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Ingeniería en informática
Blvd. Del valle #2301,
C.P: 36413, Purísima del Rincón Guanajuato,
francisco.rf@purisima.tecnm.mx

Resumen — En la actualidad la inteligencia artificial ha ido creciendo llegando a realizar tareas de alta complejidad para una proceso tecnológico llegando a poder imitar raciocinios humanas como lo es la clasificación de objetos, esto lo logran gracias una gran cantidad de información la cual logran clasificar con objetos similares para después identificar los objetos. El reconocimiento de objetos es implementado actualmente en ramas como seguridad, asistencia e inclusive en redes sociales, el uso del reconocimiento de objetos se podía ampliar a ser usado en otras actividades de la vida diaria sin embargo la complejidad de codificación y la escases de bases de datos tan grandes hacen que el reconocimiento de objetos sean más difíciles de implementar, se ha identificado que existen servicios web como lo es google visión los cuales cuentan con métodos de reconocimiento de objetos y también con bastas bases de datos sobre imágenes poniéndolos al alcance de los usuarios para facilitarles la implementación de dichos métodos, en este caso se trata de implementar algunos métodos en android para facilitar a otros usuarios la implementación de los servicios web en alguna otra aplicación que resuelva un problema más específico.

Palabras clave — inteligencia artificial, android, servicios web.

Abstract — Nowadays, artificial intelligence has been growing reaching tasks of high complexity for a technological process that can imitate human reasoning as it is the classification of objects, this is achieved thanks to a large amount of information which can be classified with similar objects to later identify the objects. The recognition of objects is currently implemented in branches such as security, assistance and even in social networks, the use of object recognition could be extended to be used in other activities of daily life, however, the complexity of coding and the lack of bases for Such large data makes the recognition of objects more difficult to implement, it has been identified that there are web services such as google vision which have methods of recognizing objects and also with large databases on images, putting them within the reach of users to facilitate the implementation of these methods, in this case it is about implementing some methods in android to facilitate other users the implementation of web services in some other application that solves a more specific problem.

Keywords — artificial intelligence, android, web services.

I. INTRODUCCIÓN

A. La Inteligencia artificial

La Inteligencia artificial es el campo científico de la informática que se centra en la creación de programas y mecanismos que pueden mostrar comportamientos considerados inteligentes. En otras palabras, la IA es el concepto según el cual “las máquinas piensan como seres humanos”.

Normalmente, un sistema de IA es capaz de analizar datos en grandes cantidades (big

data), identificar patrones y tendencias y, por lo tanto, formular predicciones de forma automática, con rapidez y precisión. Para nosotros, lo importante es que la IA permite que nuestras experiencias cotidianas sean más inteligentes. ¿Cómo? Al integrar análisis predictivos (hablaremos sobre esto más adelante) y otras técnicas de IA en aplicaciones que utilizamos diariamente.

- Siri funciona como un asistente personal, ya que utiliza procesamiento de lenguaje natural
- Facebook y Google Fotos sugieren el etiquetado y agrupamiento de fotos con base en el reconocimiento de imagen
- Amazon ofrece recomendaciones de productos basadas en modelos de canasta de compra
- Waze brinda información optimizada de tráfico y navegación en tiempo real [1].

B. Big Data

El Big Data es un término que describe el gran volumen de datos, tanto estructurados como no estructurados, que inundan los negocios cada día. Pero no es la cantidad de datos lo que es importante. Lo que importa con el Big Data es lo que las organizaciones hacen con los datos. Big Data se puede analizar para obtener ideas que conduzcan a mejores decisiones y movimientos de negocios estratégicos.

Cuando hablamos de Big Data nos referimos a conjuntos de datos o combinaciones de conjuntos de datos cuyo tamaño (volumen), complejidad (variabilidad) y velocidad de crecimiento (velocidad) dificultan su captura, gestión, procesamiento o análisis mediante tecnologías y herramientas convencionales, tales como bases de datos relacionales y estadísticas convencionales o paquetes de visualización, dentro del tiempo necesario para que sean útiles.

Aunque el tamaño utilizado para determinar si un conjunto de datos determinado se considera Big Data no está firmemente definido y sigue cambiando con el tiempo, la mayoría de los analistas y profesionales actualmente se refieren a conjuntos de datos que van desde 30-50 Terabytes a varios Petabytes.

La naturaleza compleja del Big Data se debe principalmente a la naturaleza no estructurada de gran parte de los datos generados por las tecnologías modernas, como los web logs, la identificación por radiofrecuencia (RFID), los sensores incorporados en dispositivos, la maquinaria, los vehículos, las búsquedas en Internet, las redes sociales como Facebook, computadoras portátiles, teléfonos inteligentes y otros teléfonos móviles, dispositivos GPS y registros de centros de llamadas [2].

C. Servicios Web

Los servicios web son aplicaciones autónomas modulares que se pueden describir, publicar, localizar e invocar a través de una red.

Un escenario típico de servicios web es una aplicación de empresa que solicita un servicio de otra aplicación existente. La solicitud se procesa con una dirección web determinada, utilizando mensajes SOAP a través de un transporte HTTP, JMS (Java

Message Service) o se invoca directamente como EJB (Enterprise JavaBeans). El servicio recibe la solicitud, la procesa y devuelve una respuesta. Ejemplos de un servicio web pueden ser los informes meteorológicos o la obtención de información bursátil. La llamada de método es síncrona, esto es, espera a que el resultado esté disponible. Los servicios web de transacciones, que dan soporte a operaciones de cotizaciones, de empresa a empresa (B2B) o de empresa a cliente (B2C), son, por ejemplo, la reserva de vuelos aéreos y los pedidos de compra.

Los servicios web pueden incluir el propio servicio o el cliente que accede al servicio [3].

D. Android

Android es un sistema operativo inicialmente pensado para teléfonos móviles, al igual que iOS, Symbian y Blackberry OS. Lo que lo hace diferente es que está basado en Linux, un núcleo de sistema operativo libre, gratuito y multiplataforma.

El sistema permite programar aplicaciones en una variación de Java llamada Dalvik. El sistema operativo proporciona todas las interfaces necesarias para desarrollar aplicaciones que accedan a las funciones del teléfono (como el GPS, las llamadas, la agenda, etc.) de una forma muy sencilla en un lenguaje de programación muy conocido como es Java. [4].

II. METODOLOGÍA

Etapa 1 – Investigación

Se realizó una investigación sobre los temas de los cuales se iban abordar en el proyecto empezando por la investigación de api rest, lo siguiente fue investigar sobre los servicios de google para implementar en reconocimiento de imágenes de los cuales se encontraron google visión api y google AutoML Vision. En esta investigación se buscó también para lo que podían servir dichos servicios.

Etapa 2 – Investigación práctica

En esta etapa se expandió la investigación por la parte práctica en la cual se observaron proyectos que implementaban estos servicios, así como se investigó como se usaban y cómo funcionaba la implementación de estos servicios, también en esta etapa se creo un proyecto en google cloud.

Etapa 3 – Elaboración de aplicación

En esta etapa se codifico la aplicación de reconocimiento de imágenes en la cual se aplicaron los servicios de google visión.

Etapa 4 – Pruebas

Se realizaron pruebas a la aplicación para verificar su funcionalidad.

III. RESULTADOS

Los resultados que se dieron en el verano fue una aplicación capaz de procesar texto en tiempo real y reconocerlo así como mostrarlo de forma inmediata en pantalla así como se muestra en las figuras 1, 2 y 3.

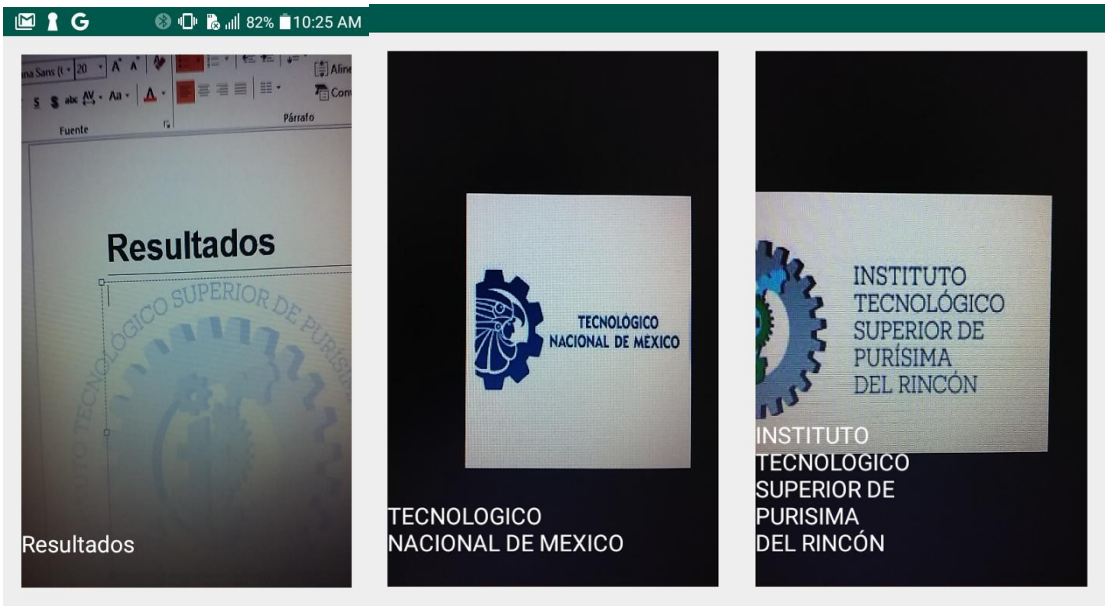


Figura 1 **Figura 2** **Figura 3**

Otro resultado conseguido fue la implementación del método de reconocimiento facial el cual puede reconocer las emociones que se muestran en los rostros de personas sobre una imagen. Esta aplicación no logro completarse de una manera funcional pero se logra apreciar la implementación de este método en la figura 4.

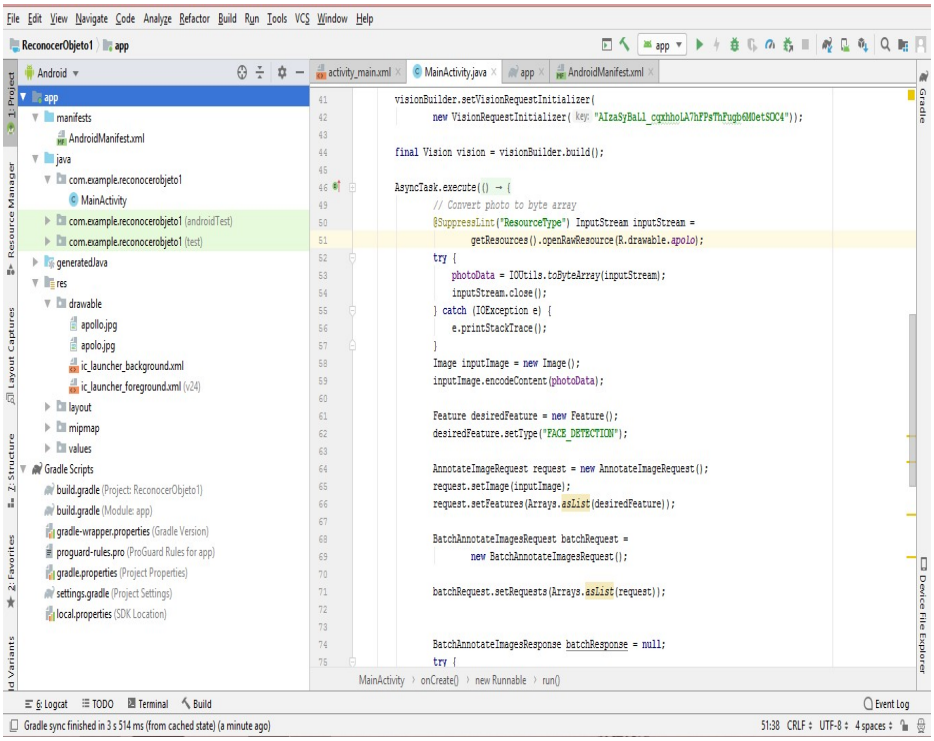


Figura 4

IV. CONCLUSIONES

Al hacer la aplicación se pudo comprobar la eficiencia con la que pueden procesar imágenes que trabajan los servicios de google visión y alta rapidez que pueden hacerlo en tiempo real, se pudo comprobar la exactitud que tienen los servicios de google visión al clasificar una imagen y las respuestas sobre dicha imagen.

También se puede concluir que el implementar reconocimiento de objetos en nuevas tecnologías puede mejorar la eficiencia en algunos procesos.

V. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento hacia el Instituto tecnológico superior de purísima del rincón por la oportunidad de formar parte del 21 verano de la cienca asi como también al CONACyT por el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano, también un agradecimiento al profesor Francisco Ramirez Felipe por su apoyo durante este verano.

REFERENCIAS

[1] SALESFORCE, L. (22 de JUNIO de 2017). salesforce. Obtenido de https://www.salesforce.com/mx/blog/2017/6/Que-es-la-inteligencia-artificial.html

[2] Data, P. (5 de Julio de 2019). powerdata. Obtenido de https://www.powerdata.es/big-data.

[3] IBM. (24 de Agosto de 2014). IBM. Obtenido de https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SSAW57_9.0.5/com.ibm.websphere.nd.multiplatform.doc/ae/cwbs_wbs2.html

[4] GONZALEZ, A.N. (Agosto 08 de 2011). xatakandroid. Obtenido de https://www.xatakandroid.com/sistema-operativo/que-es-android

Red neuronal artificial vs Big Data en la determinación de patrones de comportamiento (A)

Jorge Humberto Muñoz Meza
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas
Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413
LRS15110014@purisima.tecnm.mx

Asesor: Aarón Montiel Rosales
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas
Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413
aaron.mr@ purisima.tecnm.mx

Resumen — El presente reporte muestra una estancia de investigación, en el cual, se analizó una base de datos de estudiantes y el conjunto de variables que impactan a la deserción escolar en el Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, que como se sabe este es un problema educativo que ha venido afectando el desarrollo de la sociedad desde hace años, influenciado principalmente por factores del dominio personal y familiar. La estancia de investigación, costa de la creación de una red neuronal a partir de una base de datos que muestra la trazabilidad de los estudiantes del ciclo 2016, con la finalidad de predecir el índice de deserción de los alumnos del Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón y poder tomar estrategias y tácticas que ayuden a disminuir este índice en las generaciones futuras.

Palabras clave — Big Data, Red Neuronal, Patrón de comportamiento, Deserción escolar.

Abstract —This report shows a research stay, in which a database of students and the set of variables that impact school dropout at the Higher Technological Institute of Purísima del Rincón was analyzed, which as you know is a problem education that has been affecting the development of society for years, influenced mainly by factors of personal and family domain. The research stay, the cost of creating a neural network based on a database that shows the traceability of students in the 2016 cycle, with the aim of predicting the dropout rate of students from the Higher Technological Institute of Purísima del Rincón and be able to take strategies and tactics that help reduce this index in future generations.

Keywords — Big Data, Neural Network, Behavior Pattern, School Dropout.

I. INTRODUCCIÓN

La deserción escolar es un término comúnmente utilizado en América Latina para referirse al abandono escolar, se trata de aquella situación en la que el alumno después de un proceso acumulativo de separación o retiro, finalmente, comienza a retirarse antes de la edad establecida por el sistema educativo sin obtener un certificado, este fenómeno está presente en todos los sistemas educativos debido a múltiples causas o factores que lo generan, lo cual será analizado y obtenido a través del estudio de la trazabilidad de estudiantes del Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón.

Con la finalidad de analizar todas las variables involucradas, destacar las más importantes y en base a la información recopilada diseñar la red neuronal que más se ajuste a los datos y poder predecir el índice de deserción de los alumnos del ciclo analizado.

II. MARCO TEÓRICO

El término Big Data suele aplicarse a conjuntos de datos que superan la capacidad del Software habitual para ser capturados, gestionados y procesados en un tiempo razonable por los medios habituales de procesamiento de la información [1].

Este término suele referirse a los siguientes tipos de datos:

- Datos de la empresa tradicional: Incluye información de los clientes en el sistema de CRM, datos transaccionales ERP las transacciones de tienda web. los datos contables etc.
- Machine-Generated/ sensor data: Incluye registros de detalles de llamadas (Cali Detail Records, CDR), los weblogs, los medidores inteligentes. Los sensores de fabricación, registros de equipos, datos de sistemas comerciales, etc.
- Datos de medios sociales: Incluye datos sobre blogs, Twiter, plataformas de Social Media como Faceboock etc.
- Grandes bases de datos: con información multidimensional, relacional y no relacional.
- Grandes conjuntos de datos no estructurados como mezcla de fuentes de origen y tipos de datos: numéricos, textuales y gráficos.

Dentro del sector de tecnologías de la información y la comunicación, Big Data es una referencia a los sistemas que manipulan grandes conjuntos de datos. Las dificultades más habituales de estos casos se centran en la captura, almacenamiento, búsqueda, compartición, análisis y visualización. Dado gran avance que existe día a día en las tecnologías de la información, las organizaciones se han tenido que enfrentar nuevos desafíos que les permitan analizar, descubrir y entender más allá de lo que sus herramientas tradicionales reportan sobre su información. La necesidad del Big Data surgió al mismo tiempo que el gran crecimiento durante los últimos años de las aplicaciones disponibles en internet (geo-referenciamiento, redes sociales) que han sido parte importante de las decisiones de negocios de las empresas [1].

El concepto Big Data aplica para toda aquella información que no puede ser procesada o analizada utilizando procesos o herramientas tradicionales. Según la consultora Gartner (Gartner, INC, 2013) Big Data son activos de información de alto volumen, alta velocidad y variedad que demandan rentabilidad, formas innovadoras de procesamiento de la información para mejorar la comprensión y toma de decisiones. La emocionante promesa de Big Data es que la información puede ser coleccionada y luego analizada para obtener conocimientos, patrones y conexiones sin saber de antemano lo que se debe buscar [2].

La definición de red neuronal más comúnmente aceptada entre las personas que trabajan en este campo se debe a Robert Hetch-Nielsen. Una red neuronal se puede definir como:

Sistema de computación que consta de un gran número de elementos simples, muy interconectados, que procesan información respondiendo dinámicamente frente a unos estímulos externos; o como un grupo de neuronas simuladas, que están muy interconectadas, al igual que las neuronas del cerebro, y que son capaces de aprender de la misma forma que lo hacen las personas [3].

Se denomina arquitectura a la topología, estructura o patrón de conexionado de una red neuronal. En una red neuronal artificial los nodos se conectan por medio de sinapsis, estando el comportamiento de la red determinado por la estructura de conexiones sinápticas. Estas conexiones sinápticas son direccionales, es decir, la información solamente puede propagarse en un único sentido (desde la neurona presináptica a la pos-sináptica). En

general las neuronas se suelen agrupar en unidades estructurales que denominaremos capas. El conjunto de una o más capas constituye la red neuronal [4].

La deserción escolar es el abandono por parte del estudiante y los educadores, no solo se refiere a la educación, sino también al abandono a los sueños y perspectivas de una vida futura, la deserción tiene diferente causas que es difícil poder determinar la culpabilidad [5-6].

III. METODOLOGÍA

1. Recolectar, para el inicio de la investigación se recolecto la base de datos de los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón del ciclo 2016, de los semestres 1° y 3° con la finalidad de identificar la trazabilidad de cada estudiante y verificar si aún estaba activo en el sistema educativo, así mismo la base de datos recolectada contaba con diversas variables informativas del estudiante como nombre de la carrera, semestre, estudiante, sexo, integrantes de familia, padre, madre, n. de hermanos, n. de hermanas, n. de hijos, compromiso, lugar de nacimiento, estado civil, en el transcurso de estudios donde vivirá, trabajo, becado, escolaridad del padre y escolaridad de la madre esto con motivo de identificar las variables más importantes que inducen a la deserción escolar.

2. Diseñar, de acuerdo con la información recolectada, se codificaron las variables cualitativas, generando una nueva base de datos de los estudiantes en términos de variables cuantitativas, de tal manera que se facilitara el manejo y procesamiento de la información al ingresar solo valores numéricos, para posteriormente generar una base de datos para entrenamiento de la red, una base de datos para validación de la red y una nueva base de datos para predicción, tomando como base la creación de la red neuronal que más se ajustara a los datos.

3. Predecir, con la creación de la red neuronal que más se ajustara a los datos de entrada, se harían las predicciones futuras de la deserción escolar del ciclo previamente analizado, obteniendo un porcentaje de certidumbre del funcionamiento de la red neuronal con base a la información recolectada, anticipando así estrategias que ayuden a disminuir este índice de deserción en el Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón.

IV. RESULTADOS

Los resultados de este estudio permitieron el procesamiento de grandes cantidades de información, obteniendo resultados anticipados con buen porcentaje de certidumbre. Los resultados que se obtuvieron en cada una de las etapas de esta investigación quedaron expresados de la siguiente manera:

1. Recolectar, se hizo la recolección de la información quedando esta codificada en términos cuantitativos para el fácil manejo de la información, así mismo se hicieron las diferentes bases de datos que serían requeridas para la elaboración de la red neuronal (Figura 1).

2. Diseñar, se diseñó la red neuronal tomando para la base de entrenamiento 159 casos y 45 casos para la prueba de la red neuronal, seleccionando aquella que se ajustara mejor a los datos de entrada y así poder realizar los cálculos posteriores con mayor precisión (Figura 2 y 3) [7].

3. Predecir, se hizo la predicción en la red neuronal con 23 casos, obteniendo un 64% de certidumbre en los resultados obtenidos comparados con la base inicial recolectada, deduciendo la eficacia de la utilización de una red neuronal (Figura 4).

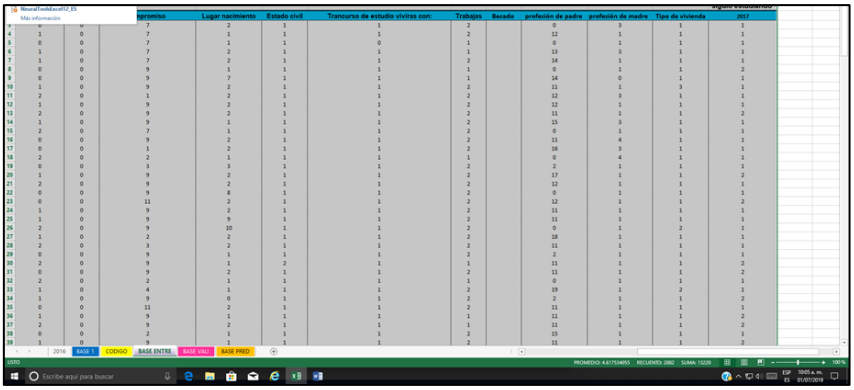


Figura 1. Codificación cuantitativa de la base de datos.

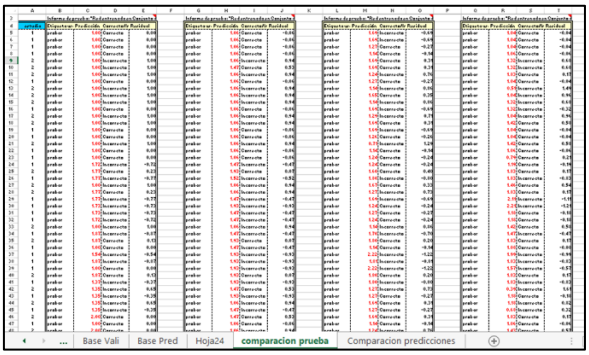


Figura 2. Comparación de pruebas de la red.

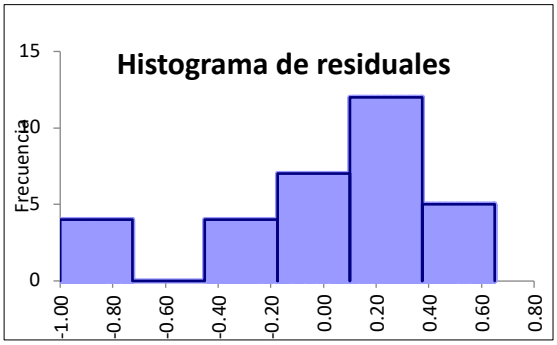


Figura 3. Histograma de residuales para el ajuste de variables a la red.

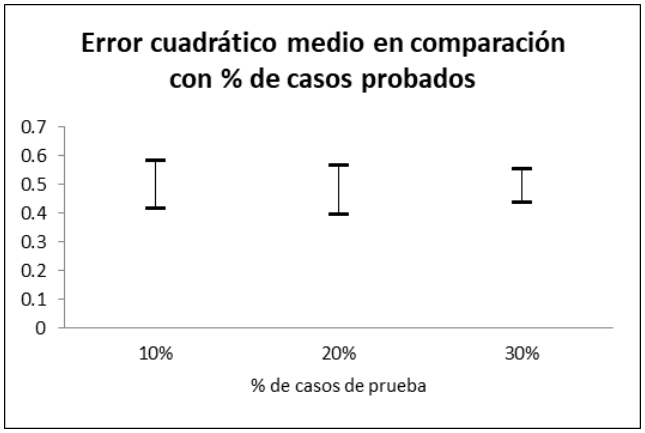


Figura 4. Error cuadrático medio en el ajuste de variables a la red.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a la estancia de investigación realizada se puede deducir que el uso de redes neuronales en la determinación de patrones de comportamiento reduce el tiempo de predicción y respuesta, lo cual se logró demostrar en los casos de estudio analizados, donde a partir de la creación de una red de entrenamiento y una serie de pruebas es posible obtener predicciones en base a comportamientos futuros de similar índole. Por ello se recomienda la creación de una red neuronal para el procesamiento de una Big Data ya que esta permitirá generar predicciones futuras apegadas a la realidad de la información procesada, reduciendo el tiempo de respuesta en la obtención de un resultado con certidumbre aceptable, lo cual permitirá tomar estrategias y tácticas que lleven al fin esperado.

El objetico de la creación de la red neuronal para el procesamiento de información fue predecir el índice de deserción de los alumnos del Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, con la finalidad de que se establezcan estrategias en la institución que ayuden a reducir este índice, en base a las variables analizadas que generan mayor impacto; así mismo tomar medidas con los alumnos que están en riesgo de deserción escolar de acuerdo la predicción obtenida con la red neuronal.

VI. RECONOCIMIENTOS

En esta investigación se reconoce al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón y al departamento de tutorías por haber proporcionado la información pertinente para los estudios previamente realizados. Así mismo se agradece a los asesores de la estancia de investigación Aarón Montiel Rosales y Nayeli Montalvo Romero por proporcionar las herramientas necesarias para dicha investigación y a los jóvenes que realizaron su servicio social en la misma institución, por la recolección y captura de datos.

REFERENCIAS

[1] Marqués, M. P. (2015). Big Data. Técnicas, herramientas y aplicaciones. México: Alfaomega.

[2] Jara, Jorge. (2012). Big Data & Web Intelligence. Paraguay: Universidad Católica "Nuestra Señora de la Asunción".

[3] Diez, R. P. (2001). Introducción a la inteligencia artificial. Universidad de Oviedo.

[4] Cajal, R. y. (1899). Textura del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados.

[5] Del Castillo S., M. H. (2012). Causas, consecuencias y prevención de la deserción escolar. EE.UU.: Palibrio.

[6] Gomes, C. (2001). Procesos sociales, población y familia: alternativa teóricas y empíricasen las investigaciones sobre la vida doméstica. México: Printed in México.

[7] Christian Albright, W. L. (2016). Business Analytics: Data Analysis & Decision Making. Stanford: Cengage Learning.

Red neuronal artificial vs Big Data en la determinación de patrones de comportamiento (A)

Yessica Lissette Ramírez Valdivia
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. del Valle 3102, Purísima del Rincón, Gto.
LRS16110379@purisima.tecnm.mx

Asesor: Aarón Montiel Rosales
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. del Valle 3102, Purísima del Rincón, Gto.
aaron.mr@purisima.tecnm.mx

Resumen — En el presente trabajo se muestra el tema de la deserción en el nivel universitario, así como las principales causas y factores que lo provocan. Esta investigación reúne los factores principales de la deserción tomando en cuenta las teorías y modelos teóricos propuestos por distintos autores que llevaron a cabo minuciosas indagaciones sobre dicho tema desde diferentes perspectivas. Además, se diseña y aplica una encuesta en base a los factores previamente definidos y se muestran los resultados obtenidos. Así también se muestran el diseño de una propuesta de estrategia que disminuya los niveles de deserción dentro del Tecnológico Nacional de México.

Palabras clave — Deserción escolar, factores deserción, investigación, educación universitaria.

Abstract — This paper shows the topic of desertion at the university level, as well as the main causes and factors that cause it. This research brings together the main factors of desertion taking into account the theoretical theories and models proposed by different authors who carried out thorough inquiries on this subject from different perspectives. In addition, a survey is designed and applied based on the factors previously defined and the results obtained are displayed. This also shows the design of a strategy proposal that lowers the levels of atessure within Mexico's National Technological.

Keywords — School dropout, desertion factors, research, college education.

I. INTRODUCCIÓN

La universidad de los Andes define a la deserción como “El número de estudiantes que salen de la universidad antes de haber concluido sus estudios satisfactoriamente, incluyendo no sólo a estudiantes suspendidos por razones de tipo académico, si no también aquellos estudiantes que sin tener problemas de tipo académico no continúan en la universidad”

El fenómeno de la deserción en el nivel universitario ha venido tomando más relevancia en las últimas décadas, muy diversas son las causas que provocan este fenómeno entre los estudiantes, así como los contextos entre los que se dan.

Esta problemática abarca tanto instituciones públicas como privadas, las causas que lo provocan pueden ser económicas debido a que los estudiantes ya no pueden solventar los gastos demandados, por desinterés ya que la profesión cursada no era lo que esperaban y resulta disgustante, por que la institución no resulta satisfactoria en su organización, por no poder socializar con compañeros y no conocer la manera adecuada de comunicarse con directivos y profesores, e incluso estas causas pueden llegar hasta problemas psicológicos y sentimientos de incapacidad por parte del estudiante de poder realizar los retos propuestos en las instituciones. De esta misma manera las consecuencias que traen consigo la deserción resultan altamente perjudicantes llegando hasta nivel nacional. En primer lugar,

afecta al alumno al truncar su autorrealización derivando en frustraciones frente al referente fracaso. En segundo lugar, afecta a la institución, pues al incrementar su matrícula con alumnos que abandonan sus estudios su nivel como una institución de calidad disminuye. Por último, la deserción llega a afectar a nivel nacional, debido a que mientras el país cuente con menos profesionistas titulados los índices en los avances tanto socioeconómicos como tecnológicos del país no incrementan, lo que produce un retraso para la nación.

Es por esto que surge la fuerte necesidad de reducir o eliminar los índices de deserción en el nivel universitario, para este caso específicamente en el ITSPR.

II. MARCO TEÓRICO

La universidad de Los Andes (1970) define a la deserción como, “El número de estudiantes que salen de la universidad antes de haber concluido sus estudios satisfactoriamente, incluyendo no sólo a estudiantes suspendidos por razones de tipo académico, si no también aquellos estudiantes que sin tener problemas de tipo académico no continúan en la universidad” [1]. Comprendiendo esta definición es como se pueden establecer diferentes teorías y es así como la maestra Zúñiga en su libro “La Deserción Estudiantil en el nivel superior, causas y solución” describe 5 importantes teorías acerca de este fenómeno que se ha vuelto muy relevante en las últimas décadas, estas teorías se clasifican como teoría psicológica, teoría ambiental, teoría económica, teoría organizacional y teoría interaccional [2].

Así mismo, al igual que se clasifican diferentes teorías también existen modelos teóricos sobre dicho tema y aunque el más citado de ellos sea el de Vicent Tinto existen otros autores importantes que han creado sus modelos sobre dicho tema. Además del modelo de Tinto Clelia Pineda Báez considera otros 5 modelos, los cuales son: Modelo de Spady (1970), modelo de Fishbein y Ajzen (1975), modelo de Ethington (1990), modelo de Bean (1983) y el modelo de Pascarella y Terenzini (1991) [3].

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el diseño de estrategias que reduzcan los niveles de deserción dentro del Tec Nacional se ha definido la metodología mostrada en la figura 1.

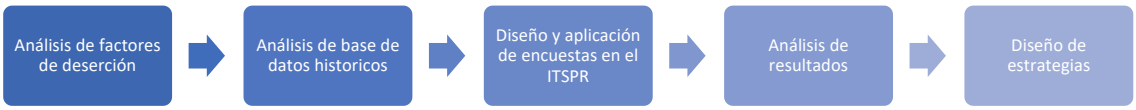


Figura 1. Metodología empleada [4].

Fase 1: Análisis de factores de deserción

En esta primera parte se consultó en fuentes confiables como lo es el INEGI sobre las causas y los factores a nivel nacional que provocan la deserción en el nivel universitario, así como los porcentajes correspondientes a cada uno de ellos.

Fase 2: Análisis de base de datos históricos

En esta fase se consultó la base de datos correspondiente al ITSPR sobre las causas por las cuales desertan los alumnos dentro de esta institución, cuyos datos abarcaban desde el año 2015 hasta el año en curso, y se identificaron aquellos que más afectan a la población del ITSPR. De la misma manera se consultó en la página del INEGI para identificar los factores a nivel Guanajuato y nacional.

Fase 3: Diseño y aplicación de encuestas en el ITSPR

Una vez que se habían identificado los factores más comunes de deserción en el ITSPR se diseñó una encuesta en base a los mismos, la cual se aplicó a 30 alumnos de la institución que se encuentran cursando el 2°do y 4°to semestre. El número de encuestas aplicadas se seleccionó de acuerdo al teorema del límite central, el cual indica que para que una muestra tenga resultados confiables esta debe ser mínimo de 30.

Fase 4: Análisis de resultados

En este punto se recopilaron los resultados obtenidos de las encuestas aplicadas para que permitieran identificar los factores más relevantes que conllevan a la deserción interna del ITSPR, así también como reconocer aquellos alumnos que son vulnerables de desertar.

Fase 5: Diseño de estrategias

En esta última fase, teniendo el conocimiento de los factores más relevantes de deserción dentro del ITSPR y de estrategias aplicadas en otras instituciones se diseñó una estrategia que permita reducir los niveles de deserción dentro del Tec Nacional.

IV. RESULTADOS

Fase 1

De acuerdo a los datos generados por el censo de población realizado por el INEGI en el año 2000, las causas de la deserción universitaria más comunes son:

- ✓ Causas personales, que incluyen a aquellos individuos que no les gusto o no quisieron estudiar.
- ✓ Causas económicas, que agrupan a los alumnos que por falta de dinero o porque tenían que trabajar tuvieron que abandonar sus estudios.
- ✓ Causas escolares, las cuales indican que los alumnos no continuaron con sus estudios debido a que la escuela estaba muy lejos o no había.
- ✓ Causas familiares, que incluye a los alumnos que ya no estudiaron por falta del apoyo familiar, porque ya no los dejaron o porque tenía que apoyar en las tareas del hogar.
- ✓ Causa de matrimonio y unión, en la cual se incluyen aquellos estudiantes que debido a que decidieron unir sus vidas con una pareja ya no continuaron sus estudios.
- ✓ Otras causas, estás se pueden deber a diversas circunstancias entre las cuales se pueden incluir los servicios brindados por la institución, la capacidad de entendimiento en los temas abordados, entre otras.

De acuerdo al INEGI en la encuesta nacional del 2015, del 100% de estudiantes en el territorio nacional, sólo el 18.6% de ellos son pertenecientes al nivel superior.

Fase 2

Una vez conocidos los factores y su descripción a nivel nacional se consultaron en la página del INEGI los factores que afectan a nivel Guanajuato, estos son: económico en primer lugar, personal en segundo lugar, no especificado en tercer eslabón, termino sus estudios es el cuarto lugar, matrimonio y unión en quinto lugar, familiar como sexta causa, escolar y otras causas como la última causa, los cuales se muestran en la figura 2.

De forma más específica existen factores de deserción dentro del ITSPR de acuerdo a la base de datos proporcionada por el departamento de tutorías que abarca del año 2015 hasta la fecha actual, para alumnos de primer y tercer semestre. Estos factores que influyen directamente en el abandono escolar para alumnos de primer semestre se enumeran a continuación en orden de relevancia:

1. Escolaridad de padre.
2. Escolaridad de madre.
3. Tiene padre.
4. Tiene madre.

Las variables para el tercer semestre difieren un poco a las de primer semestre, siendo las variables que afectan las que se enumeran a continuación:

1. Escolaridad de padre.
2. Escolaridad de madre.
3. Donde vivirás durante el transcurso del estudio.
4. Estado civil.

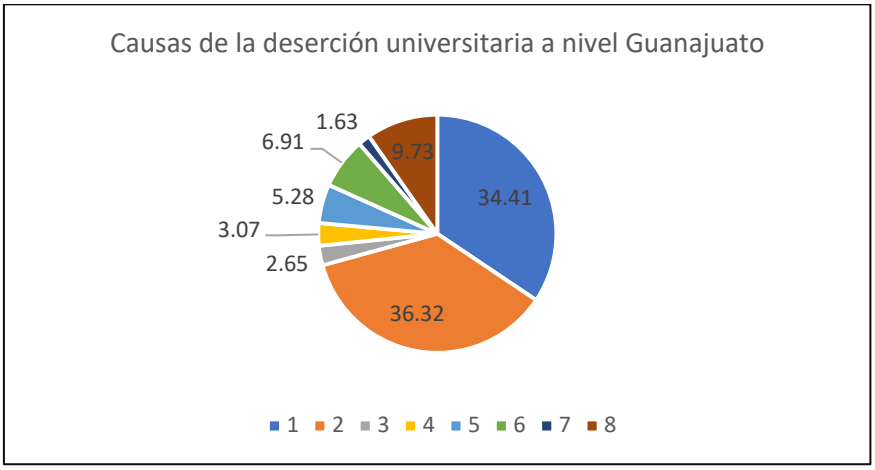


Figura 2. Causas de deserción universitaria a nivel Guanajuato [4].

Fase 3 y 4

Teniendo en cuenta los antecedentes de deserción dentro del ITSPR se diseñó una encuesta de 12 preguntas la cual se aplicó a 30 alumnos de la institución. En las figuras 3, 4 y 5 se muestran los resultados sobre los puntos más relevantes de la encuesta.

V. DISCUSIÓN

En base a la investigación aplicada se realizó una propuesta con estrategia para reducir el índice de deserción, para reducir los niveles de abandono escolar dentro del Tecnológico Nacional de México.

1. Como primera medida deben considerarse y recolectar toda la información disponible sobre los antecedentes de abandono escolar en todas las extensiones del tecnológico.
2. En segundo lugar, de acuerdo a las causas más factibles por las cuales los alumnos del tec abandonan la escuela, con el apoyo de pedagogos debe diseñarse una encuesta para detectar a aquellos alumnos que se encuentran más vulnerables de desertar y enfocarse más en ellos.
3. Como tercer punto, se propone brindar platicas por parte de pedagogos y maestros para motivar a los alumnos a cumplir con su objetivo.
4. En cuarto lugar, se establece integrar a todos los alumnos por medio de dinámicas de que permitan fortalecer su capacidad de comunicación y los ayude a desarrollar su capacidad de liderazgo.
5. Como quinto punto se recomienda crear grupos de estudio integrándolos multidisciplinariamente en donde cada uno de los alumnos domine una materia y puedan apoyarse unos a otros para no rezagarse.

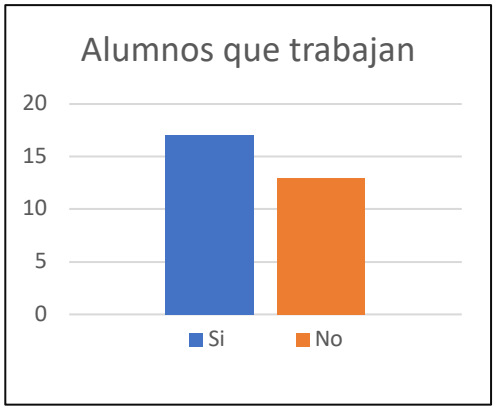


Figura 3 Alumnos que trabajan [4].

Figura 4 Calidad del servicio brindado por la escuela [4].

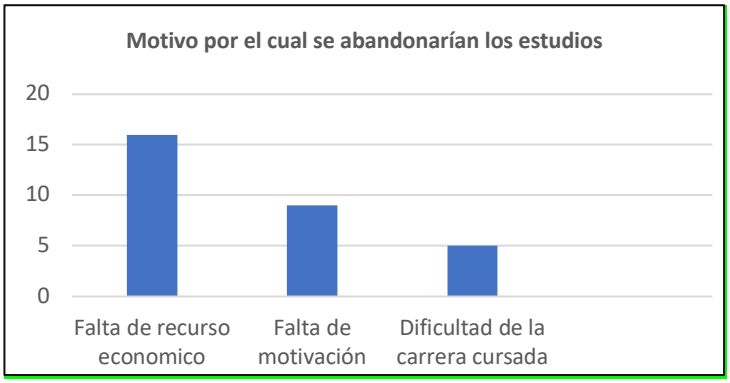


Figura 5 Motivo por el cual el alumno abandonaría la escuela de acuerdo a la encuesta aplicada a los alumnos del Tec Purísima [4].

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente proyecto se abarcó el tema de la deserción desde diferentes perspectivas, y se dio a conocer los principales factores que afectan a los estudiantes universitarios enfocándose principalmente en los alumnos de ITSPR. Es importante conocer cuáles son las causas principales que afectan a los alumnos del tecnológico para que esta información permita crear estrategias adecuadas que reduzcan los niveles de deserción, así también es relevante utilizar el apoyo de las tecnologías actuales que faciliten manejar las estadísticas de datos sobre la deserción y tener el conocimiento sobre softwares específicos y especializados que arrojen resultados confiables que permitan focalizar los esfuerzos en los puntos clave que requieren ser atacados.

VII. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi reconocimiento a los profesores Nayeli Montalvo Romero y Aarón Montiel Rosales por su apoyo y seguimiento durante la realización de este proyecto, así como al área administrativa y departamento de tutorías del Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón por la información proporcionada.

REFERENCIAS

[1] U. P. Veracruzana, «La deserción escolar en México,» *Universidad Pedagogica Veracruzana,* 20

[2] M. G. Zúñiga Vázquez , La deserción estudiantil en el nivel superior, causas y soluciones, Méxicc Trilla, 2006.

[3] C. Pineda Baéz , La voz del estudiante: el éxito de programas de retención universitaria, Universi de La Sabana, 2010.

[4] P. Elaboración.

Redistribución de planta en la empresa Cervecero del Bajío S.P.R. de R.L.

José Antonio Contreras Hernández.
Instituto Tecnológico Superior de Abasolo
Blvd. Cuitzeo de los Naranjos No. 401 Col. Cuitzeo de los Naranjos Abasolo, Gto.
contrerashcaj@gmail.com

Asesora: Fátima Daniela Pérez Rivera.
Instituto Tecnológico Superior de Abasolo
Blvd. Cuitzeo de los Naranjos No. 401 Col. Cuitzeo de los Naranjos Abasolo, Gto.
fatima.perez@tecabasolo.edu.mx

Resumen — La empresa Cervecero del Bajío S. P. R. de R. L. dedicada a la fabricación de cerveza, ha presentado problemas en el que destaca las largas distancias de una estación a otra y la mala utilización de espacios, lo que provoca incomodidad en los trabajadores debido a que los materiales y productos se acomodan en el suelo de la planta distribuyéndose en cualquier lugar ocasionando pérdida de tiempo y distancia en el proceso productivo. La siguiente investigación, mediante la metodología SLP (Systematic Layout Planning), ayuda a la empresa a obtener buenos resultados, obtener una mejor organización en planta, mejor flujo de materiales, mejorar sus tiempos de producción y minimizar distancias.

Palabras clave — Distribución de planta, Metodología SLP, Organización.

Abstract — The company Cervecero del Bajío SPR de RL dedicated to the manufacture of beer, has presented problems in which it highlights the long distances from one station to another and the misuse of spaces, which causes discomfort in the workers because the materials and products are accommodated on the floor of the plant distributed anywhere causing loss of time and distance in the production process. The following investigation, using the SLP (Systematic Layout Planning) methodology, helps the company to obtain good results, obtain a better plant organization, better material flow, improve production times and minimize distances.

Keywords — Plant distribution, SLP Methodology, Organization

I. INTRODUCCIÓN

La distribución de planta implica, la disminución de distancias, la ordenación de espacios necesarios para movimiento de material, almacenamiento y equipo, todo esto con el objetivo de integrar los factores que integran el proceso productivo y obtener una buena distribución (Garcia, 2005, pp. 9 - 10). La misión entonces del diseñador, es encontrar esa ordenación de áreas de trabajo para conseguir, entre muchos de los objetivos, la utilización efectiva de todo el espacio, mejor circulación de espacio a través de la planta y movimiento de material según la distancia mínima. La empresa Cervecero del Bajío presenta problemas de recorridos muy largos de una estación a otra, tiempos prolongados, actividades innecesarias y mal uso del espacio disponible en planta. Esta investigación pretende, implementar la metodología SLP para lograr eliminar los inconvenientes en la empresa, mejorar la circulación dentro de la planta y utilizar de manera efectiva todo el espacio disponible y principalmente reducir al mínimo las distancias de una estación a otra.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Metodología SLP

La metodología SLP (Systematic Layout Planning), es un procedimiento sistemático multi criterio desarrollado por Richard Muther. Este modelo reúne las ventajas de las

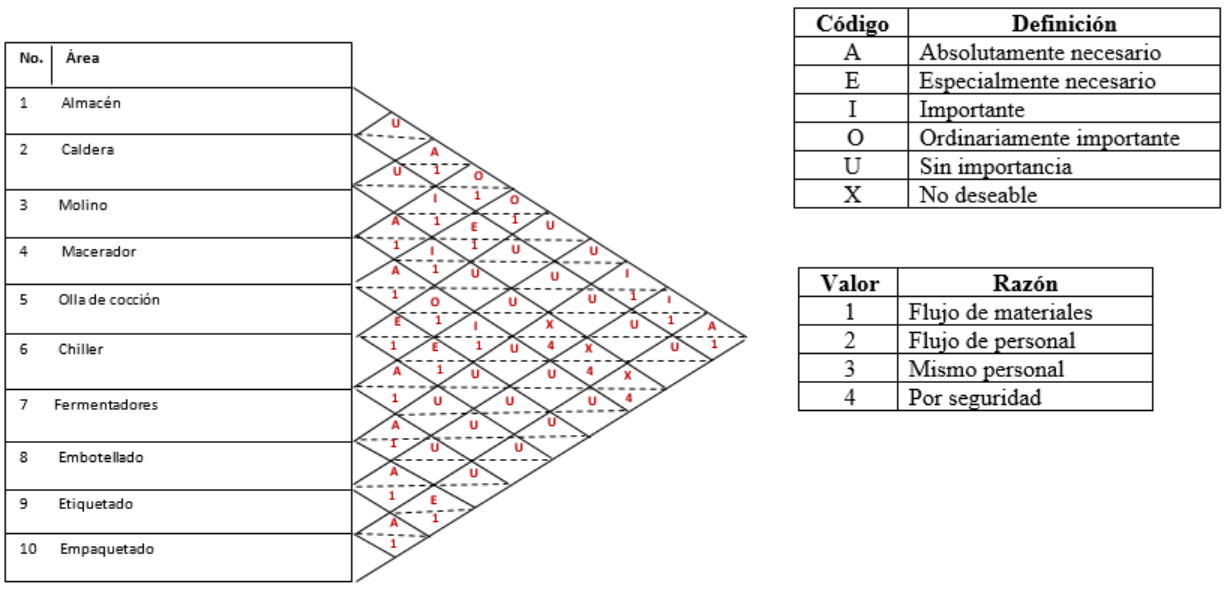
aproximaciones metodológicas de otros autores en estas temáticas e incorpora el flujo de los materiales en el estudio de la distribución, organizando el proceso de planificación total de manera racional y estableciendo una serie de fases y técnicas que, como el propio Muther describe, permiten identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos. (Fernandez, 2017, pp. 14-15)

La metodología SLP consta de cuatro fases que se producen en secuencia, estas fases son: Localización, Plan de distribución general, Plan de distribución detallada e Instalación. Para obtener mejores resultados y según el autor, “cada fase debe solaparse una de sobre otra” (Garcia, 2005, pp. 9-10). Para el desarrollo de la metodología, el material específico fue un flexómetro de 8 mts. un bicolor, un cronometro y cinta masking.

Paso 1: Análisis producto-cantidad. Se elabora un gráfico donde se representa la cantidad mensual producida donde las abscisas corresponden a los productos elaborados y las ordenadas representan la cantidad producida.

Paso 2: Análisis del recorrido de los productos (flujo de producción). Se determina la secuencia y la cantidad de movimientos del producto por las diferentes operaciones durante su procesado, para ello se elabora un diagrama descriptivo del flujo de materiales. Este proporciona un punto de partida relevante para el planteamiento de la distribución y posteriormente se elabora un diagrama de recorrido.

Paso 3: Análisis de relación entre actividades. El diagrama de relación de actividades o de análisis de afinidades, muestra las relaciones de cada departamento, oficina o área, con cualquier otro departamento. Gracias a este, se logra determinar la importancia entre dichas áreas. Se logra determinar también, la intensidad de las relaciones encontradas y se plasma la necesidad de proximidad entre ellas; considerando además de la circulación del material, aspectos tales como la seguridad organización de la mano de obra y el control del proceso.



Código	Definición
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente necesario
I	Importante
O	Ordinariamente importante
U	Sin importancia
X	No deseable

Valor	Razón
1	Flujo de materiales
2	Flujo de personal
3	Mismo personal
4	Por seguridad

Fig. 1. Análisis relación de actividades

Paso 4: Desarrollo del diagrama de relaciones de las actividades. Se realiza un diagrama de relación de actividades, donde cada área se representa mediante un cuadrado y en cada esquina se coloca el número de área con la cual tiene alguna cercanía, en la parte central se ubican las relaciones no deseables mientras que aquellas marcadas con la letra U no se toman en cuenta puesto que no tienen relevancia. Dicho diagrama se utiliza con la finalidad de plasmar gráficamente las relaciones encontradas en la tabla de relación.

Fig. 2. Relación de actividades

Paso 5: Análisis de necesidades y disponibilidad de espacios. Se debe realizar una previsión tanto de la cantidad de superficie como como de la forma del área destinada a cada actividad. El espacio requerido por una actividad no depende únicamente de factores inherentes a sí misma, sino que puede verse condicionado por las características del proceso productivo. Se realiza en una tabla que indica el lugar en mts² que ocupa cada área de la empresa.

Tabla 1. Análisis de necesidades y disponibilidad de espacios.

No.	Ubicación	Área en mts²
1	Almacén de materia prima y producto terminado	25.905
2	Molino	0.391
3	Caldera, macerador y olla de cocción	43.47
4	Fermentadores	28.3398
5	Chiller	11.622
6	Tinacos de agua	26.7528
7	Almacén de herramienta y purificador	21.0537
8	Baños	5.01
	Total	162.5443

Paso 6: Diagrama de relación de espacios. Dicho diagrama representa mediante cuadros el tamaño real requerido por cada área o departamento.

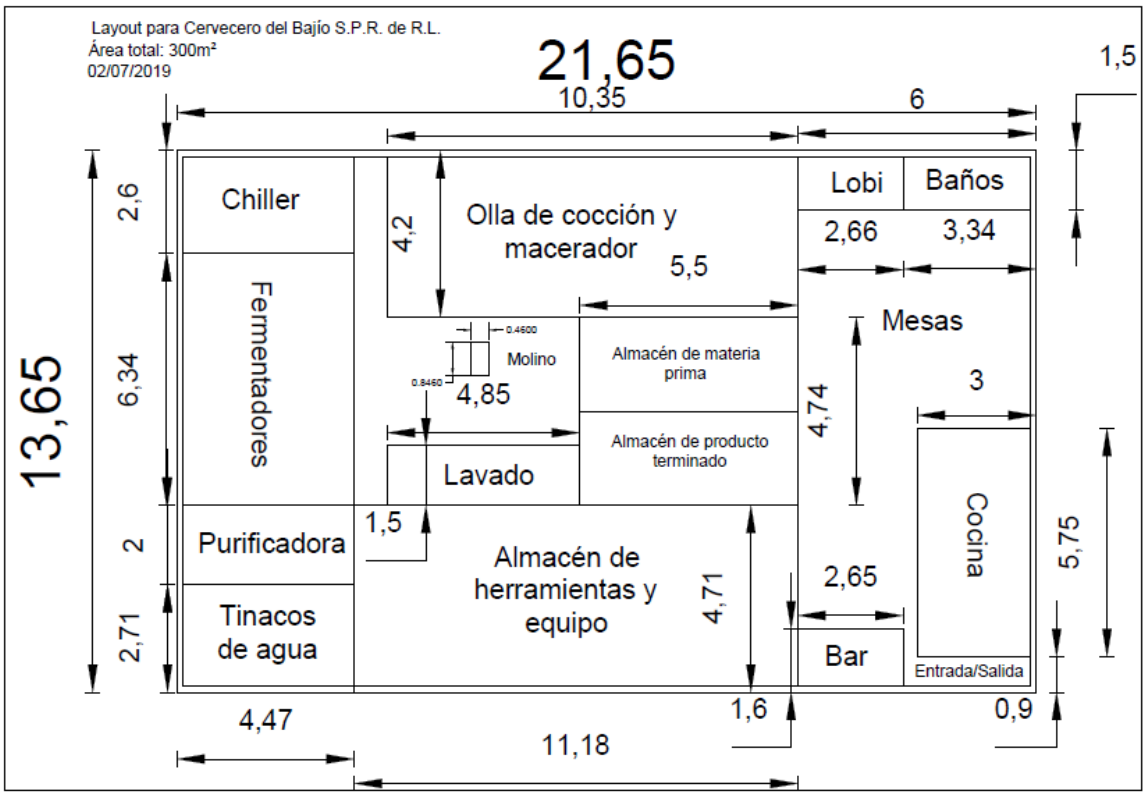


Fig. 1. Layout para la empresa Cervecero del Bajío

Paso 7: Evaluación de las alternativas de distribución y selección de la mejor distribución.

III. RESULTADOS

La distribución con la que contaba la empresa no utilizaba de manera correcta todo el espacio disponible, lo que provocaba distancias más extensas y por tanto tiempos más prolongados. Ahora la planta de la empresa utiliza mayor espacio disponible, las distancias son menores y el tiempo es mucho menor, la siguiente tabla muestra la comparación de la distribución antigua con la distribución actual.

Tabla 2. Comparación de distribución

DISTRIBUCIÓN ANTIGUA			
Espacio utilizado	%	**Distancia**	**Tiempo**
242.5293 m²	82.068	26.05 m	94.79 seg.
DISTRIBUCIÓN ACTUAL			
Espacio utilizado	%	**Distancia**	**Tiempo**
280.34846 m²	94.8653	5.24 m	30.31 seg.

A continuación, se muestran el aspecto de antes y después de la implementación de la distribución mediante la metodología SLP.

Fig. 5. Antes de la implementación.

Fig. 6. Después de la implementación.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

La distribución ahora permite la utilización del espacio - considerando el espacio actual y el espacio disponible y mediante un cálculo simple de regla de 3 - en un 94%, que mejora el proceso de elaboración en cerveza en general, además la organización toma en cuenta todos los factores que influyen en una distribución de planta como: materiales, maquinaria, mano de obra, movimiento, esperas, cambios, y gracias a esta investigación ahora son mínimos los tiempos de fabricación, las distancias son cortas debido a que las máquinas y materiales están enseguida uno de otros.

IV. CONCLUSIÓN

La distribución de planta consiste en la ordenación física de los factores y elementos industriales que participan en el proceso productivo de la empresa y debido a los tiempos prolongados y las distancias extensas presentes en el proceso productivo de la empresa, se ha implementado la metodología SLP para determinar espacios y posición de diversos elementos que integran ese proceso. Una mala organización del espacio implica inversión de tiempo y esfuerzo, desorden en planta, inactividad etc.

La investigación realizada, ahora permite a la empresa producir en un tiempo mínimo y en distancias cortas, ha organizado su planta de manera satisfactoria utilizando hasta un 94% del área, elimino la congestión de materiales y contribuye satisfactoriamente a la consecución de los fines fijados por la empresa.

V. AGRADECIMIENTO

Agradezco el trabajo y esfuerzo que dedico mi asesora y maestra, así como la confianza para hacer de esto, no solo un trabajo de investigación, sino, además, una experiencia de aprendizaje.

REFERENCIAS

[1] Martínez, A. M. (2012). Aplicación de Simulación y SLP en la Empresa La Vieja Molienda de Santa Maty Para Mejorar la Distribución de sus Componentes y el Uso de los Espacios. *Revista de la Ingeniería Industrial* , 29- 50.

[2] Muther, R. (1968). *Planificación y Proyección de la Empresa Industrial* . Barcelona, España: Editores Técnicos Asociados S.A. 147-152.

[3] Rodríguez, H. C. (2009). Distribución de Planta Bajo el Diagrama Adimensional de Bloques. *Congreso de Investigación de Academia Journals*, 16- 21.

[4] Salazar, A. F. (2010). Propuesta de Dsitribucion en Planta Bietapa en Ambientes de Manufactura Flexible. *Revista EIA*, 161- 175.

[5] Urbina, G. B. (2014). *Introducción a la Ingeniería Industrial.* México, D. F: Grupo Editorial Patria, 226 - 233.

Reducción de defectos en perfiles mediante la identificación de las variables de proceso que afectan la calidad del producto (A)

Emigdio Alain Hernández de la Cruz
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Barranquilla S/N, Guadalupe,
25750 Monclova, Coah.
alain9701@gmail.com

Asesor: Rumualdo Servín Castañeda
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Barranquilla S/N, Guadalupe,
25750 Monclova, Coah.
romualdoservinc@prodigy.net.mx

Resumen — En este trabajo se presenta el estudio de un proceso de laminación en caliente enfocado en el análisis termo-mecánico utilizando el método de elementos finitos (FEM) que puede ser utilizado para mejorar el diseño, reducir los defectos, desarrollar aceros con diferentes características y evaluar las fases de desbaste y acabado en la producción de planchas y láminas calculando la distribución de temperatura y tensión en el rodillo y la placa mediante la simulación que se traducirá en un gran ahorro de tiempo y dinero para la industria. Las principales hipótesis adoptadas en la formulación son: el comportamiento elasto-plástico del material y el rolado bajo condiciones de deformación plana. Durante las simulaciones se permite la variación de las condiciones de carga, como el calor producido por la fricción entre la placa y el rodillo y como afecta en el producto final.

Palabras clave — Termo-mecánico, Elasto-plástico, Laminación.

Abstract — This paper presents the study of a hot rolling process focused on thermo-mechanical analysis using the finite element method (FEM) that can be used to improve the design, reduce defects, develop steels with different characteristics and evaluate the phases of roughing and finishing in the production of plates and sheets by calculating the distribution of temperature and tension in the roller and the plate by means of the simulation that translates into a great saving of time and money for the industry. The main hypotheses raised in the formulation are: the elastoplastic behavior of the material and the rolling under conditions of flat deformation. During the simulations the variation of the load conditions is allowed, such as the heat produced by friction between the plate and the roller and as an affectation in the final product.

Keywords — Thermo-mechanical, Elasto-plastic, Hot rolling.

I. INTRODUCCIÓN

Durante el laminado en caliente el material se deforma plásticamente a temperaturas superiores a la temperatura de recristalización. Cada soporte tiene un espacio definido por la distancia entre la superficie de los rodillos, logrando el ancho final de la placa.

Los fabricantes de acero han mostrado un creciente interés en el mercado de laminación con alto rendimiento en términos de características mecánicas y confiabilidad, además, la laminación en caliente tiende a obtener mayor calidad con menores costos de producción al actuar sobre la composición química del acero y sobre todo, sobre algunos parámetros que establece el proceso de laminación como temperatura de la placa, tiempos de enfriamiento, velocidad de laminación, porcentajes de reducción en cada soporte, con estas variables es posible controlar su microestructura, aumentando las posibilidades de obtener acero con las características más adecuadas, Por ejemplo, mejorar las propiedades de resistencia del acero, variar de dúctil a quebradizo durante la temperatura de transición en el rolado, se

podrían desarrollar estructuras de dos fases (ferritico – martensitico) para mejorar la conformabilidad en frio de materiales característicos.

Se han propuesto varios enfoques para simular el proceso para predecir la estructura final del material y está ligada a la tensión, velocidad de deformación y el ciclo térmico, aplicando este simulador se logra un gran ahorro de tiempo y por lo tanto económico de la industria acerera ya que se evitan las pruebas que no cumplan con los requerimientos necesarios asi como también significa un gran avance para las próximas generaciones de la industria acerera ya que se podrán simular una gran cantidad de variables que ocurren en el proceso de laminación con la posibilidad de desarrollar el material deseado para cada cliente.

El método de elementos finitos es unas herramientas eficaces para este propósito; las deformaciones y los intercambios térmicos durante el rolado son complejas y el enfoque con las teorías clásicas pueden dar información necesaria para diseñar y controlar un proceso. Muchos modelos desarrollados que utilizan el FEM se han propuesto, sin embargo, difieren con respecto al tipo de análisis transitorio en estado estable, el tipo de formulación o la técnica de solución.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

En formulación de un modelo de proceso rodante, es necesario considerar la interacción térmica y los fenómenos mecánicos. La ley constitutiva del comportamiento del material está vinculada a la temperatura de rolado así como a la fricción y al desgaste. En el enfoque indirecto, el fenómeno mecánico y el térmico se correlacionan en secuencia, aplicando los resultados del modelo térmico como condición límite para el modelo mecánico. En el enfoque de solución directa, la distribución de temperatura se obtiene simultáneamente con el campo de velocidad.

El modelo de simulación realiza un análisis transitorio en deformación plana, teniendo en cuenta el rodillo y la placa de contacto, la transferencia de calor debido a la conducción y convección en los rodillos y la placa causado por la deformación plástica y por fricción establecen la geometría y las condiciones de contorno como funciones de los principales parámetros.

Las características termo físicas y mecánicas de los materiales de rolado y placa como la conductividad térmica, el calor especifico y la curva de tensión de flujo del material se dan como funciones de la temperatura.

La geometría inicial no deformada resalta en la fig.1(a) y con más detalle en la fig.1 (b) en contacto con la interfaz de la placa esquematizada con elementos 2D, fueron posicionados en zonas de contacto potenciales llamadas contacto superficial y contacto con el objeto pasando más allá de la circunferencia externa del rodillo.

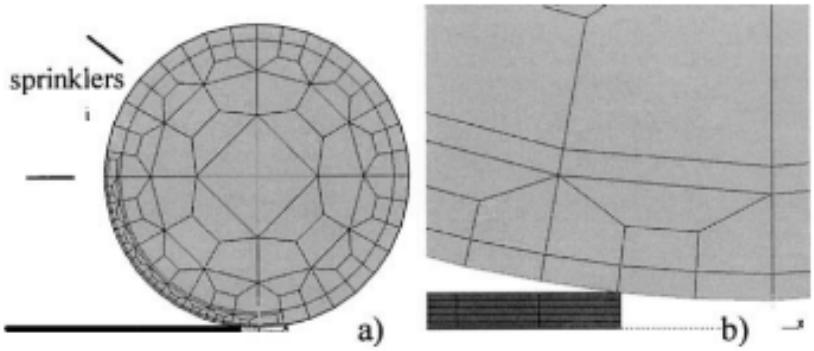


Fig. 1. Malla adaptada para el rodillo y la placa.

El comportamiento del material de trabajo se ha hipotetizado como del tipo elasto-plástico con endurecimiento isotrópico bilineal. Para temperaturas inferiores a la temperatura de recristalización, el límite elástico y la pendiente de endurecimiento lineal se han considerado funciones de la temperatura de rolado; para temperaturas más altas, la curva de deformación por tensión se ha hipotetizado independientemente de la deformación, mientras que la tensión del flujo bajo se obtiene como:

$$\sigma = C(T)\,\dot{\varepsilon}^{m(T)} \tag{1}$$

La tasa de deformación se calcula con un valor promedio en la zona de deformación como:

$$\dot{\varepsilon} = \left[\frac{v}{\sqrt{R(h_i - h_f)}}\right] \ln\left(\frac{h_i}{h_f}\right) \tag{2}$$

donde las constantes C(T) y m(T) dependen del material y la temperatura.

III. RESULTADOS

La influencia de la velocidad de rotación del rodillo resalta que la temperatura de la placa se incrementa cuando la velocidad del rodillo aumenta, debido al calor generado durante la deformación plástica.

La difusión térmica en la interfaz de la placa de rodillos y la convección en la zona de rociadores tiene efectos importantes en el resultado de la simulación. El modelo se ha desarrollado utilizando un enfoque paramétrico, no solo para los parámetros geométricos del proceso como la velocidad de laminación, el radio de laminación, el grosor inicial y final de la placa, sino también para la estructura termo física y estructural. Los primeros parámetros están vinculados a la temperatura de la placa mientras que los segundos están relacionados con la tasa de deformación promedio.

El rollo tiene un radio de 120 mm y una velocidad de rolado de 3.8 rmp. La placa a partir de un tamaño inicial de 19 mm tiene un grosor a reducir de 21.3%, las temperaturas iniciales son las de 830 °C en la superficie. El acero se considera bajo en carbono (0.1% C, 0.55%

Mn , 0.1% Cr) La figura 3 muestra la deformación de la placa y el equivalente del rolado de la placa.

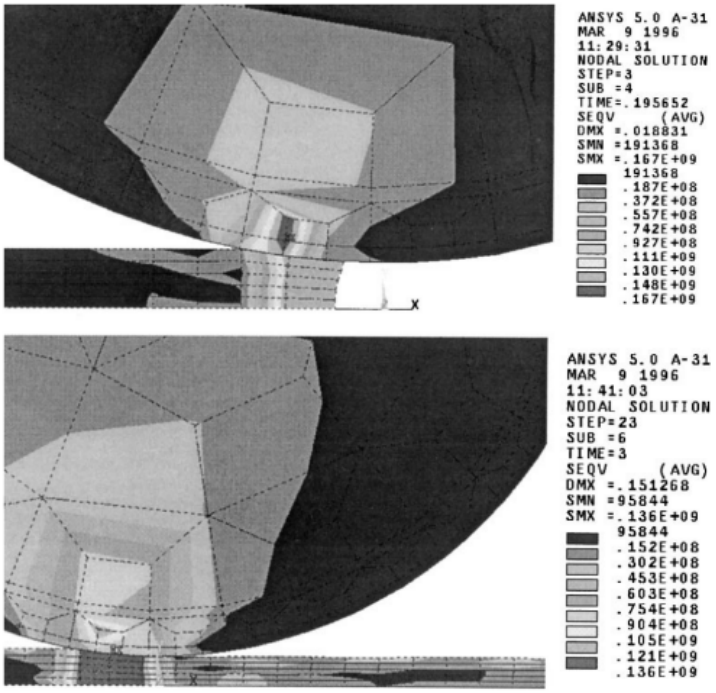


Fig. 3. Deformación y tensiones equivalentes (N / m2) en la placa durante la fase de entrada y después de 3 s (vr 3.8 rpm)

IV. CONCLUSIONES

En este proyecto se propuso la investigación de las distintas variables que pueden afectar el producto en laminación en caliente, con el fin de aplicarlo en la industria ya que estos defectos provocan pérdidas millonarias. Con el uso de la tecnología es posible simular los procesos de laminación y con ello modificar las variables, teniendo la oportunidad de modificar las variables que ocurren durante el proceso de laminación y con ello evitar defectos, modificar las características del acero dependiendo de las especificaciones del cliente, en este caso estudiamos las variables termo mecánicas como temperatura, velocidad y tensiones a las que son sometidas las placas de acero. Con estas simulaciones es posible optimizar el proceso, incrementando su producción y evitar defectos en los productos. En conclusión, con el uso de la tecnología de simulación se abre un nuevo panorama para las futuras generaciones de la industria acerera ya que tienen la posibilidad de modificar las variables que ocurren durante el proceso de laminación.

V. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi reconocimiento a la Universidad Autónoma de Coahuila por la oportunidad de participar en actividades de investigación ya que estas amplían nuestros conocimientos y

despiertan nuestro interés para seguir estudiando. También a mi asesor por darnos a conocer a nivel industrial la finalidad de este proyecto

REFERENCIAS

[1] L.M. Galantuccia, 1, L. Tricaricob, “Thermo-mechanical simulation of a rolling process” With an FEM approach Journal of Materials Processing Technology 92-93 (1999) 494-501 [consultado en 2019].

Reducción de defectos en perfiles mediante la identificación de las variables de proceso que afectan la calidad del producto (B)

Raymundo Alejandro Medel Ramos
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad De Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Barranquilla S/N, Guadalupe, 25750 Monclova, Coahuila
Raymundo.medel@hotmail.com

Asesor: Rumualdo Servín Castañeda
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad De Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Barranquilla S/N, Guadalupe, 25750 Monclova, Coahuila
rumualdo.servin@aceroteca.com

Resumen — La laminación en caliente es el principal proceso de conformado del acero, es aplicable para laminación plana y no plana tales como perfiles estructurales ligeros y pesados; dentro de las principales variables que tienen relación directa son las fuerzas de rolado, la cual se incrementa de 12.18 Mega Newton a 30.45 Mega Newton, mientras que la temperatura baja de 1200 °C a 936 °C conforme se incrementan los pases de laminación de 1 a 11; este mismo efecto se observa con los cambios dimensionales cuando en los primeros pases de laminación los porcentajes de reducción son mayores de 10% y en los pases finales tan solo el 2%, sin embargo, la longitud del producto rolado se incrementa más en los últimos pases que en los primeros.

Palabras clave — Laminación en caliente , Perfiles estructurales, Variables principales.

Abstract — Hot rolling is the main steel forming process, it is applicable for flat and non-flat rolling such as light and heavy structural profiles; Among the main variables that have a direct relationship are the rolling forces, which increases from 12.18 Mega Newton to 30.45 Mega Newton, while the temperature drops from 1200 ° C to 936 ° C as the rolling passes increase from 1 to 11; this same effect is observed with the dimensional changes when in the first rolling passes the reduction percentages are greater than 10% and in the final passes only 2%, however, the length of the rolled product is increased more in the last you pass in the first.

Keywords — Hot Rolling, Structural profiles, Main Variables.

I. INTRODUCCIÓN

Mediante laminación se modifica a formas comerciales el acero proveniente de lingoteras o de colada continua. Algunas de estas formas son aptas para su empleo directo (Perfiles, Soleras, Barras…). Otras, tienen que sufrir modificaciones adicionales como es el caso de la hoja lata y alambre. Los perfiles al ser laminados sufren defectos de muchos tipos afectando su calidad, en la laminación están presentes muchas variables a considerar por consiguiente conviene tener en cuenta las principales variables para la obtención de un producto de calidad.

II. MARCO TEÓRICO

Producción de acero: Un material clave para la laminación es el acero a utilizar ya que tiene que ser lo suficientemente dúctil para soportar la deformación, La forma de obtención del acero puede ser variada ya que se puede partir desde minerales o de chatarra después de esto va en el alto horno donde se funde hasta obtener arrabio donde después pasa a un

proceso de refinamiento y de ahí se parte hacia la producción de lingotes o a colada continua, donde se obtiene un planchón y después pasar a un molino de perfiles estructurales.

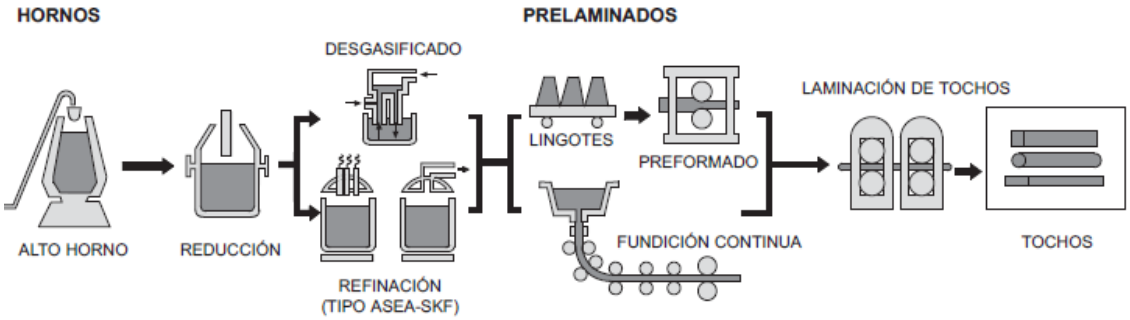


Fig. 1. Proceso para la obtención de acero [1]

Molinos de laminación: En su forma más elemental, un laminador está constituido por dos o más cilindros que giran en sentidos contrarios entre sí. La distancia entre las superficies cilíndricas enfrentadas es siempre menor que el espesor inicial de la placa o planchón, por lo que éste, al pasar entre los dos cilindros se aplasta y se alarga proporcionalmente a la reducción de sección. Durante el trabajo, el planchón queda sometido a la acción de una fuerza R, normal a la superficie de contacto, es decir, según un radio del cilindro (figura 2). [2]

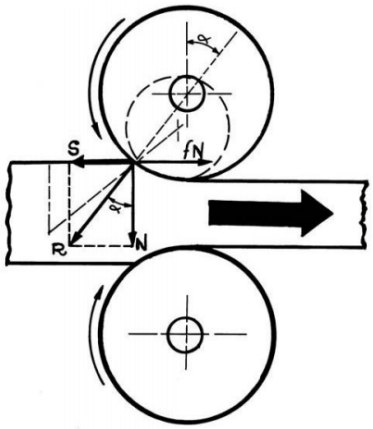


Fig. 2. Forma de actuar de un laminador [2]

Esta fuerza, que es la resultante de todas las fuerzas elementales que actúan sobre la superficie de contacto, puede descomponerse en dos. Una es la componente horizontal o de estiramiento S = R sen α, y la otra es la componente normal o de aplastamiento N = R cos α. El avance del lingote es debido al rozamiento en la superficie de contacto, por lo que es necesario, para que este avance se produzca, cumplir la desigualdad: f N > S [2]

Siendo f el coeficiente de rozamiento entre cilindro y lingote. Si se cumple esta condición, se tiene una fuerza horizontal T = f N - S que hace avanzar el lingote, mientras la componente N lo aplasta. [2]

Por efecto del aplastamiento y estirado, el metal adquiere un alargamiento de grano a nivel microscópico en el sentido de la laminación. [2]

Si se disminuye el diámetro de los cilindros, la componente S crece. Por consiguiente, para satisfacer la desigualdad enunciada anteriormente, convienen cilindros pequeños que dan estiramientos más enérgicos y absorben menos potencia; en general, el diámetro de los cilindros varía entre 40 y 60 cm. La experiencia ha demostrado que los mejores resultados se obtienen con ángulo α = 24 º. [2]

En la figura 3 se muestran en una vista espacial las fuerzas que actúan.

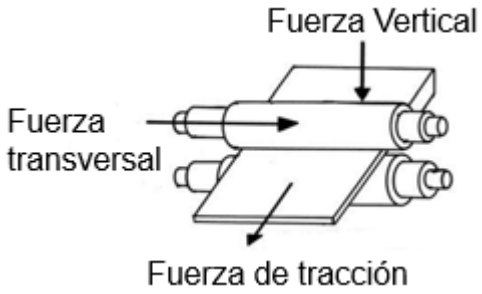
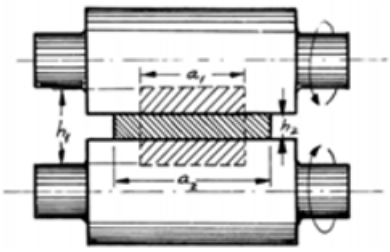


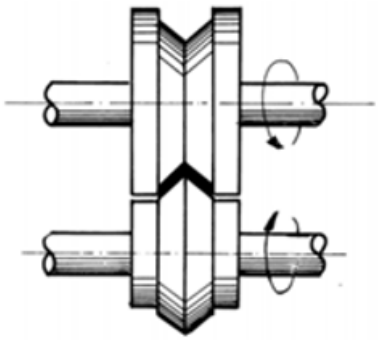
Fig. 3. Fuerzas que actúan en la laminación [2]

El lingote, bajo la acción del laminado, además de aplastarse y alargarse, se ensancha, pasando de las dimensiones primitivas (a1, h1) a las nuevas (a2, h2), (figura 4).[2]

La experiencia enseña que el efecto de ensanchamiento es notablemente menor que el de aplastamiento. Parece que el ensanchamiento no es mayor que un 0,3 o 0,4 % del aplastamiento. [2]



Forma de actuar de un laminador desbastador para chapa. Variación de espesor y achura en toda la sección de un lingote



Cilindros para perfiles angulares

Fig. 4. Cilindro de laminación [2]

El equipo elemental para laminar se conoce como “caja de laminación”. Consta de una estructura que sirve de chasis y de unos cilindros que realizan la laminación. Los componentes principales de una caja son: 1) Cilindros: Los cilindros para laminar planos son de tabla lisa, mientras que los destinados a obtener otras formas son perfilados (figura 5). Para evitar la flexión de los cilindros por efecto de los elevados esfuerzos de la componente vertical, la longitud de la “tabla” no debe superar más de 3,5 veces el diámetro. La superficie de los cilindros de laminación debe ser muy dura para reducir el desgaste. No obstante, el material debe ser tenaz, pues se ve sometido a fuertes solicitaciones dinámicas durante el trabajo. Han de ser más duros que el acero a laminar. [2]

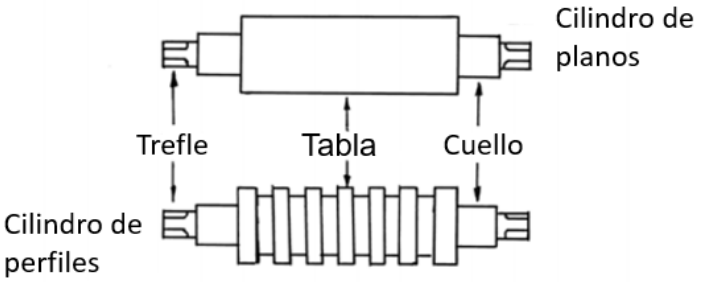


Fig. 5. Partes de un cilindro [2]

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales por utilizar son el molino de laminación y el acero.

Descripción del método de laminación: Los lingotes pasan por un proceso de descamación para después ser calentados en los hornos de precalentamiento a 1200 °C y después van a la caja forjadora, que es dúo reversible (Fig. 6.), donde se hacen 11 pases con una fuerza que va aumentando de 12.18 Mega Newton hasta 30.45 Mega Newton, terminando con 23.58 megaNewton y salen a una temperatura de 936 °C. (Fig. 7.)

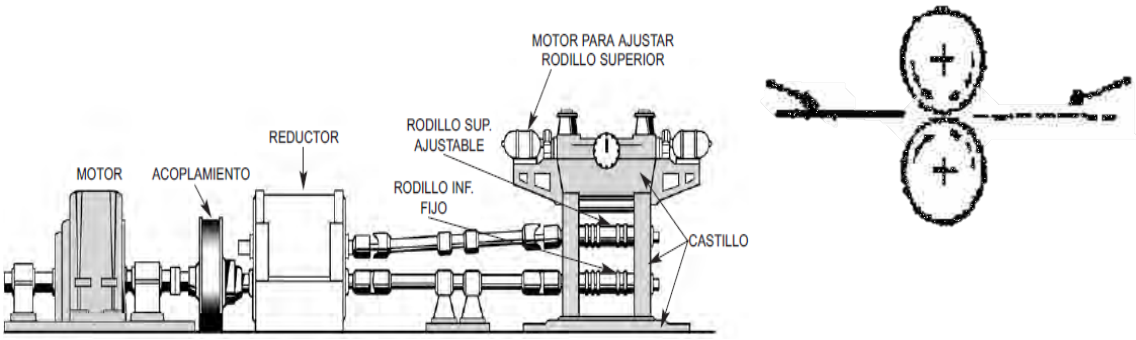


Fig. 6. Molino dúo reversible [2,3]

Después hay una sierra de disco, en la que se corta la punta y cola de la barra antes de entrar en otra caja de laminación. Los desbastes que salen de la caja forjadora continúan laminándose en una caja universal desbastadora. En ella, los cilindros horizontales laminadores son movidos por los motores de accionamiento, mientras que los canteadores verticales son locos. Posteriormente se pasa a la caja recalcadora de alas, donde se laminan los bordes de las vigas. A continuación, el material pasa a otra caja universal acabadora, en la que se le da una sola pasada. Con ello se consigue un mejor acabado superficial y llevar las alas a su posición definitiva, perpendicular al alma de la viga.[2]

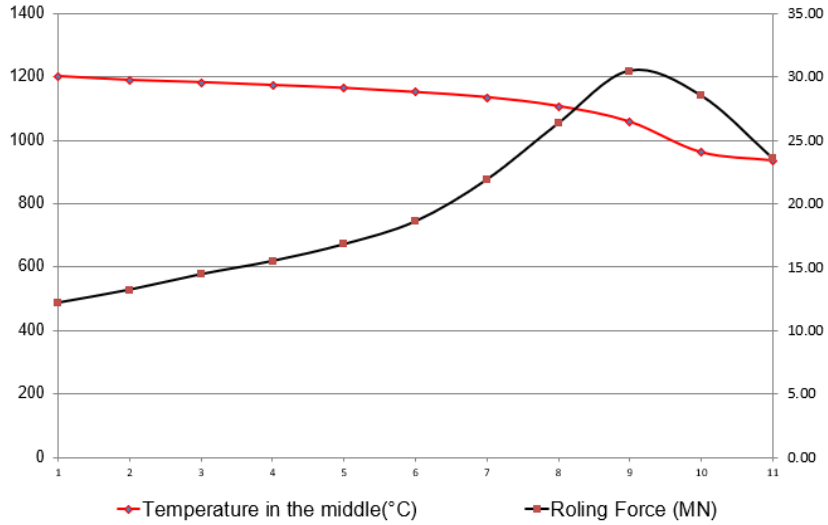


Fig. 7. Temperatura y fuerza de rolado

IV. RESULTADOS

Se obtiene un incremento en longitud que va de los 10 metros a 123 metros con un porcentaje de reducción que va del 12% al 2% (Fig. 8.)

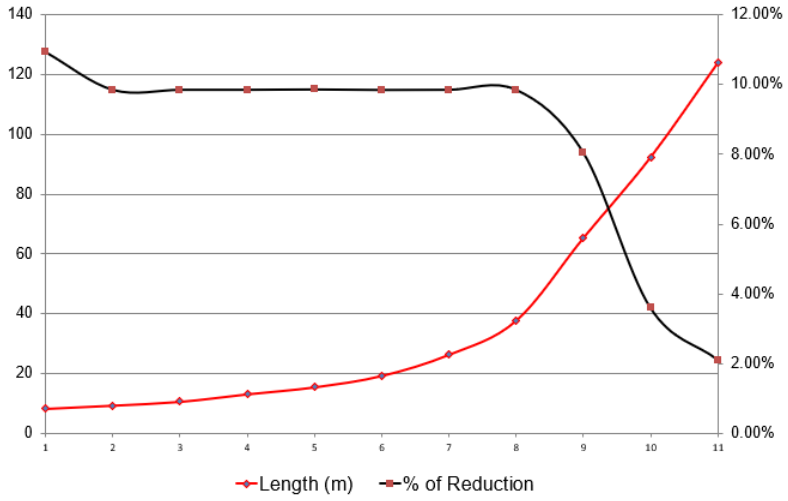


Fig. 8. Longitud y % de reducción

V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

En los primeros pases de laminación la temperatura es mayor y por lo tanto el material es más plástico, lo que quiere decir que se necesita menor fuerza de rolado para producir la deformación, además de que se pueden realizar mayores porcentajes de laminación; conforme el material se va enfiando con los siguientes pases de laminación el material va perdiendo su propiedad plástica y por lo tanto se requiere mayor fuerza de rolado para deformar el acero o en su defecto reducir el porcentaje de reducción.

Para el caso particular de análisis, en el primer pase es cuando se obtuvo el mayor porcentaje de reducción de 10.75% con la menor fuerza de rolado de 12.5 mega Newton aplicada debido a su alta temperatura de 1200 °C.

Del segundo pase hasta el octavo pase el porcentaje de reducción permaneció en 9.85% y la temperatura solo vario de 1182 °C a 1107 °C, aunque la fuerza rolado si aumento de 13 Mega Newton a 26 Mega Newton

Desde el octavo pase se aumentó la fuerza de rolado hasta el noveno desde 26.3 mega Newton hasta 30.45 mega Newton y es cuando se obtuvo un aumento considerable en longitud de 37.75 m a 65.41 m y ubo descenso en la temperatura de 1107 °C a 1058 °C y una caída en el porcentaje de reducción de 9.85% a 8.05%

Del noveno pase hasta el onceavo se disminuyo la fuerza de rolando de 30.45 Mega Newton a 23.58 Mega Newton y se obtuvo el mayor descenso de temperatura de 1058 °C a 936 °C y el mayor aumento de longitud de 65.41 m a 123.87 m en conjunto con el mayor descenso de porcentaje de reducción de 8.05% a 2.11%.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las variables de laminación son muy cambiantes y se deben de especificar en la cedula de rolado para cada producto en particular, siempre considerando la temperatura como variable critica para el proceso de laminación en caliente.

VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Le agradezco a mi profesor el Dr. Rumualdo Servín Castañeda por extender la invitación a participar en el 21° Verano de la Ciencia De la Región Centro

REFERENCIAS

[1] Ulrich Sharer S, *Procesos de Industriales: Laminación Rolado y Trefilado de Metales*, Colección cidi Tecnología. México, 2003.

[2] Jose Luis Enríquez Berciano, Enrique Tremps Guerra, Susana de Elío de Bengy, Daniel Fernández Segovia, *Laminacion* , Monografías sobre Tecnología del Acero. Parte IV. Madrid, 2010.

[3] Rumualdo Servín Castañeda, *Caracterización Y Análisis De Rodillos De Laminación En Caliente Y Frio* [PhD Tesis]. Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolas de los Garza Nuevo León, 1999.

Reducción de defectos en perfiles mediante la identificación de las variables de proceso que afectan la calidad del producto (C)

Christian Ossiel Ibarra Carrasco
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de ingeniería Mecánica y Eléctrica
Barranquilla S/N, Guadalupe,
C.P. 25750, Monclova, Coahuila
christian.ibarra.ch@gmail.com

Asesor: Rumualdo Servín Castañeda
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de ingeniería Mecánica y Eléctrica
Barranquilla S/N, Guadalupe,
C.P. 25750, Monclova, Coahuila
rumualdo.servin@aceroteca.com

***Resumen* —** En este reporte haremos una descripción del proceso de la laminación en frio en la industria siderúrgica, sus etapas principales y algunas de sus variables, las cuales están estrechamente relacionadas con las técnicas de laminación de perfiles, que a su vez tienen sus principios en la laminación en caliente. Se hablará de los principales productos y acabados que ofrece la industria con la laminación en frio y algunas de las características principales del mismo, así como sus propiedades, ventajas y desventajas. También abordaremos cómo se lleva a cabo este proceso con algunos de los métodos existentes para hacerlo lo más eficiente y apegado a los requerimientos actuales.

Palabras clave — Laminación en frio, proceso, ventajas, desventajas.

***Abstract* —** In this report we will make a description of the cold rolling process in the steel industry, its main stages and some of its variables, which are closely related to profile lamination techniques, which in turn have their principles in hot lamination. We will talk about the main products and finishes offered by the industry with cold rolling and some of its main features, as well as its properties, advantages and disadvantages. We will also talk about how this process is carried out with some of the existing methods to make it as efficient and in line with current requirements.

***Keywords* —** Cold rolling, process, advantages, disadvantages.

I. INTRODUCCIÓN

En el mundo actual constantemente se requieren diversos materiales para obtener los resultados deseados en muchos ámbitos industriales. Por lo que es de gran importancia conocer los materiales con los que contamos y sus propiedades, siendo el acero uno de los más aptos y comunes en la actualidad.

[1] Se conoce como laminación o laminado (a veces también se denomina rolado) al proceso industrial por medio del cual se reduce el espesor de una lámina de metal o de materiales semejantes con la aplicación de presión mediante el uso de distintos procesos. Por tanto, este proceso se aplica sobre materiales con un buen nivel de maleabilidad. La máquina que realiza este proceso se le conoce como laminador

[2] La laminación se usa para darle forma a los “lingotes” de acero, el cual es acero bruto que sale del horno. Existen dos tipos de lamiados, en frio y en caliente, cada uno, como su nombre lo indica, está dado por su nivel de temperatura, ya sea el caliente que se lleva a cabo a altas temperaturas (1300 °C a 900 °C) y el frio a temperaturas más bajas (De 200 °C a temperatura ambiente). Las diferencias que tienen estos procesos los hacen aptos para ciertas aplicaciones e innecesarios para otras.

En este caso en particular veremos especialmente lo que es en si el laminado en frio, ya que es un proceso necesario de entender si queremos fabricar banda de buena calidad para chapa o para hojalata.

El acero laminado en frío tiene varias propiedades que lo hacen excelente material, debido a su poca exposición al calor, es más liviano pero tiene la misma resistencia en cierta área, esto lo hace un gran material para edificaciones en las que se necesite la menor cantidad de presión originada por el peso del edificio sobre la cimentación y también lo vuelve más económico gracias a su fácil transporte ya sea a lugares lejanos fuera del área de construcción, o lugares muy altos de la edificación donde no es necesaria tanta maquinaria para su transporte.

El acero laminado en frío se obtiene al someter a las chapas laminadas en caliente a un proceso de deformación mecánica donde se logra la reducción de su espesor, una mayor aptitud al conformado y un mejor aspecto superficial.

Otra propiedad que tiene este tipo de laminado gracias a su poca exposición al calor es que no está, por así decirlo, dañado por las altas temperaturas haciendo que su durabilidad se haga mayor, porque este no se contrae, se mantiene firme durante más tiempo, y las propiedades del acero se mantienen como su nula propagación del fuego.

II. MARCO TEÓRICO

[4] El acero laminado ha sido una técnica muy útil para moldear el acero, pero este trabajo, generalmente, se hacía por medio del calor, fue hasta mediados del siglo IXX cuando el uso del laminado en frío se hizo realidad. Para los años de 1930 este tipo de laminado era algo desconocido para muchos, no se podía estandarizar y hacer especificaciones de uso como las había en el laminado en caliente. Después en 1946 se empezaron a publicar documentos acerca del laminado en frío que hicieron un poco más estandarizado su uso y aplicación. Actualmente la laminación en frio es de los principales métodos para trabajar los metales.

III. METODOLOGÍA

[5] El proceso de laminación en frio consiste de varias etapas, las cuales son: El decapado, reducción de espesor, lavado, recocido, templado y estañado (Ver fig. 1). Las cuales describiremos a continuación:

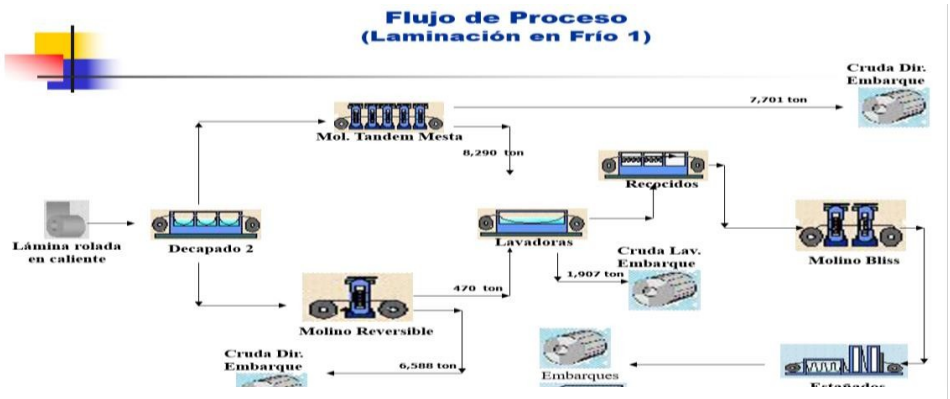


Fig. 1 - Flujo de proceso de la

1.- Decapado: El decapado es un proceso por medio del cual se elimina el óxido que se ha formado en la superficie de la cinta del rollo durante el enfriamiento en el proceso de laminación en caliente. Normalmente se emplea el ácido sulfúrico (Con concentraciones entre 8 y 25%) en los procesos de decapado de material en rollo.

Al salir la cinta del baño de la solución ácida, algunos residuos deben eliminarse por medio de la aplicación de agua limpia, después se seca la humedad para obtener una cinta seca y limpia. Toda la operación debe ser lo más rápido posible, sobre todo si la solución es caliente, para no dejar residuos o manchas. Finalmente la cinta se protege con una película delgada de aceite antioxidante, la cual, deja listo cada rollo para procesos posteriores.

2.- Reducción en Frío: Rolado en frío es un término aplicado a la operación de procesar un metal entre unos rodillos para conseguir principalmente los objetivos siguientes:

- Reducir el espesor de la chapa procesada entre un 40 a un 90 %.
- Obtener el espesor de salida uniforme, y la planitud dentro de las tolerancias.
- Obtener en la chapa propiedades mecánicas adecuadas a las aplicaciones de los productos.

Cuando al acero se le aplican cargas externas se puede producir una deformación que hasta cierto punto puede ser proporcional a la carga aplicada y cuando dicha carga es removida, la pieza vuelve a sus condiciones originales. Esta propiedad se llama elasticidad, y el máximo permitido sin sufrir deformaciones es el límite elástico.

Si se aplican cargas más altas que las que logren la deformación, se produce la ruptura del acero. A la propiedad del acero de deformarse permanentemente por el efecto de una carga entre el límite y la ruptura, se le llama plasticidad y a la forma de deformarse, deformación plástica.

Rodillos: Los rodillos usados en el rolado en frío son de acero forjado, pues este material es bastante resistente a los choques por la alta dureza que poseen, además proporcionan una excelente superficie. Los molinos de laminación cuentan con rodillos de apoyo y rodillos de trabajo en diferentes tipos de acomodo (Ver fig. 2).

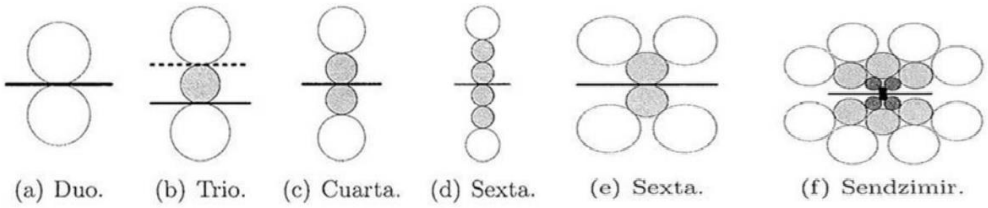


Fig. 2 - Tipos de configuración de una caja de laminación

Debido a las altas fricciones originadas al reducirse un material, es necesario un buen enfriamiento y lubricación para obtener una buena cinta y a la vez darle una mayor vida a los rodillos.

Operación del Molino: El rolado en un Molino Reversible consiste en pasar hacia adelante y hacia atrás el material entre los rodillos de trabajo, a través de los cuales se ejerce una alta presión y dándosele varios pases hasta alcanzar el espesor deseado (Ver fig. 3). La misma reducción del espesor hecha en cada pase en un Molino Reversible, es hecha en cada castillo en un Molino Tándem.

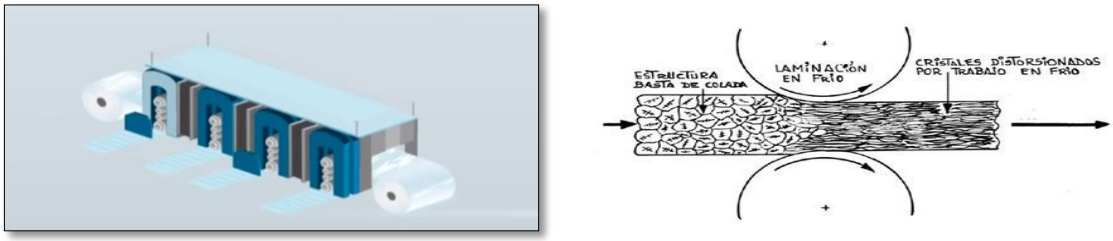


Fig. 3 - Representación de cajas de laminación (también llamados Molinos Tándem) y su funcionamiento (lado derecho)

3.- Líneas de Limpieza: En el proceso de Laminación en Frío, se necesita una buena lubricación que permita operar a altas velocidades, estos lubricantes se adhieren a la superficie de la cinta, dejando una película grasosa, la cual es necesario eliminar para garantizar una buena limpieza superficial en procesos posteriores.

La limpieza continua se realizar principalmente con soluciones alcalinas de agua y detergente y agentes humectantes que están compuestos básicamente como sigue:

- Un agente humectante que sirve para hacer la solución.
- Fosfatos y silicatos que son acondicionadores del agua.
- Sosa cáustica y carbonatos que reaccionan con la mugre para eliminarla.

El proceso de limpieza en la línea electrolítica, se realiza por medio de tres tratamientos:

a). Tratamiento Químico: Consiste en una solución alcalina y compuesta básicamente por agua, detergente y humectante. Con una concentración de 25 a 30 gramos/litro.

b). Tratamiento Físico: Se compone de dos grupos de cepillos, un sistema de enjuagado con agua caliente a presión, rodillos exprimidores de hule y secado con aire caliente.

c). Tratamiento Electro-químico: Consta de un generador eléctrico y un grupo de electrodos, la limpieza se efectúa con polarización catódica y anódica en donde la cinta actúa como cátodo y ánodo alternadamente.

4.- Recocido: Los rollos de acero al ser laminados en los Molinos de Reducción, adquieren mayor dureza y baja ductilidad, porque el trabajo mecánico en frío origina un movimiento de deslizamiento de los cristales, quedando éstos con esfuerzos, pues su estructura interna se deforma.

El recocido de un material endurecido por el trabajo mecánico, consiste de un calentamiento rápido seguido de un enfriamiento relativamente lento. El proceso de recocido es esencialmente de recristalización durante el cual, los granos deformados por el trabajo

mecánico son reemplazados por los granos normales.

Existen tres tipos de hornos de recocido para el proceso de la lámina reducida en frío, en forma de rollos: Recocido cíclico, recocido continuo y recocido de rollo abierto.

5.- Templado: Después de ser recocido el material, éste es templado. El objeto del templado es dar al material la forma, el acabado final y las propiedades mecánicas adecuadas según su uso.

El tipo de templado de los distintos materiales depende más que nada del tipo del producto. En lámina, el propósito es desarrollar rigidez. En suma sirve para desarrollar las propiedades mecánicas y de rigidez y dar a la superficie el acabado requerido.

Los molinos utilizados para el templado de lámina son comúnmente de un castillo y los utilizados para templar hojalata son Molinos Tándem de dos castillos (Ver fig. 4). El acabado del producto es controlado por el acabado dado a los rodillos.

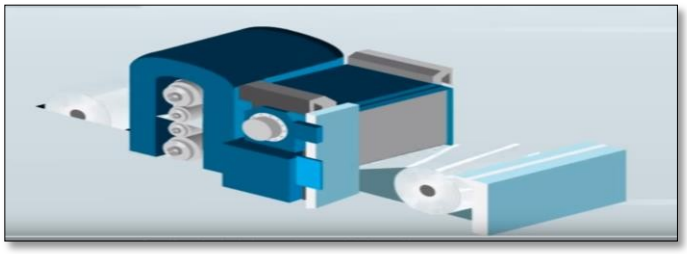


Fig. 4 - Representación de un Molino Templador

6.- Estañado: El estañado del acero partió de la necesidad de producir un material apropiado para empacar alimentos que sean resistentes a la corrosión, maleable, soldable y de bajo costo. Actualmente más del 90% de la producción de hojalata se usa para envasar alimentos, bebidas y otros satisfactores.

El estañado se obtiene al imponerle a la cinta una polaridad negativa con rodillos conductores, haciéndola pasar por una serie de tanques que contienen el electrolito y los electrodos de estaño o ánodos (Ver fig. 5).

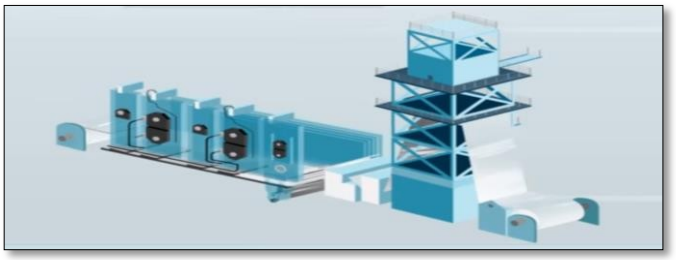


Fig. 5 - Representación de estación de estañado/cromado

Al fundirse el estaño en la torres de fusión, forma con el acero una ferroaleación compuesta por cristales de Fe Sn, que se localizan entre el estaño y el acero. Dicha ferroaleación juega un papel muy importante en la soldadura y en la resistencia a la corrosión en interiores de recipientes.

El recubrimiento electrolítico obtenido en los tanques de Estañado presenta un aspecto

mate. El aspecto brillante de la hojalata se obtiene al calentar la cinta a una temperatura ligeramente superior a la de fusión del Estaño y enfriarla rápidamente en un tanque de agua.

Al salir la cinta de los rodillos de tensión, el reproceso de manufactura está prácticamente terminado, faltando la inspección, clasificación y empaque en forma apropiada.

IV. RESULTADOS

[3] Algunas de las principales características de la laminación en frio son:

- Endurecimiento durante la deformación.
- Excelentes tolerancias dimensionales y acabados superficiales.
- Método de bajo costo para la producción de piezas pequeñas.
- Ductilidad, conductividad eléctrica y resistencia a la corrosión.
- Rugosidad Superficial: Excelente acabado

Debido a su gran variedad de aplicaciones, las piezas laminadas en frío se han vuelto cada vez más importantes en los últimos años, y se han introducido en sectores completamente nuevos. Por ejemplo la industria automovilística, en la agricultura, contenedores, motores eléctricos, electrodomésticos, etc…

Las razones para esto incluyen la utilización de nuevos tipos de materiales, el diseño mejorado de herramientas y el endurecimiento tensional del material como resultado del conformado, lo cual se puede convertir en una gran ventaja en muchos casos.

V. CONCLUSIONES

En este proyecto se buscó hacer un repaso por las partes principales del laminado en frio para conocer mejor su desempeño en la actualidad y ventajas que tiene en la elaboración de productos metálicos, como su bajo coste y propiedades mecánicas. Esto con el fin de aportar un poco de investigación a los que busquen información o mejorar algún aspecto de este proceso en trabajos posteriores.

VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al Dr. Rumualdo Servín por darme la oportunidad de participar en este proyecto y habernos enseñado tanto, a Altos Hornos de México (AHMSA) por acceder a brindarnos un recorrido por sus instalaciones y al CONACyT por el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

REFERENCIAS

[1] “Laminación”. (Sin fecha). En Wikipedia. Recuperado el 8 de agosto de 2019 de https://es.wikipedia.org/wiki/Laminaci%C3%B3n

[2] D. David Salván Blanco, “Análisis y evaluación Del proceso de Skin-pass Del acero de hojalata para la eliminación Del defecto superficial Del pliegue”, Universidad de Oviedo. Junio 2014.

[3] Carlos Rodelo, “Laminación”, Procesos II, Escuela de Colombia de Carreras Industriales, 2013.

[4] Jesus G. Saavedra Valenzuela, Merari Zavala Montiel, “Laminado en frio”, Departamento. De ingeniería civil y minas, Universidad de Sonora. 2012.

[5] Altos Hornos de México (AHMSA) “Nuestros productos: Rollo en frio”, Disponible en: https://www.ahmsa.com/nuestros-productos/rollo-en-frio.html (Consultado en 2019).

Reducción del riesgo de accidentes en el proceso de producción de propileno a partir de metanol mediante distribución de equipos

Samantha Denise Correa Nieto
Universidad Autónoma de Aguascalientes
Centro de Ciencias Básicas,
Departamento de Ingeniería Bioquímica,
Av. Universidad # 940 Ciudad Universitaria,
C. P. 20131 Aguascalientes, Ags. México
sammymaslow@hotmail.com

Asesor: Julio Armando de Lira Flores
Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Química
Cerro de las Campanas s/n, Col. Las Campanas,
Querétaro, Querétaro, 76010, México.
julio.lira@uaq.mx

Resumen-- En éste trabajo, un modelo de programación mixta entera no lineal (MINLP) se propone para el diseño de la distribución de equipos en el proceso de producción de propileno, a partir de metanol (MTP). La función objetivo toma en cuenta los costos de área de terreno, costos debido al bombeo, riesgo financiero de un accidente y el costo de dispositivos de seguridad. El propósito es minimizar los costos de compra y operación, pero al mismo tiempo, considerando la reducción del riesgo del efecto dominó producido por explosiones de nubes de vapor. Se plantearon dos casos de estudio y ambos problemas se resolvieron haciendo uso del software GAMS. La comparación de resultados permitió visualizar la disminución tanto del riesgo de accidentes como de los costos del proceso MTP.
Palabras clave: propileno, reducción de riesgo, MINLP, explosiones, efecto dominó, dispositivos de seguridad.

Abstract-- In this work, a mixed-integer nonlinear programming (MINLP) it is proposed for the layout of a distribution of items in the process of production of propylene, from methanol (MTP). The objective function takes into consideration costs of land area, bombing costs, financial risk from an accident and security devices. The purpose is to minimize the purchase and operation costs, but at the same time, considering the reduction of risk of a domino effect produced by steam cloud explosions. Two case studies were raised and both problems were solved using GAMS software. The results comparison allowed to visualize the decreases in both the risk of accidents and the costs of the MTP process.

Keywords: propylene, risk reduction, MINLP, explosions, domino effect, security devices.

I. INTRODUCCIÓN

La producción de propileno a partir de metanol (MTP), es un proceso de gran interés en la industria, ya que representa la transformación de materia orgánica a biocombustibles. El principal problema en éste proceso es el uso de materiales peligrosos, altamente inflamables que puede causar explosiones cuando se pierde la contención en un equipo. Esta explosión puede provocar daños en equipos cercanos, que su vez liberen material y generen otra explosión, lo que se conoce como efecto dominó [1]. Penteado y Ciric [2] proponen uno de los primeros modelos matemáticos para mitigar las consecuencias debidas a explosiones. En este trabajo, la función objetivo considera la reducción del riesgo de explosiones durante el proceso MTP. El modelo se plantea bajo un enfoque programación entera mixta no lineal, en la que se toman en cuenta los costos

de interconexión entre los equipos utilizados, el costo de área de terreno, los costos de los equipos y los dispositivos de seguridad para obtener una distribución de los equipos que disminuya las probabilidades de que ocurra un accidente y el riesgo de un efecto dominó.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el planteamiento del modelo, se definió un conjunto de los equipos, $i \in I$, necesarios para el proceso MTP, un subconjunto $P \subseteq I$ de los equipos que se consideran más propensos a provocar explosiones y un conjunto K de grupos de dispositivos de seguridad a instalar en los equipos peligrosos. Las ecuaciones utilizadas para la formulación del caso 1, se muestran en seguida. Empezando con la función objetivo.

$$\min Cost = \sum_{\substack{(i,j) \in Int \\ i \neq j}} CT * Dij_{ij} + \sum_p CE_p + LC * Area \quad (1)$$

$$Dij_{ij} = R_{ij} + L_{ij} + A_{ij} + B_{ij} \qquad \forall i,j \in I, i \neq j \quad (2)$$

$$R_{ij} \leq Lxmax * Wx_{ij} \qquad \forall i,j \in I, i \neq j \quad (3)$$

$$L_{ij} \leq Lxmax * (1 - Wx_{ij}) \qquad \forall i,j \in I, i \neq j \quad (4)$$

$$A_{ij} \leq Lymax * Wy_{ij} \qquad \forall i,j \in I, i \neq j \quad (5)$$

$$B_{ij} \leq Lymax * (1 - Wy_{ij}) \qquad \forall i,j \in I, i \neq j \quad (6)$$

$$R_{ij} - L_{ij} = X_i - X_j \qquad \forall i,j \in I, i \neq j \quad (7)$$

$$A_{ij} - B_{ij} = Y_i - Y_j \qquad \forall i,j \in I, i \neq j \quad (8)$$

$$X_i - X_j + Lxmax * E1_{ij} + E2_{ij} \geq (H_i + H_j)/2 \qquad \forall i,j \in I, i \neq j \quad (9)$$

$$X_j - X_i + Lxmax * (1 - E1_{ij} + E2_{ij}) \geq (H_i + H_j)/2 \qquad \forall i,j \in I, i \neq j \quad (10)$$

$$Y_i - Y_j + Lymax * (1 + E1_{ij} - E2_{ij}) \geq (V_i + V_j)/2 \qquad \forall i,j \in I, i \neq j \quad (11)$$

$$Y_j - Y_i + Lymax * (2 - E1_{ij} - E2_{ij}) \geq V_i + V_j/2 \qquad \forall i,j \in I, i \neq j \quad (12)$$

$$DE_{i,j} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \qquad \forall i,j \in I, i \neq j \quad (13)$$

$$Area = Lx * Ly \quad (14)$$

$$Lx \geq X_i + \frac{H_i}{2} \qquad \forall i \in I \quad (15)$$

$$Ly \geq Y_i + \frac{V_i}{2} \qquad \forall i \in I \quad (16)$$

$$\frac{H_i}{2} \leq X_i \qquad \forall i \in I \quad (17)$$

$$X_i \leq Lxmax - \frac{H_i}{2} \qquad \forall i \in I \qquad (18)$$

$$\frac{V_i}{2} \leq Y_i \qquad \forall i \in I \qquad (19)$$

$$Y_i \leq Lymax - \frac{V_i}{2} \qquad \forall i \in I \qquad (20)$$

$$H_i = alp_i * O_i + bet_i * (1 - O_i) \qquad \forall i \in I \qquad (21)$$

$$V_i = alp_i + bet_i - H_i \qquad \forall i \in I \qquad (22)$$

$$Ro_{pi} = Dij_{pi}/E_p \qquad \forall i \in P \subseteq I,\ i \neq p \qquad (23)$$

$$CE_p = Purch_p + \sum_{Com_{pi}} Purch_i * PD_{pi} \qquad \forall i \in P,\ i \neq p \qquad (24)$$

Para el segundo modelo se tuvo la siguiente función objetivo, y algunas ecuaciones adicionales para incluir dispositivos de seguridad en los equipos peligrosos.

$$\min Cost = \sum_{\substack{(i,j) \in Int \\ i \neq j}} CT * Dij_{ij} + CRISK * PVF + (LC * Area) + \sum_p CD_p \qquad (25)$$

$$CRISK = \sum_p FQ_P * CE_P \qquad \forall i \in P \subseteq I,\ i \neq p \qquad (26)$$

$$FQ_p = FI_P * \prod_k PFD_{kp} \qquad \forall i \in P,\ i \neq p \qquad (27)$$

$$PFD_{kp} = PFD1_{kp} + PFD2_{kp} \qquad \forall i \in P,\ i \neq p \qquad (28)$$

$$PFD1_{kp} = PFDs_{kp} * (1 - DND_{kp}) \qquad \forall i \in P,\ i \neq p \qquad (29)$$

$$PFD2_{kp} = DND_{kp} \qquad \forall i \in P,\ i \neq p \qquad (30)$$

$$\sum_k \left(1 - DND_{kp}\right) = 1 \qquad \forall i \in P,\ i \neq p \qquad (31)$$

$$CD_p = \sum_k \left(1 - DND_{kp}\right) * Devices_{kp} \qquad \forall i \in P,\ i \neq p \qquad (32)$$

La ecuación (2) calcula la distancia rectilínea entre los equipos [3]. Las variables R_{ij}, L_{ij}, A_{ij}, y B_{ij} de (3-8) determinan la distancia rectilínea para el cálculo de tubería necesaria junto con las variables binarias Wx y Wy [3]. X_i y Y_i son las coordenadas de localización del centro de los equipos. Ecuaciones de (9-12) son restricciones para evitar traslape en el acomodo de los equipos [4] donde, $E1_{ij}$ y $E2_{ij}$ son variables binarias; H_i y V_i son las magnitudes horizontales y verticales de los equipos. (13) mide la distancia euclidiana. La ecuación (14) mide el total de área de terreno ocupada, y las variables Lx y Ly son el largo y ancho del terreno final. (15) y (16) son restricciones de límites inferiores en las coordenadas de los centro geométricos de los equipos para evitar su intersección con el origen [3]. Las ecuaciones de (17-20) son valores mínimos y máximos de las variables X y Y. (21) y (22) son restricciones basadas en [3] para hacer que los equipos tengan un giro en caso de ser necesario y que con la variable binaria O_i se acomoden horizontal o verticalmente. Los parámetros alp_i y bet_i son las dimensiones en el eje y y el

eje x de los equipos respectivamente. La ecuación (23) calcula la distancia característica de separación, tomando en cuenta las distancias entre los equipos y las energías de explosión de cada uno, las cuáles fueron calculadas previamente tomando en cuenta la liberación de masa del compuesto (propileno) durante 5 minutos. Para calcular la probabilidad de daño, definida como PD_{pi} se tomaron las ecuaciones descritas en [1]. En la ecuación (24) se determina el costo de explosión para cada equipo, donde $Purch_i$ es el precio de cada unidad. En la función objetivo para el segundo modelo (25) se incluye la variable $CRISK$, calculada en (26), que es el costo del riesgo. La variable FQ_P calculada en (27), es la frecuencia de que ocurran accidentes en los equipos peligrosos [5], y hace uso de la frecuencia de un evento inicial en la unidad peligrosa (FI_P) y la probabilidad de fallo en demanda (PFD_{kp}), valores estimados tomando la misma referencia. (28-31) determinan si un conjunto de dispositivos es instalado o no en cada equipo. Las variables $PFD1_{kp}$, $PFD2_{kp}$ y DND_{kp} son binarias [0,1]. PVF es el factor de valor presente, calculado usando los mismos datos que en [6]. CD_p es el costo de los sets de dispositivos de seguridad instalados en las unidades peligrosas y se calcula en la ecuación (32), donde usando la variable binaria DND_{kp} y multiplicando por el costo de cada set de dispositivos disponibles para cada equipo peligroso ($Devices_{kp}$), se determina el costo total de los conjuntos de dispositivos que se instalan en cada uno.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El diagrama de flujo del proceso descrito en [7] detalla los equipos a instalar. En la Tabla 1 se muestran los costos de cada uno de estos equipos y sus dimensiones, considerando el espacio extra para el mantenimiento de cada unidad. Los costos de tuberías y área de terreno ocupado son de 90 USD/m y 50 USD/m^2 respectivamente. El área que se tiene disponible para la distribución de los equipos es de 70x100 m. El estudio considera seis posibles explosiones en los equipos siguientes: reactor, quench, calentador, flash, columna LPG y columna TOP. Se consideró que la corriente total que circula por ellos fuera de propileno, que es considerado el producto más peligroso; de esta manera, se plantea un escenario potencialmente riesgoso. El problema fue resuelto usando DICOPT(CPLEX/SNOPT). El equipo de cómputo utilizado tiene un procesador Intel Core i5 a 2.8 GHz y 6GB de RAM; el tiempo de cálculo fue de 0.031 segundos realizando un total de 92,445 iteraciones. Las distribuciones de los equipos se ilustran en la Figura 1a. En éste caso, no se incluyen dispositivos de protección, se requirió un área total de 7000 m^2, así que se ocupó toda el área que se designó como límite, mientras que el total de metros de tubería a utilizar resultó ser de 625.1816 m.

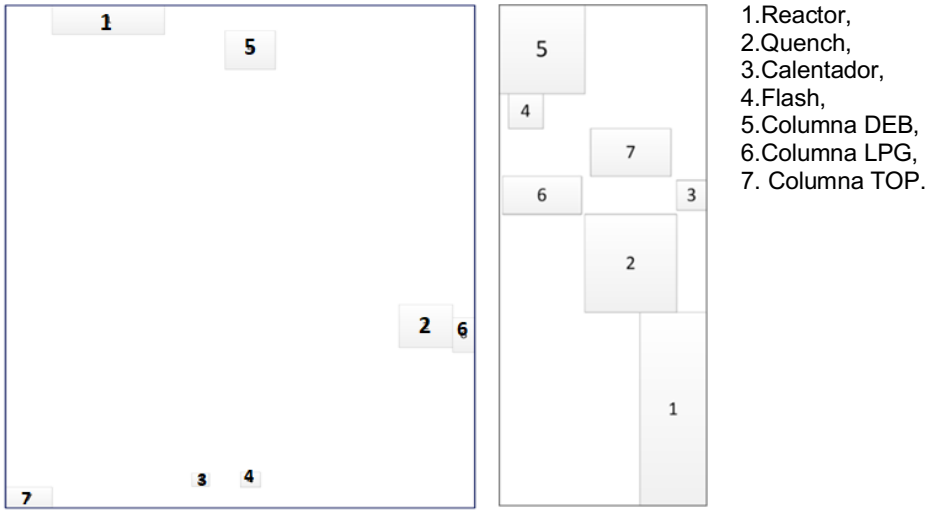
El costo total resultante de ésta distribución fue de 2, 398,431 USD; el desglose se muestra en la Tabla 2,A. Con el fin de reducir el área ocupada y el riesgo, se analizó la opción de añadir dispositivos de seguridad en los equipos peligrosos, para mitigar las consecuencias y reducir la frecuencia del efecto dominó.

Los dispositivos de seguridad tomados son los mismos en los usados en [2], y se incluyen sistemas de control como medidas de seguridad que se tomaron de [8]. Se definieron varios conjuntos de combinaciones de dispositivos de seguridad para instalar en cada uno de los equipos peligrosos. Se ejecutó el problema y se obtuvo un nuevo

diseño de la distribución de los equipos, éste se muestra en la Figura 1b. En este caso, el área ocupada se vio ampliamente reducida, siendo ésta vez únicamente de 116 m^2 y el total de metros de tubería necesarios fue de 115.32 m. La instalación de los dispositivos de seguridad permitió que el riesgo por explosiones se viera reducido, minimizando la distancia entre los equipos, lo que se ve reflejado en una disminución del área y de los metros de tubería, por lo tanto sus costos también disminuyen. El costo total resultante es de 195,028.87 USD. El desglose de todos los costos se encuentra en la Tabla 2, B.

Tabla 1. Costo y dimensiones de los equipos.

Equipo	USD($)	Alto (m)	Ancho (m)
Reactor	1150000	16.70	5.8
Quench	22400	8.5	8
Calentador	11000	2.6	2.6
Flash	5000	3	3
Columna DEB	81300	7.70	7.45
Columna LPG	66200	6.88	3.3
Columna TOP	73000	7	4.12



a) b)

Figura 1. Diseños de distribución a) Sin dispositivos de seguridad. b) Con dispositivos de seguridad.

Tabla 2. Costos de diseños. A. Sin dispositivos de seguridad. B. Con dispositivos de seguridad

Conceptos	USD($) A	USD($) B
Costo de explosión	1,992,165.097	10,453.05
Costo de área	350,000.000	39,096.300
Costo de interconexiones	56,266.349	9,479.520
- Costo de dispositivos de control	----	136,000
Costo total	2,398,431.4461	195,028.87

IV. CONCLUSIONES

Al comparar los modelos matemáticos planteados, sin y con dispositivos de seguridad, se puede destacar que la opción de incluir sistemas de protección independientes genera

diseños más prácticos al reducirse las distancias de separación entre los equipos; es decir, el costo de interconexiones. Además, se redujo el riesgo de explosiones y el área de terreno que ocupan los equipos. Por esta razón, se concluye que la inclusión de dispositivos de seguridad pertinentes en los equipos peligrosos ayuda en gran medida a reducir el riesgo de explosiones y efecto dominó. El modelo presentado, al ser un MINLP, es difícil de resolver al ser altamente no-convexo, por lo que llegar a una solución óptima local puede ser complicado, y más aún a una óptima global. Finalmente, hay que realizar investigación exhaustiva para mejorar en los métodos de solución para obtener diseños cada vez más eficientes.

V. AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de Querétaro y a la Universidad Autónoma de Aguascalientes por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano. Además, al Dr. Julio A. De Lira-Flores por su asesoría a lo largo del proyecto y al Dr. Richart Vázquez-Román por proporcionar las herramientas tecnológicas para que los modelos matemáticos pudieran llevarse a cabo.

REFERENCIAS

[1] López-Molina, A., et al., “An approach for domino effect reduction based on optimal layouts”. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Vol. 26,pp. 887-894. 2013.

[2] Penteado, F. D., & Ciric, A. R. “An MINLP approach for safe process plant layout”. Industrial and Engineering Chemistry Research, Vol. 35(4), pp. 1354-1361.1996.

[3] Patsiatzis, D.I., G. Knight, and L.G. Papageorgiou, “An MILP approach to safe process plant layout”. Trans IChemE Part A: Chemical Engineering and Design, Vol. 82, pp. 579-586, 2004.

[4] Papageorgiou, L.G. and Rotstein, G.E. “Continuous-domain mathe- matical models for optimal process plant layout”. *Ind Eng Chem Res*, Vol. 37(9), pp. 3631–3639. 1998. [5] Crowl, D., & Louvar, J. *Chemical process safety* (2nd ed., pp. 504-506), Ed. Prentice Hall PTR. New Jersey 2002.

[6] De Lira-Flores, J., Vázquez-Román, R., López-Molina, A., & Mannan, M. “A MINLP approach for layout designs based on the domino hazard index”. *Journal Of Loss Prevention In The Process Industries*, Vol. *30*, pp. 219-227. 2014.

[7] Jasper, S., & El-Halwagi, M. “A Techno-Economic Comparison between Two Methanol-to-Propylene Processes”. *Processes*, Vol. *3*(3), pp. 684-698. 2015.

[8] Khan, F. I., & Amyotte, P. R. “A comprehensive quantitative tool for inherent safety and cost evaluation”. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Vol. 18(4-6), pp. 310-326. 2005.

Reingeniería de un proceso de venta aplicando TI

José de Jesús Bernal Gutiérrez
Carlos Andres Garcia Arredondo
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Ingeniería en Sistemas Computacionales
Carr. Irapuato - Silao km 12.5,
El Copal, 36821, Irapuato, Guanajuato,
jose_jesus97@outlook.com
andrescbtis65@gmail.com

Asesora:
Elizabeth Gabriela Vargas Espinoza
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Ingeniería en Sistemas Computacionales
Carr. Irapuato - Silao km 12.5,
El Copal, 36821, Irapuato, Guanajuato,
evargas@itesi.edu.mx

Resumen —Durante la estancia en el 21°Verano de la Ciencia de la Región Centro, se desarrolló una aplicación móvil de IOS, donde se muestra la información acerca de los productos y servicios de una empresa y así con esta aplicación poder facilitar el proceso de venta hacia sus clientes. La aplicación se desarrolló principalmente para dispositivos que cuentan con sistema IOS como son los iPhone e iPad, además de que se podrá descargar de la App Store de manera gratuita. Con la ayuda de la aplicación los clientes pueden obtener información de los productos, sin tener que ir personalmente y así poder realizar una cotización o compra, y por lo tanto haciendo el uso de la aplicación es más accesible.

Palabras clave — Aplicación, Clientes, IOS, Productos y Servicios.

Abstract — During the stay in the 21st Science Summer of the Central Region, a mobile IOS application was developed, where information about the products and services of a company is shown and thus with this application be able to facilitate the sales process to its customers. The application was developed mainly for devices that have IOS system such as iPhone and iPad, in addition to being able to download from the App Store for free. With the help of the application customers can get information of the products, without having to go personally and thus be able to make a quote or purchase, and therefore making use of the application is more accessible.

Keywords — Application, IOS, Customers, Products and Services.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la tecnología se ha ido desarrollando cada vez más en dispositivos móviles y toda persona cuenta con un smartphone o dispositivo móvil, con esto se genera una gran oportunidad para establecer un vínculo más cercano con una empresa y así poder saber más información acerca de ella.

Con la realización la de aplicación móvil se van a ver beneficiados los clientes de la empresa de una manera más accesible para ellos y así convirtiendo un dispositivo móvil en una herramienta fácil de usar y en un canal de comunicación interactiva para generar ventas y tener más información acerca de los productos y servicios que se ofrecen. Para pedir más información realizando una llamada telefónica o un correo electrónico directamente con el personal de la empresa sin tener que ir a la empresa a solo pedir la información o realizar una cotización de cualquier producto o servicio, de acuerdo con el análisis que se realizó anteriormente para la aplicación.

La aplicación móvil se desarrolló con el lenguaje de programación Xcode en IOS, para así poder aprender acerca de otros lenguajes de programación, además de que la empresa Extingue utiliza dispositivos y equipos de cómputo Apple para la realización de sus actividades diarias con sus clientes y empleados.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Revisión de bibliografía

Se realizó una revisión en diferentes libros y sitios web para poder aprender diferentes tópicos acerca de la programación en Xcode de IOS como: la declaración de variables, tipos de datos, ciclos, operaciones aritméticas y lógicas, etc. También se reviso acerca para el diseño y que se cumplieran las características necesarias para la empresa y el cliente.

B. Análisis de requerimiento del proyecto

Se analizaron las especificaciones técnicas que se necesitaban para la aplicación desde tener una computadora MAC con los requerimientos recomendados hasta de tener una licencia de Apple que se necesita obligatoriamente para desarrollar aplicaciones y subirlas a la App store.

C. Desarrollo de la aplicación

Ya una vez hecho la revisión bibliográfica, análisis de los requerimientos, se puso en marcha el desarrollo de la aplicación iniciando desde la pantalla de presentación de la empresa y con un menú donde se encuentra información detallada de la empresa y de cada uno de los productos y servicios.

Materiales

1) Software
   - Xcode
   - Licencia de desarrollador
2) Hardware
   - Computadora Mac
   - Celular IPhone

III. RESULTADOS

En la figura 1 se muestra lo que es el menú principal de la aplicación que está conformada por varias secciones que son: información acerca de la empresa, contacto para comunicarse vía llamada telefónica o correo electrónico y la sección más importante donde se encuentran todas especificaciones y descripción de los productos e servicios de la empresa.

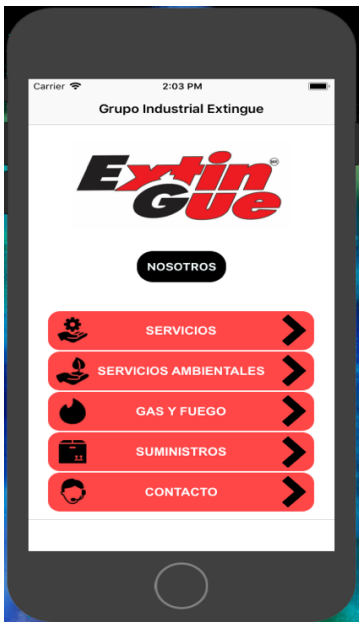


Fig. 1 Menú principal.

En la figura 2 se muestra de manera desglosada todas las vistas con su diseño establecido y con submenús de todos los productos y servicios de la empresa. La mayoría de estos se encuentran en fondo blanco para diferenciar que una categoría diferente a la de los servicios ambientales con el color verde. Y cada una contiene su descripción necesaria para el cliente.

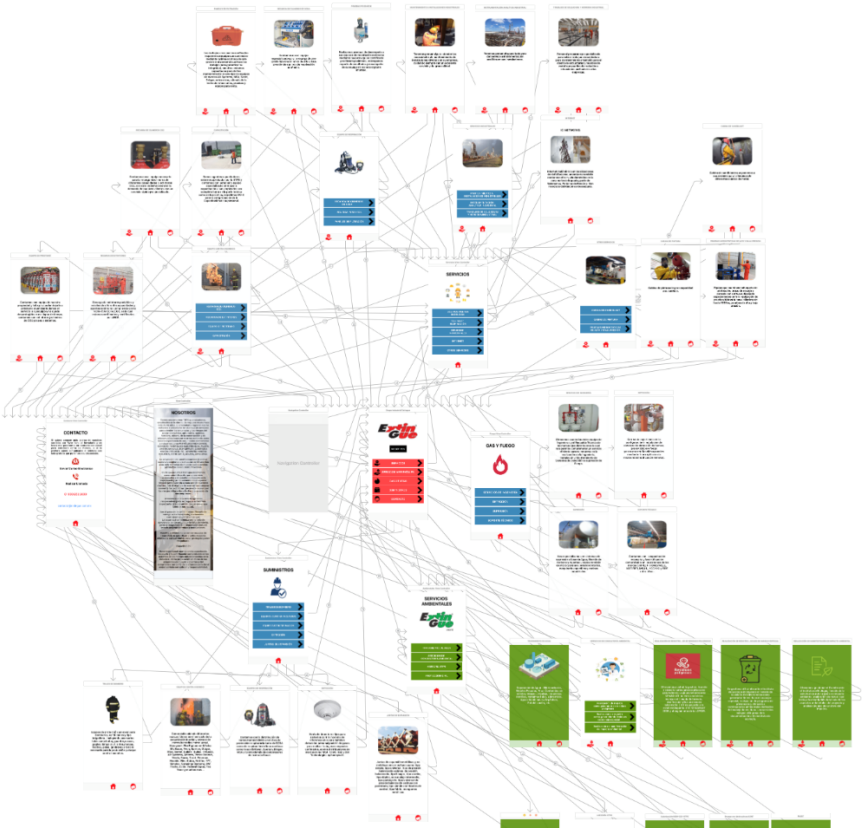


Fig. 2 Diseño de las vistas en la app.

En la figura 3 se puede observar lo que ya viene siendo la vista final, que mirara el cliente y las demás personas que descarguen la aplicación en sus dispositivos móviles. También se puede observar que el servicio o producto, tiene una pequeña imagen de referencia y con la descripción correspondiente a lo que hace la empresa, además de que en la parte inferior se encuentra un pequeño menú donde, el botón de la parte izquierda es para poder regresar al menú principal de un cierto servicio seleccionado, el botón central es para regresar al menú principal de la aplicación y el botón de la parte derecha es para dirigirse para poder realizar una llamada telefónica o enviar un correo electrónico de acuerdo a la información que se desea saber más.

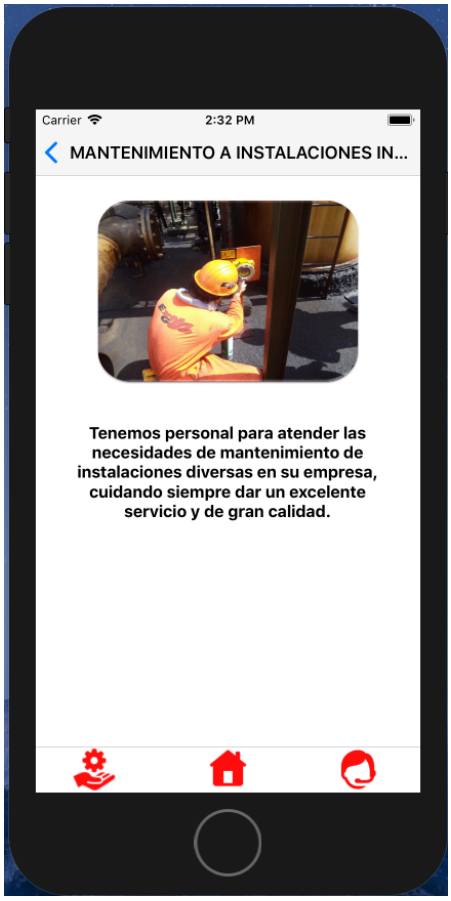


Fig. 3 Vista final desde un servicio.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este proyecto se desarrolló una app en la plataforma Apple (IOS), el cual contiene información de los productos y servicios de la empresa Extingue que ofrecen en el ámbito de la seguridad industrial dentro de las empresas y facilitar a sus clientes obtener la información de ellos.

Con la finalidad de evaluar que, si se cumpla las características requeridas por la empresa y de que tenga un buen diseño hacia a los clientes al momento de hacer el uso de la aplicación, y sin la necesidad de tener que asistir hasta allá para pedir información o una cotización.

Cabe mencionar que esta es la primera etapa en el desarrollo de la aplicación, ya que la siguiente será de poder realizar una cotización o compra directamente desde la app y que pueda tener un diseño aún más dinámico para mostrar los productos o servicios para los clientes.

Una recomendación para el desarrollo de aplicaciones IOS es verificar los todos aquellos requerimientos que pide Apple para poder desarrollar y subir una app a su plataforma, y así poder determinar cuáles son las herramientas adecuadas para la aplicación que se desea realizar.

V. RECONOCIMIENTOS

Expreso mis agradecimientos al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato por el equipo para la realización del proyecto, también a nuestra Investigadora la maestra Gabriela Elizabeth Vargas Espinoza en conjunto con la empresa Extingue quienes nos proporcionaron las licencias de la aplicación y todo el apoyo que nos brindaron durante las 5 semanas del Verano de la Ciencia de la Región Centro.

REFERENCIAS

[1] Apple Inc. *Xcode - Apple Developer*. Disponible en: https://developer.apple.com/xcode/ [consultado en junio 2019].

[2] Apple Education, Introducción al desarrollo de apps con Swift, Ed. Apple Inc. Education.California, 2017.

[3] *Curso de Swift 4 gratis 🔥📱 - aprendiendo Swift 4 como un HACKER!.* Disponible en: https://swiftlatino.com/curso-swift-gratis/ [consultado en junio 2019].

[4] Tipos de App: ¿Qué es una app y para qué sirven? – Grupo dChain - Soluciones tecnológicas Desarrollo de software aplicaciones web y móviles apps a la medida. Disponible en: http://dchain.com/la-influencia-de-los-colores-en-el-diseno-web-2/ [consultado en junio 2019].

Revisión índices de seguridad inherente

Yaneth Mendieta Ramírez
Universidad Autónoma de Querétaro
Centro Universitario, Cerro de las Campanas s/n
C.P. 76010 Cto Universitario
mery_012@live.com.mx

Asesor: Julio Armando de Lira Flores
Universidad Autónoma de Querétaro
Centro Universitario, Cerro de las Campanas s/n
C.P. 76010 Cto Universitario
julio.lira@uaq.mx

Resumen — En los últimos años con el desarrollo de la tecnología y por desgracia esto ha llevado al uso de materiales peligrosos, por ello existe la posibilidad de que ocurran accidentes, los cuales deben evitarse. Por esta necesidad surge el concepto llamado "seguridad inherente", su principal objetivo es eliminar el peligro en lugar de ser controlado. La seguridad inherente se basa en cuatro principios: Sustitución, minimización, atenuación y simplificación. Varios índices se han desarrollado para comparar el nivel de seguridad inherente presente entre diferentes procesos. Estos índices, son herramientas para la prevención de accidentes, permiten identificar los peligros que se puedan presentar.

Palabras clave — Seguridad inherente, índices de seguridad, biocombustibles.

Abstract — In recent years with the development of technology and unfortunately this has led to the use of hazardous materials, so there is the possibility of accidents, which should be avoided. Because of this need, the concept of "inherent security" arises, its main objective is to eliminate the danger instead of being controlled. The inherent security is based on four principles: Substitution, minimization, attenuation and simplification. Several indexes have been developed to compare the level of inherent security present between different processes. These indexes, are tools for accident prevention, allow to identify the dangers that may arise.

Keywords —

I. INTRODUCCIÓN

En la gran mayoría de los procesos químicos industriales se manejan materiales y sustancias peligrosas, a causa de esto existe la posibilidad de que ocurran accidentes. Por esta razón, investigadores, ingenieros y dueños de compañías han prestado atención al uso de la seguridad inherente, cuyo objetivo es eliminar o reducir los peligros en los procesos químicos mediante diferentes estrategias basadas en los principios siguientes:

- Sustitución: remplazar por sustancias menos peligrosas aquellas que puedan ocasionar, con su liberación, daños importantes a la salud, medio ambiente o activos en una planta.
- Minimización: Reducir el inventario de las sustancias peligrosas.
- Atenuación: Utilizar condiciones de operación con valores bajos, como presión y temperatura.
- Simplificación: Reducir la interacción del personal mediante acciones sencillas de aplicar o sistemas automatizados.

Estos principios se aplican en las etapas iniciales del proceso, cuando se pueden hacer cambios en los usos de los distintos materiales implicados (2010; Rajagopalan y col, 2019), para comparar el nivel de seguridad inherente presente entre diferentes procesos. Son herramientas para la prevención de riesgos y accidentes, permiten identificar la escala de peligros que se puedan presentar (Khan y col, 2004; Pokoo-Aikins y col, 2010).

II. MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo, se llevó a cabo una revisión exhaustiva de índices de seguridad inherente en la literatura científica con objetivo de determinar el estado del arte en este tema. El objetivo es encontrar las ventajas y limitaciones que tienen estos índices en su aplicación y confiabilidad de resultados, para poderse aplicar en trabajos futuros en el diseño de procesos de producción de biocombustibles, con rutas de producción viables en la aplicación real.

III. RESULTADOS

A. Índices de seguridad

A continuación, se hace un listado de los índices de seguridad revisados muchos de estos se encuentran referenciados por Roy y col. (2016).

Índice de exposición química Dow CEI. Este índice toma en cuenta principalmente las características de las sustancias como la toxicidad, las distancias del área de interés, peso molecular y la influencia de factores externos que puedan ocasionar la liberación de estos al medio ambiente. La escala de medición de peligro va de 1 a 5, siendo el 5 el más peligroso. El índice Mond fue desarrollado a partir del índice Dow y se calcula de manera similar, sólo que esta toma en cuenta la inflamabilidad de las sustancias que se van a utilizar en cada operación.

El índice Heikkila está basado en las matemáticas Booleana. En este índice se toman en cuenta los rangos de temperatura los cuales se tienen una alta sensibilidad, y un mínimo cambio de esta puede ser significativo para este índice. Los límites son determinados de acuerdo a los límites de inflamabilidad de acuerdo a los materiales que se estén utilizando, estos son proporcionados por tablas.

El índice de clasificación de riesgo por incendio y explosión de Dow FEI ha sido adoptado por muchos países, ya que los datos que provee son muy comunes, y es muy usado ya que muchas veces en los países en vías de desarrollo no se cuentan con recursos para que los procesos se lleven a cabo y entonces el índice puede arrojar valores no confiables.

La aplicación del índice DOW, como es, a menudo conduce a una irrealmente bajo grado de valores de peligro que dan un falso sensación de seguridad.

El índice de Identificación y Clasificación de Peligros HIRA es una metodología que se destaca por ser de los más sensibles y precisos. Su aplicación es sencilla, involucra el uso de dos sub-índices; el primero describe los riesgos de incendio y explosión, y el segundo evalúa la toxicidad de las sustancias químicas, con ello se indica la probabilidad y gravedad con la que un pueden ocurrir accidentes.

El Nivel de Seguridad Inherente ISL se determina por medio de un simulador de procesos, el cual permite determinar condiciones más seguras, al igual que se realiza un análisis de operación, para mejorar las condiciones.

El índice problemas ambientales de salud y seguridad EHS se utiliza en resolver problemas ambientales, de salud y de seguridad. Este índice se centra en las primeras etapas de diseño de un proceso, esto se hace analizando los posibles escenarios de

accidentes, que pueden ser generados por la liberación de las sustancias peligrosas, así como la evaluación de las consecuencias de estos accidentes.

INSET. Este índice facilita la aplicación de principios de la seguridad inherente, las cuales proporcionan procedimientos para así facilitar los diseños de cada una de las etapas involucradas, en desventaja con los demás es que es muy general y no específica bien qué principio aplicar en cada etapa.

El índice de seguridad SWeHI (índice ponderado de seguridad) tiene como objetivo mejorar la visualización los procesos frente a los peligros, este índice hace mediciones con mayor rigor de precisión, ya que los datos son de obtención sistemática, ya toma en cuenta muchos parámetros para la cuantificación de peligros, Khan trato de aplicar este índice de tal manera que fuese más preciso que el índice HIRA.

GreenPro-1 es índice que tiene por objetivo implementar procesos menos dañinos para el medio ambiente, esta se compone de cuatro pasos. Los dos primeros se encargan de los problemas de diseño y los dos últimos se ocupan de los problemas con solución de optimización, este índice además de priorizar la seguridad humana también prioriza el riesgo de contaminación ambiental, sin embargo, posee ciertas limitaciones en cuanto a la fiabilidad de sus datos.

El índice de riesgo de fuga RRI Se enfoca en la fuga de sustancias químicas peligrosas que pudiese haber durante un proceso, hace uso de cálculos matemáticos, en donde se representan las variables influyentes y para determinarlo se deben especificar claramente las reacciones químicas que ocurrirán y los materiales, de los que se hará uso como su flamabilidad y valores de entalpía entre otros.

El índice de seguridad inherente ISI basado en lógica difusa se encarga de evaluar la incertidumbre con la que puede ocurrir un accidente, además ofrece una calificación de plantas según su grado de seguridad, este índice implica el uso de variables difusas, ósea no muy claras por ejemplo la dispersión de los gases que puede ser afectada por la temperatura que se ve afectada por factores según sea el caso, y el ISI puede ser influenciado por alguno de estos datos.

El índice de seguridad integrado I2SI está compuesto por dos subíndices que varían de 1 a 200: El índice consiste en la relación de peligro y el índice potencial de trabajo, y juntos componen el valor de I2SI, el resultado que se obtenga es la relación que existe entre los efectos de control y los peligros que habrán dentro de cada proceso. Índice del ciclo de vida LInX busca ser sustentable con el medio ambiente, en él se toma en cuenta el cuidado del medio ambiente y los peligros que puedan ocurrir dentro y afectar al personal dentro de la operación, consta de tres distintos niveles conformados por subíndices que se toman en cuenta para la toma de decisiones, cada uno de estos niveles se calculan con ecuaciones compuesta de los distintos índices que los conforman, para dar un valor a LInX.

El índice de PROCESO, proporciona una revisión general de seguridad de una operación posee una metodología que consta de 25 áreas de revisión de seguridad en una planta, cada una de ella con indicadores que evalúan su seguridad, que a su vez estos contribuyen a formar el valor este índice.

Los indicadores clave de rendimiento de la seguridad KPIs inherente evalúan las consecuencias en caso de que ocurra un accidente, este comparara seguridad para procesos individuales tanto como para el proceso general, de tal manera que se consideran muy representativos, relacionan los peores escenarios con la eficiencia de aplicación de la seguridad inherente en cada unidad de un proceso.

índice de peligro dominó est´ basado en el efecto dominó, este considera peligros menores que puedan hacer una red de consecuencias es decir que una consecuencia conlleve un riesgo y a su vez este una consecuencia más grave, para hacer esta evaluación de hace uso de otros índices como lo es I2SI, índice de seguridad integrado, HIRA, entre otros y mediante estos hace una evaluación más precisa.

El índice de consecuencias ambientales CEI proporciona una clasificación de instalaciones de industria de acuerdo a sus sustancias peligrosas utilizadas y producidas, para que con ello se obtienes las mejores condiciones de almacenamiento, además de hacer una medición de las consecuencias ambientales tomando en claro los riesgos y las limitaciones de los demás índices. El índice de proceso de ruta PRI está desarrollado en base a parámetros que influyen en una explosión con sustancias químicas, por lo tato este está en función de la mas, la energía y la capacidad de estas sustancias y se ha establecido con el fin de al tener seleccionada la ruta de un proceso enseguida se realice una evaluación de seguridad inherente, este índice pretende representar el nivel de seguridad inherente general ruta de un proceso.

El índice QAISD es una metodología que interviene en la etapa preliminar del proceso, es decir antes de que se comience con la operación, pero este índice puede ser aplicable para cualquier etapa en el diseño porque toma en cuenta los peligros que ocasionan accidentes, además proporciona un gua sistemático para el diseño, y al igual que los índices mencionados previene y minimiza los peligros en la unidad.

El índice riesgo de hidrógeno HI es una metodología que se aplica en muchos escenarios donde se identifica la mejor actividad del hidrógeno, y se hace un análisis de seguridad para evaluar los riesgos que esté presente durante su producción, almacenamiento y entrega, ya que posee una alta flamabilidad y es altamente peligros.

El índice de flujo de ruta PSI analiza y compara el nivel de seguridad de cada etapa, con ello también clasifica los peligros de fuga y de explosión, también de cómo interactúan los parámetros del proseé, con ello se determinará que en caso de que exista un riesgo que tan grandes serán sus consecuencias.

El índice cuantitativo de diseño inherentemente más seguro QI2SD se basa en tres pasos que son: cuantificar los posibles peligros, evalúa los conflictos que se presenten en la seguridad inherente al ser aplicada, y realiza una clasificación de las posibles soluciones a estos problemas, con esto proporciona información detalla de los potenciales de peligro.

El índice de riesgo laboral ORI además de analizar la posibilidad con la que ocurriría un accidente también analiza cuanto tiempo medido en horas trabaja una persona, volumen y tiempo con lo que labora en promedio, por lo tanto, su valor será distintos y muy objetivo de algunas de ellas. Y se debe realizar en la etapa de diseño.

Clasificación basada en riesgo de productos químicos térmicos peligrosos, esta es una metodología que clasifica en un rango de riesgos con las propiedades de las sustancias químicas que se utilizan en un proceso, tales como: Cinética de reacción, flamabilidad, volatilidad, etc. Y este aporta las rutas de operación analizando el orden y frecuencia de reacciones que van ocurriendo.

El índice de seguridad, matriz de clasificación de seguridad se basa en la toxicidad de sustancias químicas, presiones y temperaturas críticas que estas presentan, que tanto daño causa respirarlas y en qué cantidades, flamabilidad, etc y al igual que también en etapas y tipos tratamientos que se llevan a cabo en una operación.

IV. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Los índices de seguridad son elementos adimensionales que son capaces de formular una cuantificación y de visualizar sistemáticamente los procesos de operación para ubicar los peligros y riesgos. Una vez hecho esto, hay menor dificultad de evitar accidentes y catástrofes, en esta revisión se buscó un índice que pudiese ser aplicado en el futuro en el diseño de procesos de producción biocombustibles, y lo que se encontró fue que el índice de seguridad, matriz de clasificación de seguridad que en un momento fue usado para la creación de biodiesel, posee variables muy similares que son útiles para los biocombustibles.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Por los resultados obtenidos es recomendable utilizar el índice que más se adapte al proceso y dependiendo de los recursos disponibles, ya que muchos de ellos apuntan a tener un análisis completo y seguro.

VI. RECONOCIMIENTOS

En agradecimiento al comité del verano de la ciencia, Región Centro, así como a la Universidad Autónoma de Querétaro y también al Doctor Julio Armando de Lira Flores.

REFERENCIAS

Palaniappan, C., Srinivasan, R., & Tan, R. (2002). Expert system for the design of inherently safer processes. 1. Route selection stage. Industrial & engineering chemistry research, 41(26), 6698-6710

Pokoo-Aikins, G., Heath, A., Mentzer, R. A., Mannan, M. S., Rogers, W. J., & El-Halwagi, M. M. (2010). A multi-criteria approach to screening alternatives for converting sewage sludge to biodiesel. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 23(3), 412-420

Roy, N., Eljack, F., Jiménez-Gutiérrez, A., Zhang, B., Thiruvenkataswamy, P., El-Halwagi, M., & Mannan, M. S. (2016). A review of safety indices for process design. Current opinion in chemical engineering, 14, 42-48.

Safe drivers

Israel Lujan González
Universidad Politécnica de Querétaro
Carretera Estatal 420 S/N, El Rosario,
CP 76240, El Marqués, Qro.
017024841@upq.edu.mx

Asesor: Arturo Hernández Hernández
Universidad Politécnica de Querétaro
Carretera Estatal 420 S/N, El Rosario,
CP 76240, El Marqués Qro
arturo.hernandez@upq.mx

Resumen — En el siguiente trabajo se presenta la implementación de un electrocardiograma para poder visualizar las palpitaciones por minuto que una persona promedio tiene, con el objetivo de poderlos observar en una aplicación móvil para dispositivos Android y a su vez mande notificación para informar sobre algún sobre salto o declive en las palpitaciones.

Palabras clave — Electrocardiograma, Android, palpitaciones.

Abstract — In the following text it´s going to present the implementation of an ECG to see the palpitations per minute that a average person has, with the goal of have a visualization in an app available with Android devices and at the same time have a notification if the BPM is lower or higher.

Keywords — ECG, Android, palpitations.

I. INTRODUCCIÓN

Más de cien mil accidentes son reportados según la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, debido a que el conductor se quedó dormido. Hoy en día se vive en un mundo cada vez más lleno de estrés y presiones, cosas que una persona simplemente no puede estar todo el tiempo en un modo de alerta, los accidentes automovilísticos están a la orden del día. Por lo anterior distintos departamentos de ingeniería han intentado atacar este problema, un antecedente que se tiene es la creación de un “sistema polisonográfico” por parte de la UNAM y consta de un mecanismo que identifica cuando un individuo empieza a ingresar al estado de somnolencia. De igual manera en Australia se intentó diseñar un sistema, con el mismo objetivo, que funciona a través de unos lentes, lo que puede resultar un tanto incomodo, ya que el usuario debe de traerlas todo el tiempo para que sirva el sistema.

Una vez dicho esto se sabe que la problemática es grande pero la soluciones, lejos de ser difíciles tienen que ser minuciosas, el sistema que se diseñó a continuación consta de un sensor de frecuencia cardiaca y un microcontrolador para poder procesar la señal adquirida por el sensor, de manera que por medio de éste último se puede adquirir la señal de ritmo cardiaco de una persona, partiendo de aquí tenemos las palpitaciones por minuto, y finalmente un punto en donde nos podemos basar para saber si el individuo está o no dormido. Todo esto es visualizable en una aplicación Android que manda alertas acerca del estado del individuo, si su ritmo cardiaco baja (entrando en estado somnoliento) inmediatamente se manda una alerta para que despierte.

II. MARCO TEÓRICO

A. Derivaciones estándares de Einthoven D1, D2 y D3

Las derivaciones estándares de Einthoven D1, D2 y D3 en términos concretos, Einthoven pensó que, siendo el corazón un generador de corriente y el cuerpo humano un buen conductor, podría construirse imaginariamente un triángulo, formado por las raíces de los miembros, sobre cuyos lados se proyectarían las fuerzas eléctricas emanadas del músculo cardíaco. Su importancia, sin embargo, es fundamental en lo concerniente a precisar:

1. El ritmo cardíaco.
2. La posición del corazón.
3. Las medidas de las ondas, espacios y segmentos, sobre todo en D2.
4. El diagnóstico positivo y diferencial de las arritmias.
5. La frecuencia cardíaca

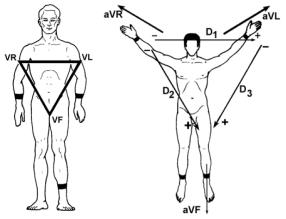


Figura 1. Esquema del triángulo de Einthoven y las derivaciones potenciales de miembros VR, VL y VF

B. Ondas, intervalos, segmentos de la gráfica de un electrocardiograma.

Onda P: La primera onda de un ciclo cardíaco representa la activación de las **aurículas** y en electrocardiografía se denomina onda P.

Intervalo PR: Se mide desde el inicio de la onda P hasta el comienzo del complejo QRS, exista o no onda Q.

Segmento PR: localizado entre el final de la onda P y el inicio del complejo QRS.

Complejo QRS: Este complejo representa la activación de los ventrículos. El complejo QRS puede aparecer normalmente como una (monofásico), dos (bifásico) o tres (trifásico) ondas individuales.

Onda T: Es la onda del ciclo cardíaco que representa la repolarización de los ventrículos.

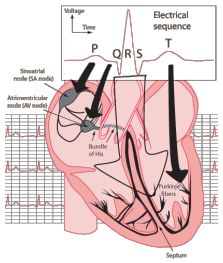


Figura 2. Nodos del corazón y gráfica del electrocardiograma

C. Amplificadores operacionales

El amplificador operacional (A.O.) se puede considerar como un amplificador universal debido a su gran versatilidad y a la forma simple en que puede reemplazar (funcionalmente) a una gran variedad de configuraciones discretas. El uso intensivo de los A.O.'s se desarrolla con la aparición de los circuitos integrados, tecnología que permite lograr pequeños tamaños, bajo costo y excelentes características funcionales. Una de sus principales funciones es la de amplificar el voltaje.

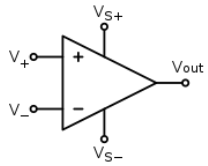


Figura 3. Símbolo del amplificador operacional

III. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Módulo AD8232.

Este módulo es utilizado para medir la actividad eléctrica del corazón. Esta actividad puede ser trazado como ECG o electrocardiograma y salida como una lectura analógica.

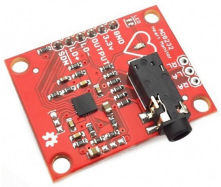


Figura 4. Sensor AD8232

2. Electrodos.

Estos electrodos desechables son usados para electrocardiogramas o algún otro bio potencial de medidas.

Figura 5. Electrodos desechables para AD8232

3. Arduino Nano.

La tarjeta Arduino Nano es la versión miniatura del Arduino Uno.

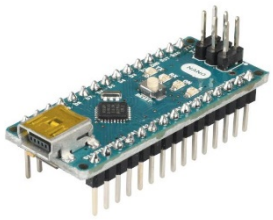


Figura 6. Arduino nano

4. Pulsioxímetro MAX30105

Figura 7. Sensor MAX30105

El sensor de partículas SparkFun MAX30105 es un sensor flexible y potente que permite la detección de la distancia, el ritmo cardíaco, la detección de partículas e incluso el parpadeo de un ojo.

El sistema Safe driver consta de 3 etapas, en donde se utiliza el desarrollo de una aplicación móvil en Android con MIT APPINVENTOR.

a. En la primera etapa se da la programación del sensor AD8232 junto con un Arduino nano, y de esta manera se logró tener una señal analógica graficable en el plotter la cual era el ritmo cardiaco.

b. La segunda etapa se realizó el cálculo de los BPM producidos por la señal del electrocardiograma, de manera que se utilizaron interrupciones en la programación para poder hacer un estimado de las palpitaciones que teníamos.

c. Con MIT APPINVENTOR, se desarrolló una aplicación compatible con dispositivos Android, en donde se visualizaban las palpitaciones por minuto obtenidas por el sensor, posteriormente se generan notificaciones al percibir un sobresalto o un nivel muy bajo de los BPM.

IV. RESULTADOS

Para poder comprobar el funcionamiento correcto del sistema, primeramente, se dieron pruebas en el plotter de Arduino, con la finalidad de que se capte correctamente la señal del sensor en el individuo la cual se muestra en la figura 8, una vez corroborada se probó en una aplicación Android para visualizar la misma gráfica (ver figura 9). Una vez comprobada la información y la comunicación entre el sistema con la aplicación se desarrollo una aplicación donde se puede mostrar los BPM y a su vez enviar notificaciones según correspondan los valores bajos o altos de las palpitaciones por minuto de un individuo manejando (Ver figura x).

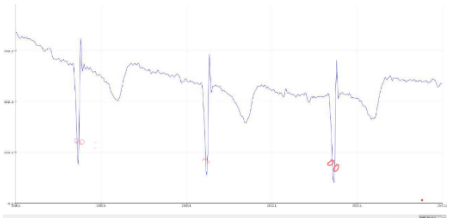


Figura 8. Señal del sensor en plotter

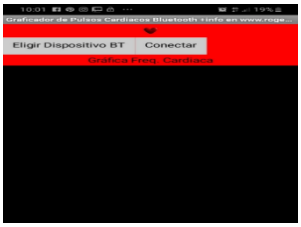


Figura 9. Aplicación prueba.

Figura 10. Aplicación Android

V. CONCLUSIONES

En el proyecto se propuso un sistema que pueda visualizar las palpitaciones por minuto que un individuo tiene y notificarlas, para poder evaluar el desempeño del mismo sistema se dieron distintas pruebas para poder tener un resultado óptimo de forma que los experimentos regresaron los esperado por sistema pudiendo captar correctamente los BPM, visualizarlos en la aplicación móvil y poder notificar al usuario. Cabe resaltar que también se probó manejando el mismo sistema por lo que su aplicación en el campo de igual manera fue la correcta

Una futura modificación es la de implementar el pulsioxímetro MAX30105, debido a la incomodidad que llegará a causar en el individuo el uso de electrodos, puesto que este sensor solo ocupa de colocar el dedo y percibirá las variables necesarias para mensurar los BPM.

VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Politécnica de Querétaro por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano de la ciencia.

REFERENCIAS

[1] MVS Noticias. Crean en la UNAM sistema para despertar a conductores somnolientos. Disponible en: https://mvsnoticias.com/noticias/ciencia-y-tecnologia/crean-en-la-unam-sistema-para-despertar-a-conductores-somnolientos-73/ [consultado en 2019].

[2] Fundamentos de electrónica. Amplificador operacional. Disponible en: http://www2.elo.utfsm.cl/~ild208/apuntes/cap4.pdf [consultado en 2019].

[3] U. William, M. Duque, E. Medina, J. Marín, J. Velásquez y J. Aristizábal. "ELECTROCARDIOGRAFÍA BÁSICA". Electro fisiólogos grupo CES Cardiología, Medellín, Colombia, S.A. Disponible en: http://www.siacardio.com/wp-content/uploads/2015/01/ECG-Capitulo-1-Conceptos-b-%C3%ADsicos.pdf [consultado en 2019].

Servicio de almacenamiento a nivel de bloque para usar con instancias de OpenStack

Atzin Noé Zavala López
Luis Francisco Rojas Raya
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Ingeniería en Sistemas Computacionales
Carretera Irapuato – Silao Km. 12.5
Irapuato, Gto., México C.P. 36821
virusnoe@gmail.com
frank_fob@live.com

Asesora: Dennise Ivonne Gallardo Álvarez
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Ingeniería en Sistemas Computacionales
Carretera Irapuato – Silao Km. 12.5
Irapuato, Gto., México C.P. 36821
degallardo@itesi.edu.mx

Resumen — El cómputo en la nube proporciona una combinación de componentes de servicio relevantes: Infraestructura como Servicio (IaaS), Plataforma como Servicio (PaaS) y Software como Servicio (SaaS). OpenStack es un sistema operativo de nube privada desarrollado con software de código abierto que utiliza un conjunto de recursos virtuales para crear y gestionar nubes privadas y públicas. El proyecto comprende la implementación del componente Cinder que se incluye en la tecnología OpenStack, el cual proporciona almacenamiento de bloques persistente y accesible a través de una API de autoservicio. Este trabajo presenta el desarrollo de un prototipo IaaS usando una nube privada con tecnología OpenStack haciendo uso de Instancias y Volúmenes, en un entorno de laboratorio siguiendo la metodología PDIOO de Cisco.

Palabras clave — Cómputo en la nube, OpenStack, Cinder, Almacenamiento.

Abstract — Cloud computing provides a combination of relevant service components: Infrastructure as a Service (IaaS), Platform as a Service (PaaS) and Software as a Service (SaaS).OpenStack is a private cloud operating system developed with open source software that uses a set of virtual resources to create and manage private and public clouds. The project includes the implementation of the Cinder component that is included in the OpenStack technology, which provides persistent and accessible block storage through a self-service API.This paper presents the development of an IaaS prototype using a private cloud with OpenStack technology using Instances and Volumes, in a laboratory environment following the Cisco PDIOO methodology.

Keywords — Cloud Computing, OpenStack, Cinder, Storage.

I. INTRODUCCIÓN

Las importantes innovaciones en virtualización y computación distribuida, los grandes avances en la velocidad de acceso a Internet y la debilidad económica generalizada han dado un gran impulso a la computación en nube. Esto hace que sea muy importante su estudio ya que permite muchas cosas que sin ella no sería posible, como por ejemplo almacenamiento en internet.

OpenStack es una tecnología que se ha desarrollado para satisfacer las necesidades del cómputo en la nube, almacenamiento, etc. Se ofrece como infraestructura como servicio, mediante sistemas operativos libres, ya sea CentOS, Ubuntu, entre otros.

El siguiente proyecto se desarrolla como prototipo dentro del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato ya que dicha institución no cuenta con una plataforma de almacenamiento centralizado y gratuito por lo que usar OpenStack marcaría un beneficio enorme a la institución.

II. MARCO TEÓRICO

A. CÓMPUTO EN LA NUBE

La computación en la nube es un término general para denominar cualquier cosa que tenga que ver con la provisión de servicios de hospedaje a través de Internet (el consumidor no necesita nada salvo una computadora personal y acceso a Internet) [1].

B. INFRAESTRUCTURA COMO SERVICIO

Infraestructura como servicio (IaaS) es una infraestructura informática instantánea. IaaS es un servicio enfocado en las empresas que trabajan con tecnología, pues permite desarrollar y ajustar máquinas virtuales a las necesidades del equipo. Para que un servicio sea considerado de la categoría IaaS se deben cumplir una serie de características. Según Microsoft, el servicio debe ser 'on-demand': el consumidor debe tener la posibilidad de usar los recursos de computación sin tener que acudir a un humano [2].

C. OPENSTACK

OpenStack es un sistema operativo en la nube que controla grandes grupos de recursos de computación, almacenamiento y redes a través de un centro de datos, todo administrado a través de un tablero que les da a los administradores el control y permite a sus usuarios aprovisionar recursos a través de una interfaz web [3].

III. MATERIALES Y MÉTODOS

METODOLOGÍA PDIOO

La metodología PDIOO permite formalizar el ciclo de vida de una red en cinco fases: Planeación, Diseño, Implementación, Operación y Optimización, de ahí el origen de sus siglas [4].

1. PLANEACIÓN

Dentro de esta fase se requiere la consideración de cada componente a utilizar para el desarrollo del prototipo. A continuación (tabla 1), se describe tanto el hardware como el software utilizado en este proyecto:

Tabla 1. Hardware y Software utilizado en prototipo

HARDWARE	SOFTWARE
Procesador: Intel Corei7 2.8 GHz RAM: 12 GB Sistema Operativo: Microsoft Windows 10 Disco Duro: 1 TB	Virtualización: VMware Sistema Operativo: CentOS 64bits Plataforma IaaS: OpenStack

2. DISEÑO

Debido a que OpenStack se instaló en un entorno de laboratorio, las pruebas realizadas fueron con una instancia pero con varios volúmenes, esto fue comprobado teniendo el

equipo servidor (en el cual está instalado OpenStack) y un equipo cliente (el cual se conectó de forma remota, pero dentro de la misma red).

3. IMPLEMENTACIÓN

Se instaló en primer lugar el sistema operativo CentOS, sobre el cual se trabajó durante todo el proyecto (esto en el equipo servidor). Después se instaló OpenStack dentro de este sistema Linux y se procedió a instalar todos los componentes necesarios para que se pudieran crear las instancias y volúmenes correctamente. Finalmente se montó una imagen Windows Server 2012 el cual es un sistema operativo muy versátil y fácil de usar, sobre la cual se trabajaron dichos volúmenes.

4. OPERACIÓN

Se realizaron 2 pruebas para comprobar el correcto funcionamiento de esta tecnología. Las pruebas consistieron en la creación de dos volúmenes de diferentes tamaños, para después asociarlos a una instancia previamente creada.

5. OPTIMIZACIÓN

Para trabajos posteriores y un mejor rendimiento, se recomienda una computadora con mayor capacidad en cuanto a hardware para evitar la alta latencia en los recursos virtualizados además por si se desea ejecutar mayor número de instancias [5].

IV. RESULTADOS

Para asignar correctamente espacio de almacenamiento a una instancia previamente ejecutada, primero se creó el volumen indicando la cantidad de GB de almacenamiento y el tipo de volumen (ver figura 1).

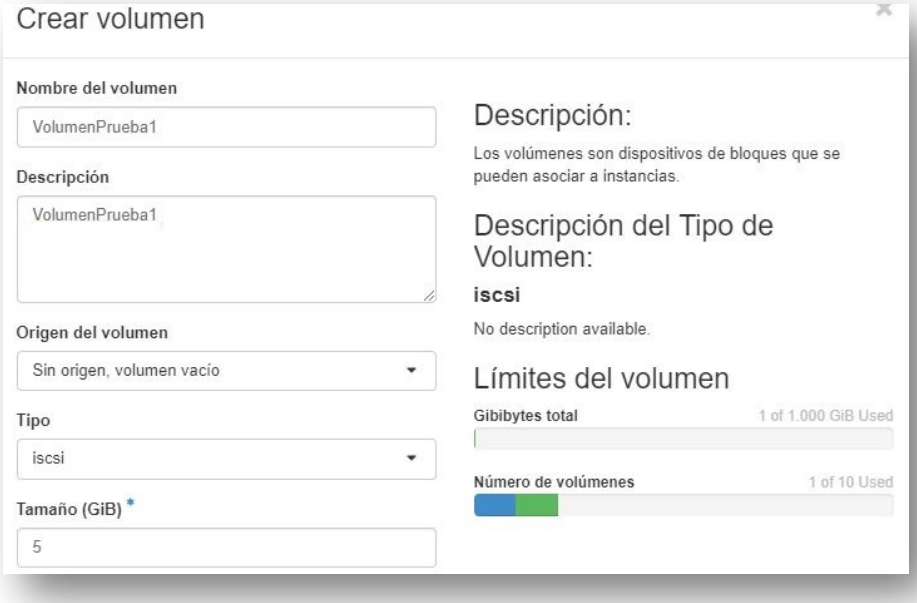


Figura 1. Creación de volúmenes

Lo siguiente fue asociar el volumen a una instancia. En este proyecto se crearon dos volúmenes uno de 2GB y uno de 5GB (ver figura 2) para realizar las pruebas necesarias.

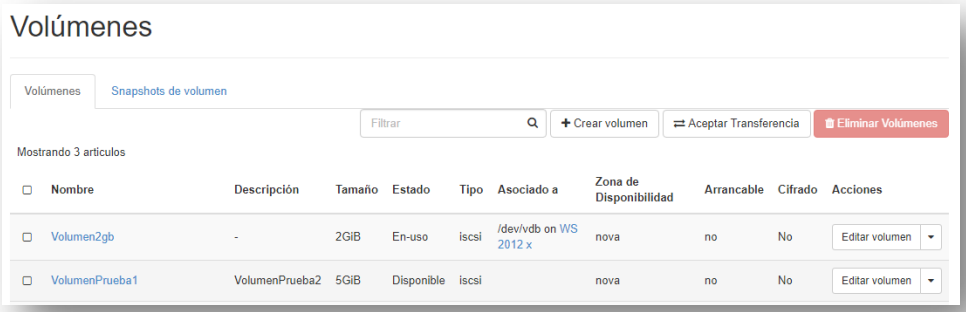


Figura 2. Volumen de 2GB y 5GB

Una vez inicializado Windows Server, se activó la partición para que estuviera disponible en dicho sistema operativo y se procedió a inicializar el disco que se creó con el volumen, en este caso los dos discos (ver figura 3).

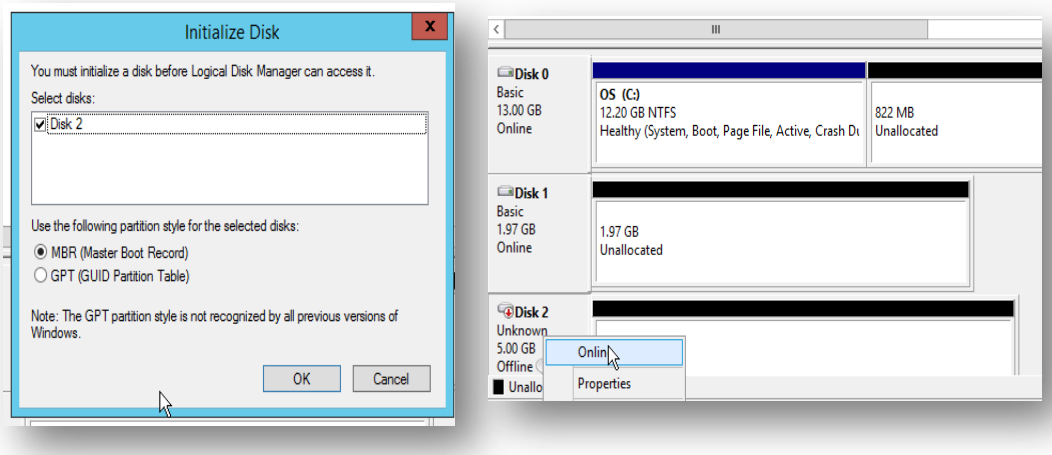


Figura 3. Inicialización del disco

Se asignó el espacio a utilizar de dicha partición (en la figura 4 se observa el disco listo para ser usado, además de los archivos creados para comprobar el correcto almacenamiento en el volumen).

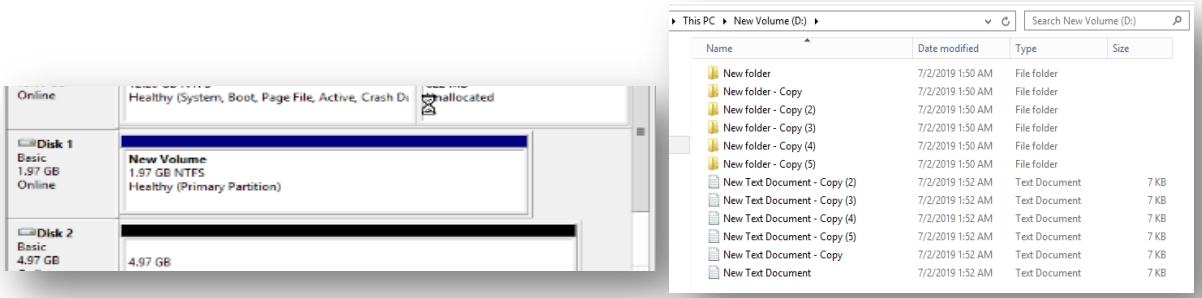


Figura 4. Disco listo y archivos en disco

Para demostrar la funcionalidad de OpenStack y su efectividad a la hora de mantener la información íntegra, se procedió a des asociar el volumen antes utilizado (ver figura 5).

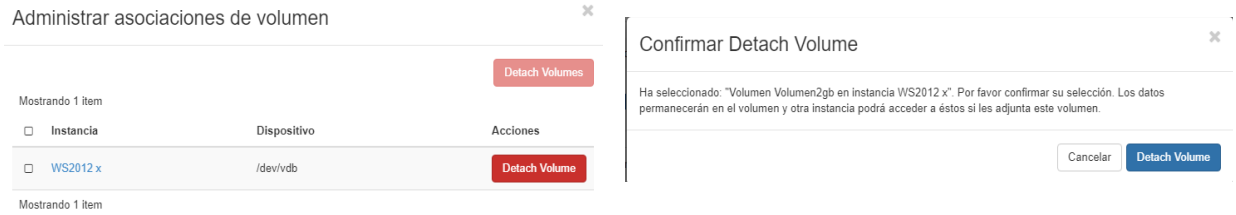


Figura 5. Des asociación de volumen

Se comprueba que el volumen esta eliminado del sistema operativo (ver figura 6).

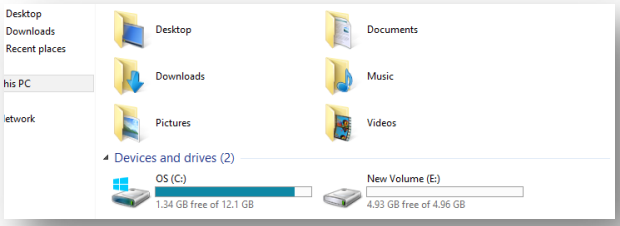


Figura 6. Comprobación de volumen eliminado

Una vez eliminada la partición, se procedió a asociar el volumen nuevamente a la instancia WS 2012 (ver figura 7).

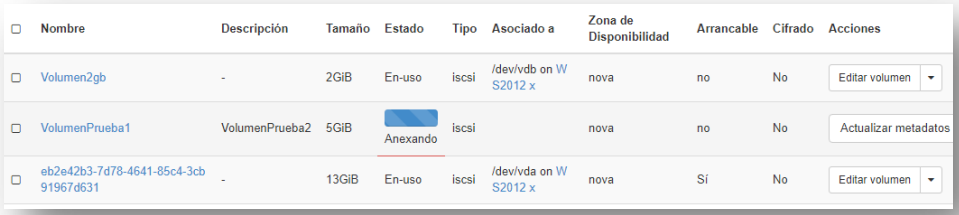


Figura 7. Asociación de volumen

Finalmente se comprobó que los datos antes guardados se mantuvieron íntegros (ver figura 8).

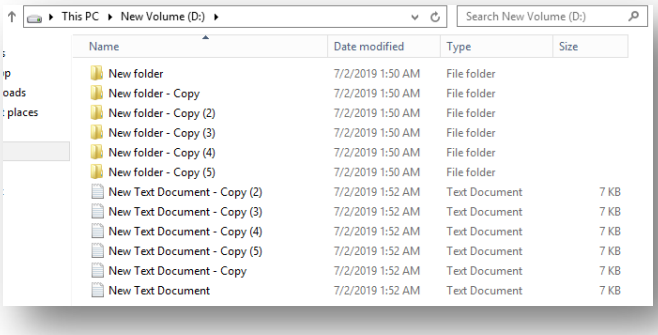


Figura 8. Prueba Final

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Hoy en día se habla mucho de cómputo en la nube y transformación digital; OpenStack es una tecnología clave en dicha transformación, ya que aporta las herramientas necesarias para hacer frente de una forma rápida y ágil, a las exigencias a las que se enfrentan las organizaciones. Con respecto al almacenamiento, con OpenStack se podría resolver el problema de la pérdida de información que sucede muy a menudo, así como tener un respaldo de esa información en un lugar seguro.

Finalmente, con este proyecto se pudo ver la importancia del tema ya que al ser una tecnología no explorada a fondo se pueden desarrollar muchas otras investigaciones. Para futuros proyectos se recomienda la implementación de la tecnología en un equipo servidor para evitar alta latencia en la virtualización.

VI. AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano. Así como a la Ing. Dennise Gallardo, por ofrecer todo su apoyo desde el inicio hasta la culminación del proyecto.

REFERENCIAS

[1] M. Rouse, «Techtarget,» 25 Marzo 2019. [En línea]. Available: https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Computacion-en-la-nube.

[2] Microsoft Azure, «¿Qué es IaaS?,» 3 Abril 2019. [En línea]. Available: https://azure.microsoft.com/es-mx/overview/what-is-iaas/.

[3] Openstack, «¿Qué es Openstack?,» 26 Marzo 2019. [En línea]. Available: https://www.openstack.org/software/.

[4] I. Cisco Systems, CCDA Self-Study: Designing for Cisco Internetwork Solutions (DESGN), D. Teare, Ed., Cisco Press, 2004, pp. 682-684.

[5] A. Sojo, «Red plataforma,» 27 octubre 2012. [En línea]. Available: http://redplataformabibliotecakatherinebrech.blogspot.com/2012/10/normal-0-21-false-false-false-es-x-none_27.html.

Simulación de una red neuronal (RNA) mediante una macro de VBA Excel

Viridiana Gózales Rosales
Universidad Autónoma de Coahuila
Carretera 57 Km 5, 25710 Monclova, Coah.
Virydian1202@gmail.com

Asesor: Manuel García Yregoi
Colaboradores:
Ma. Gloria Rosales Sosa
Blanca Idalia Rosales Sosa
Rumualdo Servín Castañeda
Universidad Autónoma de Coahuila
Carretera 57 Km 5, 25710 Monclova, Coah.
manuel_garcia@uadec.edu.mx

Resumen —Se modeló el efecto de las diferencias en la composición química de un acero a572 grado estructural termotratado en la propiedad de endurecimiento. Para ello se contó con un conjunto de datos muy amplia y heterogénea. El modelo perceptrón multicapa con arquitectura [6, 10. 5,1] y funciones de transferencia tangsig y purelin en las capas de entrada y salida, fue la óptima con un 98.29% de precisión, coeficiente de momento 0.5, tasa de aprendizaje 0.01, meta del error 0.0001 y 500 épocas de entrenamiento. Obteniéndose un error promedio de 0.043%. Para el logro del objetivo se utilizaron herramientas computacionales como VBA de Excel y Knime software modular de uso libre, utilizada en limpieza y preparación de los datos.

Palabras clave — Redes neuronales, Perceptrón multicapa, VBA,

Abstract —The effect of the differences in the chemical composition of a heat-treated structural grade a572 steel on the hardening property was modeled. For this, there was a very broad and heterogeneous data set. The neural network architecture [6, 10, 5.1] with tangsig and purelin transfer functions was the optimum with a 98.29% accuracy of the model, momentum coefficient 0.5, learning rate 0.01, error target 0.0001 and 500 training times. Obtaining an average error of 0.043%.

Keywords — ANN, Backpropagation, VBA and Excel.

I. INTRODUCCIÓN

Las redes neuronales artificiales (RNA) han sido investigadas desde hace décadas. Los lenguajes de programación para la implementación de las (RNA), han sido por excelencia C ++, JAVA u otro lenguaje de alto nivel. Estos tienen la capacidad para desarrollar modelos basado en RNA, capaces de tomar un conjunto de entradas y generalizar para producir una salida satisfactoria [1].

La propiedad de generalización permite a las RNA responder razonablemente a las nuevas entradas con una capacidad alta de predicción[1]. Debido a esta propiedad y a la nula experiencia para programar una RNA de este tipo, el poder de las (RNA) se ha restringido a aquellos con la capacidad de pasar semanas en el desarrollo de código para dicha aplicación. Parece ser algo que es muy complejo de comprender y no hay ejemplos amigables a la mano. Así que crees el mito del "programador genio" y las historias sobre programadores "talentosos" que parecen casi dioses entre nosotros. Haciendo parecer que las RNA son complejas de entender; no obstante, que cada vez es más habitual la utilización de (RNA) en

problemas de predicción, clasificación y reconocimiento de patrones, existen herramientas que con un esfuerzo de aprendizaje relativamente pequeño son capaces de implementar modelos de RNA.

Desde el punto de vista educativo, el acceso de los estudiantes o usuarios sin experiencia en estos programas puede ser difícil, dado que no están pensadas como herramientas didácticas, y que, además; funcionan como una «caja negra» lo que dificulta la comprensión de las (RNA)[2].

II. MARCO TEÓRICO

La Modelación de sistemas no lineales mediante RNA, es la combinación de teoría y arte de construir modelos matemáticos de sistemas dinámicos basados en las observaciones reales de los parámetros de entradas o variables de control, las salidas o variables controladas y el ruido o perturbaciones [3].

La identificación de sistemas no lineales es compleja ya que implica dos etapas: La selección de la estructura del modelo utilizando los parámetros más significativos y la selección de un algoritmo que estime dichos parámetros.

Aunque muchos sistemas no lineales pueden ser linealizados al representarlos por medio de una ecuación diferencial o en diferencias, modelar sistemas no lineales con modelos lineales implica muchas aproximaciones que con frecuencia no reflejan suficientemente el comportamiento real del sistema no lineal. Por tanto, el obtener un buen modelo con una estructura que refleje la información real del sistema exige un incremento del costo debido a la necesidad de elaborar algoritmos avanzados que puedan manejar modelos con estructuras complejas. Los modelos pueden ser paramétricos, los cuales tienen la ventaja de estar dados por un conjunto pequeño de coeficientes; o bien, no paramétricos, como las redes neuronales, cuya ventaja es la de no estar restringidos a un cierto número (posiblemente pequeño) de descripciones posibles del modelo [4], el cual presenta información sobre la identificación de los sistemas.

Existen cuatro técnicas comunes para el desarrollo de modelos de predicción: 1) regresiones múltiples, 2) modelos basados en la física, 3) modelos basados en RNA y 4) lógica difusa y RNA, son los más utilizados. Sin embargo, en este trabajo utilizamos el modelo 3. Debido a que tienen la habilidad para aprender del mapeo entre un conjunto de valores de entrada (patrones) y salida (0bjetivos)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el logro del objetivo se utilizó una laptop marca Toshiba Satellite con Windows 10, Microsoft Office 20106 y Knime herramienta modular de uso libre utilizada en limpieza y preparación de los datos. Para entrenar del modelo de red

se utilizó el 75% una muestra de datos de 114 de una población total de 245, y el resto de ellos para entrenamiento y un 25%.

El primer paso es la definición del modelo de red que se va a simular mediante la programación de la Macro de VBA de Excel. Una vez que sea modelado y programado, hay que utilizarlo con un ejemplo de aplicación. Para el ejemplo de aplicación, se considera estimar la dureza de un acero estructural termotratado, para el cual se han considerado 6 factores independientes significativos para estimar la dureza, correspondientes a la composición química. el modelo y el diagrama de flujo propuesto para este trabajo se muestra en la fig.1.

Los patrones de entrada al modelo serán 6 correspondientes correspondiente a %Carbón(C), %Silicio(Si), %Manganeso(Mn), %Aluminio(Al), %Vanadio (V) y %Molibdeno(Mb), que son los aleantes más significativos cuando se trata de determinar la dureza que adquiere un acero termotratado. De acuerdo a los trabajos publicados por Grange, C. Hiribal y Porter[9]. Por su marcada influencia en la dureza del acero, se decidió utilizar estos aleantes para el entrenamiento en la RNA, dicha red se desarrolló en la hoja de cálculo de Microsoft Excel 2016 fig 2.

Mediante el entrenamiento del modelo de RNA, se buscó contrastar los valores arrojados por el modelo vs los experimentales y calcular el coeficiente de correlación R.

Por otro lado, se utilizarán los resultados experimentales del ensayo mecánico de Dureza Brinell (HBN) cuyas unidades son Mpa. en la capa de salida como valores objetivos (targets).

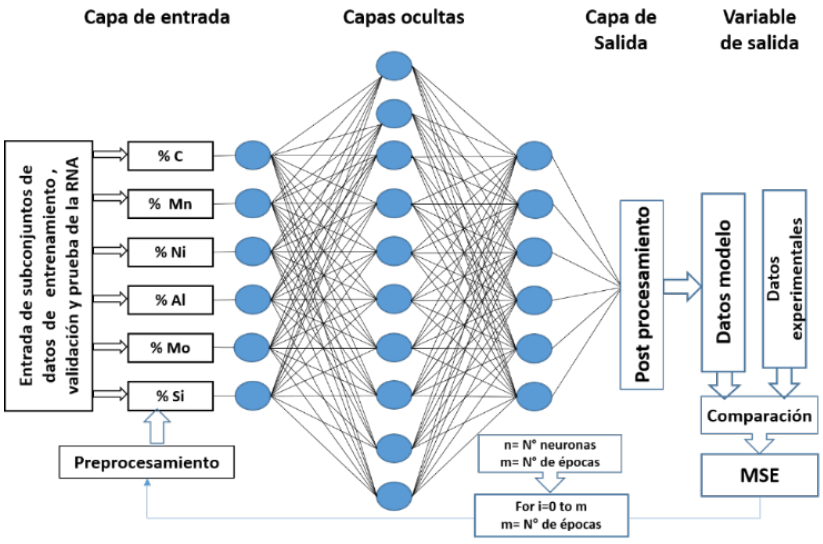


Figura 1. Estructura y diagrama de flujo utilizado en la Macro de este estudio.

IV. RESULTADOS

La Figura 2. Muestra la plantilla de Excel con el botón de entrenamiento de la macro y otros parámetros necesarios.

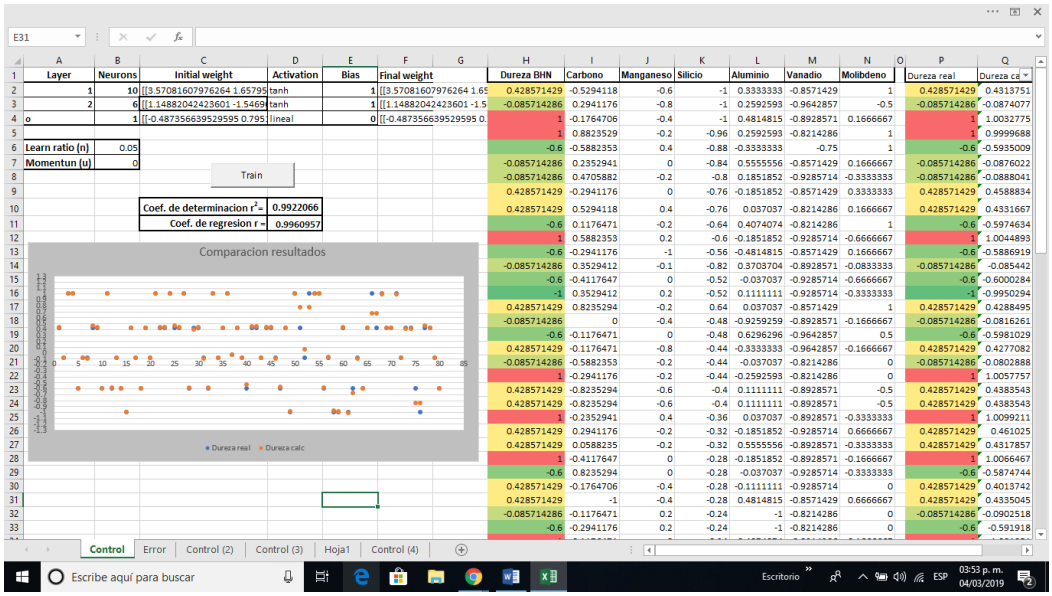


Figura 2. Pantalla de Excel con patrones de entada, objetivos y parámetros necesarios para ejecución de la macro de VBA. Fuente:(García Y. 2019)

La figura 3, muestra que una vez entrenada la red neuronal la mayoría de datos reales de dureza son estimados bastante bien por el modelo de red con un coeficiente de determinación $R^2 = 0.9842$. lo que equivale a R=0.982967, como lo demuestra también figura 4, la cual fue extraída de Excel. Lo que confirma que los seis elementos aleantes actúan de manera significativa en la dureza de un acero que se está estudiado.

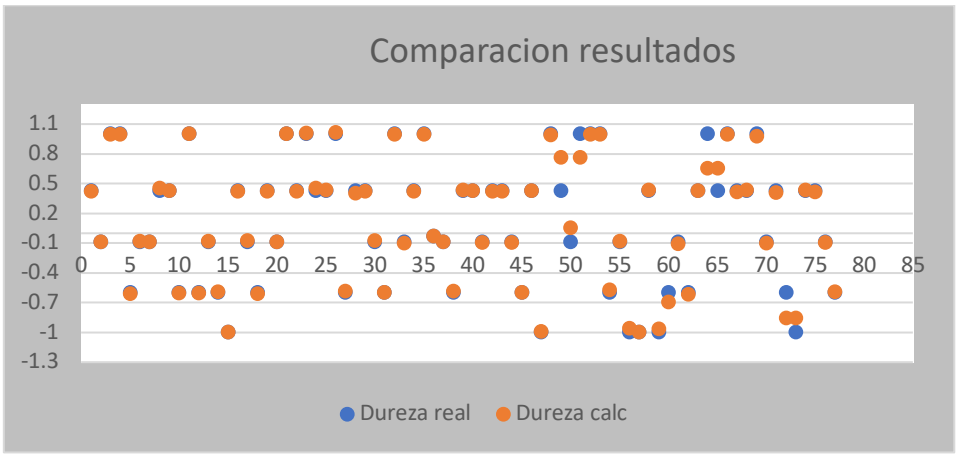


Figura 3. Comparación de datos estimados por la RNA y los valores experimentales. Fuente: (García Y. 2019)

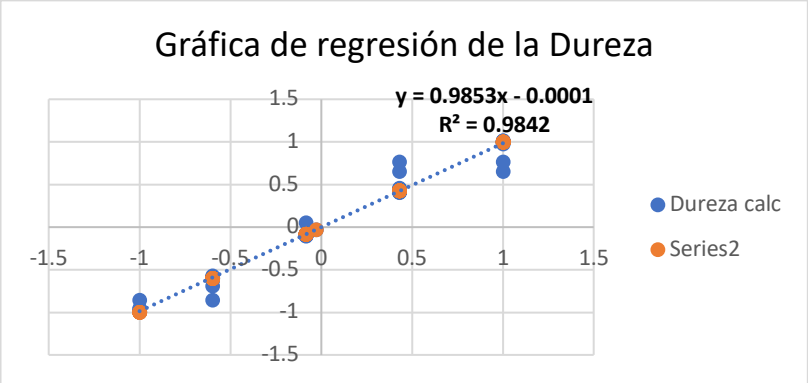


Figura 4. Grafica del coeficiente de regresión entre los valores reales y estimados.
Fuente: (García Y. 2019)

Mencionar que los valores estimados y los reales, están aún escalados (normalizados) en el rango de -1 a 1, por lo que al realizar la desnormalización parcial de los datos reales vs los estimados por el modelo en Excel estos quedan como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Datos desnormalizados del proceso de entrenamiento de la RNA.
Fuente: (García Y. 2019)

REALES	311	302	321	321	293	302	302	311	311
ESTIMADOS	311.0491	301.97	321.06	320.999	293.1137	301.967	301.95	311.53	311.08

La Figura 5 muestra el error de entrenamiento de la RNA. Se observa que el error va disminuyendo hasta alcanzar un error de estimación de 0,05, todo ello conforme se incrementan el número de épocas, es decir el número de veces que se entrenan el conjunto total de datos por la RNA.

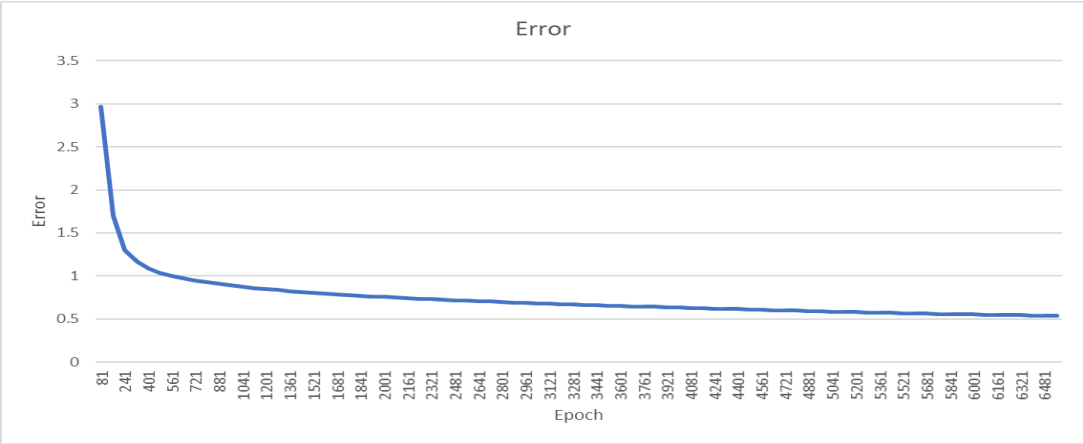


Figura 5. Grafica de error de entrenamiento de la RNA. Fuente:(García Y. 2019)

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos por el modelo de red permite comprobar que las RNA son una excelente herramienta para la predicción de resultados, permitiendo con ello obtener un modelo en las condiciones y rangos trabajados en esta tesis.

En cuanto a los resultados obtenidos para el coeficiente de correlación lineal tenemos que para Dureza del material de aporte es r = 0.974335938 para el coeficiente de correlación de la dureza por lo que podemos concluir que la predicción por medio de redes neuronales es bastante aceptable relativamente

En los resultados reales y de salida de todas las propiedades mecánicas la diferencia entre ellos es prácticamente mínima.

Con la aplicación de las redes neuronales, aunque no se puede suprimir por completo las pruebas mecánicas de laboratorio, sería una buena alternativa cuando se desea predecir de manera rápida alguno de los ensayos mecánicos, teniendo con esto un considerable ahorro en tiempo y el trabajo que implica, lo cual tendría como consecuencia un ahorro económico considerable.

VI. RECONOCIMIENTOS

Agradecimiento al programa de 21 verano de la Ciencia, por el apoyo brindado para la realización de este proyecto.

A la Facultad de Metalurgia de la Universidad Autónoma de Coahuila, por las facilidades brindadas para llevar a cabo esta investigación .

REFERENCIAS

[1] Bruce E. Segee, Michael D. (2000). Artificial Neural Networks Using Microsoft Excel for Windows 95 Amos University of Maine.

[2] García J. , López A. M. (2002). Hojas de cálculo para la simulación de redes de neuronas artificiales (RNA). QÜESTIIÓ, vol. 26, 1-2, p. 289-305, 2002.

[3] Alonso A., Sedano J. y Villar J. (2007). Identificación de sistemas no lineales mediante redes neuronales artificiales. Técnica Industrial, 2007, 267; p..46-53.

[4] Ljung, L System Identification - Theory for the User, 2nd Edition, Prentice-Hall,Upper Saddle River, N J, 1999 ISBN 0-13-656695-2, 607 pages. Chinese edition 2002.

[5] Cueva, J. A.; Vásquez V. 2009. Predicción mediante Redes Neuronales Artificiales de sacarosa de caña de azúcar (Saccharun officinarun) a partir de sólidos solubles y humedad. p. 90.

[6] Bishop. C. (1995) Pattern Recognition and Neural Networks (Oxford, U.K.: Oxford Univ. Press, 1995, 482 pp., ISBN 0 19 853849 9.)

[7] B. Cheng and D. Titterington, (1994). “Neural networks: A review from a statistical perspective,” Statist. Sci., vol. 9, no. 1, pp. 2–54, 1994

Simulación Hardware-in-the-Loop con arquitectura FPGA de la rotación en un eje de un cuerpo rígido

Marisol del Rocío Solís Rayas
Juan José Guadalupe García Barajas
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Depto. de Mecatrónica
Carretera Irapuato – Silao Km 12.5
Irapuato, Gto., México. C.P. 36821
marisol.solisrayas@hotmail.com
johnvogt7@gmail.com

Asesor: M. en C. José Ángel Colín Robles
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Depto. de Sistemas Automotrices
Carretera Irapuato – Silao Km 12.5
Irapuato, Gto., México. C.P. 36821
joseangel.colin@itesi.edu.mx

Resumen — En el presente trabajo se muestra la simulación Hardware-in-the loop (HIL) de la rotación en un eje de un cuerpo rígido usando un FPGA (Field-Programmable Gate Array). Se obtiene y se implementan el modelo matemático de las matrices de rotación y se incluye la simulación eléctrica de un decodificador óptico incremental, como la señal de entrada a nuestra simulación HIL en FPGA. La rotación en un eje del cuerpo rígido se simuló inicialmente usando MATLAB® para su correcta interpretación antes de implementarla en la tarjeta Cyclone® II FPGA Starter Development Kit de Altera®. Se usa VHDL (Very high-speed integrated circuit Hardware Description Language) para describir los modelos matemáticos de las matrices de rotación, así como las señales eléctricas del decodificador óptico incremental.

Palabras clave — Simulación HIL, matrices de rotación, FPGA, decodificador óptico incremental, VHDL.

Abstract — In this work is presented the hardware in the loop simulation of a rigid body that rotation on one axis using FPGA (Field-Programmable Gate Array). The mathematical model of the rotation matrices is obtained and implemented in FPGA where is included the electrical simulation of an incremental optical encoder that is input signal into the HIL simulation on FPGA. Initially, the rotation on an axis of the rigid body has been simulated using MATLAB® for its correct interpretation before implementing it on the FPGA Cyclone® II FPGA Starter Development Kit of Altera®. VHDL (Very high-speed integrated circuit Hardware Description Language) is used to describe the mathematical models of the rotation matrices, as well the electrical signals of the incremental optical encoder.

Keywords — HIL simulation, rotation matrices, FPGA, incremental optical encoder, VHDL.

I. INTRODUCCIÓN

La simulación Hardware-in-the loop (HIL) es una técnica utilizada por los ingenieros para la realización y comprobación de sistemas embebidos en tiempo real, por ejemplo, de sistemas complejos que poseen varios subsistemas. La simulación HIL consiste en la obtención del modelo matemático de un sistema dinámico, donde se incluye toda la complejidad de la planta bajo control. La simulación HIL debe incluir la simulación eléctrica de sensores y actuadores. En el presente trabajo se muestra la simulación Hardware-in-the loop de la rotación en un eje de un cuerpo rígido usando un FPGA, donde se incluye la simulación de las señales eléctricas de un decodificador óptico incremental (véase figura 1).

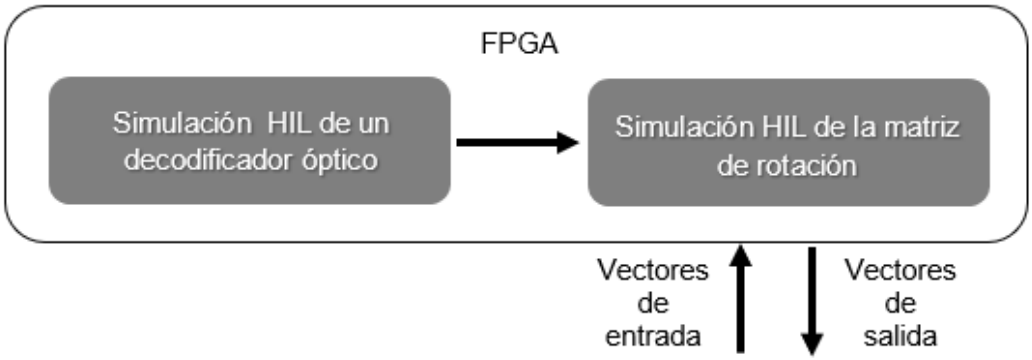


Fig. 1. Esquema general de la simulación HIL usando FPGA.

II. MARCO TEÓRICO

A. Matriz de rotación

Para describir la orientación de un cuerpo rígido con respecto a un sistema de referencia cualquiera en un espacio tridimensional, se requiere la asignación de tres componentes $(\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k})$, las cuales son linealmente independientes. Teniendo en cuenta que los dos sistemas de referencia comparten un origen común, el cuerpo es asignado a un sistema de referencia móvil, por ejemplo, el sistema de referencia $\boldsymbol{OUVW}$ para después estudiar la relación que existe entre este y el sistema de referencia fijo $\boldsymbol{OXYZ}$. La relación de estos dos sistemas de referencia describe la posición y la orientación de uno respecto a otro (véase figura 2).

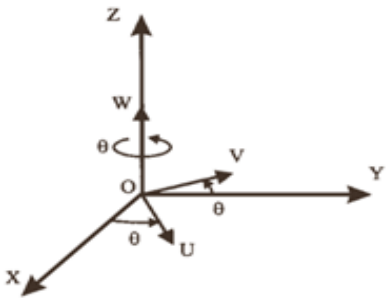


Fig. 2. Rotación de sistema de referencia móvil ($\boldsymbol{OUVW}$), con respecto al sistema de referencia fijo ($\boldsymbol{OXYZ}$).

Para esto se requiere el uso de la matriz de rotación definida por la Ec. (1).

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} \mathbf{i}_x\mathbf{i}_u & \mathbf{i}_x\mathbf{j}_v & \mathbf{i}_x\mathbf{k}_w \\ \mathbf{j}_y\mathbf{i}_u & \mathbf{j}_y\mathbf{j}_v & \mathbf{j}_y\mathbf{k}_w \\ \mathbf{k}_z\mathbf{i}_u & \mathbf{k}_z\mathbf{j}_v & \mathbf{k}_z\mathbf{k}_w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$v_{\boldsymbol{OXYZ}} = (\mathbf{R})(v_{\boldsymbol{OUVW}}) = (\mathbf{R}) \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta \\ \sin\theta \\ 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

donde $\mathbf{R}$ representa la matriz de rotación que define la orientación del sistema $\boldsymbol{OUVW}$ con respecto al sistema $\boldsymbol{OXYZ}$. Se trata de una matriz ortonormal, que posee la característica de que su inversa $(\mathbf{R}^{-1})$ es igual a su transpuesta $\left(\mathbf{R}^{\mathrm{T}}\right)$ [1-3]. La Ec. (2) representa las proyecciones del vector $v_{\boldsymbol{OUVW}}$ con respecto al sistema $\boldsymbol{OXYZ}$.

B. Decodificador óptico incremental

El decodificador es un dispositivo óptico digital que convierte el movimiento en una secuencia de pulsos digitales. El decodificador rotativo incremental está conformado por cuatro componentes principales: fuente de luz, un lente condensador, un disco con retícula opaca y celdas sensibles a la luz (véase figura 3). Dentro del disco, hay dos conjuntos de ranuras reticuladas en diferentes círculos, los cuales generan los canales de salida A y B (véase figura 4) estos hacen posible detectar el sentido de rotación y mejoran la precisión en la medición. Existe otro círculo que contiene una sola ranura que detecta el número de revoluciones completadas [4].

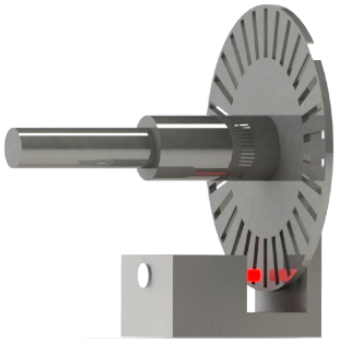


Fig. 3. Representación de decodificador óptico rotativo incremental.

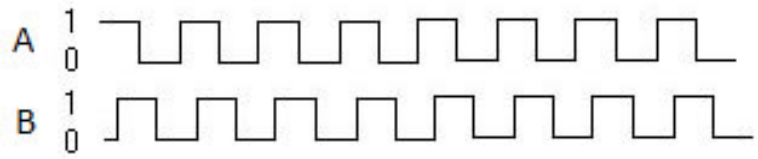


Fig. 4. Señales de salida A y B, de un decodificador incremental.

III. METODOLOGÍA

La simulación HIL de la rotación en un eje de un cuerpo rígido utilizando FPGA consta de seis etapas expuestas a continuación en la tabla 1.

Tabla 1. Etapas de sistema de desarrollo HIL.

Etapa	Descripción
1. Estudio de matrices de rotación	Con ayuda del software MATLAB®, se realiza la caracterización del modelo matemático matricial, que se utilizará posteriormente como referencia para la rotación del cuerpo rígido.
2. Diseño de la estructura digital con arquitectura FPGA de la ecuación 2.	En el desarrollo del modelo matemático de las matrices de rotación con arquitectura FPGA se utiliza un procedimiento iterativo por lotes que consta en descomponer un proceso algorítmico en operaciones simple y repetitivas [5].
3. Programación de diseño en VHDL de la ecuación 2 y de las señales eléctricas de un decodificador óptico incremental.	Para la simulación HIL del decodificador óptico incremental se recurre a un diseño digital desarrollado en VHDL que detecta la secuencia de dos señales en cuadratura, tanto directa como inversa, es decir, la rotación en sentido positivo o en sentido negativo.
4. Secuencia de pruebas	Con el conjunto de programas elaborados en VHDL, se ejecuta la síntesis en la tarjeta FPGA para observar la correcta relación entre la señal del decodificador físico y la señal programada del decodificador.
5. Prueba de las señales eléctricas de un decodificador óptico incremental.	Se exhibe en la tarjeta FPGA el incremento o decremento del decodificador.
6. Simulación en VHDL de las proyecciones de un vector rotado sobre el marco de referencia fijo.	Se implementa el paso 5 junto con la matriz de rotación y un vector unitario, siguiendo la técnica estudiada en el paso 3.

IV. RESULTADOS

La figura 5 muestra la simulación HIL que incluye la síntesis de las señales eléctricas de un codificador óptico incremental de 128 pulsos por revolución, es decir, un movimiento equivalente a 512 cuentas por revolución a una frecuencia de 86.50 Hz (véase figura 5).

Con los datos anteriores es posible obtener las características de movimiento angular de la simulación HIL del decodificador óptico incremental, que corresponden a un tiempo por vuelta de $t_{vuelta} = 1.4797\ s$ con una velocidad angular de $\omega = 4.2460\ \frac{rad}{s}$ (Véase figura 6). Las señales de la figura 5 son equivalentes al movimiento de un motor con decodificador óptico incremental que rota a una velocidad angular de $\omega = 4.2460\ \frac{rad}{s}$. La figura 7 muestra las proyecciones del vector v_{OUVW} con respecto al sistema $OXYZ$, es decir, la Ecu. (2). La salida se encuentra en un formato 9.9, es decir, 9 bits para la parte entera y 9 bits para la parte fraccionaria.

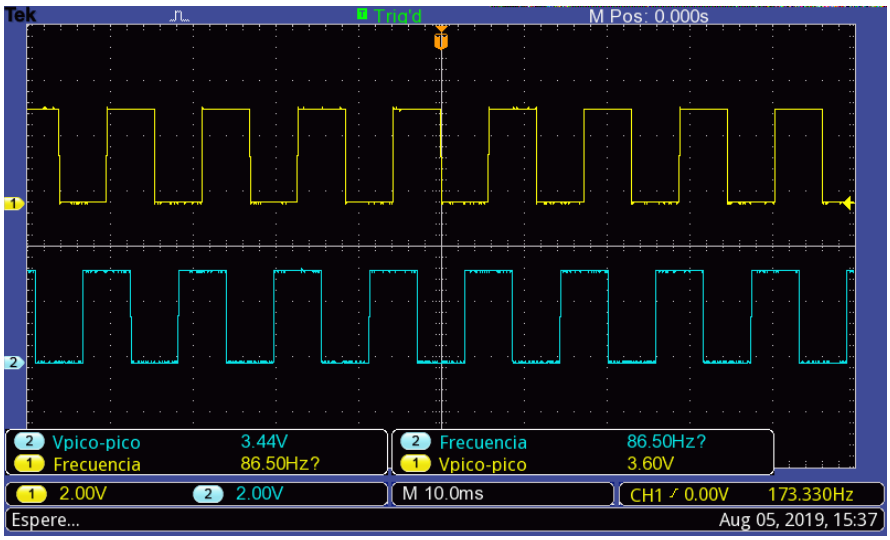


Fig. 5. Canales de salida A y B del decodificador. El canal de salida A es representado de color amarillo, y el canal de salida B es representado de color azul.

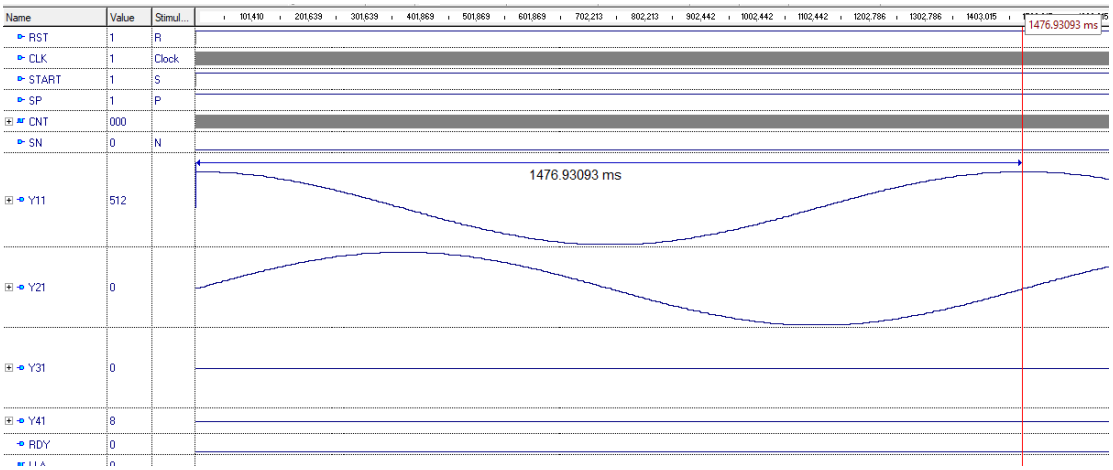


Fig. 6. Simulación VHDL de la rotación completa del cuerpo rígido en un tiempo de 1476.93093 ms.

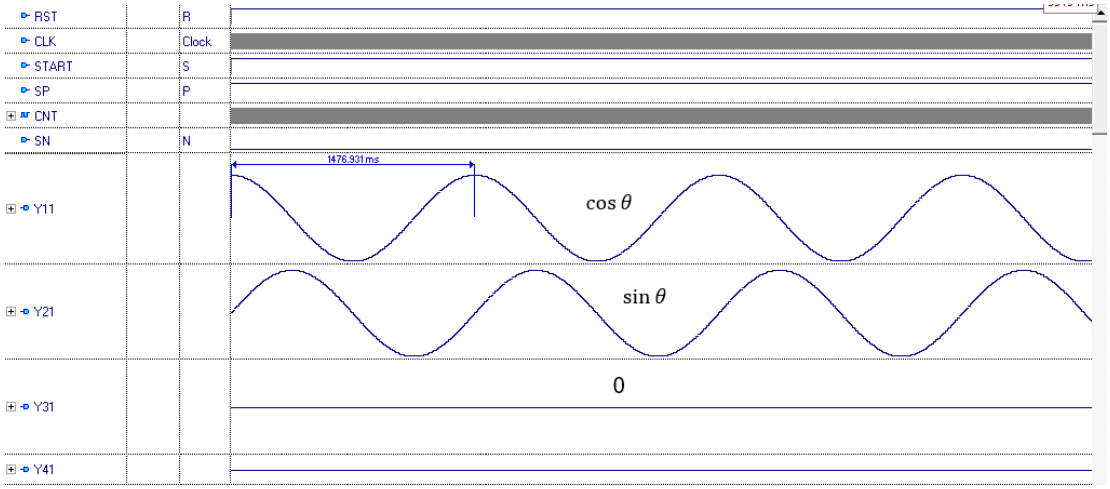


Fig. 7. Simulación VHDL de la Ecu. (2).

V. CONCLUSIONES

Se concluye que la Simulación “Hardware-in-the-Loop” con arquitectura FPGA de la rotación en un eje de un cuerpo rígido es posible utilizando un procedimiento iterativo por lotes que consta en descomponer un proceso algorítmico en operaciones simple y repetitivas. Con esta técnica de diseño junto a las tablas de verdad de las funciones trigonométricas seno y coseno de 512 localidades cada una, se obtiene buenos resultados en las proyecciones del vector v_{OUVW} con respecto al sistema $\boldsymbol{OXYZ}$. Para trabajos futuros se puede ahora pensar en diseñar la simulación HIL en tres dimensiones de la rotación de un cuerpo rígido.

VI. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al comité evaluador del 21 Verano de la Ciencia de la Región Centro por darnos la oportunidad de participar en este proyecto de investigación. También agradezco al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato por otorgarme un espacio de trabajo en la realización del presente proyecto. Finalmente agradezco a mi asesor el M. en C. José Ángel Colín Robles por su entera disposición, apoyo y orientación durante y después de la estancia de investigación.

REFERENCIAS

[1] A. Barrientos, L. Peñin, C. Balaguer, R. Aracil, *Fundamentos de robótica*, 2da Edición, Ed. Mc Graw Hill. España, 2007.

[2] Jorge Angeles, *Fundamentals of Robotic Mechanical Systems: Theory, Methods, and Algorithms,* Mechanical Engineering Series, Springer, Third Edition, 2007.

[3] Reza N. Jazar, *Theory of Applied Robotics:Kinematics, Dynamics, and Control,* 2007 Springer.

[4] S. Kumar, *Introducción a la robótica*, Ed. McGraw-Hill. México, 2010.

[5] R. J. Romero Troncoso, *Electrónica digital y lógica programable,* Ed. Universidad de Guanajuato. México, 2016.

Simulación, síntesis y caracterización de nanoestructuras para aplicaciones biomédicas

Dayra Denisse Esparza Rodríguez
Universidad Autónoma de Aguascalientes
Prol. Mahatma Gandhi
20340 Aguascalientes, Ags,
México.
dayradenisseesparza@gmail.com

Asesor:
Samuel Eleazar Kolosovas Machuca
Edificio de Laboratorio Nacional (CIACYT)
Av. Sierra Leona, Col. Lomas 2ª. Sección, C.P.
78210, San Luis Potosí, S.L.P, México.
samuel.kolosovas@uaslp.mx

Resumen — Se presenta un estudio por medio la espectroscopia Raman con la técnica de Dispersión Raman Mejorada de Superficie (SERS) que al detectar presencia la proteína albúmina de suero humano (HSA) compuesta con nanopartículas de oro (AuNPs) se obtiene una señal SERS amplificada para la adquisición de una aplicación biomédica más efectiva en la detección de biomoléculas, además se demuestra el uso de COMSOL como un software que permite la simulación de la nanopartícula para el estudio de fenómenos relacionados con la espectrofotometría en el rango UV-visible mediante campos electromagnéticos y así sustraer información óptica de AuNPs y ser comparadas con los métodos prácticos tanto de síntesis por el método de Tuerkevich, y el caracterización con las diferentes técnicas implementadas.

Palabras clave — nanopartículas de oro, proteína albúmina de suero humano, UV-visible, biomoléculas.

Abstract — It is presented a study by Raman spectroscopy with the technique of Surface-enhance Raman Spectroscopy (SERS) when it detects the presence of albumin protein of the human serum (HSA) composed with gold nanoparticles (AuNPs). It is obtained an amplified sing SERS to obtain the acquisition of the biomedical application to be more effective in the detection of biomolecules. Also, this work demonstrate the use of COMSOL a software that permits the simulation of the nanoparticles for study of the possible phenomena studies related with spectroscopy in the range of UV-visible through electromagnetic fields in order to sustain optic information of AuNPs and be compared with practice method who the synthesis by the method of Turkevich and characteristics of the different techniques already implemented.

Keywords — gold nanoparticles, albumin protein of the human serum, UV-visible, biomolecules.

I. INTRODUCCIÓN

La nanociencia es el área científica que se dedica a la creación y estudio de materiales a escala nanométrica, el interés en esta ciencia radica en las nuevas posibilidades que ofrece la miniaturización de los sistemas y en las novedosas propiedades que presentan. [3] El término nanopartícula (NP) metálica designa a una agrupación de átomos o moléculas metálicas, de óxidos o sales metálicas que dan lugar a una partícula con dimensiones entre 1 y 100 nm y con nuevas propiedades respecto al bulk. [2] Las nanopartículas de oro (AuNPs) tienen una diversidad de propiedades interesantes, que dependen de su morfología y tamaño, entre las cuales se acentúan las eléctricas, catalíticas y ópticas, pero hay que destacar que en el área de la biomedicina supone grandes avances y diversas aplicaciones, las aplicaciones están intrínsecamente relacionadas con la interacción de las nanoestructuras con el campo electromagnético y cómo éstas reaccionarán y expresarán sus propiedades ópticas. [1]

Se busca aplicar NPs para el desarrollo de futuras aplicaciones SERS para el campo biomédico en combinación con HSA en concentraciones pequeñas, por ello se realizara síntesis y caracterización de AuNPs de forma esféricas, además de simulaciones numéricas de estructuras 3D de NPs mediante el método de elemento finito a través del software COMSOL Multiphysics con enfoque en el análisis electromagnético con el propósito de realizar comparaciones cualitativas y cuantitativas de los parámetros ópticos obtenidos experimentalmente versus simulación.

Por su parte los procesos de simulación son vitales y auxiliares para el desarrollo de una investigación experimental de calidad, evitando costos en tiempo y recursos. Los distintos métodos de simulación son herramientas que ayudan a cerrar la brecha que pueda existir entre teoría vs experimento. [1]

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Simulación electromagnética

La simulación a través de método de elemento finito (FEM) se llevó a cabo mediante el software de COMSOL MULTIPHYSICS versión 5.2. Se diseñaron estructuras 3D, para simular los espectros de absorción y la interacción con el campo electromagnético con las nanoestructuras, y posteriormente se diseñó una estructura para ver el efecto del substrato sobre la interacción con la nanoestructura. [1]

B. Síntesis de nanopartículas por el método de Turkevich

Este método se trata de un método químico para sintetizar nanopartículas de oro de forma esférica, se empleó los siguientes reactivos: Ácido tetracloroaurico (III) (Precursor), Citrato de sodio (Agente reductor) y Agua Milli-Q, y el siguiente material y equipo: cristalería, papel aluminio, balanza analítica, placa de agitación, barra magnética y termómetro. Realizando el siguiente procedimiento para las semillas, donde se preparan dos soluciones de citrato de sodio usando agua Milli-Q, una de 2.2mM (150ml) y otra de 60mM (Volumen variable según requerimientos). Posteriormente se prepara una solución de 25mM de HAuCl4 en agua Milli-Q (Volumen variable). La Solución de citrato (2.2mM) se lleva a calentamiento gradual y con agitación constante de tal modo que en 15 minutos inicie su ebullición, en este momento se agrega 1ml de la solución de 25mM de HAuCl4, como indicadores de que se efectúa la reacción se toman en cuenta los virajes de color, en un periodo de 10minutos. Para el crecimiento de las semillas inmediatamente después de la formación de las AuNPs la solución se enfriará, y se agrega 1ml de citrato 60mM y pasados dos minutos se agrega 1ml de la solución de 25mM de HAuCl4 y se dejará en calentamiento durante 30 minutos para terminar la reacción. Este paso se puede repetir hasta alcanzar el diámetro de partícula deseado. [4]

C. Caracterización

1) Espectroscopia De Transmisión Óptica (UV-VIS)

Para caracterizar las partículas fabricadas, se empleó un equipo espectrofotómetrico marca Ocean Optics modelo RED-TIDE USB650UV con un rango de medición de 200-880 nm. El espectro de absorción se obtuvo al ingresar la muestra coloidal de la síntesis química en una cubeta de cuarzo, la cual tiene un espesor adecuado para la absorción de la luz a través de ella y permita la incidencia directa sobre la muestra a analizar. Fue fundamental la realización de una calibración inicial antes las mediciones, para substraer la línea base que es atribuida a la luz que incide en la cubeta sin ninguna muestra. Posteriormente se realizó un reprocesamiento de la señal obtenida a través del software OriginPro 8 SR0 v8.0724 (B724) (OriginLab Corporation), para obtener termino de absorbancia se utiliza la siguiente fórmula (1).

$$A = -Log(T) \quad (1)$$

donde A es la absorbancia y T es transmitancia, no tienen unidades.

2) Dispersión de Luz Dinámica (DLS)

Se recurrió equipo Zetasizer Nano ZS marca Malvern Panalytical con un rango de medición de 0.3 nm-10.0 micras* (diámetro) con el principio de medición de dispersión de luz dinámica, antes de su análisis la muestra fue sometida a sonicación durante 15 min y diluida a un 50% debido a que presentaba pequeñas aglomeraciones. [1]

3) Microscopía Electrónica de Barrido (SEM)

Se utilizó un microscopio electrónico de barrido marca FEI modelo Inspect 150 con magnificaciones que van desde 6000-100000x y con una resolución de haz de electrones de 30Kv a alto vacío. Las soluciones coloidales de nanopartículas resultantes se sometieron a un régimen de centrifugación por un periodo de 10 minutos en 3 rondas, lo anterior para mejorar el lavado y substraer el excedente de las muestras. Las muestras lavadas se colocaron sobre substratos de silicio para su colocación en la porta muestras del SEM.

4) Espectroscopia Raman con la técnica de Dispersion Raman Mejorada en Superficie (SERS)

El equipo empleado para este análisis fue el Xplora One Plus con una longitud de onda de excitación 785 nm. Para tal prueba se caracterizaron señales espectrales de HSA a una concentración de 2.6 mg/ml, posteriormente se realizaron mediciones de espectros SERS de soluciones coloidales de combinaciones de HSA con Nanorods de Oro con 0.11818 mg/ml de HSA, 0.02131 mg/ml de HSA y 0.01287 mg/ml de HSA. [1] Para una concentración de 2.6 mg/ml de HSA. Reactivos empleados: Solución HSA con una concentración de 2.6mg/ml, Buffer PBS pH 7.4 y Nanopartículas por evaluar. Material y equipo: tubos Eppendorf de 2ml, 3 puntas para micropipeta (200µl) y Micropipeta de 200µl. El procedimiento desarrollado fue el siguiente: Se rotulan los tubos Eppendorf (1-3) y en ellos se coloca un volumen constante de la solución de HSA, para este caso 5µl. A cada tubo se le agregara un diferente volumen del Buffer PBS correspondiente a cada dilución 50µl, 300µl y 500µl. Tomando en cuenta el volumen final de cada tubo, se le agrega el mismo volumen de la solución con las NPs suspendidas (Proporción de volumen 50/50). Para terminar, se

mezcla las soluciones invirtiendo los tubos suavemente en repetidas ocasiones y finalmente se dejan reposar las diluciones en refrigeración (2-8°C) por 24 horas antes de ser usadas. [1] Para encontrar el volumen necesario para diluir la solución y llegar a la concentración y el volumen deseados, las muestras se prepararon bajo la ecuación de dilución

Para obtener $C2$ (concentración de la disolución)

$$C2 = \frac{C1 * V1}{V2} \tag{2}$$

donde $C1$ es la concentración HSA, $V1$ es el volumen de HSA, $V2$ de la disolución.

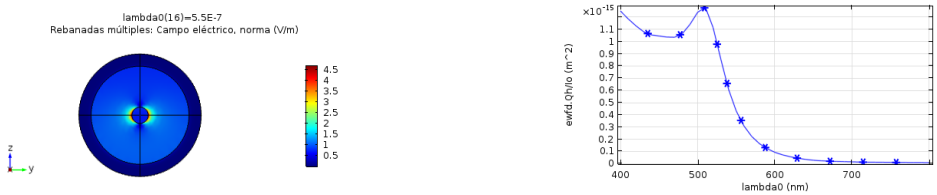
Para obtener $C4$ (concentración de la disolución final deseada)

$$C4 = \frac{C2 * V3}{V4} \tag{3}$$

donde $V3$ es el volumen disolución o NPs, $V4$ es el volumen final.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

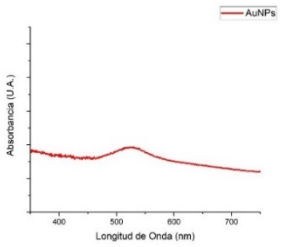
A continuación, se observan los resultados de las simulaciones electromagnéticas de las interacciones del campo eléctrico sobre las nanoestructuras simuladas. En la figura 1 a) se muestra como es la interacción de una nanopartícula esférica con una onda plana incidente, se observa la simulación a través del método FEM donde el campo eléctrico se absorbe sobre la estructura, mientras que la figura 1 b) se ve la solución analítica descrita con el método mencionado anteriormente obteniendo un espectro de absorción con un modo plasmónico con una longitud de onda de 520nm, mientras que el figura 2 d) el modo plasmónico tiene una longitud de onda de 527nm con un pico más pequeño, haciendo una comparación podemos decir la simulación obtenida tiene gran similitud con respecto a la caracterización UV-VIS ya que presentan la longitud de onda característica del Oro.



a) b)

Figura 1. a) Distribución de la Absorción del campo eléctrico sobre nanopartícula esférica de oro de 50 nm de diámetro, simulación realizada a través de FEM (Comsol Multyphisics) y b) Método de simulación para el cálculo de espectros de absorción de una nanoesfera de oro de 20 nanómetros de diámetro.

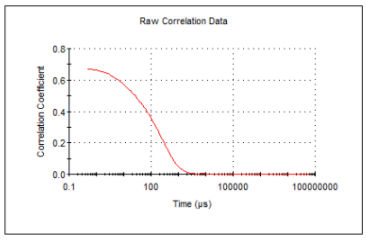
c)



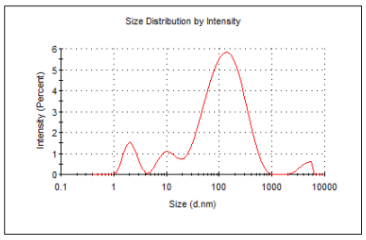
d)

Figura 2. c) Suspensión acuosa de nanopartículas de oro obtenida por el método Turkevich y d) Espectro UV-vis característico de una AuNps.

En la figura 4 observamos una imagen SEM de las nanopartículas esféricas sintetizadas, se puede observar sus tamaños con los distintos diámetros además de las diferentes morfologías mientras que en la figura 3, observamos las gráficas resultantes del DLS aplicado a la muestra, las cuales nos revelan que la muestra es demasiado polidispersa.

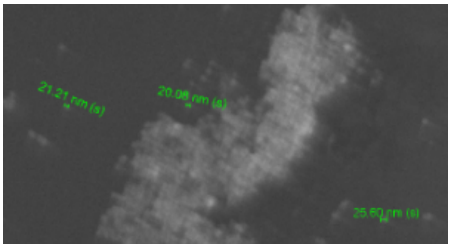


e)

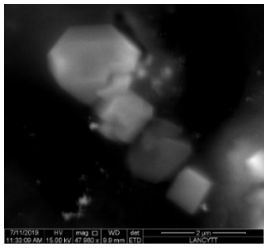


f)

Figura 3. e) Gráfica que nos muestra información de la polidispersidad de la muestra obtenida y f) gráfica que nos indica la caracterización del tamaño de la muestra en dispersión.



g)



h)

Figura 4. g) Vista obtenida por medio de SEM de las nanopartículas sintetizadas donde se indican algunos de los diámetros de las nanoesferas de oro y h) Vista más cercana donde se puede observar la morfología de las estructuras obtenidas.

En base a la tabla 1 se obtuvieron las a preparación de las disoluciones con HSA para realizar la amplificación del Raman, en la figura 5 las señales están debajo 200 se consideran ruido, pero podemos observar que la señal azul fue amplificada pero no es determinante para la aplicación.

Tabla 1. Preparación de disoluciones de HSA para realizar la SERS

Tubo No.	Vol. de HSA (µl)	Vol. de Buffer PBS (µl)	Vol. de la dilución (µl)	Vol. de NPs (µl)	Vol. final (µl)	Concentración deseada (mg/ml)
1	5	50	55	55	110	0.11881
2	5	300	305	305	610	0.02131
3	5	500	505	505	1010	0.01287

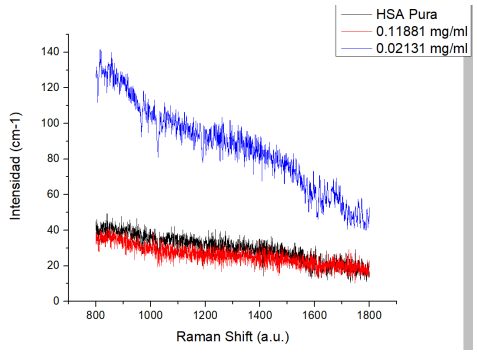


Figura 5. Espectro Raman de HSA puro (señal roja) y Espectros SERS de HSA con Nanoesferas de Oro a 0.11881mg/ml HSA (señal negra) y 0.02131 mg/ml HSA (señal azul).

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se obtuvieron AuNPs polidispersas en cuanto a tamaño y morfología esperada, debido a que no hubo control de temperatura, ni tiempo de reacción en el desarrollo del método de Turkevich.
- La amplificación de la señal Raman no se presentó adecuadamente porque estaba en el rango de intensidad considerado como ruido, por lo tanto, no éxito la identificación de biomoléculas en la aplicación biomédica.
- Las comparaciones realizadas con las respuestas ópticas experimentales de las nanopartículas sintetizadas, demuestra positivamente la capacidad numérica de las simulaciones para tratar con nanoestructuras destinadas a interactuar con moléculas.

V. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

A los mis compañeros e investigador por ser tan pacientes conmigo en la explicación de los temas a tratar en el proyecto y por apoyo incondicional en todo momento.

REFERENCIAS

[1] Núñez Leyva J.M. (2019) Simulación, síntesis y caracterización de nanopartículas para aplicaciones biomédicas (tesis de posgrado). Universidad Autónoma De San Luis Potosí, San Luis Potosí, S.L.P.

[2] González Anton R. (2016) Síntesis de nanopartículas de oro funcionalizadas con 1-dodecanotiol en un sistema bifásico. Desarrollo de sensores electroquímicos. Universidad De Valladolid, Valladolid.

[3] N. Echevarria Garcia, “Síntesis y caracterización de nanopartículas de oro”. Memorias del Trabajo de fin de grado, Grado en química, Lejoa, España. Junio-julio 2015.

[4] N.G. Bastús, J. Comenge and V. Puntes (2011, Julio 5). Kinetically Controlled Seeded Growth Synthesis of Citrate-Stabilized Gold Nanoparticles of up to 200 nm: Size Focusing versus Ostwald Ripening [Online]. Available: https://pubs.acs.org/doi/10.1021/la201938u.

Simulador de redes de agua potable utilizando el Método del Elemento Finito (MEF)

Sergio Jonathan Mandujano García
Universidad Autónoma de Zacatecas
Cd,Universitaria Siglo XXI, Carretera Zacatecas-Guadalajara Km 6, Ejido La Escondida,
CP 98160, Zacatecas, Zac.
sergio_jmg@yahoo.com.mx

Asesora: Blanca Esthela Solís Recéndez
Universidad Autónoma de Zacatecas
Cd,Universitaria Siglo XXI, Carretera Zacatecas-Guadalajara Km 6, Ejido La Escondida,
CP 98160, Zacatecas, Zac.
blsolis@uaz.edu.mx

Resumen — El MEF es un algoritmo matemático robusto desarrollado para el análisis de redes hidráulicas. En el presente trabajo se ha construido un simulador basado en tal algoritmo que dada una red definida es capaz de obtener el caudal en cada una de la tuberías así como la presión en los nodos. Se utilizó Python 3.7.0, como lenguaje de programación y MySQL 8.0 como manejador de base de datos. El simulador resuelve de manera iterativa la ecuación de continuidad y la de conservación de la energía para poder llegar a una solución satisfactoria. Se obtuvieron resultados satisfactorios en las pruebas hechas con redes pequeñas, por lo que el sistema es útil para el análisis de redes hidráulicas.

Palabras clave— Método del elemento finito, simulador, redes de agua potable.

Abstract —The EFM is a robust mathematical algorithm developed for the analysis of hydraulic networks. In the present work it has been constructed a simulator based on this algorithm that given a defined network is able to obtain the volume in each one of the pipes as well as the pressure in the nodes. Python 3.7.0 was used as programming language and MySQL 8.0 as a manager data base. The simulator solves of iterative way the equation of continuity and the one of conservation of the energy to be able to reach a satisfactory solution. Satisfactory results were obtained in proofs with small networks, reason why the system is helpful for the analysis of hydraulic networks.

Keywords—Element finite method, simulator, potable water networks.

I. INTRODUCCIÓN

La escasez, aunada al uso irracional del agua dulce, plantea una creciente y seria amenaza para el desarrollo sustentable y la protección del medio ambiente. Como resultado del crecimiento de la población urbana, muchas de las grandes ciudades se han visto obligadas a importar agua de cuencas cada vez más lejanas, debido a que las fuentes locales de aguas superficiales y subterráneas han dejado de satisfacer la demanda, por agotamiento o contaminación. Ante esta problemática, la administración del agua se torna en un tema de capital importancia (Conagua, 2011).

Aunado al hecho de la drástica disminución en la disponibilidad de agua, persiste el grave problema de las fugas, ya que en la redes urbanas se pierde del 40 al 60% del agua, esto debido a la antigüedad de las instalaciones, a las políticas de operación y a la falta de tecnología adecuada para monitorear el comportamiento de las redes (ANEAS, 2008).

Por lo anterior, la gestión y uso eficiente de la infraestructura hidráulica urbana en todo su ciclo (captación, potabilización, distribución, recolección y tratamiento) debe ser un pilar fundamental del desarrollo sustentable.

En este contexto y frente a la imperante necesidad de mayor eficiencia y eficacia en las Redes de Distribución de Agua Potable (RDAP) se han desarrollado herramientas computacionales y técnicas de simulación que permiten un mejor entendimiento de las mismas.

En los últimos 70 años, se han utilizado diferentes métodos numéricos para estimar los caudales y presiones en RDAP. Estos métodos van desde aproximaciones gráficas basadas en analogías físicas, métodos numéricos iterativos simples hasta complejas organizaciones matriciales para la resolución numérica de sistemas de ecuaciones no lineales (Gutiérrez, 2013).

Hoy en día, en México y en general en los países en vías de desarrollo, el proceso de operación y control de las RDAP se lleva a cabo con base en el conocimiento empírico de quienes operan los sistemas, esto se debe principalmente a que no cuentan con herramientas tecnológicas que les permitan tomar decisiones y les ayude a desarrollar mejores políticas de control de las redes, lo que ocasiona una baja eficiencia de la utilización del agua y un servicio que no cumple con las normas oficiales establecidas.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo del sistema de simulación se utilizó una metodología de tipo incremental. En el desarrollo de software el análisis de requerimientos es fundamental, de éste depende el éxito de la aplicación la cual debe de satisfacer cada uno de los requisitos que se estén solicitando (Gómez Fuentes, 2011). Para obtener los requerimientos del sistema se realizaron algunas entrevistas con especialistas en hidráulica, así como consultas de literatura especializada y se aprendió lo concerniente al método del elemento finito, así mismo, se necesitó saber qué partes deben integrar el modelo de simulación.

Para el desarrollo del modelo de simulación es esencial contar con una base de datos (BD) en donde cada uno de los componentes de la red sean almacenados y estén disponibles en todo momento,

El método del elemento finito (MEF) requiere datos de la red tales como número de nodos, número de tubos y sus características (diámetro, longitud, rugosidad), número de cotas piezométricas conocidas (reservorios) y su elevación, los caudales demandados, así como la viscosidad del agua.

Una vez que se ha desarrollado una simulación de manera exitosa es posible obtener la presión en cada uno de los nodos, así como el caudal que circula por cada tramo o tubería que integra la red.

Al finalizar el proceso de cálculo se debe mostrar una tabla con los resultados obtenidos con el algoritmo.

A continuación se describe el MEF, donde V es la velocidad inicial en m/s, h_f es la pérdida por fricción en mca, NN es el número de nodos, NS es el número de cotas piezométricas conocidas, Re es el número de Reynolds, D es el diámetro en m y υ es la viscosidad en m^2/s, ε es rugosidad, A es el área en m^2, π es 3.1416, g es 9.81 m/s^2, f es el

factor de fricción, L es la longitud en m, M_{Ti} es la matriz individual para la tubería i, k_i es la pérdida de energía de la tubería y H es el vector de alturas piezométricas.

Primeramente se propone un sentido para el flujo en cada tubería, una velocidad inicial y una pérdida inicial por fricción. Luego se calcula:

1. El número de cotas piezométricas desconocidas (NNCPD):

$$NNCPD = NN - NS \tag{1}$$

2. En el vector de caudal de demandas Q_d cambiar el valor del nodo n_0 por su elevación.

3. Para cada tubería se calcula:
   a. El número de Reynolds (Re)

$$R_e = \frac{VD}{\upsilon} \tag{2}$$

   b. El factor de fricción (f)

$$f = \frac{0.25}{\left[log\left(\frac{\varepsilon/_D}{3.71} + \frac{5.74}{R_e^{0.9}}\right)\right]^2} \tag{3}$$

   c. El área (A)

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \tag{4}$$

   d. Pérdida de energía (k)

$$k = \sqrt{\frac{\pi^2 g D^5}{8 f L |h_f|}} \tag{5}$$

4. Generar las matrices individuales por tubería. Las coordenadas de esta matriz en la matriz global son renglón es el nodo inicial y columna es el nodo final.

$$M_{Ti} = \begin{bmatrix} -k_i & k_i \\ k_i & -k_i \end{bmatrix} \tag{6}$$

5. Generar la matriz global K_{global} de orden NNxNN
   a. Inicializarla en ceros.
   b. Para cada tubería sumar los cuatro elementos de su matriz individual a los correspondientes (según sus coordenadas) de la matriz global.
   c. Para el nodo de cota piezométrica conocida (n_0) K[n_0xn_0] = 1 y el resto del renglón en ceros.

6. Calcular la inversa de la matriz global.

7. Calcular el vector de alturas piezométricas.

$$H = \left(K_{global}\right)^{-1} Q_d = \begin{bmatrix} h_1 \\ h_2 \\ \vdots \\ h_{NN} \end{bmatrix} \tag{7}$$

8. Calcular el gasto de salida de cada tubería en el nodo fin (Q_i)

$$Q_i = \begin{bmatrix} Q_{nodo\ inicio} \\ Q_{nodo\ fin} \end{bmatrix} = M_{Ti} \begin{bmatrix} h_{nodo\ inicio} \\ h_{nodo\ fin} \end{bmatrix} \quad (8)$$

9. Calcular la velocidad de cada tubería.

$$V_i = \left| \frac{Q_i}{A_i} \right| \quad (9)$$

10. Calcular hf de cada tubería.

$$h_{fi} = h_{nodo\ inicio} - h_{nodo\ fin} \quad (10)$$

11. Calcular el vector de error.

$$e_i = |H_i| - |H_{i-1}| \quad (11)$$

12. Calcular el error.

$$error = \sqrt{\sum_{i=1}^{NT} e_i^2} \quad (12)$$

13. Si el error es aceptable terminar, sino regresar al paso 2.

III. RESULTADOS

En la Fig. 1 se muestra una de las redes con las que se realizaron pruebas, la cual consta de 11 nodos y 11 tuberías.

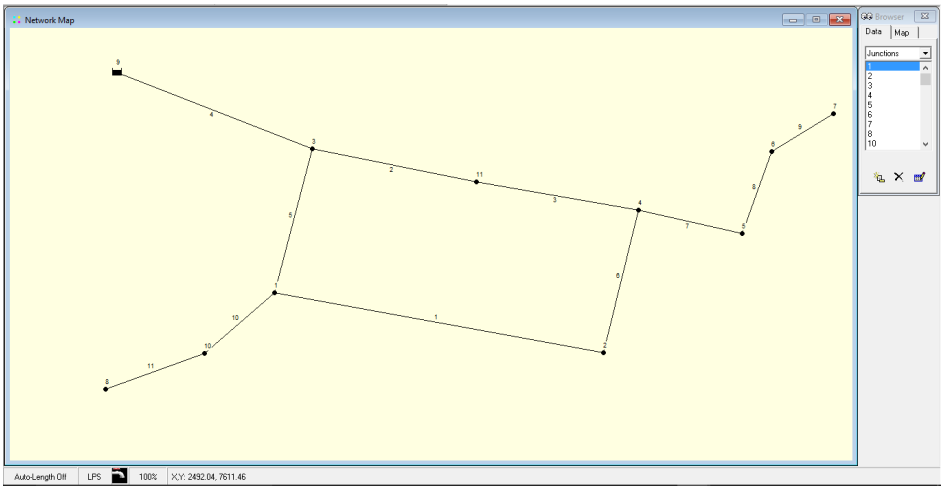


Fig. 1. RDAP de 11 nodos y 11 tuberías.

En la Tabla 1 se muestra el vector de caudales demandados por la red

Tabla 1. Caudales demandados.

CAUDAL DEMANDADO (Qd)	
Caudal Número	*Valor*
0	*0.02091*
1	*0.020300000000000002*
2	*0.0*
3	*0.0*
4	*0.02691*
5	*0.1*
6	*0.0167*
7	*0.013900000000000001*
8	*0.0*
9	*0.02588*
10	*150.0*

El nodo 10 es el nodo con cota piezométrica conocida, con una altura de 150m. En las Tablas 2 a la 4 se muestran los resultados obtenidos con el MEF.

Tabla 2. Alturas piezométricas.

Altura piezometrica (H)	
Altura Número	*Valor*
0	*139.45256982723558*
1	*130.62922577675522*
2	*146.14421643488683*
3	*139.23214161404832*
4	*133.91020041877695*
5	*129.26135028155554*
6	*127.73853869125097*
7	*125.72404763154846*
8	*138.43832361219668*
9	*143.12493349572438*
10	*150.0*

Tabla 3. Gasto de salida.

Gasto de salida de la tubería (Q)	
Gasto de salida Número	*Valor*
0	*0.006053885624234159*
1	*0.18373611437576365*
2	*0.15785611437576463*
3	*0.2245999999999988*
4	*0.040863885624234375*
5	*0.01424611437576595*
6	*0.1436099999999998*
7	*0.11670000000000114*
8	*0.016700000000000603*
9	*0.013900000000000468*
10	*0.013899999999999996*

Tabla 4. hf de cada tubería

hf de la tubería (hf)	
hf Número	*Valor*
0	*-8.823344050480358*
1	*3.0192829391624514*
2	*3.892791881676061*
3	*3.855783565113171*
4	*6.691646607651251*
5	*-8.602915837293097*
6	*5.321941195271364*
7	*-4.648850137221416*
8	*1.5228115903045705*
9	*1.0142462150388951*
10	*12.714275980648225*

En la Fig. 2 se muestran los datos de gasto de salida obtenidos con el MEF.

```
>>> for x in range(len(Q)):
        print("Gasto de salida de la tuberia #",x," --->",Q[x])


Gasto de salida de la tuberia # 0  ---> 0.006053885624234159
Gasto de salida de la tuberia # 1  ---> 0.18373611437576365
Gasto de salida de la tuberia # 2  ---> 0.15785611437576463
Gasto de salida de la tuberia # 3  ---> 0.2245999999999988
Gasto de salida de la tuberia # 4  ---> 0.040863885624234375
Gasto de salida de la tuberia # 5  ---> 0.01424611437576595
Gasto de salida de la tuberia # 6  ---> 0.1436099999999998
Gasto de salida de la tuberia # 7  ---> 0.11670000000000114
Gasto de salida de la tuberia # 8  ---> 0.016700000000000603
Gasto de salida de la tuberia # 9  ---> 0.013900000000000468
Gasto de salida de la tuberia # 10  ---> 0.013899999999999996
```

Fig. 2. Datos de la Tabla 3 obtenidos al ejecutar el sistema en el que se implementó el MEF.

Los resultados obtenidos muestran que el uso correcto de las herramientas computacionales combinados con la aplicación de modelos matemáticos orientados a la solución de un problema en específico pueden ser de gran ayuda para la toma de decisiones en distintas áreas del conocimiento.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las herramientas computacionales son de gran valor para el analista de redes, ya que mediante la simulación es posible encontrar las condiciones de funcionamiento adecuadas en las redes de distribución, tanto en el estudio de redes nuevas, así como en la modelación de aquellas que se encuentran en servicio, pues a través de los modelos, es posible simular un gran número de situaciones que en la práctica sería casi imposible realizar, o bien tendría un costo económico muy elevado, sin embargo, la utilización de software especializado hace indispensable el conocimiento de los fundamentos en hidráulica a fin de interpretar adecuadamente los resultados de las simulaciones. En el presente trabajo se implementó el MEF, el cual permite calcular, a partir de ciertos valores conocidos en la red, el comportamiento ideal de la red completa, lo que favorece la toma de decisiones de los operadores de la misma.

La aplicación de los sistemas de información ha permitido mejorar la calidad de vida del ser humano, en esta ocasión el escenario ha sido dentro del análisis de las redes hidráulicas lo que permitirá, a la par de otros elementos, un manejo más eficiente y eficaz del recurso hídrico.

Como trabajo futuro se espera trabajar en probar y ajustar el sistema para que simule adecuadamente redes grandes así como mostrar de manera gráfica los resultados para un mejor entendimiento de los mismos.

V. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradecemos a la Universidad Autónoma de Zacatecas por el apoyo para la realización de este proyecto.

REFERENCIAS

CONAGUA. (31 de 01 de 2017). *¿Qué es el agua renovable?* Recuperado el 19 de 02 de 2018, de COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA: https://www.gob.mx/conagua/es/artículos/que-es-el-agua-renovable?idiom=es

ANEAS. (11 de 2008). *El agua potable en México: historia reciente, actores, procesos y propuestas.* Recuperado el 22 de 02 de 2018, de ANEAS: http://aneas.com.mx/wp-content/uploads/2015/07/EL-AGUA-POTABLE-EN-MEXICO.pdf

Gómez Fuentes, M. (2011). *Notas del Curso Análisis de Requerimientos*. Cuajimalpa, México, México.

Gutiérrez A. Juan. (2013). *Historia de los métodos de análisis y modelos computacionales para análisis de redes de distribución a presión.* en: http://communities.bentley.com/other/old_site_member_blogs/bentley_employees/b/juan_gutierrezs_blog/archive/2011/05/19/historia-de-los-metodos-de-analisis-y-modelos-computacionales-para-an-193-lisis-de-redes-de-distribuci-211-n-a-presi-211-n.aspx. Recuperado el 10 abril de 2013.

Síntesis de compuestos ferríticos a partir de precursores minerales

Abigail Amaya Farelas
Universidad Autónoma de Coahuila
Carretera 57 Km 5, 25710 Monclova, Coahuila.
Amayag@uadec.edu.mx

Asesora: Ma. Gloria Rosales Sosa
Universidad Autónoma de Coahuila
Carretera 57 Km 5, 25710 Monclova, Coahuila.
mrosales@uadec.edu.mx

Resumen — Muestras de mineral de barita fueron molidas hasta un tamaño de 200 mallas, posteriormente fueron mezcladas con sulfato ferroso heptahidratado y sometidas a un proceso de coprecipitación en medio básico. Las muestras obtenidas fueron caracterizadas por Difracción de rayos x.

Palabras clave — Coprecipitación, barita, ferrita de bario

Abstract — Samples of barite ore were milled to a size of 200 meshes, subsequently mixed with ferrous sulfate heptahydrate and subjected to a coprecipitation process in basic medium. The temperature of the basic medium was varied. The samples obtained were characterized by X-ray diffraction.

Keywords — Coprecipitation, barite, barium ferrite.

I. INTRODUCCIÓN

Las propiedades magnéticas de todo material se caracterizan en su curva de histéresis, en la cual se grafica la magnetización M(emu/g), en función del campo aplicado H (Oe), el máximo valor de magnetización que se obtiene se llama magnetización en saturación.

La ferrita de bario se obtiene habitualmente a nivel industrial empleando el método cerámico, es decir haciendo reaccionar $BaCO_3$ y Fe_2O_3 a altas temperaturas obteniendo la ferrita: $BaFe_{12}O_{19}$. Esta ferrita tiene magnetizaciones en saturación de alrededor 60 emu/g.

Los responsables del comportamiento magnético son los iones férricos, donde no todos los iones tienen la magnetización en la misma dirección. De los 12 iones disponibles por celda unitaria, ocho tienen un momento magnético en una dirección y 4 tienen un momento magnético exactamente en la dirección opuesta, resultando en que sólo 8 iones contribuyen a la magnetización resultante.

Existen diferentes metodologías que se pueden emplear para la preparación de las muestras. Se puede emplear el método cerámico, pero también se pueden emplear otros más como son, co-precipitación química o sol-gel.

La coprecipitación química tiene sobre el método cerámico la ventaja de poder obtener una muestra muy homogénea ya que se parte de sales en soluciones. En contraste, en el método cerámico las partículas rara vez pueden ser molidas por debajo de un micrómetro.

En el presente trabajo se trata de obtener la ferrita de bario a partir de mineral de barita por la técnica de coprecipitación química. El material resultante será analizado por la técnica de difracción de rayos x.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de este proyecto se necesitaron los siguientes equipos y materiales:

Molino de bolas marca Bico INC.

Balanza digital CTR

Balanza analítica

Parrilla eléctrica con agitación magnética

Termómetro

Mineral de barita

Sulfato ferroso heptahidratado

Hidróxido de Amonio

Matraz Erlen Meyer, vaso de precipitado

Magneto

La técnica usada en esta metodología es la de coprecipitación química.

Se pesaron 3 kg de Mineral de barita en una báscula digital marca CTR, además de 9 kg de bolas que se introdujeron en el molino de bolas marca Bico, INC. designándole 4000 vueltas al mismo para realizar la disminución del tamaño de partícula del mineral. El material molido fue pasado a través de tamices, utilizando el mineral de tamaño de 200 mallas.

Se pesaron sulfato de bario (mineral de barita) y sulfato ferroso heptahidratado en relación estequiométrica, 5.834 gramos de $BaSO_4$ y 6.95 gramos de $FeSO_4$ $7H_2O$.

Esta mezcla de sales se agregó a un vaso de precipitados que contenía 50 ml de agua desionizada. Se mezclaron perfectamente de manera manual con agitador de vidrio.

En un matraz de 500 ml se calentaron 50 ml de Hidróxido de amonio a 50°C, a este matraz se agregó la mezcla de sales a gota a gota y se dejó en agitación magnetica constante por media hora a 50°C. Una vez transcurrido el tiempo se decanta el líquido con ayuda de un magneto que se hace pasar alrededor de las paredes del vaso para evitar que la ferrita de bario sea tirada.

Los pasos de la metodología utilizada la podemos observar en la figura 1.

a)

b)

c)

d) e)

Figura 1. Pasos de metodología de obtención de ferrita de bario. a) Pesaje de reactivos, b) Calentamiento del Hidróxido de amonio a 50°C con una agitación magnética, c) Agregado de las mezcla de sales al hidróxido a 50°C, d) Decantación del compuesto férrico con un magneto, e) Caracterización del compuesto obtenido

III. RESULTADOS

El tamaño de malla utilizado fue adecuado para llevar a cabo la reacción de coprecipitación del mineral de barita con sulfato ferroso en presencia de hidróxido de amonio.

Los resultados obtenidos en el DRX se mostrarón y graficarón en el programa DIFRACT PLUS y posteriormente se condensaron en el programa MATCH. En la figura 2 se muestran el difractograma del mineral de barita. Se puede observar que este mineral es de alta ley, pues la mayoría de los picos corresponde al compuesto sulfato de bario, con número de entrada 964004486 según software match.

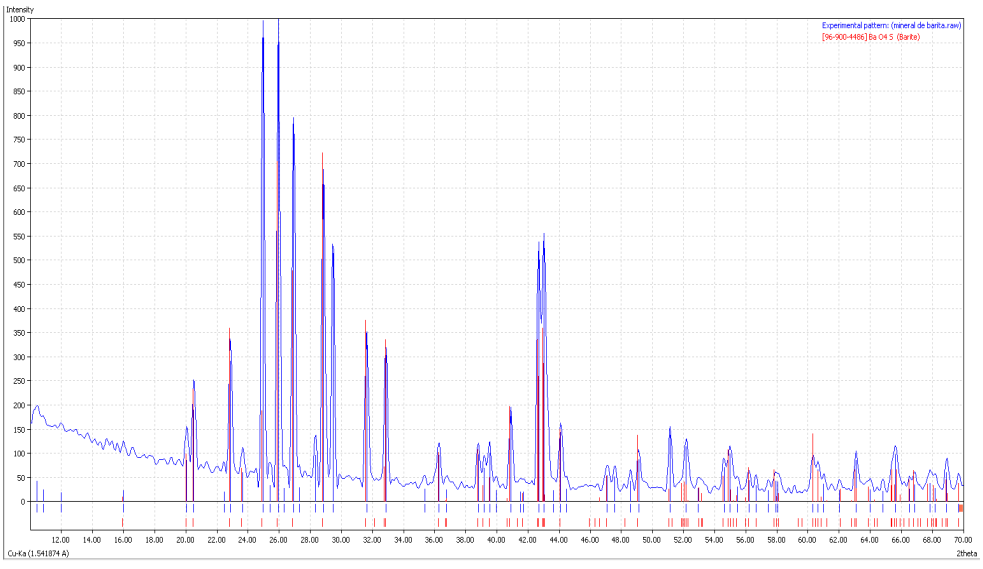


Figura 2. Difractograma del mineral de barita $BaSO_4$

En la figura 3 tenemos el difractograma correspondiente a la muestra resultante de la reacción de coprecipitación entre el sulfato ferroso heptahidratado y la barita, se pude observar que tenemos fases de sulfato de bario, barita y….

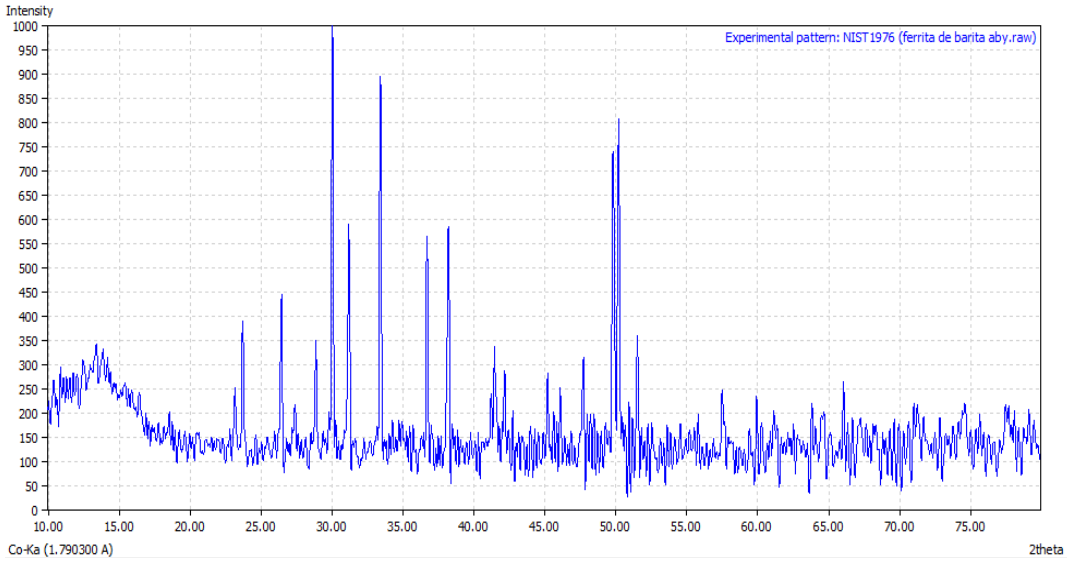


Figura 3. Difractograma correspondiente a la muestra obtenida de la reacción de coprecipitaciòn entre el sulfato ferroso y la barita

IV. CONCLUSIONES

La región centro de Coahuila es rica minerales con en compuestos de interés industrial y comercial.

El procesamiento de minerales es primordial para poder determinar la composición química del mineral.

El mineral utilizado es de alto contenido de sulfato de bario.

V. RECONOCIMIENTOS

Al programa de 21 verano de la Ciencia, por el apoyo brindado para realizar este proyecto.

A la Facultad de Metalurgia de la Universidad Autónoma de Coahuila, por las facilidades brindadas para llevar a cabo esta investigación.

REFERENCIAS

[1] Sin S., Ding H., Zhou H., (2017). Preparation of TiO2- coated barite composite pigments by the hydrophobic aggregation method and their structure and properties

[2] Sin S., Ding H., Zhou H., (2017). Preparation of TiO2- coated barite composite pigments by the hydrophobic aggregation method and their structure and properties Quesada G. O., Llopiz Y. J.C., (2004). Caracterización química-física del mineral baritina.

[3] Dr. C. P. Mariño-Castellanos, C. Pupo-Palma, A. Vega-García, Y. Guerra-Davila. “Correlación entre la microestructura de ferritas de bario tipo-M dopadas con Al y Co y sus propiedades estructurales y magnéticas” Rev. Cubana Quím. Vol. 28, no. 1, enero-abril, 2016, págs. 325-349, e-ISSN 2224-5421

[4] Eduardo Rafael Camargo Zambrano, “Estudio comparativo de algunas ferritas obtenidas por el método citrato”. Trabajo de tesis presentado como requisito parcial para optar al título de Magíster en Ciencias Químicas 2011

[5] NARANG, S. B.; HUDIARA, I. S., “Microwave dielectric properties of M-type barium, calcium and strontium hexaferrites substituted with Co and Ti”, J. Ceram. Processing Research, 2006.

[6] Vera-Serna P., Bolarín Ana y col., Mecanosintesis y Caracterización de ferrita de Magnesio. Superficies y vacío. Vol. 24. No. 2, 2011.

Chiranjib Kumar Gupta - Chemical Metallurgy, capítulo 2 mineral processing

[7] Basics in Minerals Processing Edition 11, 2018. Price € 20. English. www.metso.com © 2018 Metso Corporation.

[8] Moreno Ramón, Héctor MINERALES CARBONATADOS (hecmora@prv.upv.es)

Síntesis de compuestos ferríticos de Calcio-Zinc por coprecipitación química

Yessica Narcisa Ayala Cedillo
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de Metalurgia.
Carr. 57 km 5, Monclova,Coahuila
yessica.ayala@uadec.edu.mx

Asesora: Ma. Gloria Rosales Sosa
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de Metalurgia.
Carretera 57 km 5, Monclova, Coahuila
mrosales@uadec.edu.mx

Resumen — En este trabajo se pretende optimizar el proceso de formación de ferritas de calcio, zinc de alta estabilidad. La optimización, se realizó evaluando la incidencia y contribución de las variables de concentración (moles) tanto del hierro (metal) con del calcio y zinc en la solución, relación [Fe+2] / [metal]. La eficiencia y análisis de concentración se determinó por medio de un haz de radiación incidente sobre la muestra utilizando un difractómetro de rayos X.

Palabras clave — Ferritas de calcio-zinc, coprecipitación, difractómetro de rayos X.

Abstract — This work aims to optimize the process of formation of calcium-zinc ferrites of high stability. The optimization was performed evaluating the incidence and contribution of the concentration variables (moles) of both iron (metal) with calcium and zinc in the solution, [Fe + 2] / [metal] ratio. The efficiency and concentration analysis was determined by means of a beam of radiation incident on the sample using an X-ray diffractometer.

Keywords — calcium-zinc ferrite, coprecipitation, X-ray diffractometer.

I. INTRODUCCIÓN

Existen numerosos métodos químicos que pueden ser usados para la síntesis de nanopartículas magnéticas. La síntesis de nanopartículas superparamagnéticas es un proceso complejo debido a su naturaleza coloidal. Las condiciones experimentales y la reproducibilidad del proceso son dos aspectos muy a tener en cuenta a la hora de elegir el método adecuado.

En este trabajo se utilizan el sulfato de calcio, zinc y hierro para preparar la ferrita de calcio -zinc por coprecipitación química, variando la relación molar de los precursores, en busca de la fase más estable de este compuesto. Las muestras resultantes después del tratamiento son caracterizadas por difracción de rayos X.

II. MARCO TEÓRICO

El sulfato de calcio dihidratado es el yeso mineral, constituye la mayor porción del cemento Portland, y se ha empleado para reducir la alcalinidad de los suelos. Un hemihidrato del sulfato de calcio se produce por calentamiento del yeso a temperaturas altas, y se vende con el nombre comercial de estuco de París. [1]

El sulfato de zinc, es un compuesto químico cristalino, incoloro y soluble en agua, de fórmula $ZnSO_4$, aunque siempre va acompañado de un determinado número de moléculas de agua de hidratación. [2].

El sulfato de hierro (II) es un compuesto químico iónico de fórmula ($FeSO_4$). También llamado sulfato ferroso, caparrosa verde, vitriolo verde, vitriolo de hierro, melanterita o Szomolnokita, el sulfato de hierro(II) se encuentra casi siempre en forma de salheptahidratada ($FeSO_4$•7 H_2O) , de color azul-verdoso. [3]

El desarrollo de nuevos materiales ha conducido a una mejora en los tratamientos existentes, mediante el uso de los nuevos materiales y la nanotecnología, este tratamiento ha cambiado, y hoy se utilizan nanopartículas magnéticas para diversas aplicaciones. [4]

Existe una amplia gama de nanopartículas magnéticas y compuestos férricos que han sido aplicadas para diferentes áreas; entre ellos se ha investigado óxidos simples y complejos, en virtud de su potencial aplicación para el tratamiento de hipertermia. [5]

La magnetita (Fe_3O_4) es uno de los nanomateriales más investigados; también se encuentran las ferritas complejas, tales como las de cobalto ($CoFe_2O_4$), las de manganeso ($MnFe_2O_4$), las de níquel ($NiFe_2O_4$), las de litio ($Li_{0.5}Fe_{2.5}O_4$), las mixtas de níquel-zinc-cobre ($Ni_{0.65}Zn_{0.35}Cu_{0.1}Fe_{1.9}O_4$), las de cobalto-níquel ($Co_xNi_{(1-x)}Fe_2O_4$) y las de cobalto-zinc ($Ni_{(x)}Zn_{(1-x)}Fe2O4$). También están las nanopartículas ferromagnéticas de hierro dopadas con Au y de óxido de hierro dopadas con Zn-Mn ($Zn_xMn_{(1-x)}Fe_3O_4$). [6-10]

Estas nanopartículas pueden ser utilizadas, por ejemplo, en imágenes de contraste por resonancia magnética, para liberación de medicamento y, por supuesto, para hipertermia magnética. El tamaño de las nanopartículas juega un papel importante para aplicaciones biomédicas y tecnológicas.

También es importante destacar que las ferritas se pueden clasificar según el tipo estructural que tengan, ya sea en hexagonales con estructura magnetoplumbita o cúbicas con estructura granate o espinela. Provienen de una familia de óxidos de la forma MFe_2O_4, que se pueden considerar como derivados de la magnetita, cuya fórmula es $Fe^{+2}Fe^{+3}{}_2O_4$. El metal M típicamente es Co, Ni o Zn en estado de oxidación +2. [11]

III. IMATERIALES Y MÉTODOS

-Sulfuro de calcio.
-Sulfuro de zinc.
-Sulfuro de hierro.
-Hidróxido de amonio.
-Matraz bola 500 ml.
-Probeta.
-Pipeta
-Bureta.
-Vidrio de reloj.
-Vaso de precipitado 500 ml.
-Termómetro.
-Agitador.
-Imán.
-Agua destilada.

Para llevar a cabo la coprecipitación química se pesan en cantidades estequiométricas el sulfato de calcio, de zinc y de fierro, se agregan y se mezclan perfectamente en 50 ml de agua desionizada.

En un matraz bola se calienta hidróxido de amonio a 50°C.

Se agrega gota a gota la mezcla de sales metálicas al matraz bola que contiene hidróxido de amonio a 70°C y se deja en agitación constante por media hora verificando constantemente la temperatura con un termómetro. Conforme avanza el tiempo se notará un cambio en el color de la solución acuosa, de incolora pasa a oscura.

Al finalizar el goteo y teniendo la solución lista se apaga la parrilla, después se deja enfriar para luego pasar la solución a un recipiente de plástico, se le añade la suficiente agua destilada y con ayuda de un magneto se empieza a decantar buscando descartar los residuos no magnéticos de la solución. Este proceso se repite varias veces hasta obtener la mayor cantidad del compuesto ferrítico. La metodología empleada se puede apreciar en la figura 1.

.

Figura 1. Imágenes de la metodología empleada

Una vez finalizado se deja reposar a temperatura ambiente hasta que se forme un sólido y pueda ser manipulable con las manos. La muestra ya solidificada se coloca en un vidrio de reloj y se muele, luego se coloca en un portamuestras para ser analizada en el difractor de rayos X, como se observa en la figura 2.

Figura 2. Imagen del producto obtenido y del difractor de rayos x

IV. RESULTADOS

En la figura 3 podemos observar el resultado de la difracción de rayos x, de la muestra obtenida de la mezcla de sales metálicas de calcio, zinc y fierro, que fueron puestos a reaccionar a un proceso de coprecipitación química en presencia de un medio básico. Podemos apreciar en el difractograma que esta reacción favoreció la formación de ferrita de zinc, identificada con el software Match como franklinita número de entrada 969012442. También observamos dos picos que no pudieron ser identificados con el software match.

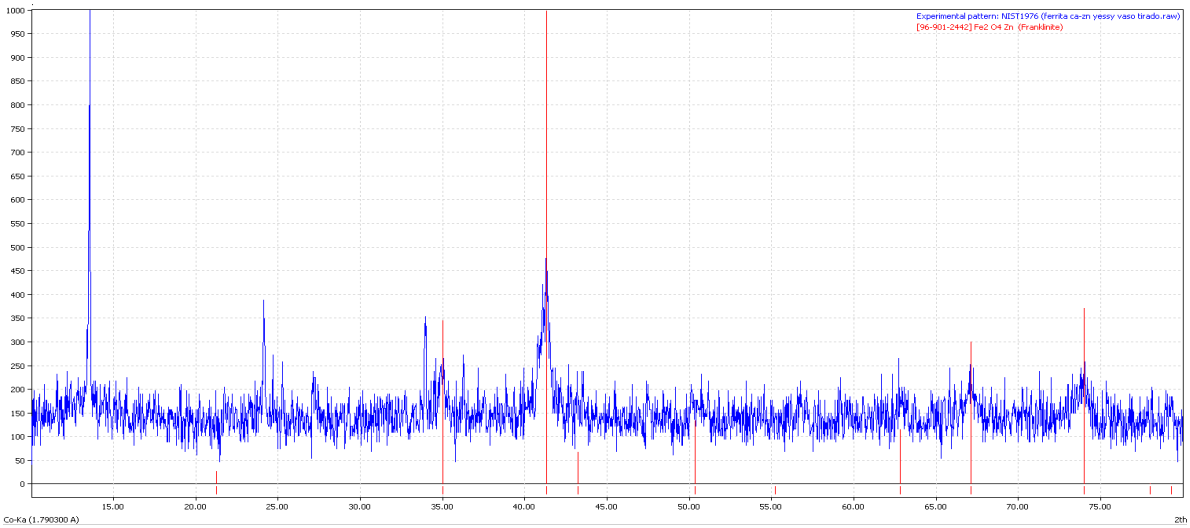


Figura 3. Difractograma de rayos x de la muestra obtenida por la reacción de coprecipitación entre sulfato, de zinc, sulfato de calcio y sulfato de ferroso

V. CONCLUSIONES

La técnica de coprecipitación química es sencilla y muy económica para obtener compuestos y nanocompuestos de interés general.

No pudo ser formada la ferrita de Calcio-Zinc por esta técnica con estas condiciones dadas.

Se pudo formar una ferrita de zinc, mezclando sulfato de calcio, sulfato de zinc y sulfato ferroso en presencia de hidróxido de amonio a 70°C, con agitación magnética durante media hora.

Puede ser que se trate de una nanoferrita de zinc por el ancho de los picos del patrón de difracción de rayos X.

VI. RECONOCIMIENTOS

Agradezco a la Facultad de Metalurgia por permitirme el uso de sus instalaciones, así como a las distintas dependencias de gobierno que hacen posible los veranos de la ciencia sin olvidar la importante mención de la M.C. Ma. Gloria Rosales Sosa y mis compañeros del plantel que hicieron posible el presente trabajo con su guía, apoyo y sabiduría.

REFERENCIAS

[1] Disponible en https://www.lenntech.es/periodica/elementos/ca.htm [consultado en junio 2019].

[2] Disponible en https://es.wikipedia.org/wiki/Sulfato_de_cinc [consultado en junio 2019].

[3] Disponible en https://es.wikipedia.org/wiki/Sulfato_de_hierro_(II) [consultado en junio 2019].

[4] P. Cherukuri, E. S. Glazer and S. A. Curley, “Targeted hyperthermia using metal nanoparticles,” *Advanced drug delivery reviews,* vol. 62 (3), pp. 339-345, Mar. 2010.

[5] C. S. Kumar and F. Mohammad, “Magnetic nanomaterials for hyperthermia-based therapy and controlled drug delivery”, *Advanced drug delivery reviews,* vol. 63 (9), pp. 789-808, Aug. 2011.

[6] M. Gharagozlou, “Synthesis, characterization and influence of calcination temperature on magnetic properties of nanocrystalline spinel Co-ferrite prepared by polymeric precursor method”, *Journal of Alloys and Compounds,* vol. 486 (1-2), pp. 660-665, Nov. 2009.

[7] K. Maaz, S. Karim, A. Mumtaz et al., “Synthesis and magnetic characterization of nickel ferrite nanoparticles prepared by co-precipitation route”, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials,* vol. 321 (12), pp. 1838-1842, Jun. 2009.

[8] W. Yan, W. Jiang, Q. Zhang, Y. Li and H. Wang, “Structure and magnetic properties of nickel–zinc ferrite microspheres synthesized by solvothermal method”, *Materials Science and Engineering B,* vol. 171 (1-3), pp. 144-148, Jul. 2010.

[9] V. Figueroa-Espí, A. Alvarez-Paneque, M. Torrens, A. Otero-González and E. Reguera, “Conjugation of manganese ferrite nanoparticles to an anti Sticholysin monoclonal antibody and conjugate applications”, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects,* vol. 387 (1-3), pp. 118-124, Aug. 2011.

[10] E. Múzquiz-Ramos, D. A. Cortés-Hernández, O. Herrera-Romero and J. C. Escobedo-Bocardo, “Preparation and properties of CoFe2O4 synthesized by the modified citrategel method”, *Materials Science Forum*, vol. 644, pp. 39-42, Mar. 2010.

[11] Juan Manuel Montes de Oca Avalos, “Sintesis, caracterización y estudio de las propiedades superficiales de la ferrita de cobalto nanoparticulada”. Tesis. Lima, Peru (2013) X.

Síntesis de ferrita de bario por un medio hidrotérmico

Luis Eugenio Hernandez Montiel
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de Metalurgia
Carretera 57 km 5, Monclova, Coahuila.
luis_montiel@uadec.edu.mx

Asesora: Nubia Yudith de León Amaya
Universidad Autónoma de Coahuila
Facultad de Metalurgia
Carretera 57 km 5, Monclova, Coahuila.
nudeleona@uadec.edu.mx

***Resumen* —** Uno de los materiales magnéticos más empleados a nivel industrial es la ferrita de bario ($BaFe_{12}O_{19}$). Las aplicaciones más comunes de las ferritas son en electrónica, medicina, industria y automotriz, aunque las ferritas tipo M son de interés para dispositivos de microondas de tipo resonante (aisladores autorresonantes, filtros y circuladores). Durante los últimos años se han hecho esfuerzos en diferentes laboratorios a nivel mundial por mejorar las propiedades magnéticas de las ferritas. En este trabajo se llevó a cabo la síntesis de hexaferrita de bario ($BaFe_{12}O_{19}$) a partir de un mineral de barita ($BaSO_4$) y Nitrato de hierro nanohidratado ≥98%. ($Fe(NO_3)_3*9H_2O$) como precursor del hierro. Además se usó una solución de (NaOH) al 5M y una temperatura de 220°C. La difracción se realizó mediante microscopio electrónico de barrido (MEB).

Palabras clave — Hexaferritas, condiciones hidrotérmicas, difracción de rayos x

Abstract — one of the most used magnetic materials at industrial level is barium ferrite ($BaFe_{12}O_{19}$). The most common applications of ferrites are in electronics, medicine, industry and automotive, although M-type ferrites are of interest for resonant microwave devices (self-resonant insulators, filters and circulators). In recent years, efforts have been made in different laboratories worldwide to improve the magnetic properties of ferrites. In this work, the synthesis of barium hexaferrite ($BaFe_{12}O_{19}$) was carried out from a barite mineral ($BaSO_4$) and iron nitrate nanohydrate ≥98 % ($Fe(NO_3)_3*9H_2O$) as an iron precursor. Also a solution of NaOH was used at 5M and temperatura of 220°C. The diffraction was done by scanning electron microscope (MEB).

Keywords — Hexaferrites, hydrothermal conditions, x-ray diffraction

I. INTRODUCCIÓN

Las hexaferritas de bario tipo M (BaM), cuya fórmula química es $BaFe_{12}O_{19}$, son las ferritas de mayor empleo en la elaboración de imanes permanentes para la industria [1]. Las propiedades magnéticas de todo material se caracterizan en su curva de histéresis, en la cual se grafica la magnetización M (emu/g), en función del campo aplicado H (Oe), el máximo valor de magnetización que se obtiene se llama magnetización en saturación. Esta ferrita continúa siendo el material más utilizado en aplicaciones para imanes permanentes por su bajo costo, anisotropía magnetocristalina elevada, alta temperatura de Curie, excelente estabilidad química y su resistencia a la corrosión [2].

Debido a su amplio campo de aplicaciones, las investigaciones sobre esta ferrita son muy frecuentes dentro de los estudios ferrimagnéticos. La mayoría de las investigaciones actuales en este tema tratan sobre el mejoramiento de determinadas propiedades de este material en dependencia de su empleo potencial, ya sea modificando los diferentes métodos de obtención como pueden ser síntesis hidrotérmica, método del precursor, cristalización de precursores vítreos, coprecipitación, técnicas de sol-gel, síntesis por técnicas de autocombustión, mezclado a altas energías y método cerámico tradicional [3].

El término hidrotérmico usualmente se refiere a las reacciones heterogéneas que ocurren en presencia de solventes acuosos o mineralizadores bajo condiciones de alta presión y temperatura (>100°C y >1 atm), para disolver y posteriormente cristalizar materiales en donde los reactantes son insolubles bajo condiciones ordinarias de presión y temperatura. Durante el proceso los reactantes sólidos son disueltos y se recristalizan en fases termodinámicamente estables o metaestables [3].

II. MARCO TEÓRICO

Las ferritas duras constituyen el mayor mercado de los materiales magnéticos y se usan en aplicaciones donde la energía por unidad de peso y costo sea importante. Las ferritas de Ba, $BaO.6[Fe_2O_3]$, de Sr, $SrO.6[Fe_2O_3]$ y de Pb, $PbO.6[Fe_2O_3]$, presentan la estructura magnetoplumbita. Se denotan como BaM, SrM y PbM. Estas ferritas hexagonales o hexaferritas presentan una alta anisotropía cristalina a lo largo del eje fácil c del orden de $3.3x10^6$ erg/cm^3 o 330 kJ/m^3, esta estructura es mucho más compleja en comparación con espinela y otras ferritas. La magnetización de saturación es baja, pero su alta anisotropía da lugar a altos valores de (BH) max, del orden de kJ/m^3. La primera ferrita de Ba comercial se produjo en 1952 por la Philips. Normalmente se produce por mezcla de $BaCO_3$ (o $SrCO_3$ o $PbCO_3$) y Fe_2O_3, seguida de homogenización a 1200 °C (calcinación), hasta obtener la ferrita. Este material se lleva a un molino de bolas para obtener tamaños de partícula del orden de µm, estas partículas presentan formas de placas hexagonales. También se obtienen por solución de Fe_2O_3 y BaO dando lugar a precipitación de placas hexagonales [5].

Su utilidad deriva de la combinación de dos principales características:

- Una permeabilidad magnética alta que se concentra y refuerzan el campo magnético
- Una resistividad eléctrica alta, la cual limita la cantidad de flujo de corriente eléctrica en la ferrita. Esto es un constante en algunos metales, como el hierro que aunque posee características ferromagnéticas similares a la ferrita, con conductividad alta, permite cantidades grandes de flujo de corriente en el metal resultante.

A. Método Hidrotérmico

El termino hidrotérmico es de origen geológico, introducido por primera vez por el británico Sir Roderick Murchinson (1792 - 1871), para describir la acción del agua a elevada temperatura y presión. El método hidrotérmico tomo sus fundamentos en la naturaleza, en las reacciones que existen en la corteza de la tierra, las cuales son responsables de la formación de minerales y rocas.

Al proceso hidrotérmico se le conoce como verde o química verde. El proceso hidrotérmico se puede definir como cualquier reacción homogénea o heterogénea en presencia de solventes acuosos o mineralizadoras en condiciones de alta temperatura y presión para disolver y recristalizar materiales que son relativamente insolubles a condiciones normales.

III. METODOLOGÍA

La síntesis de la ferrita ($BaFe_{12}O_{19}$) se llevó a cabo bajo condiciones hidrotérmicas, uso el nitrato de hierro nonahidratado $(NO_3)_3$*$9H_2O$ de 98% de Sigma-Aldrich). El mineral de Bario empleado como precursor de Barita consistió en un agregado monocristalino, el cual se extrajo de yacimientos ubicados en la región de Galena, Nuevo León. A partir de dicho agregado de barita de ley de $BaSO_4$ de 90%, se obtuvo polvo con tamaño de partícula aproximado de 53 µm. Además, se utilizaron una solución de hidróxido de sodio (NaOH, 97% de Sigma-Aldrich) como fluido hidrotérmico. El polvo de barita y el de nitrato de hierro se colocaron en el fondo de la autoclave que cuenta con una cámara interna de teflón después se procedió a adicionar la solución de hidróxido de sodio hasta un 80% de llenado, una vez cerrado el dispositivo de reacción, este se colocó en un plato caliente con agitador durante 2 minutos, después se colocó en un horno de convección forzada y se calentó hasta llegar a la temperatura seleccionada para cada tratamiento Hidrotérmico, el reactor permaneció en condiciones estáticas por un tiempo de 40 h de reacción. Al concluir el tratamiento Hidrotérmico la autoclave fue retirada del horno y se enfrió hasta la temperatura ambiente. Los productos de reacción obtenidos se lavaron con agua desionizada a una temperatura de 45°C y después se secaron en un horno de convección forzada a una temperatura de 80°C por 5 horas. Las condiciones experimentales que se consideraron para efectuarse los tratamientos fueron las siguientes: temperatura de tratamiento de 220 °C con una relación molar Fe3+/Ba2+ de 3.5.

IV. CARACTERIZACIÓN

Los polvos obtenidos como productos de reacción de los tratamientos hidrotérmicos fueron caracterizados por microscopio electrónico de barrido. Esta técnica se empleó para observar la morfología de las partículas de ferrita de bario y estimar el tamaño mediante inspección visual de las micrografías obtenidas por MEB.

V. RESULTADOS

En la figura 1A se puede observar que las partículas de polvo del mineral de bario, bajo condiciones hidrotérmicas a 220°C durante 5, presentan una morfología cristalina, y en la figura 1B se observa el espectro de EDS de las partículas de bario. En dicho espectro se observan los picos que corresponden al Bario (Ba), hierro (Fe) y oxigeno (O), Azufre (S), Silicio (Si), Aluminio (Al), de esta manera podemos comprobar que dichas condiciones no son óptimas para la formación de la Hexaferrita de bario.

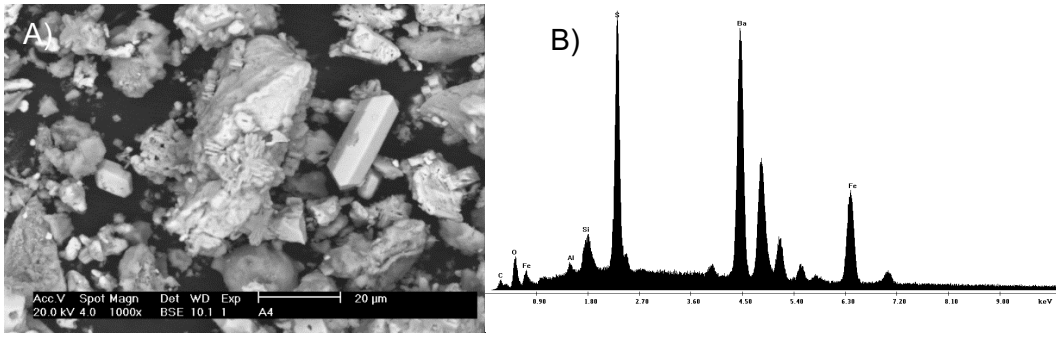


Figura 1 a) Micrografía de MEB y b) Espectro de EDS de los polvos en condiciones no óptimas

Por otro lado, en la figura 2A se puede observar que las partículas del polvo de las ferritas de bario, obtenidas bajo condiciones hidrotérmicas a 220°C presentan una morfología tipo hexagonal, y en la figura 2B se observa el espectro de EDS de las partículas de las hexaferritas de bario. En dicho espectro se observan los picos que corresponden al Bario (Ba), hierro (Fe) y oxigeno (O), de esta manera se confirman la relación estequiometría del compuesto $BaFe_{12}O_{19}$.

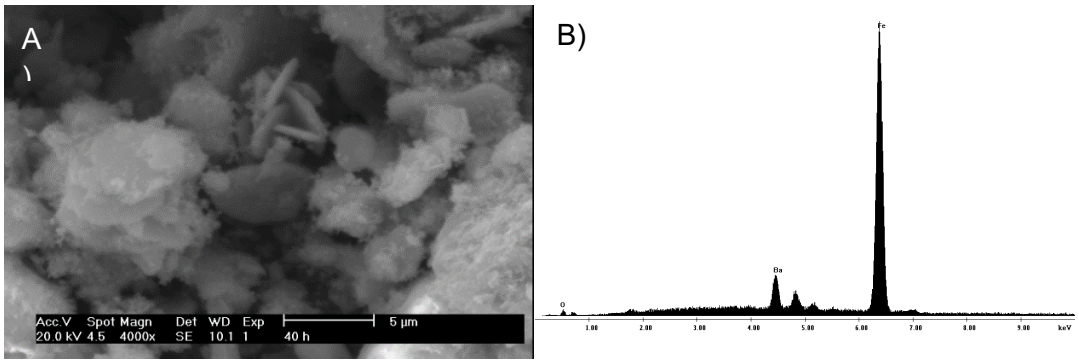


Figura 2 a) Micrografía de MEB y b) Espectro de EDS de los polvos de las Ferritas de Bario obtenidas bajo condiciones hidrotérmicas.

VI. CONCLUSIONES

Inicialmente, se obtuvo la ferrita de bario $BaFe_{12}O_{19}$ empleando mineral de Barita $BaSO_4$ bajo condiciones hidrotérmicas alcalinas. El compuesto $BaFe_{12}O_{19}$ se obtuvo con una estructura cristalina hexagonal con un tamaño de partícula por debajo de los 5µm con una morfología hexagonal.

VII. AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Facultad de Metalurgia por la oportunidad de realizar este trabajo, a la M.C. Nubia Yudith de León Amaya por su guía durante la realización de este trabajo. Al Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN por permitirme el uso del microscopio electrónico de barrido (MEB). Finalmente a la Dra. Yadira Rangel Hernández por su aportación para la realización del mismo.

REFERENCIAS

[1] Marriño – Castellanos, P.A; PUPO- PALMA, C.; GUERRA DÁVILA, “Correlación entre la microestructura de la ferrita de bario tipo – M, dopada con CO2+ y Sn4+ y sus propiedades estrcuturales y magnéticas”. Revista cubana de química, 2013

[2] Jhon Wiley & Sons “Modern Magnetic materials: Principles and Applications”, Publishing O´Handley R.C. 2000

[3] Y. Chen, I. Smith A.L, Geiler, C Vittoria “Realization of hexagonal barium ferrite thick film"s on Si substrates using a sceen printing technique”Phys D. Appl. Phy 2008

[4] K. Byrappa, Masahiro Yoshimura. “ Handbook of Hydrothermal Technology” Published in the United States of America by Noyes, 2000

[5] Cullity B.D. & Graham C.D. 2009. “Introduction to magnetic materials”, Second Edition, a John Wiley & Sons Publishing.

Síntesis de nanocomposito para aplicaciones ambientales

Ana Gabriela Rizo Rizo
Universidad Politécnica de Bicentenario
Facultad de Ciencias
Carr. Nacional Romita Km. 2,
San Juan los Durán, 36283 Silao, Gto.
gabriela.rrz08@gmail.com

Asesor: Eduardo Arturo Elizalde Peña
Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ingeniería-Campus Aeropuerto
Carr. a Chichimequillas s/n
C.P. 76140, Querétaro, Qro.
eelizalde@uaq.edu.mx

Resumen — La demanda del hombre se incrementa constantemente debido al crecimiento descontrolado de la población. Esta demanda no sólo satisface necesidades básicas, sino que también atiende cuestiones industriales y agrícolas. Se presentan grandes oportunidades para implementar nuevas tecnologías y desarrollos que permitan apoyar y abastecer a estos lugares de este líquido se pretende dar solución a este problema con la creación de polímeros superabsorbentes a base de Quitosano-Alginato de sodio por el método de polimerización en solución. (Appelgren, 2018) [5]

El presente trabajo de investigación, consiste en realizar una esponja de Quitosano absorbente con la facilidad de hinchamiento en lugares ambientales para capturar el agua perdida en estas superficies, teniendo en cuenta que hoy en día el mundo se encuentra al borde de una crisis de agua.

Palabras clave — Esponja de Quitosano, polímeros, agua del ambiente.

Abstract — Man 's demand is constantly increasing due to uncontrolled population growth. This demand not only meets basic needs, but also addresses industrial and agricultural issues. There are great opportunities to implement new technologies and developments that support and supply these places with this liquid. It is intended to solve this problem with the creation of superabsorbent polymers based on chitosan-sodium alginate by the solution polymerization method. (Appelgren, 2018) [5]

The present research work consists in carrying out a chitosan absorbent sponge with the ease of swelling in environmental places to capture the water lost on these surfaces, taking into account that today the world is on the verge of a water crisis.

Keywords — Quitosan sponge, polymers, ambient water.

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de biopolímeros sintéticos es considerado uno de los más grandes avances, debido a la multiplicación de sus posibilidades de uso, en la industria e agricultura. El Quitosano, debido a su propiedad de formar películas semipermeables, se ha usado en varios campos industriales e ambientales.

Las películas de este biopolímero son delgadas, elásticas y resistentes, para ello se llevó a cabo una síntesis de biopolímeros y de polisacáridos para realizar una cadena de películas que a la vez adaptarán las similitudes y propiedades de una esponja.

II. MARCO TEÓRICO

Dentro de los datos obtenidos por World Resources Institute (WRI) se encuentran más de1.000 millones de personas viven, en la actualidad, en regiones con escasez de agua y

datos estimados nos dicen que para el 2025 abra hasta 3.500 millones personas con escasez de este líquido. Los países más afectados por la escasez de agua se encuentran en Oriente Medio y el Norte de África y los cinco primeros países con mayor escasez de agua son: Kuwait, Bahrein, Emiratos Árabes Unidos, Egipto y Qatar

Dado las cifras que presenta por el (WRI) sean implementados diversos sistemas para dar solución a la problemática presentada las cuales han sido la recolección del agua de lluvia en contenedores o cisternas las cuales han funcionado solo en periodos de lluvia.

Para dar solución a estos problemas se pretende colocar las esponjas en lugares estratégicos donde se encuentre un mayor índice de humedad. En las zonas para que estas logren absorber la mayor cantidad de agua que les sea posible durante un periodo de 15hrs las cuales absorberán el agua que se encuentre en el medio ambiente no solo en periodos de lluvia si no que por todo el año se estará recolectando el agua por medio de la humedad del medio ambienten esta sería una de las formas de recolección de este líquido más eficientes. (A. Araya, 2010) [1]

III. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Elaborar una esponja de quitosano con características de adsorción, porosidad e hinchamiento que le permitan ser utilizada para captar el agua ambiental.

B. Objetivos específicos

- Lograr caracterizar y sintetizar películas de quitosano-Alginato de sodio para observar sus propiedades y las funciones que resulten.
- Evaluar el desempeño de biopolímero mediante pruebas de adsorción de agua**.**

IV. METODOLOGÍA

Se planteó hacer, un modelo experimental de una esponja de Quitosano, pero cabe mencionar que no se llevó a cabo, debido a que no se contaba con la técnica de una Liofilizadora que es esencial, para la formulación de la esponja, se pudo conseguir una, pero no acepta soluciones de ácidos solo soluciones neutras o básicas, para ello se procedió a realizar pruebas para neutralizar las soluciones, pero antes de estas pruebas se realizaron películas de Quitosano con Alginato de sodio para observar las funciones y propiedades de ellas. (Chem, 2008) [3]

V. MATERIALES

- Insumos: (Chitosán de peso molecular medio, agua destilada, ácido acético 0.4M e hidróxido de sodio).
- Equipos: (plancha de calentamiento, Liofilizadora, balanza analítica, PH/potenciómetro y una centrifuga). (Berghoff, 2011) [2]

VI. PROCEDIMIENTO

A. Realización de películas de Quitosano con Alginato de sodio

- Se prepararon soluciones de 1% p/v de Quitosano, en ácido acético con una concentración de 0.4M. Y se lleva la solución una plancha calefactora por 20 min. (Fig. 1).

Fig.1, La solución de Quitosano ya preparada.

- Se prepararon soluciones de 1% p/v de Alginato de sodio, en agua destilada. Y se la lleva la solución a una plancha calefactora por 20 min. (Fig. 2)

Fig. 2, La solución de Alginato de sodio.

- Se unen las soluciones, colocando primero la que contiene Alginato de sodio agregándola a la solución de quitosano, dejando disolver a temperatura de 26ºC con una agitación normal. (Fig. 3)

Fig. 3, Ambas soluciones ya mezclad

- Se colocan las muestras de la solución en cajas Petri, para ser llevados al horno por 2 horas a 45ºC para secar las películas, después de este tiempo se dejaron secar por completo a temperatura ambiente por 72 horas para obtener la película. (Hui Ling Lai, 2003) [4] (Fig. 4)

Fig. 4, Método para secado de las películas.

B. Neutralización de ácido base

- Se prepararon soluciones de hidróxido de sodio con una concentración de 0.5M, en agua destilada. (Fig. 5)

Fig. 5. La solución de hidróxido de sodio.

- Posteriormente se mezclaron ambas soluciones colocando primero el Alginato de sodio al quitosano, en un vaso precipitado de 250 ml por 30 min. en la plancha. (Fig. 6)

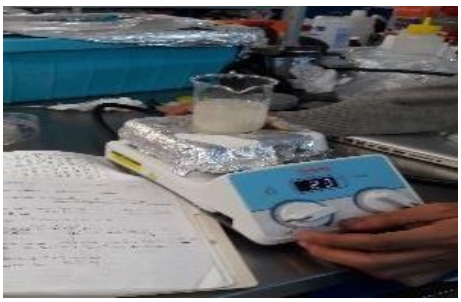


Fig. 6, ambas soluciones ya mezcladas

- De pH de mi solución. (Fig. 7)

a) b)

Fig. 7, a) están los PH utilizados y b) el PH-metro ya calibrado

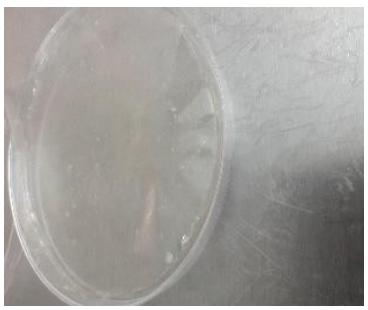
- Se colocó el vaso de la solución de quitosano con Alginato de sodio en la plancha, con agitación, en una bureta se agrega el hidróxido de sodio para poder neutralizar a un volumen constante de 1 mL, para monitorear el pH y así alcanzar valor de 7. (Fig. 8)

Fig. 8, neutralizando la solución.

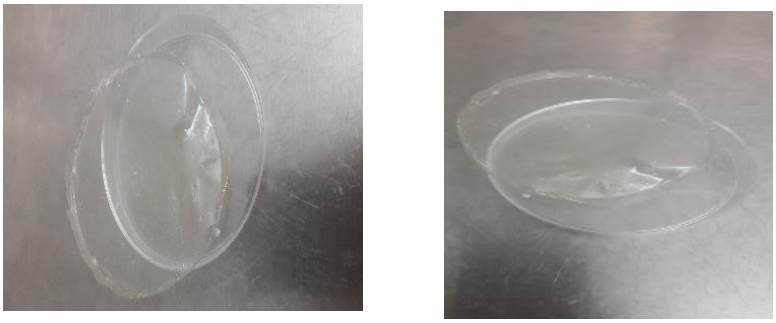
VII. RESULTADOS

A. Síntesis del biopolímero

El material obtenido fue un gel transparente, el cual adopto la forma de la caja Petri donde estaba contenido. Este gel tiene propiedades elásticas regresando a su misma forma además de que tiene un color claro amarillo y mostrar tener una dureza buena al igual al plástico del polímero obtenido. (Fig. 9)



a) b) c)



d) e)

Fig. 9. a) Imagen del gel, b) Imagen de la película con pruebas de absorción de agua. y c) La película volviendo a su forma, d) y e) La película mostrando sus propiedades de elasticidad.

VIII. CONCLUSIONES

Se logró sintetizar el biopolímero utilizado como precursores el quitosano y Alginato de sodio utilizando el método de polimerización por solución. De la misma manera se logró caracterizar los biopolímeros con los polisacáridos. Así mismo obteniendo películas transparentes con una estructura de elasticidad semipermeable, a partir de las buenas propiedades del chitosán con combinación de Alginato de sodio. Pero no se obtuvo la esponja por que no se contaba con una Liofilizadora por lo cual no se pudieron realizar pruebas para evaluar el desempeño del biopolímero.

IX. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de Querétaro y al CONACyT por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

REFERENCIAS

[1] A. Araya, L. M. (2010). Influencia de Algunos Ácidos Orgánicos Sobre las Propiedades Físico-Químicas de Películas de Quitosano. Tecnológica ESPOL, 1-6.

[2] Berghoff, C. F. (2011). Desarrollo y caracterización de matrices compuestas quitosano/polímero sintético para regeneración de tejido óseo. SEDICI.

[3] Chem, J. P. (2008). Aerogeles a base de quitosano con alto rendimiento de absorción. Most Trusted. Most Cited.Most Read.

[4] http://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/artic le/view File/47/19. (s.f.).

[5] Hui Ling Lai, A. A. (2003). The preparation and characterisation of drug-loaded alginate and chitosan sponges. International Journal of Pharmaceutics, 175-181.

[6] Appelgren, W. K. (2018). Agua y agricultura. CIDOB d'Afers Internacionals, 105-126.

[7] S/N. (FEBREO de 2019). ACNUR Comité Español. Obtenido de ACNUR Comité Español: https://eacnur.org/blog/escasez-agua-en-el-mundo

Síntesis de perovskita 2D

Grecia Carolina Coronado García
Universidad Autónoma a de San Luis Potosí
Álvaro Obregón # 64, Zona Centro, C.P. 78000,
San Luis Potosí, S.L.P., México
gr_ca_co_ga@hotmail.com

Asesor: Arian Espinosa Roa
Centro de Investigación en Química Aplicada
Parque de Innovación e Investigación Tecnológica (PIIT)
Alianza Sur no. 204
Km. 10 autopista al Aeropuerto Internacional
Mariano Escobedo, Apodaca, N.L.
arian.espinosa@ciqa.edu.mx

Resumen — Las perovskitas híbridas orgánicas-inorgánicas están siendo utilizadas para la fabricación de celdas solares (PSCs), esta estructura cristalina promete generar celdas de bajo coste y con eficiencias cercanas a las del mercado actual, por lo que se ha convertido en el centro de atención del mundo en los últimos años. Este proyecto tuvo como objetivo la síntesis de perovskitas híbridas usando PbBr2, Monoetanolamina y 4-Cloruro de Vinilbencil como materiales precursores. Mediante difracción de rayos X (BRUKER, D2 PHASER) comprobamos la obtención de estructuras altamente ordenadas que se podrían aplicar en celdas solares debido a su alta cristalinidad.

Palabras clave — Perovskita híbrida, Difracción de rayos X, microestructura.

Abstract — Organic-inorganic hybrid perovskites are being used for the manufacture of solar cells (PSCs), this crystalline structure promises to generate low-cost cells with efficiencies close to those of today's market, so it has become the focus of the world in recent years. This project aimed at the synthesis of hybrid perovskites using PbBr2, Monoethanolamine and 4-Vinyl Benzyl Chloride as precursor materials. By means of X-ray diffraction (BRUKER, D2 PHASER) we verify the obtaining of highly ordered structures that could be applied in solar cells due to their high crystallinity.

Keywords — Hybrid perovskite, X-ray diffraction, microstructure.

I. INTRODUCCIÓN

El uso de fuentes de energía alternativas, como la energía solar, puede servir como un medio para resolver el problema del calentamiento global que va en aumento debido a la demanda energética. Las celdas solares fotovoltaicas logran convertir la energía solar en energía eléctrica y son una alternativa energética al carbón y a los combustibles fósiles, puesto que utilizan una fuente energética natural, gratuita y prácticamente inagotable [1].

Los materiales tipo perovskita se caracterizan por tener una fórmula química genérica ABX3, donde A es un catión voluminoso orgánico o inorgánico, B es un metal y X un haluro, su estructura atómica se puede ver en la figura 1. Algunas de las propiedades optoelectrónicas que han hecho de la perovskita un material muy relevante es su alta capacidad para la absorción de luz y sus favorables propiedades electrónicas [2].

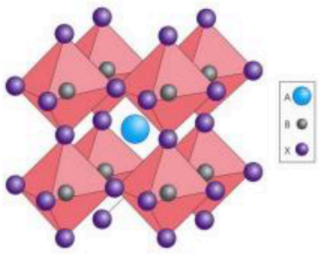


Fig. 1. Estructura atómica general de la perovskita.

Las perovskitas híbridas orgánicas-inorgánicas han sido implementadas en la fabricación de celdas solares fotovoltaicas y han tenido un impacto positivo ya que son consideradas como un material prometedor debido a su bajo costo y alta eficiencia, actualmente cuentan con eficiencias de conversión de potencia (PCEs) superiores al 15% [3]. Sin embargo se han llevado a cabo investigaciones para corregir el problema de degradación de la perovskita y conocer las causas de su baja estabilidad, que impide su aplicación al aire libre [4].

En este proyecto tuvimos como objetivo sintetizar una estructura de perovskita utilizando PbBr2, Monoetanolamina y 4-Cloruro de Vinilbencil como materiales precursores para su implementación de dispositivos solares.

II. MARCO TEÓRICO

Todos los compuestos se prepararon a partir de reactivos disponibles en el mercado. Bromuro de Plomo (II) (PbBr2, pureza 99.999% trace metals basis, Sigma-Aldrich), Monoetanolamina (MEA) ($NH_2CH_2CH_2OH$, Sigma-Aldrich), 4-Cloruro de Vinilbencil (H2C=CHC6H4CH2Cl, pureza 90%, Sigma-Aldrich), Hidroquinona (C6H6O2), Ácido bromhídrico (HBr). Imágenes de las muestras fueron obtenidas usando un microscopio óptico. Los espectros de XRD se obtuvieron con un difractómetro Bruker- D2 PHASER equipado con radiación de rayos X de CuK-α (□ 1.54184 Å).

A. Síntesis de perovskitas

Se realizó la síntesis de perovskitas por cuatro métodos diferentes que utilizan PbBr2, Monoetanolamina y 4-Cloruro de Vinilbencil como materiales precursores. Se hicieron variaciones en el orden en el que se añadían para comprobar si esto afectaba en la estructura final obtenida.

a) Bromuro de plomo + Monoetanolamina + 4-Cloruro de Vinilbencil

Se mezcló en un vial PbBr2 (100 mg, 0.272 mmol) con 500l□ Acetonitrilo y se le añadió HBr para disolver el PbBr2, se le agrego Monoetanolamina (32.69□m, 0.544 mmol), 4- Cloruro de Vinilbencil (76.66 □m, 0.544 mmol), 500□l más de Acetonitrilo

y 500ppm de Hidroquinona. Se mantuvo en agitación por 6 horas.

b) Monoetanolamina + 4-Cloruro de Vinilbencil + Bromuro de plomo

Se mezcló en un vial Monoetanolamina (32.69□m, 0.544 mmol), con 500□l de Acetonitrilo y 4- Cloruro de Vinilbencil (76.66 □m, 0.544 mmol). Se le añadió PbBr2 (100 mg, 0.272 mmol), 500□l más de Acetonitrilo y HBr para disolver el PbBr2. Se mantuvo en agitación por 6 horas.

c) Monoetanolamina + 4-Cloruro de Vinilbencil + Bromuro de plomo

Se mezcló en un vial Monoetanolamina (32.69□m, 0.544 mmol), 4- Cloruro de Vinilbencil (76.66 □m, 0.544 mmol) y 500□l de Acetonitrilo. Se le añadió PbBr2 (100 mg, 0.272 mmol), 500□l más de Acetonitrilo y HBr para disolver el PbBr2. Se mantuvo en agitación por 6 horas.

d) Monoetanolamina + 4-Cloruro de Vinilbencil + Bromuro de plomo

Se mezcló en un vial Monoetanolamina (32.69□m, 0.544 mmol), 4- Cloruro de Vinilbencil (76.66 □m, 0.544 mmol) y PbBr2 (100 mg, 0.272 mmol) y se le añadió HBr para disolver el PbBr2. Se mantuvo en agitación por 2 horas. Se le agrego 1mL de Acetonitrilo. Siguió en agitación 4 horas más.

III. RESULTADOS

En la figura 2 se presentan imágenes vistas desde el microscopio óptico, donde se muestran las perovskitas sintetizadas con aumento de 10X, 20X y 40X. A efectos comparativos podemos encontrar un parecido en las muestras de las síntesis b), c) y d) y en la síntesis a) es totalmente diferente.

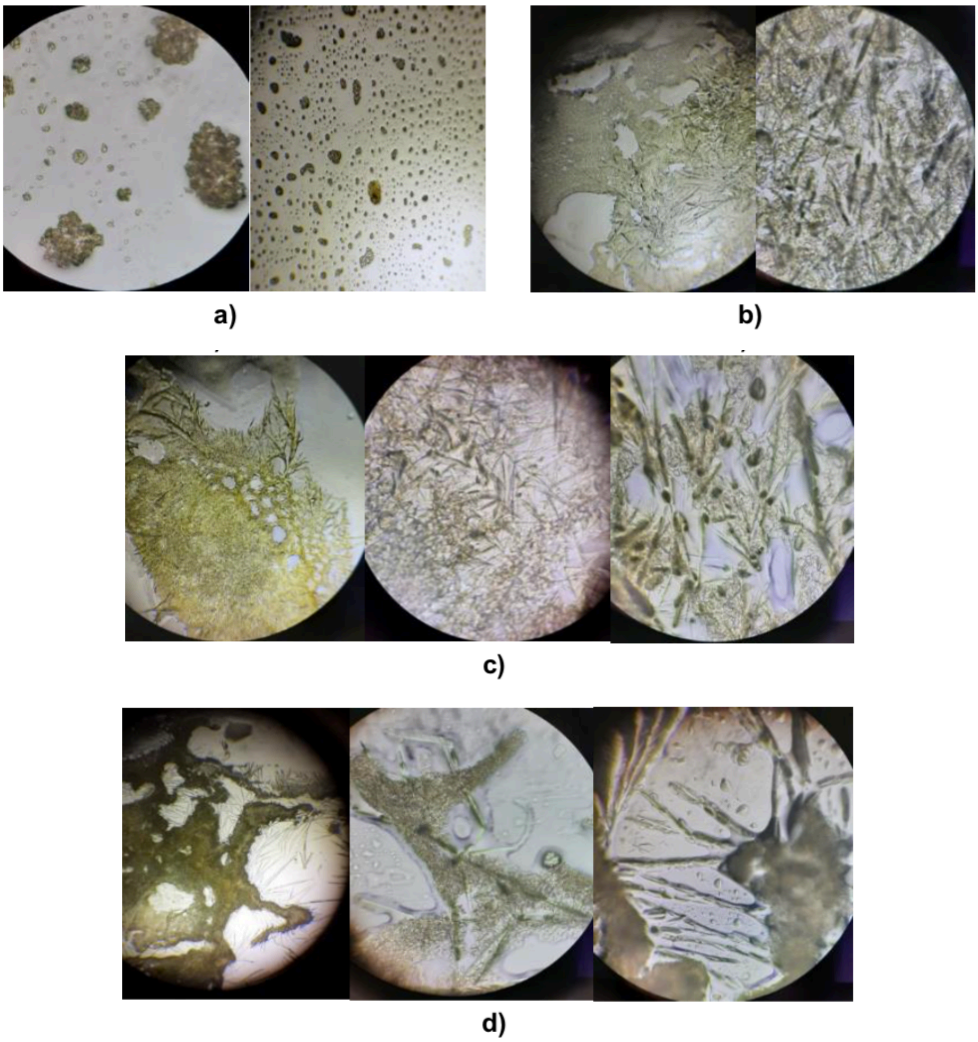


Fig. 2. Imágenes vistas desde un microscopio óptico del resultado de cada una de las síntesis.

En la figura 3 se presenta el patrón experimental de difracción de las perovskitas sintetizadas. Como puede observarse, se obtuvieron cuatro picos característicos similares en las cuatro síntesis, pero en cada una con diferentes intensidades como se observa en la figura 4. Esto además de comprobarnos la existencia de los mismos materiales en cada muestra, también nos habla de que comparten la misma estructura.

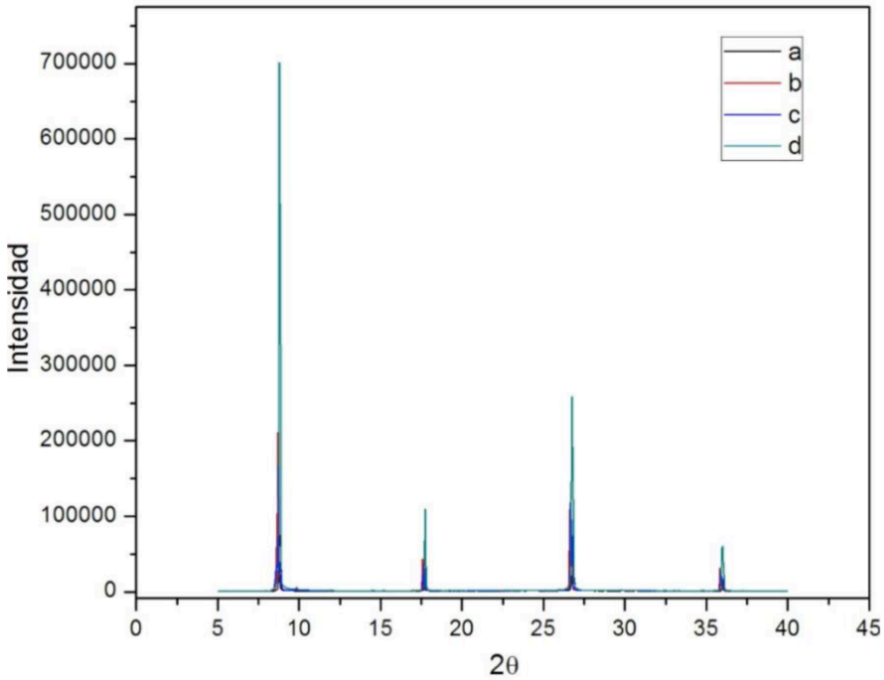


Fig. 3. Espectro XRD de las perovskitas sintetizadas

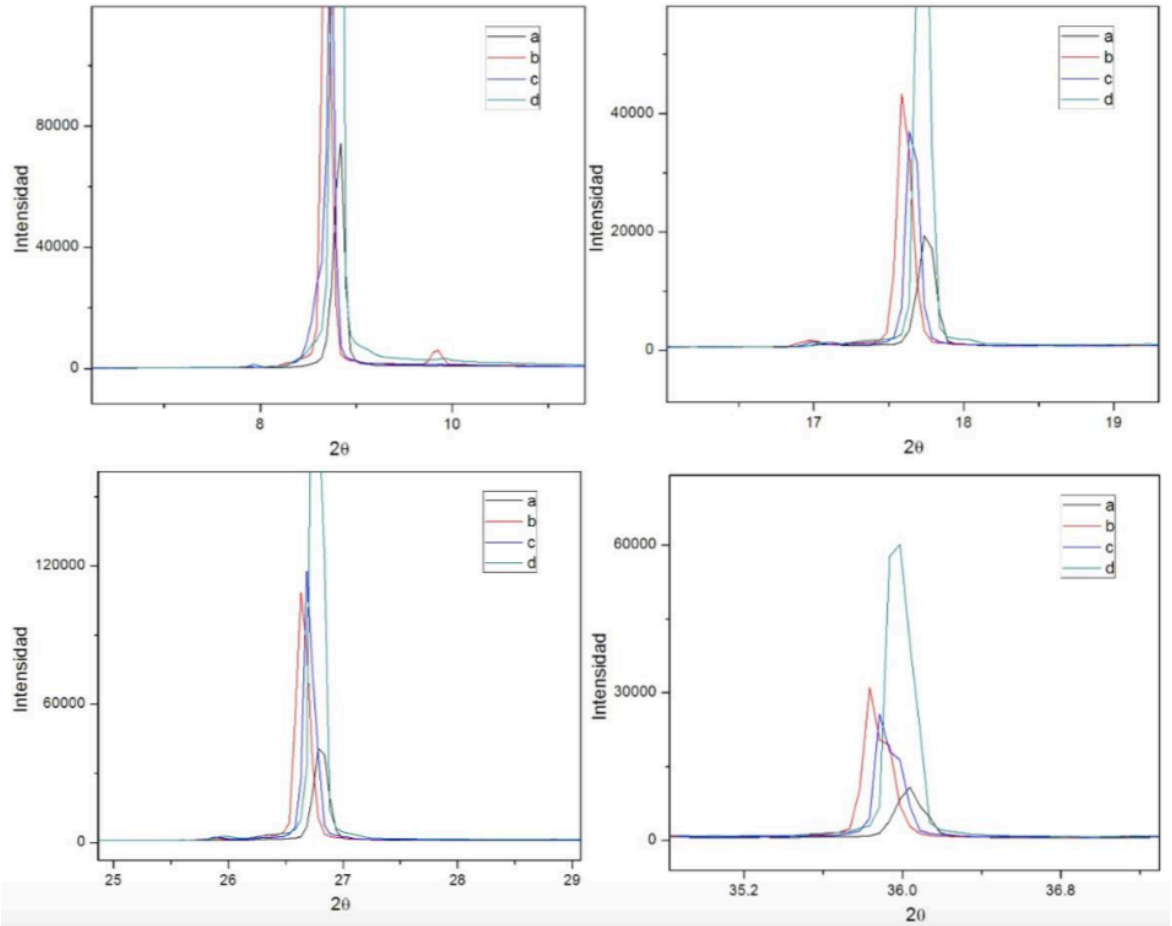


Fig. 4. Ampliación de los picos obtenidos en el espectro XRD de las perovskitas sintetizadas

IV. DISCUSIÓN

El obtener poca cantidad de picos significa que la difracción de los rayos-x ocurrió solo en pocas direcciones, por lo que existe un gran número de átomos ordenados de manera periódica y podemos decir que obtuvimos una estructura cristalina.

Ya que la conductividad eléctrica depende, entre otros factores, de la estructura atómica podemos suponer que al tener una estructura cristalina y cationes libres tendremos buena conductividad.

V. CONCLUSIONES

Obtuvimos una estructura altamente ordenada que al contar con esta característica podría ser buena conductora de electricidad. Esta no ha sido reportada antes por lo que ya obtenida es importante investigar sus propiedades y aplicaciones. Como trabajo a futuro está el generar dispositivos de celdas solares, usando cada una de las perovskitas sintetizadas y caracterizarlos para obtener los valores de PCE, J_{SC}, V_{OC} y FF y compararlos con los de las celdas ya publicadas. También es necesario comprobar la reproducibilidad del experimento.

VI. AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y al CONACyT por la oportunidad y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano. Agradezco al Doctor Arian Espinosa por ser mi asesor durante la estancia, al Centro de Investigación en Química Aplicada por abrir sus puertas a estudiantes y a los organizadores del verano de la ciencia 2019 por una experiencia de alto aprendizaje.

REFERENCIAS

[1] Oscar G. Cucaita, Iván O. Cabeza," Tendencias en ingeniería de materiales para la fabricación De células solares fotovoltaicas" IngenieríaSolidaria. Disponible en: https://pdfs.semanticscholar.org/22e5/bba20f79941e93f88543a6c37d482b4cd364.pdf [consultado en julio 2019].

[2] Susana Ramos Terrón, Fabricación y caracterización de celdas fotovoltaicas de perovskita de nueva composición [Master Thesis]. Universidad de Sevilla, 2018.

[3] Eric T. Hoke, Daniel J. Slotcavage, Emma R. Dohner, Andrea R. Bowring, Hemamala I. Karunadasa and Michael D. McGehee, "Reversible photo-induced trap formation in mixed-halide hybrid perovskites for photovoltaics", Royal Society of Chemistry, Vol. 6, pp. 613-617. Disponible en: https://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2015/sc/c4sc03141e [consultado en julio 2019].

[4] Gina Yasmin Soracá Pérez, Jairo Alberto Gómez y Enrique Vera López, "Energía renovable: Celdas solares de perovskita", Investigación joven. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/75632/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y [consultado en julio 2019].

Síntesis de SiO_2@TiO_2 acoplado con microondas

Sharon Apiquian Avila
Universidad Autónoma de Coahuila
Ing. J. Cárdenas Valdez S/N, República, 25280
Saltillo, Coah.
sapiquian@uadec.edu.mx

Asesora: Karen Esquivel Escalante
Universidad Autónoma de Querétaro
Carr. a Chichimequillas S/N, Ejido Bolaños, 76140
Santiago de Querétaro, Qro.
Karen_esq_2001@yahoo.com

Resumen — En este trabajo se expone el desarrollo de la síntesis de SiO_2@TiO_2 por medio del método sol-gel acoplando el microondas para acelerar la reacción y disminuir tiempo y costo. Se realizaron diferentes síntesis sustituyendo algunos reactivos por otros con propiedades similares y se sometían al microondas durante un minuto, posteriormente fue evaluada la apariencia de las muestras y su hidrofobicidad por ángulo de contacto. Los resultados obtenidos no fueron los esperados ya que la fase acuosa de la solución (agua destilada y alcohol etílico) se evaporo completamente dejando solo partículas sólidas similares a espuma.

Palabras clave — Síntesis, SiO_2-TiO_2, microondas.

Abstract — This work exposes the development of the synthesis of SiO2-TiO2 by means of the sol-gel method by coupling the microwave to accelerate the reaction and decrease time and cost. Different synthesis was performed replacing some reagents with similar properties and underwent the microwave for one minute, subsequently the appearance of the samples and their hydrophobicity were evaluated by contact angle. The results obtained were not as expected as the aqueous phase of the solution (distilled water and ethyl alcohol) evaporated completely leaving only solid foam-like particles.

Keywords — Synthesis, SiO_2-TiO_2, microwave.

I. INTRODUCCIÓN

La civilización actual depende de máquinas y estructuras que utilizan partes metálicas. Dichos metales en contacto con atmosferas húmedas que contienen oxigeno con agentes contaminantes debido a los gases emitidos a la atmosfera provocan el deterioro de estas y los costos de reparación o reposición suelen ser muy elevados.

Una de las soluciones que se ha estado investigando para este problema son los recubrimientos de SiO_2@TiO_2. Los recubrimientos de SiO_2 actúan como barrera a la difusión del oxígeno ejerciendo una barrera antioxidante, aunque su efectividad depende de la falta de poros y grietas en el material.

En esta investigación se realizó la síntesis de SiO_2@TiO_2 por el método sol-gel acoplado con microondas para reducir tiempo y costos.

A. *Método sol-gel*

Sol-gel, es la evolución de un sistema de suspensión-coloide; se inicia mediante la formación de una suspensión coloidal (denominada sol) y su posterior gelificación. Formando una red en una fase liquida continua (denominada gel) y posterior tratamiento térmico bajo. Este método se emplea para la obtención de diferentes tipos de materiales (partículas, recubrimientos, fibras, aerogeles) e incluso solidos compactos en función del tratamiento térmico que se le dé al material [1].

Las principales ventajas del proceso sol-gel aparte de que ofrece la posibilidad de trabajar a temperatura ambiente, son debido en que a la mayor pureza de los precursores empleados se obtienen materiales más puros y homogéneos [2], que no siempre se pueden obtener por métodos tradicionales.

B. *Microondas*

El uso de microondas es de particular interés debido al uso de alta densidad energética y cortos periodos de reacción conduciendo a nano partículas poco aglomeradas con alta cristalinidad y con una estrecha distribución de partículas [3]. Comparado con otros métodos convencionales la síntesis por microondas tiene como ventaja que es una reacción que se realiza en poco tiempo y produce pequeñas partículas con una baja distribución de tamaño y alta pureza [4].

El uso de irradiación por microondas en la síntesis de nanomateriales se ha convertido en una herramienta importante al fabricar materiales con ciertas propiedades [5]

Con la radiación del microondas, la transferencia de energía se realiza por perdidas dieléctricas no por convección o conducción, por lo que la propensión de una muestra a calentarse mediante microondas depende de sus propiedades dieléctricas.

II. MATERIALES Y MÉTODO

Las síntesis de SiO_2@TiO_2 se realizaron por el método sol-gel bajo la asistencia de microondas, utilizando los reactivos: Tetraetilortosilicato (TEOS, Sigma Aldrich 98%), alcohol etílico absoluto (J.T.Baker), Agua destilada, Polidimetilsiloxano (PDMS. Sigma Aldrich 97%), Iso-propóxido de titanio (TTIP, Sigma Aldrich 97%), Ácido Oxálico anhídrido (J.T.Baker), alcohol isopropilico (J.T.Baker) y ácido clorhídrico (Sigma Aldrich 10%)

Primera Síntesis

Solución SiO_2

Se agregó agua destilada, acido oxálico y alcohol etílico absoluto, se mantuvo en agitación durante 10 minutos, luego se agregó PDMS, después de un periodo de 5 minutos se agregó TEOS gota a gota y se mantuvo en agitación durante 15 minutos. Las relaciones molares son 7.729:0.426:8.608:0.155:1 respectivamente. Después se metió en el microondas durante un minuto.

Segunda Síntesis

Solución SiO_2

Se agregó agua destilada, acido oxálico y alcohol etílico absoluto, se mantuvo en agitación durante 10 minutos, luego se agregó PDMS, después de un periodo de 5 minutos se agregó TEOS gota a gota y se mantuvo en agitación durante 15 minutos. Las relaciones molares son 11.42:0.172:11.68:0.155:1 respectivamente

Solución TiO_2

Se pone en agitación y en atmosfera inerte de nitrógeno durante 5 minutos el alcohol isopropilico, luego se agregó gota a gota el Iso-propoxido de titanio (TTIP) y se mantuvo así durante 15 minutos. Las relaciones molares son 1:0.0161 respectivamente.

Mezcla TiO_2-SiO_2

La solución de TiO_2 se agregó a la solución de SiO_2 de forma inmediata, se mantuvo en agitación durante 1 hora y se metió la solución sellada en el microondas durante 1 minuto.

Tercera Síntesis

Solución SiO_2

Se agregó agua destilada, ácido clorhídrico y alcohol etílico absoluto, se mantuvo en agitación durante 10 minutos, luego se agregó PDMS, después de un periodo de 5 minutos se agregó TEOS gota a gota y se mantuvo en agitación durante 15 minutos. Las relaciones molares son 11.42:0.193:11.68:0.155:1 respectivamente

Solución TiO_2

Se pone en agitación y en atmosfera inerte de nitrógeno durante 5 minutos el alcohol isopropilico, luego se agregó gota a gota el Iso-propoxido de titanio (TTIP) y se mantuvo así durante 15 minutos. Las relaciones molares son 1:0.0161 respectivamente.

Mezcla TiO_2-SiO_2

La solución de TiO_2 se agregó a la solución de SiO_2 de forma inmediata, se mantuvo en agitación durante 1 hora y se metió la solución sellada en el microondas durante 1 minuto.

III. RESULTADOS

Tabla 1 – Resultados obtenidos de las Síntesis

Numero de síntesis	Observaciones	Hidrofobicidad
1	La solución salió a 70°C del microondas, se pudo observar que hubo perdida de liquido	No es hidrofóbico
2	Se observa que al salir del microondas en la solución la fase acuosa de agua y etanol se evaporo completamente dejando solo partículas sólidas similares a espuma, tiene un color blanco-amarillento	Indeterminado
3	Se observa que al salir del microondas en la solución la fase acuosa de agua y etanol se evaporo completamente dejando solo partículas sólidas similares a espuma, tiene un color blanco	Indeterminado

IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

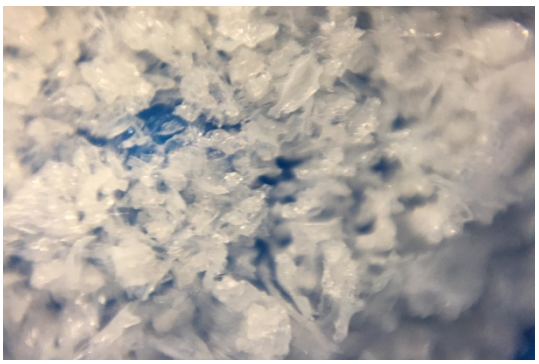


Ilustración 1: solidos obtenidos en la segunda síntesis.

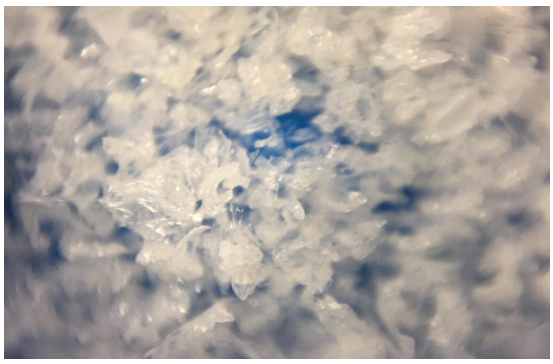


Ilustración 2; solidos obtenidos en la tercera síntesis

En la primera síntesis no era una solución hidrofóbica debido a que no le agregamos la segunda solución y al introducir al microondas se evaporo gran parte de la solución y eso provoco que se perdieran sus propiedades hidrófobas.

En la segunda y tercera síntesis la diferencia en el color de las muestras es debido a que el ácido clorhídrico se evapora en el microondas y el ácido oxálico no.

Las partículas sólidas que se forman son debido a la evaporación de la fase acuosa (agua y alcohol etílico).

V. CONCLUSIONES

Los resultados no fueron los esperados debido a la evaporación de agua destilada y alcohol etílico, esto sin embargo se podría evitar utilizando un mayor exceso de agua destilada y alcohol etílico o utilizando microondas más especializados para no tener tantas perdidas.

VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Primeramente quiero agradecer a Dios y a mi familia por darme su apoyo incondicional.

Agradezco a la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ) por permitirme realizar mi estancia de investigación.

Agradezco a la Dra. Karen Esquivel Escalante por permitirme trabajar en este proyecto y a mi asesora Brenda Alicia Rosales Pérez por enseñarme todo lo referente con este trabajo.

Agradezco al Consejo de Ciencia y Tecnología (CONACyT) a la Universidad Autónoma de Coahuila (UAC) por su apoyo otorgado a través de la beca.

REFERENCIAS

[1] Vicente Lázaro Magdalena, Ana Matéu Roig, Yolanda Reig Otero, y Yolanda Prada Marcos, Procesos de obtención de nanomateriales, Nanotecnología aplicada a la cerámica, no. 1, pp. 28-34, Noviembre 2019

[2] Massiel Cristina Cisneros Morales, Recubrimientos de SiO_2 hibrida obtenido por sol-gel como protección frente a la corrosión acida, Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León, México, Octubre 2004

[3] Alma Rosa Zamudio Méndez, Desarrollo de Superficies autolimpiables para la industria de la construcción a base de TiO_2 dopado con Fe y S mediante el método de sol-gel asistido por microondas, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México, Septiembre 2014

[4] Síntesis y caracterización de nanopartículas de CdS obtenidas por microondas, S, Martínez- T. Serrato- I. Gómez- A. Hernández, Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León, México, Abril 2001.

[5] J. Ananpattarachai, P. Kajitvichyanukul y S. Seraphin. Visible light absorption ability and photocatalytic oxidation activity of various interstitial N-doped TiO2 prepared from different nitrogen dopants, Journal of Hazardous Materia, 2009.

Síntesis de un adsorbente para el tratamiento de aguas residuales de la industria metalúrgica

Alexis Domínguez Reyna
Universidad Autónoma de Coahuila
Carretera 57 Km 5, Los Bosques, C.P.25710
Monclova, Coah.
alexis.dominguez@uadec.edu.mx

Asesor: Francisco Raúl Carrillo Pedroza
Universidad Autónoma de Coahuila
Carretera 57 Km 5, Los Bosques, C.P.25710
Monclova, Coah.
frrcarrillo@yahoo.com.mx

Resumen. El cianuro es uno de los reactivos más utilizados para la extracción de oro y plata, proceso llamado cianuración. Sin embargo, es un reactivo químico muy toxico, por lo cual es importante controlar todos aquellos efluentes y residuos generados durante el proceso de cianuración. Existen varios métodos para tratar estos residuos. En este trabajo se realizaron pruebas preliminares utilizando un adsorbente base hierro, y ozono. Los resultados indican que el adsorbente puede ser una opción para el tratamiento de cianuros, si dicho adsorbente es previamente modificado de manera adecuada, y que puede acoplarse a los tratamientos oxidativos como lo es usando ozono.

Palabras clave — cianuro, adsorción, oxidación.

Abstract — Cyanide is the most chemical reactant used in the gold and silver extraction process, named cyanidation. However, it is a very toxic reagent, so it is important to control the effluents and waste generated during the cyanidation process. There are several methods to treat these wastes. Preliminary tests using an iron-based adsorbent and ozone are used in this work. The results indicated that the adsorbent may be an option for the treatment of cyanides, if this is modified appropriately, and that it can be coupled to oxidative treatments such as using ozone

Keywords — cyanide, adsorption, oxidation.

I. INTRODUCCIÓN

El cianuro de sodio, NaCN, es un sólido cristalino de color blanco, soluble en agua; las diferentes propiedades de los compuestos del cianuro, las particularizan para su empleo y las preocupaciones de la seguridad para la salud y la afectación al medio ambiente. Ambientalmente las formas de cianuro libre (HCN y CN^{-}), no son generalmente detectables en efluentes mineros. La preocupación por la toxicidad de los efluentes radica en las formas complejas de cianuro y la posibilidad de romperse y generar cianuro libre en el nuevo sistema.[1] El principal objetivo en una campaña de degradación de cianuro en efluentes industriales es disminuir la concentración de cianuro libre a niveles asimilables para los seres vivos. Para ello, se han empleado varios métodos que en general se pueden clasificar en: degradación natural, degradación por recuperación del cianuro, degradación por precipitación, degradación por conversión a formas menos tóxicas y degradación por oxidación. La degradación del cianuro, se refiere a la transformación de los cianuros simples y libres, en cianuros no tóxicos o menos tóxicos, como los complejos, cianatos, tiocianatos, carbonatos u otras sustancias, dependiendo de la tecnología utilizada en la remediación. En el presente trabajo se busca la de la degradación de éste con la utilización de un fuerte oxidante en presencia de polvo de colector, el cual por su presencia de Fe lo hace un catalizador.

II. MARCO TEÓRICO

El término cianuro sirve para referenciar a una familia de compuestos químicos que se caracterizan por la presencia de un átomo de carbono enlazado a un átomo de nitrógeno mediante un enlace covalente triple, y existen varias clasificaciones de éste entre las cuales está el cianuro libre, los compuestos simples y complejos de cianuro, cianuro total y otros compuestos derivados del cianuro como cianato, amoniaco y tiocianato. Para la degradación de éste, específicamente, se empleó ozono debido a que es uno de los mayores oxidantes; su estado gaseoso mejora la difusión sobre la fase líquida; no tiene efecto residual sobre el ambiente, pues su inestabilidad hace que el exceso liberado a la atmósfera, se descomponga en O_2 y O, además de que existe la tecnología disponible para producirlo industrialmente a un costo relativamente bajo, en relación con otras sustancias que pueden emplearse para reducir el cianuro[2] (Ec.1 y 2).

$$\mathrm{CN-} + O_3\ (\mathrm{acuoso})\mathrm{OCN^-} + \mathrm{O_2}\ (\mathrm{acuoso}) \quad (1)$$

$$\mathrm{NaCN} + O_3\ (\mathrm{acuoso})\ \mathrm{NaOCN^-} + \mathrm{O_2}\ (\mathrm{acuoso}) \quad (2)$$

En donde también se verá involucrado el polvo de colector, el cual se produce como consecuencia de la combustión del coque y de los gases producidos en la reducción química del mineral de Fe que, en un elevado porcentaje se recogen en un colector situado en la parte superior del alto horno.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la degradación del CN^- lo primero que se realizó fue la preparación del polvo de colector, en donde primero se le agregó NaOH (sosa caustica) y $Na_2S_2O_8$ (persulfato de sodio) y se dejó secar por 24 horas dentro de un crisol en la estufa a 60°C. Pasado el tiempo se procedió a realizar una molienda en el mortero para tener un polvo más fino y poder utilizarlo en el siguiente paso. El siguiente paso fue la preparación de los reactivos para realizar la titulación (**Figura 1**), en donde se hizo una solución de $AgNO_3$ (nitrato de pata) como titulante y KI (ioduro de potasio) como indicador. También se hizo una solución con cianuro a la cual se le agregó NaCN (cianuro de sodio) y NaOH.

Figura 1. Materiales y reactivos para titulación

El equipo utilizado para la prueba fue una mesa de rodillos (**Figura 2**), en donde se prepararon 4 frascos con 100ml de sol. de cianuro y 1gr. de polvo de colector y se pusieron a girar por 1 hora en total, solo que cada frasco se iba sacando cada 15 minutos; cada frasco extraído fue filtrado y recuperado el líquido para proceder a la titulación de éste. Esto fue repetido 5 veces pero cambiando las ppm de cianuro (**Tabla 1**) a partir de la prueba 3, se hizo otro polvo pero esta vez se le agregó ácido fosfórico, que después fue lavado y secado en la estufa por 24 horas.

Después se hizo la prueba con ozono en una columna con solución de cianuro y polvo de colector (**Figura 3**) donde también se le agregaron canicas; esto para que las burbujas de ozono salidas del burbujeador estuvieran más tiempo y así tener mayor interacción del ozono con la solución de cianuro y el polvo, también cabe destacar que la solución estuvo siendo recirculada por medio de una bomba

.

Figura 2. Mesa de rodillos

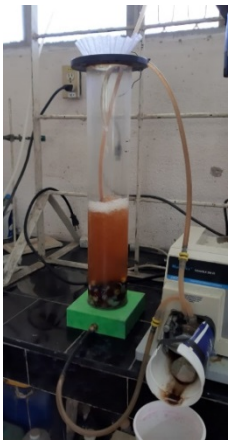


Figura 3. Columna que contiene solución de cianuro

Tabla 1. Detalle de las pruebas

Prueba	Tipo de prueba	Cantidad de adsorb. (gramos)	Concentración de cianuro (gramos)	Volumen de solución(mL)	Tiempo de prueba
1 a 4	Adsorción en botellas agitado en rodillo	1	1	100	1 hora
5	Columna sin polvo	0	19.9	1990	1 hora
6	Columna con polvo	200	19.9	1990	1 hora.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en las pruebas se presentan de manera resumida en las Figuras 4 y 5. La Figura 4 muestra indica el porcentaje de remoción de cianuro utilizando el material adsorbente, previamente tratado alcalinamente y tratado con ácido. Se observa que cuando el material es tratado con álcali, hace que el material prácticamente no adsorba cianuro, alcanzando solo hasta 10 % de remoción. Cuando el material es tratado

con ácido, y luego aplicado al cianuro, se obtiene hasta un 50 % de remoción cianuro con una hora de tratamiento. Este resultado muestra que el material se puede funcionalizar o modificar de acuerdo con el tratamiento que se le dé. Dicho tratamiento hace que se formen ciertos grupos funcionales específicos, que son los que actuaran como adsorbentes superficiales del ion cianuro.

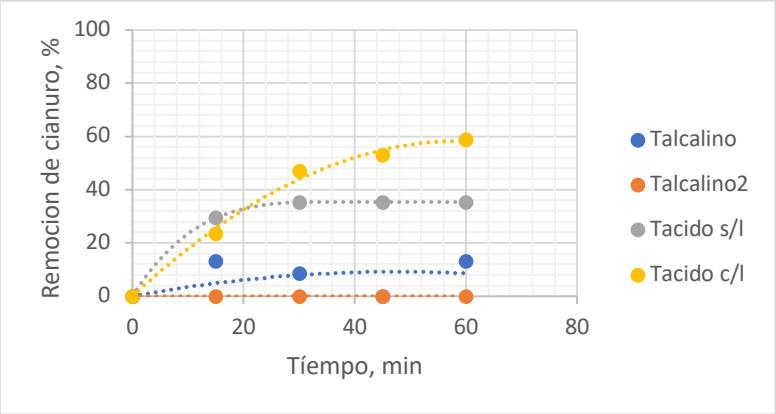


Figura 4. Remoción de cianuro con respecto al tiempo, de las pruebas de adsorción con polvo de Fe con tratamiento alcalino y acido (sin y con lavado).

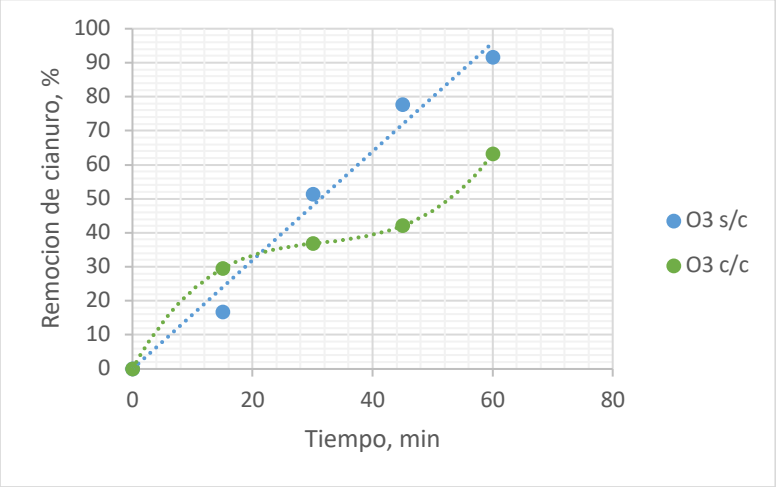


Figura 5. Remoción de cianuro con respecto al tiempo, de las pruebas con ozono, sin y con polvo de Fe.

En la Figura 5 se muestran los resultados obtenidos de las pruebas con ozono, sin y con el material adsorbente. En este caso se puede constatar que el ozono es un fuerte oxidante, ya que descompone u oxida al cianuro, removiéndolo de la solución en un 90 % en una hora. Al agregar el adsorbente se observa un efecto sinérgico en los primeros 15 minutos, removiendo un 30 % del cianuro en comparación con el 18% obtenido sin el material. Sin embargo, se observa un decaimiento entre los 20 y 50 minutos, para luego iniciar un ascenso en la curva de remoción. Este comportamiento es muy interesante por lo que es necesario hacer más pruebas para elucidar o entender el mismo.

V. CONCLUSIÓN

Según las pruebas realizadas en este trabajo, se concluye que es posible usar un material base hierro para el tratamiento de soluciones que contienen cianuro, a fin de removerlo. La efectividad del material como adsorbente depende del tratamiento que se le dé previamente, ya que ello permite funcionalizar la superficie del mismo y con ello, lograr grupos funcionales que interactúen con el cianuro, removiéndolo de la solución. La combinación de ozono y material adsorbente se observa promisoria, lo cual permite canalizar las futuras investigaciones al respecto.

VI. AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Facultad de Metalurgia por las facilidades e instalaciones prestadas. Al Dr. Carrillo, mi asesor, por la enseñanza y todo el apoyo que ha dedicado a este proyecto.

Y al 21° Verano de la Ciencia de la Región Centro, por haber aceptado mi solicitud, lo que me ha permitido adquirir nuevas experiencias y conocimientos, pero, sobre todo, aplicar el método científico en la búsqueda de soluciones a problemas específicos.

REFERENCIAS

[1] A. Gaviria, L. Meza *"Análisis de alternativas para la degradación del cianuro en efluentes líquidos y sólidos del municipio de segovia, antioquia y en la planta de beneficio de la empresa mineros nacionales, municipio de marmato, caldas*" Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Minas, mayo 2006

[2] E. Orcés, G. Pincay *"Desarrollo de un reactor Químico para tratar aguas contaminadas con cianuro"* Centro de Investigación Científica y Tecnológica de la Escuela Superior Politécnica

Síntesis química y caracterización de materiales semiconductores. Diseño de un sistema de síntesis automatizado

Jaime Alberto Navarro Martínez
Universidad Autónoma de Querétaro
Cerro de las campanas
C.P. 76017, Querétaro, Qro.
albertonavarro143@gmail.com

Asesora: Mónica Balvanera Ortuño López
Instituto Tecnológico de Querétaro
Campus centro
C.P. 76000, Querétaro, Qro.
mbortuno@mail.itq.edu.mx

Resumen — En este trabajo se presenta la implementación de un sistema automatizado para la obtención de materiales semiconductores, basándonos en el método depósito por baño químico, con el cual es considerablemente más económico y simple que los procesos basados en métodos físicos, con los cuales se dificulta el mantener las condiciones para la formación de recubrimientos de semiconductores. Sobre el cual se diseñó el método automatizado en el cual se usaron materiales de fácil acceso y entendimiento.

Palabras clave — Deposito por baño químico, semiconductores, automatizado.

Abstract — This paper presents the implementation of an automated system for obtaining semiconductor materials, based on the chemical bath deposition method, with which it is cheaper and simpler than the processes processed in physical methods, with which make it difficult to maintain the conditions for the formation of semiconductor coatings. On which the automated method was designed in which materials of easy access and understanding were used.

Keywords — Chemical bath deposition, semiconductors, automated.

I. INTRODUCCIÓN

Películas delgadas semiconductoras han tenido múltiples aplicaciones en dispositivos fotovoltaicos, fotodetectores, fotoconductores, sensores de gases, láseres, entre otras aplicaciones (H. Moualkia, 2014). Un ejemplo es el uso de estos materiales como ventanas arquitectónicas para controlar los componentes visible e infrarrojo de la luz solar. Otro ejemplo muy claro de la utilización de estos materiales es la fabricación de celdas solares, área que básicamente se ha enfocado a disminuir el costo del aprovechamiento de la energía solar y a la producción de materiales más eficientes para la conversión fotovoltaica. La mayor eficiencia conseguida actualmente es la de celdas diseñadas con materiales semiconductores monocristalinos, que deben ser sintetizados por métodos que incluyen técnicas físicas sumamente costosas.

El uso de materiales policristalinos representa la siguiente generación de celdas solares, donde las capas son sintetizadas empleando métodos menos sofisticados que los de sus antecesoras. Con estas tecnologías los costos de producción disminuyen en gran medida, con poco o nulo sacrificio en las propiedades estructurales y ópticas de los componentes (M.A. Islam, 2013) y por consiguiente de eficiencia en la conversión fotovoltaica de los dispositivos (A.A. Ojo, 2016) (Alessio Bosio, 2006) (Yong-Duck Chung, 2011).

Entre las tecnologías más innovadoras y sostenibles de los últimos tiempos, para el crecimiento de recubrimientos policristalinos semiconductores se encuentra la técnica de depósito en baño químico. Su baja necesidad de recursos energéticos y sencillez estimula el desarrollo de tecnologías más amigables con el medio ambientes y convenientes en términos económicos.

Buscando entre las alternativas se descubrió que en la actualidad los procesos se llevan a cabo de manera automatizada, esto buscando reducir los costes de la mayoría de los procesos industriales, con este antecedente se busca implementar que el proceso completo se lleve a cabo de manera automatizada, aunque no industrial aun, dará un enfoque hacia esa dirección.

II. MARCO TEÓRICO

Películas delgadas semiconductoras han tenido múltiples aplicaciones en dispositivos fotovoltaicos, fotodetectores, fotoconductores, sensores de gases, láseres, entre otras aplicaciones (H. Moualkia, 2014). Un ejemplo es el uso de estos materiales como ventanas arquitectónicas para controlar los componentes visible e infrarrojo de la luz solar. Otro ejemplo muy claro de la utilización de estos materiales es la fabricación de celdas solares, área que básicamente se ha enfocado a disminuir el costo del aprovechamiento de la energía solar y a la producción de materiales más eficientes para la conversión fotovoltaica. La mayor eficiencia conseguida actualmente es la de celdas diseñadas con materiales semiconductores monocristalinos, que deben ser sintetizados por métodos que incluyen técnicas físicas sumamente costosas. Gran parte de las celdas que se comercializan están basadas en materiales como el silicio (Si), germanio (Ge) o el arsenuro de galio (ASGa) de una estructura cristalina de largo alcance (María Cruz López-Escalante, 61-70), para lo cual son necesarios procedimientos de síntesis muy sofisticados, haciendo a estas tecnologías poco accesibles, debido al alto costo de la producción de dichos paneles solares a gran escala.

El uso de materiales policristalinos representa la siguiente generación de celdas solares, donde las capas son sintetizadas empleando métodos menos sofisticados que los de sus antecesoras. Con estas tecnologías los costos de producción disminuyen en gran medida, con poco o nulo sacrificio en las propiedades estructurales y ópticas de los componentes (M.A. Islam, 2013) y por consiguiente de eficiencia en la conversión fotovoltaica de los dispositivos (A.A. Ojo, 2016) (Alessio Bosio, 2006) (Yong-Duck Chung, 2011).

Entre las tecnologías más innovadoras y sostenibles de los últimos tiempos, para el crecimiento de recubrimientos policristalinos semiconductores se encuentra la técnica de depósito en baño químico. Su baja necesidad de recursos energéticos y sencillez estimula el desarrollo de tecnologías más amigables con el medio ambientes y convenientes en términos económicos.

III. METODOLOGIA

Se lleva a cabo la construcción de un sistema simplificado para síntesis de los recubrimientos sobre sustratos de áreas mayores a las de un substrato de vidrio

portaobjetos. Dicho sistema incluye mecanismos para la inmersión, extracción, control del tiempo de depósito y lavado de forma automatizada. Este sistema se basa en el diseño que se bosqueja a continuación:

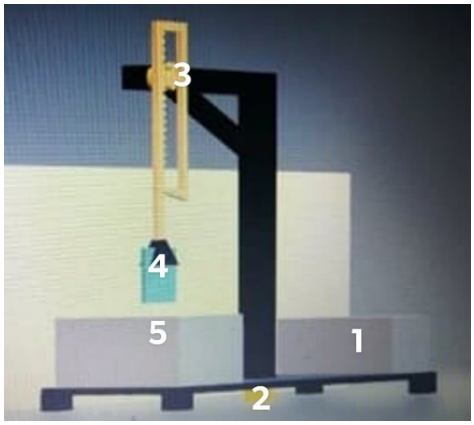


Figura 1. Bosquejo del diseño del sistema automatizado para la producción de recubrimientos por síntesis química (1° grúa automatizada, 2° Motor girador de grúa, 3° Motor elevador de sustrato, 4° Sustrato)

A. Método de preparación del reactor

Para la preparación de la solución en el reactor se parte de compuestos que contienen iones azufre y zinc, para la producción de películas delgadas de ZnS. Empleándose Tiourea y Sulfato de zinc respectivamente, un agente acomplejante del ión metálico, utilizado es citrato de sodio, e hidróxido de potasio como fuente de iones hidroxilo, indispensables para el control del pH y la buena adhesión y crecimiento de los recubrimientos. Cada uno de los compuestos anteriormente mencionados fueron preparados en soluciones acuosas con las concentraciones que se muestran en la Tabla 1, y se vertieron al reactor junto con buffer de referencia de pH 10 en un vaso de precipitado.

Tabla 1 Concentración de los compuestos empleados.

Compuesto químico	Concentración
Sulfato de Zinc ($ZnSO_4$)	0.1 M
Tiourea (CH_4N_2S)	0.1 M
Citrato de Sodio ($Na_3C_6H_5O_7$)	0.5 M
Hidróxido de Potasio (KOH)	0.5 M

Una vez preparado el reactor con los anteriores componentes, se midió el pH final, se sumergieron los sustratos de vidrios, y la temperatura y tiempo de depósito fueron controlados en 90 y 70 °C y 30, 90 y 120 minutos respectivamente.

IV. RESULTADOS

Viendo la necesidad del desarrollo de mejores tecnologías para las sociedades actuales, se buscó implementar sistema basado en una metodología para la síntesis de semiconductores de ZnS, de mayor simplicidad y un costo económico y ambiental sumamente menor a los procesos actuales basados en procedimientos mucho más sofisticados. A continuación, se describe el diseño propuesto y los resultados de la síntesis y caracterización de los recubrimientos de ZnS sinterizados.

El sistema de síntesis se compone de 2 motorreductores DC, con torque de 3 kg y 6 kg, Se usaron puentes H (L298n para los motores de 3 kg y 6 kg. Un engrane de radio 3cm y cremallera de 25 cm de largo de PLA elaborados por impresión 3D, una plataforma de acrílico, mástil central de PVC o Acrílico, 2 recipientes de vidrio. El control de nuestro sistema automatizado está dado por una unidad Arduino UNO conectado a una fuente de 5v.

Se implementó la programación con toda la circuitería sobre la cual se puede hacer la grúa automática mostrada en el diseño de la figura 1, esto nos facilitaría en un futuro la síntesis de los mencionados semiconductores, ya que actualmente se busca desarrollar tecnologías que consuman baja energía, así como que faciliten la forma de manejar cualquier método.

Como muestra del resultado del diseño de la fórmula para la síntesis de los materiales, se muestran la imagen de la figura 2. En ella se aprecian las características macroscópicas de las películas de ZnS, que se describen como transparentes, homogéneas y fuertemente adheridas a su sustrato de vidrio.

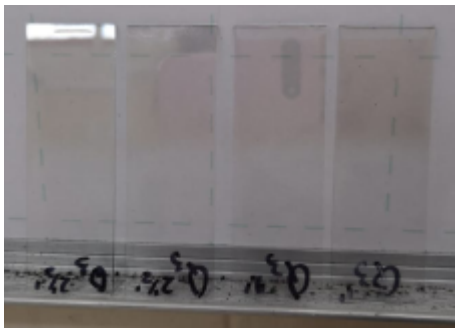


Figura 2. Imagen de los recubrimientos de ZnS de la serie Q3.

En la figura 3 se muestra el resultado de la caracterización óptica de los recubrimientos, realizada mediante la técnica de Espectroscopía Ultravioleta Visible. Los espectros de transmisión de los recubrimientos sintetizados mediante este sistema, demuestran la naturaleza química de estos materiales, mostrando un borde de transmisión ubicado alrededor de los 350 nm, propiedad característica del ZnS. Con lo anterior se puede comprobar la identidad de estos materiales.

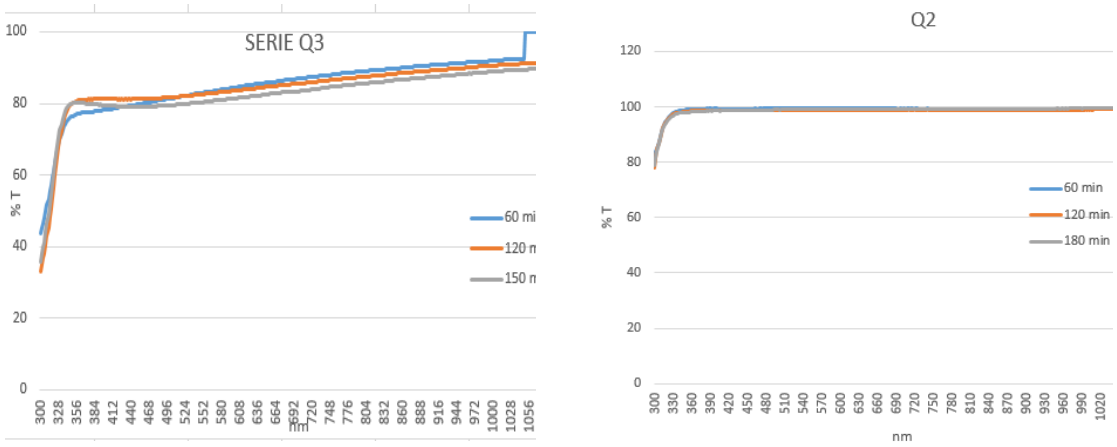


Figura 3. Espectros de transmisión de las películas de las seriesQ3 y Q2, crecidas a una temperatura de 70 y 90°C respectivamente, en tiempos de depósito de 60, 90 y 120 minutos.

En los espectros de la figura 3 se observa que los materiales sintetizados, son transparentes en todo el espectro de la radiación visible, mientras que, hacia la región ultravioleta, específicamente debajo de los 350 nm bloquean su paso. Con lo anterior se evidencia el alto potencial de estos materiales como filtros de la radiación ultravioleta.

V. CONCLUSIONES

En este proyecto se propuso y realizó la implementación de un sistema de para la síntesis de recubrimientos por métodos químicos, el cual constó del diseño del sistema de inmersión, extracción y control de tiempo y temperatura; y por otro lado del diseño de la formulación para la obtención de los recubrimientos semiconductores de ZnS de buenas propiedades ópticas.

Se logró proponer un prototipo del sistema de síntesis que consta de una grúa para transportar los sustratos a los sitios correspondientes, así como la propuesta de un programa para poder ordenar estos pasos de manera automática y de fácil manejo en caso de requerirlo, todo esto usando Arduino uno, motores DC y circuitería.

Se logró diseñar e implementar una formulación idónea para el crecimiento de recubrimientos de ZnS, homogéneos, transparentes y fuertemente adheridos a su sustrato.

Se logró la caracterización óptica, mediante la técnica de espectroscopia ultravioleta visible, mostrando el alto potencial de este sistema para la creación de recubrimientos de propiedades optoelectrónicas.

VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al Tecnológico Nacional de México/ I.T. Querétaro, a la Universidad Autónoma de Querétaro y al CONACyT por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

A mis compañeros y docentes del instituto Tecnológico de Querétaro, no me queda más que agradecerles la oportunidad por dejarme participar en este verano de la ciencia, me

quedo con la confianza que imprimieron en mí y además con todos los conocimientos adquiridos.

REFERENCIAS

Coord. Albella J. M., C. A. (1993). Introducción a la Ciencia de Materiales. Técnicas de Preparación y Técnicas de Caracterización. Madrid: Consejo Superior de Investigación Científica.

D., O.-B. R. (1993). Mechanism of Chemical Bath Deposition of Cadmium Sulfide Thin Film in the Amonia.Thiourea System. J. Electrochem Soc., 140.

Fuyi Chen, W. J. (2008). Effects of supersaturation on CdS film growth from dilute solutions on glass substrate in chemical bath deposition process. Thin Solid Films, 2823-2828.

Gary, H. (2003). Course in Chemical Bath Deposition. Congreso de la Sociedad de Ciencias de Superficies y de Vacío, (pág. 31). Huatulco.

M.B. Ortuño-López, M. S.-L.-G.-B. (2004). Chemically deposited CdS films in an ammonia-free cadmium–sodium citrate system. Thin Solid Films, 278-284.

M. Chávez Portillo, H. L. (s.f.). Películas nanocristalinas de PbS impurificadas con Co2+ mediante la técnica por Baño Químico. Memoria del XVII Encuentro de Participación de la Mujer en la Ciencia.

Síntesis y caracterización de nanoferritas magnéticas de óxido de zinc obtenidas por coprecipitación y molienda mecánica con y sin presencia de alcohol

Tonatzin Peña Medellin
UADEC, Facultad de Metalurgia
Carretera 57 km 5, Monclova, Coahuila
medellint@uadec.edu.mx

Asesora: Ma. Gloria Rosales Sosa
UADEC, Facultad de Metalurgia
Carretera 57 km 5, Monclova, Coahuila
mrosales@uadec.edu.mx

Resumen — En el siguiente trabajo se analizará la síntesis de una nanoferrita por coprecipitación y distintas variables como exceso de reactivos, alcohol, molienda mecánica, tratamientos térmicos. Los resultados muestran similitud entre las distintas muestras de nanoferritas de zinc sintetizadas, incluso la aparición de dobles fases, por esto se entiende que el alcohol y/o el exceso de reactivos, así como tratamientos térmicos y de molienda afectan para lograr la correcta síntesis de nanoferritas.

Palabras clave — Zinc 1, Coprecipitación 2, nanoferritas 3.

Abstract — The following work analyzes the synthesis of a nanoferrite by coprecipitation and different variables such as excess reagents, alcohol, mechanical grinding, heat treatments. The results showed similarity between the different samples of zinc nanoferrites synthesized including the appearance of double phases, for this reason it is understood that alcohol and / or excess reagents as well as thermal and grinding treatments affected to achieve the correct synthesis of nanoferrites.

Keywords — Zinc 1, Coprecipitation 2, nanoferrites 3.

I. INTRODUCCIÓN

La nanotecnología es el estudio, diseño, creación, síntesis, manipulación y aplicación de materiales, aparatos y sistemas funcionales a través del control de la materia a nanoescala, y la explotación de fenómenos y propiedades de la materia a nanoescala. Cuando se manipula la materia a la escala tan minúscula de átomos y moléculas, demuestra fenómenos y propiedades totalmente nuevas. Por lo tanto, científicos utilizan la nanotecnología para crear materiales, aparatos y sistemas novedosos y poco costosos con propiedades únicas.

Es una disciplina relativamente reciente en la escala nanométrica de longitud, donde científicos e investigadores de múltiples áreas descubren potenciales aplicaciones y nos proveen de nuevas herramientas para diseñar diversos materiales inéditos, los cuales a su vez nos llevan a avances científicos y tecnológicos aplicados en la física, la química, la biología molecular, la medicina, el medio ambiente, las industrias químicas y las farmacéuticas.

II. MARCO TEÓRICO

Las ferritas son una familia de óxidos de la forma MFe_2O_4, que se pueden considerar como derivados de la magnetita, cuya fórmula es $Fe^{+2}Fe^{+3}{}_2O_4$. El metal M típicamente es Co,

Ni o Zn en estado de oxidación +2 [1]. Se pueden clasificar según el tipo estructural en hexagonales con estructura magnetoplumbita y cúbicas con estructura granate o espinela.

La primera ferrita que se conoció fue la magnetita (fe_3O_4) en la Antigua Grecia, ya que tiene la posibilidad de presentarse magneticada de un modo natural.

Estas tienen propiedades cerámicas magnéticas, pero fue hasta los años 50´s que comenzaron a comercializarse. El primer estudio sistemático de las relaciones entre la composición química y las propiedades magnéticas de varias ferritas fue realizado por Hilpert en 1909. Hilpert preparó las ferritas con estructura espinela, de manganeso, cobre, cobalto magnesio y zinc. En estudios se observó que este tipo de óxidos presentan una elevada resistividad eléctrica [2].

La estructura de las ferritas se basa en la organización de una espinela inversa, es decir los iones A^{2+} ocupan 8 posiciones octaédricas y los 16 iones Fe^{3+}, se dividen de tal forma que 8 se ubican en sitios octaédricos y 8 llenan posiciones tetraédricas.

Las propiedades optimas de estas partículas son: tamaño <10 nm y distribución estrecha, morfología esférica, monodispersidad, composición constante y conocida, super-paramagnetismo y elevada susceptibilidad magnética [3].

Es un material importante, de comportamiento magnético anómalo, semiconductor, que tiene aplicaciones en catálisis heterogénea (deshidrogenación de buteno), en fotocatálisis (tiene habilidad para adsorber la luz visible), en procesos de adsorción, en fotoquímica (para la producción de hidrógeno), en electroquímica y como pigmento. Los métodos convencionales para la obtención de ZnFe2O4 involucran las reacciones entre ZnO y Fe_2O_3, a 1100 °C, en atmósfera oxidante (oxígeno), por varias horas, ciertamente el grado de conversión a la ferrita de zinc se incrementa con el aumento de la presión de oxígeno [4]. Muchos de los óxidos magnéticos metálicos no son sensibles al aire, lo cual facilita su obtención.

Uno de los óxidos magnéticos más demandados magnetita (Fe_3O_4) oxida con el oxígeno hacia maghemita (g-Fe_2O_3), así que las propiedades magnéticas son sensitivas a la composición, cristalinidad e incluso a la morfología de las nanopartículas de óxidos metálicos [5].

III. MATERIALES Y MÉTODOS

-Cloruro férrico
-Cloruro ferroso tetrahidratado.
-Hidróxido de amonio.
-Matraz bola 500 ml.
-Probeta.
-Soporte Universal.
-Agua destilada.
-Bureta.
-Vidrio de reloj.
-Vaso deprecipitado 250 ml y 100 ml.
-Termómetro.
-Agitador
-Imán

A. Equipo

Coprecipitación: El sistema utilizado para la carbonatación consistió en un matraz Erlenmeyer de 500 mL con termómetro, colocado sobre una parrilla de agitación magnética MODELOS CIMAREC THERMO SCIENTIFIC.

- Mufla marca Felisa

-Difractor de rayos X, Bruker D8 Advance

-Molino mecánico.

Por medio de la técnica de coprecipitación donde se utilizaron reactivos de cloruro férrico y cloruro ferroso tetrahidratado, estos con el fin de obtención de magnetita, para posteriormente mediante un tratamiento térmico a 300°C por 3 horas se obtendría la maghemita y mediante molienda mecánica con duración de 5 horas se obtendría nanoferritas de zinc.

B. Coprecipitación

En un vaso de precipitado se añadieron 150 ml de agua destilada, la cual fue calentada hasta los 70 °C con agitación constante, en el tiempo en el que éste tarde en llegar a la temperatura antes mencionada, en otro vaso deprecipitado se colocaron 50 ml de Hidróxido de amonio. Dicha solución se añadió al agua caliente al llegar a los 70 °C, posteriormente se esperaron algunos minutos para que éste retomara la temperatura dicha.

En otro recipiente, se mezclaron el cloruro férrico y el cloruro ferroso tetrahidratado. En este procedimiento primero se mezcla el cloruro férrico, posteriormente se añadió el cloruro ferroso tetrahidratado.

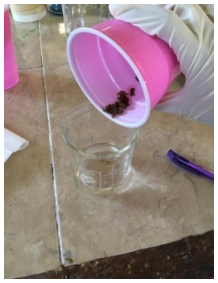


Fig. 1. Proceso de coprecipitación

Ya mezclados, se obtuvo una solución la cual fue colocada en una bureta encima de nuestro primer matraz en calentamiento, añadiéndose gota a gota. Obteniendo así una solución acuosa oscura. Al finalizar el goteo se apaga la parrilla, dejándose en ella enfriar, para luego pasar parte de la solución en un recipiente plástico, añadiéndose agua destilada para después decantar los residuos no magnéticos, repitiendo este proceso varias veces hasta obtener la máxima cantidad de magnetita posible.

Fig. 2. Formación de la nanoferrita de zinc

Una vez obtenida, se deja reposar a temperatura ambiente formándose un sólido, el cual se molió. Obteniéndose aproximadamente 10 gramos de magnetita. Posteriormente se le dio un tratamiento térmico a 400°C por 3 horas y 6 horas, obteniendo así maghemita.

Fig. 3. Tratamiento térmico a 400°C por 3 y 6 horas.

C. Formación de nanoferritas de zinc.

Para la obtención de la Nanoferritas de zinc se realizó una relación estequiométrica.

$$ZnO + Fe2O3 = Fe2ZnO4 \quad (1)$$

del cual se tomó oxido de zinc y maghemita, se pesaron por separado y a razón estequiométrica, fueron mezcladas y homogeneizadas, para posteriormente colocarse en viales con y sin presencia de alcohol etílico. De las cuales una de las muestras tendría un exceso de maghemita. Estas fueron llevadas a molienda mecánica por 5 horas. Iniciándose así la transformación de nanoferritas de zinc.

Fig. 4. Molienda mecánica por 5 horas.

IV. RESULTADOS

En la figura 5 podemos observar los resultados obtenidos mediante la técnica de caracterización de difracción de rayos X.

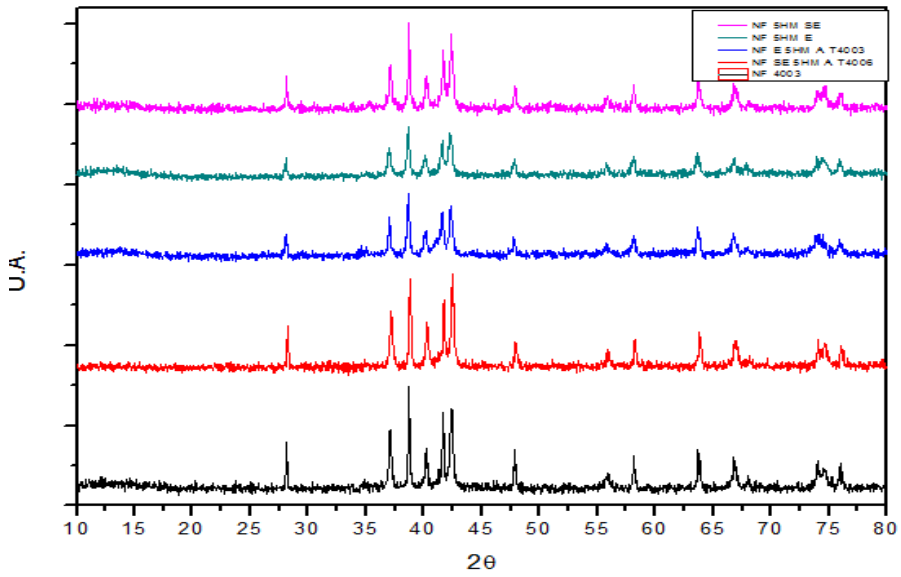


Fig. 5. Resultados de las nanoferritas por difracción de rayos X

V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se analizaron los resultados de los distintas nanoferritas obtenidas la línea rosa es la nanoferrita con 5 horas de molienda sin exceso de reactivos mientras que la verde opaco es con 5 horas de molienda y con exceso de reactivos. En ambas se observa la presencia de fases cristalinas los cuales corresponden a los picos más altos y una doble fase entre 40-45 en 2 theta. Se pudiera entender que a pesar de tener exceso de reactivos las intensidades detectadas son menores, así que el poner reactivo no aumenta la concentración y/o la intensidad de muestras.

Mientras que en la línea azul esta una nanoferrita con exceso de reactivos con 5 horas de molienda mecánica en alcohol y tratamiento térmico a 400°C durante 3 horas, en la línea roja esta una nanoferrita con un tratamiento similar al anteriormente descrito el mismo tiempo de molienda mecánica con alcohol, pero sin exceso de reactivo y el tratamiento térmico duró 6 horas. A pesar de la inclusión de alcohol y el tratamiento térmico muestran las fases cristalinas y dobles fases igual que las nanoferritas que solo recibieron molienda mecánica. Por último, en la línea negra es una nanoferrita con solo tratamiento térmico a 300 °C, el cual muestra un comportamiento casi idéntico a las demás nanoferritas.

Todas las muestras a pesar de los distintos tratamientos con alcohol o con sin exceso, molienda mecánica y tratamientos térmicos muestran un comportamiento similar entre ellas. Se comparan los resultados con un estudio realizado por Prabhakaran Thandapani en el 2018 donde formo nanoferritas de zinc y las analizó por difracción de rayos X donde afirma la alta presencia de una fase cristalina en el ángulo 35 en 2 theta. [6] Las muestras del presente estudio no tienen gran similitud con los resultados mostrados por Prabhakaran por

ende los tratamientos mostrados con alcohol, con exceso o sin exceso de reactivos forman fases y estructuras cristalinas, pero no las fases y estructuras de una nanoferrita de zinc completa.

VI. CONCLUSIONES

La inclusión de exceso reactivos, tratamientos de molienda mecánica y/o tratamientos térmicos o alcohol no mostro un efecto notorio en la síntesis de nanoferritas, incluso se puede inferir que es necesario más tiempo de tratamiento térmico y/o molienda o que el alcohol impida la completa formación de la nanoferrita de zinc.

VII. AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Facultad de Metalurgia por permitirme el uso de sus instalaciones, así como a las distintas dependencias de gobierno que hacen posible los veranos de la ciencia sin olvidar la importante mención de la M.C. Ma. Gloria Rosales Sosa que hizo posible con su guía la realización de este proyecto.

REFERENCIAS

[1] Juan Manuel Montes de Oca Avalos, “Síntesis, caracterización y estudio de las propiedades superficiales de la ferrita de cobalto nanoparticulada”. Tesis. Lima, Perú (2013) X.

[2] Verónica Blanco Gutiérrez, “Propiedades magnéticas de nanopartículas de ferritas Mfe2O4 (M: elemento de transición)”. Tesis doctoral. Madrid, España (2011).

[3] S. Romero Vargas y E. Reguera, “Síntesis y caracterización de nanoferritas”. Articulo. CICATA-IPN México D. F., 2008.

[4] Eduardo Rafael Camargo Zambrano, “Estudio comparativo de algunas ferritas obtenidas por el método citrato”. Tesis. Bogotá, Colombia (2011).

[5] J. Rockenberger, E.C. Scher. A.P. Alivisatos, J. Am. Chem. Soc. 1999 121, 11595.

[6] Thandapani, Prabhakaran & Ramalinga Viswanathan, Mangalaraja & Denardin, Juliano. (2018). Magnetocaloric Effect and Universal Curve Behavior in Superparamagnetic Zinc Ferrite Nanoparticles Synthesized via Microwave Assisted Co-Precipitation Method. physica status solidi

Síntesis y caracterización de películas delgadas de CdS depositadas por la técnica de baño químico

Nicole Alessandra Hernández González
Universidad Autónoma de Aguascalientes
Av. Universidad # 940, Ciudad Universitaria, C. P. 20131, Aguascalientes, Ags. México.
nicolehglez@hotmail.com

asesor: Francisco Javier de Moure Flores
Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Química, Materiales-Energía,
Universidad Autónoma de Querétaro,
Querétaro C.P. 76010, México
fcomoure@hotmail.com

Resumen — Una técnica de depósito muy económica y sencilla para obtener materiales semiconductores, es el CBD (depósito por baño químico por sus siglas en inglés), el cual permite obtener sulfuros metálicos semiconductores con propiedades eléctricas, estructurales y ópticas adecuadas para su utilización en dispositivos fotovoltaicos. En el presente trabajo de investigación, se exponen los resultados del crecimiento de películas de sulfuro de cadmio (CdS) y su caracterización por medio de técnicas como la perfilometría, Efecto Hall, espectroscopía ultravioleta visible y difracción de rayos X.

Palabras clave — semiconductores; baño químico; películas delgadas; CdS.

Abstract — A very economical and simple deposit technique for obtaining semiconductor materials is the CBD (Chemical Bath Deposition), which allows semiconductor metal sulfides to be obtained with electrical, structural and optical properties suitable to be used in photovoltaic devices. In the present research work, the results of the growth of CdS and their characterization through technics such as profilometry, Hall effect, visible ultraviolet spectroscopy and X-ray diffraction are shown.

Keywords — semiconductors; chemical bath; thin films; CdS.

I. INTRODUCCIÓN

Los semiconductores son un grupo de materiales que tienen conductividades entre las de los metales y las de los aislantes [1]. Estos materiales, a temperaturas muy bajas difícilmente conducen la corriente eléctrica y más bien se comportan como aislantes, pero, al elevar su temperatura o al ser sometidos a un campo eléctrico externo, su comportamiento cambia al de los conductores [2].

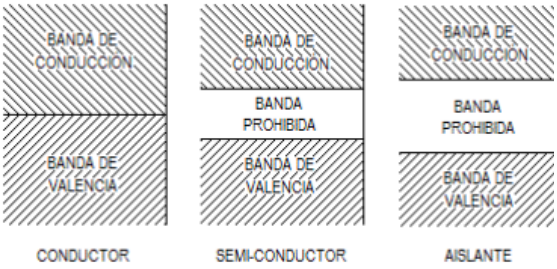


Fig. 1 Los materiales se pueden clasificar de acuerdo a su conductividad en conductores, semiconductores y aislantes.

Hay dos tipos de semiconductores, intrínsecos y extrínsecos. Los semiconductores de tipo intrínseco son aquellos que se encuentran en el grupo IV de la tabla periódica. En los semiconductores intrínsecos, el número de electrones disponibles para la conducción y los correspondientes huecos formados, se encuentran en igual número. Cuando se agregan ciertos átomos (impurezas) a estos materiales, sus propiedades eléctricas cambian notablemente. Así, cuando se agrega una impureza "donadora de electrones", la proporción de electrones será mayor que la de huecos, y el material se comportará como un "portador de carga negativa", aunque los huecos estarán presentes en menor proporción. De la misma forma, cuando se agrega una impureza "aceptora de electrones", el material semiconductor se convertirá en un semiconductor "portador de carga positiva" (huecos), con electrones presentes en menor proporción. A los materiales semiconductores con impurezas de un tipo u otro, se conocen como semiconductores extrínsecos [2].

Las películas delgadas de CdS fueron crecidas mediante el método de depósito por baño químico, que es un método de depósito simple y muy factible para la síntesis de películas delgadas semiconductoras [3].

El baño químico involucra diferentes reacciones químicas que se llevan a cabo en una solución alcalina contenida en un vaso de precipitado. Dicha solución se forma de diferentes soluciones acuosas: una fuente de iones metálicos (comúnmente una sal), una de iones no-metálicos o calcogenuros (S, Se, principalmente), un agente acomplejante (el más usado es NH3) y una fuente de iones hidroxilo (OH-). La película se formará en uno o varios sustratos que se encuentren sumergidos en la solución [4].

Existen diferentes técnicas para la caracterización de películas delgadas semiconductoras; las que fueron utilizadas durante la estancia de investigación fueron las siguientes: perfilometría, efecto Hall, espectroscopía ultravioleta visible y cristalógrafía de rayos X.

La *perfilometría* sirve para conocer el espesor de una película, y consiste en una punta móvil que se pone en contacto con la superficie de la muestra y va recorriendo la superficie de la muestra con una fuerza constante y velocidad y distancia de recorrido variables, que está conectado a un sistema de medición que graba los desplazamientos verticales durante el recorrido y de tal manera obtener el espesor de la película. El *efecto Hall* proporciona información útil sobre las películas que han sido crecidas, como el tipo de película que es (tipo n o tipo p), la concentración de portadores y la movilidad de estos. La *espectroscopía UV-Vis* se utiliza para la identificación de los grupos funcionales presentes en una molécula. Por último, la *cristalografía de rayos X* es una técnica de caracterización de materiales que se basa en la difracción de rayos X y que nos permite identificar la estructura cristalina del material que se está estudiando.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Materiales

1 Vaso de precipitados de 250mL

4 Vasos de precipitados de 50mL

1 Probeta de 50mL

4 Espátulas

Pinzas	Ultrasonido
1 Portasustratos	Agua desionizada
Vidrio conductor	$CdCl_2$
1 Agitador	NH_4OH
Termómetro	NH_4Cl
1 Balanza analítica	Tiourea
1 Plato caliente con agitación magnética	

B. Método

1. Se colocaron 100mL de agua desionizada en el vaso de precipitados de 250mL y se colocó sobre el plato caliente para comenzar el calentamiento hasta los 90°C.
2. Se prepararon las soluciones de $CdCl_2$, NH_4OH, NH_4Cl y tiourea en los vasos de precipitados de 50mL de acuerdo a la **tabla 1**.
3. Una vez que el agua desionizada alcanzó los 87°C, se agregaron las soluciones de $CdCl_2$, NH_4OH y NH_4Cl.
4. Ya que la solución volvió a llegar a los 87°C, se agregó la solución de tiourea y se cubrió el vaso con plástico adherente.
5. Se contó 1hr de depósito después de que la solución volvió a estar a 87°C.
6. Se mantuvo la solución a 90±3°C.
7. Se retiró el vaso del plato y se enjuagaron los sustratos con agua desionizada para posteriormente meterlos en el ultrasonido durante 15min.
8. Se volvieron a enjuagar los sustratos con agua desionizada y se dejaron secar.

Tabla 1 Concentraciones de reactivos en cada muestra.

Muestra	$CdCl_2$[M]	NH_4OH[mL]	NH_4Cl[M]	Tiourea[M]
NH_CdS_P1.E1	0.025	10	0.075	0.05
*NH_CdS_P1.E2	0.025	10	0.175	0.05
NH_CdS_P1.E3	0.025	10	0.125	0.075
*NH_CdS_P1.E4	0.025	10	0.15	0.075
*NH_CdS_P1.E5	0.025	10	0.175	0.075
*NH_CdS_P1.E6	0.025	10	0.2	0.075
*NH_CdS_P1.E7	0.025	10	0.2	0.1
NH_CdS_P1.E8	0.025	10	0.175	0.1
NH_CdS_P1.E9	0.025	10	0.15	0.1
NH_CdS_P1.E10	0.025	10	0.125	0.1
*NH_CdS_P1.E11	0.025	10	0.225	0.075
*NH_CdS_P1.E12	0.025	10	0.25	0.075

*NH_CdS_P1.E13.19	0.025	10	0.275	0.075
*NH_CdS_P1.E13.22	0.025	10	0.275	0.075
*NH_CdS_P1.E14.19	0.025	10	0.3	0.075
*NH_CdS_P1.E14.22	0.025	10	0.3	0.075

III. RESULTADOS

Muestra	Concentración de portadores [/cm^{-3}]	Movilidad [cm^2/Vs]	Resistividad [Ω cm]	Espesor [nm]
NH_CdS_P1.E2	$-3.969x10^{13}$	$8.564x10^{-1}$	$2.927x10^{5}$	224.25
NH_CdS_P1.E4	$-1.508x10^{14}$	$4.2026x10^{1}$	$1.2915x10^{4}$	235.5
NH_CdS_P1.E5	$-6.1015x10^{13}$	$3.662x10^{-1}$	$1.0619x10^{13}$	225.3
NH_CdS_P1.E6	$-2.0724x10^{14}$	$6.0405x10^{2}$	$2.7802x10^{2}$	261
NH_CdS_P1.E7	$-4.877x10^{14}$	$1.9457x10^{2}$	$7.804x10^{1}$	217.3
NH_CdS_P1.E11	$-2.739x10^{15}$	$2.669x10^{1}$	$4.0123x10^{2}$	321.76
NH_CdS_P1.E12	$-1.845x10^{13}$	2.63	$1.966x10^{6}$	288.76
NH_CdS_P1.E13.19	$-6.499x10^{14}$	$4.179x10^{2}$	$1.058x10^{3}$	381.33
NH_CdS_P1.E13.22	$7.71x10^{13}$	5.33	$1.315x10^{5}$	320
NH_CdS_P1.E14.19	$-5.291x10^{14}$	$2.397x10^{-1}$	$1.743x10^{6}$	321.9
NH_CdS_P1.E14.22	$-4.165x10^{15}$	37.1	$1.685x10^{2}$	331.53

IV. DISCUSIÓN

Se pudo observar que las películas crecidas a partir de concentraciones altas de NH_4Cl tienden a ser más gruesas que las que tienen menores concentraciones. Asimismo, se observó que las películas con mayor concentración de tiourea son menos resistivas que las demás, es decir tienen una mayor capacidad de conducción.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La técnica de depósito por baño químico es un método muy sencillo y económico, sin embargo, es una técnica muy inestable ya que no se tiene control total por las reacciones que se dan con el medio ambiente.

Se recomienda tener un control preciso sobre la temperatura a la que se mantiene la solución durante el depósito y sobre el tiempo que éste dura, dado a que son factores que afectan en gran proporción los resultados que se obtienen.

VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Extiendo mis agradecimientos al comité del Verano Regional de la Región Centro, al CONACYT y a la Universidad Autónoma de Aguascalientes por hacer posible mi estancia en la Universidad Autónoma de Querétaro.

Igualmente, extiendo un especial agradecimiento a los integrantes del equipo de trabajo de la Facultad de Química de la UAQ: Dr. Francisco Javier de Moure Flores, Mtra. Karen Rodríguez Rosales, Josué Manuel Perea Jiménez y Mtro. Jorge Cruz Gómez por acogerme

en el equipo de trabajo durante mi estancia y enseñarme procedimientos e información que no conocía y permitirme expandir mi panorama.

REFERENCIAS

[1] Donald A. Neamen. *Semiconductor physics & devices: Basic principles*, 4ta ed. Nueva York: Mc. Graw Hill, 2012.

[2] Farrera L. Conductores, semiconductores y aislantes. https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/45684776/condsemicondais2_27505.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DCONDUCTORES_SEMICONDUCTORES_Y_AISLANTES.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20190729%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20190729T184256Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=24bdc1bac8fc3901e90dc04fa36c2785b3ab1b6b3266307fb4267631b47f0d8a

[3] Bernal J. Síntesis y Caracterización de películas delgadas de PbSe elaboradas por baño químico en un proceso de dos etapas, 2012. Centro de Investigación en Materiales Avanzado: p. 17, 18. https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/198/1/Tesis%20Junior%20Adan%20Bernal%20Martinez.pdf

[4] Cortes A., Gómez H., Marotti R. E., Riveros G. and Dalchiele E. A. “Grain size dependence of the bandgap in chemical bath deposition CdS thin films”. Solar Energy Materials & solar cells. 82, 21-34. 2004.

Síntesis y Caracterización de ZnO a partir de Sargazo para Aplicaciones Biomédicas

Irving Adrian Gonzalez Lara
Facultad de Ciencias Químicas
Blvd. V. Carranza e Ing. José Cárdenas Valdez C.P. 25080, Saltillo, Coahuila.
Irving.gonzalez@uadec.edu.mx

Asesora: Rebeca Betancourt Galindo
Centro de Investigación en Química Aplicada
Enrique Reyna H. 140, San Jose de los Cerritos. C.P. 25294, Saltillo, Coahuila.
Rebeca.betancourt@ciqa.edu.mx

Resumen — Este documento tiene por objetivo sintetizar y caracterizar nanopartículas de óxido de zinc (NPs-ZnO) a partir de sargazo, para posteriormente incorporarlas en un hidrogel y evaluar sus propiedades fisicoquímicas. Las NPs-ZnO fueron caracterizadas por espectroscopia FTIR-ATR y para verificar la cristalinidad del ZnO se realizó un difractograma de rayos X. Los resultados mostraron que la metodología empleada no es la adecuada ya que en los diversos análisis no se encontraron señales de las nanopartículas de óxido de zinc, esto se asocia a que la síntesis no se llevó a cabo. Todo esto debido a que el sargazo no tiene las propiedades tensoactivas idóneas para llevar acabo la nucleación inorgánica del Acetato de Zinc para generar las NPs-ZnO.

Palabras clave — NPs-ZnO, síntesis, óxido de zinc.

Abstract — This document aims to synthesize and characterize zinc oxide nanoparticles (NPs-ZnO) from sargassum, to later incorporate them into a hydrogel and evaluate their physicochemical properties. The NPs-ZnO were characterized by FTIR-ATR spectroscopy and to verify the crystallinity of the ZnO an X-ray diffractogram of zinc oxide was performed, this is associated with the synthesis was not carried out. All this because the sargassum does not have the ideal surfactant properties to carry out the inorganic nucleation of the Zinc Acetate to generate the NPs-ZnO.

Keywords — NPs-ZnO, synthesis, zinc oxide.

I. INTRODUCCIÓN

Para la ingeniería de tejidos, la curación de heridas de tejido suave no ha sido una tarea fácil, ya que desde hace décadas se ha concluido que la curación en un ambiente húmedo es más rápida, económica y eficiente.[1–3] La fabricación de estructuras llamadas andamios o hidrogel tienen como peculiaridad redes poliméricas tridimensionales (3D), un alto grado de entrecruzamiento, así como la capacidad de absorber grandes cantidades de agua, liberación de componentes exógenos dentro y fuera de la matriz gracias a su microestructura.[4,5] Diferentes óxidos son utilizados en aplicaciones médicas y farmacéuticas, y en una variedad de productos de consumo. En la síntesis de nanopartículas (NPs) se han utilizado diversos métodos químicos y físicos, como proceso sol-gel, precipitación química, deposición química de vapor, métodos hidrotermales y de microondas.[6] Últimamente se han buscado diversos métodos de síntesis de nanopartículas más amigables con el medio ambiente.[7] Las NPs se han sintetizado por métodos biológicos y enzimáticos, pero recientemente se han propuesto las algas de tipo sargazo como un método de síntesis alternativo ecológicamente. Ya que desde hace algunos años se ha tenido un gran problema con la aparición de algas de tipo sargazo en el Golfo de México, todo esto debido a la actividad antropogénica del hombre sobre los ecosistemas marinos. La pesca no sustentable, la tala de árboles inmoderada y el aumento de temperatura en el planeta ha ocasionado la sobre producción del sargazo, lo que está siendo alarmante para

la población que radica en las playas.[8] Por lo tanto, en este documento se pretende sintetizar nanopartículas de ZnO a partir de sargazo para su posible incorporación en un hidrogel para su utilización en aplicaciones biomédicas, tales como la cicatrización cutánea.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la obtención nanopartículas de óxido de zinc a partir de sargazo, se realizaron múltiples lavados al sargazo, para la remoción de todas las sales existentes, así mismo se colocó en la estufa de calentamiento a 100°C por 24 h. posteriormente se pulverizó en un mortero de óxido de circonio, consecutivamente se llevaron 4 gramos de sargazo pulverizado y seco, con 100 ml de agua desionizada, se dejó en un sistema de reflujo con agitación orbital a 100°C por 30 minutos y se realizó una solución de 0.024 M de Acetato de Zinc.

A. Síntesis de NPs-ZnO

En un matraz bola se colocaron los reactivos mencionados anteriormente como se muestra en la *Tabla 1*.

Tabla 1. Condiciones de síntesis

Matraz bola	mL de Sargazo	mL de Acetato de Zinc	Concentración
1	50	100	1:2
2	50	250	1:5

Se dejó en un sistema de reflujo con agitación orbital por 4 horas a 70°C. Transcurrido el tiempo, se realizaron lavados con agua desionizada y centrifugación a 4000 rpm, por una hora, se decantó el producto y se llevo a una estufa para su secado a 100°C por toda la noche.

Figura 2. NPs-ZnO

B. Métodos de caracterización

Las nanopartículas previamente secadas en la estufa de calentamiento fueron caracterizadas utilizando espectrofotometría ATR-FTIR utilizando un equipo *Perkin Elmer Frontier*, con un barrido espectral de 4000 a 600 cm^{-1}, una resolución espectral de 16 cm^{-1}.

El análisis de las muestras se realizó en un equipo de difracción de rayos X marca *Rigaku*, modelo Ultima IV.

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

A. Espectros ATR-FTIR

Para verificar la síntesis de las NPs-ZnO se realizaron espectros ATR-FTIR en donde se puede observar los grupos funcionales vitales de las moléculas del sargazo. Sin embargo, no se observa ninguna banda referencial de las nanopartículas de óxido de zinc en 12Sar-ZnO. Ya que la literatura indica que las bandas características de las NPs-ZnO oscilan en una longitud de onda de 400cm^{-1} a 500cm^{-1}.[6] Por otra parte no se logró realizar el análisis del espectro de infrarrojo de 15Sar-ZnO ya que la muestra fue insuficiente para poder concretarla.

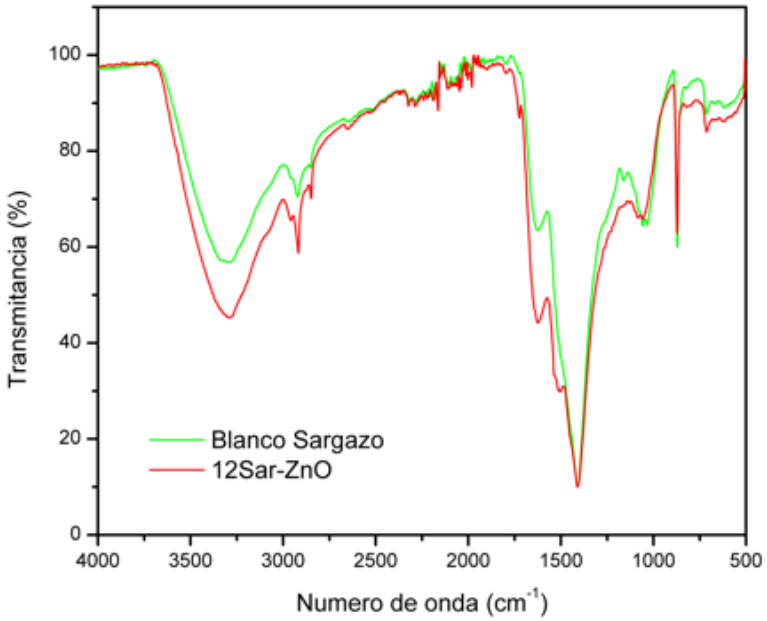


Figura 1. Espectro de IR de Sargazo y NPs-ZnO

B. Análisis de la Estructura Cristalina

Para verificar la cristalinidad de las NPs-ZnO se realizó un difractograma de rayos X en donde se obtuvieron los resultados en la *Figura. 2*. En los difractogramas 12Sar-ZnO y 15Sar-ZnO se puede observar que no muestra picos definidos para verificar la cristalinidad de las nanopartículas de óxido de zinc. Sin embargo, en el difractograma del sargazo, no muestra cristalinidad alguna. Esto se puede asociar a que la síntesis de las NPs-ZnO no se llevó a cabo. Ya que la biomasa derivada del sargazo no tiene las propiedades tensoactivas idóneas para llevar acabo la nucleación inorgánica del Acetato de Zinc para generar las NPs-ZnO.

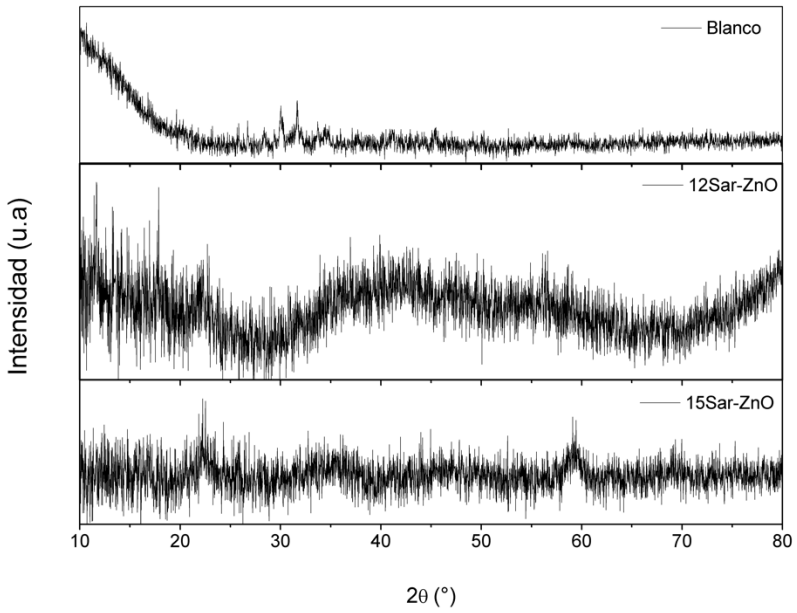


Figura 2. Espectro de difracción de rayos X de Sargazo y NPs-ZnO

IV. CONCLUSIONES

Con base en los análisis fisicoquímicos realizados, se puede decir que la metodología empleada no es la adecuada, ya que en los análisis de espectroscopia FTIR-ATR no se encontraron bandas características de las NPs-ZnO, así mismo en el análisis con el difractómetro de rayos X no mostro ningún pico característico de las NPs-ZnO. Esto se asocia a que la biomasa del sargazo no tiene las propiedades para llevar la nucleación inorgánica para poder generar las NPs-ZnO a partir del Acetato se Zinc.

V. RECONOCIMIENTOS

Agradezco al Centro de Investigación en Química Aplicada por permitirme el uso de sus instalaciones, al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por hacer posible los veranos de la ciencia, así como el apoyo otorgado para la realización de la estancia. Del mismo modo agradezco a la Dra. Rebeca Betancourt Galindo por guiarme en la realización de este proyecto y apoyarme incondicionalmente, a la QFB Bertha Puente Urbina por la caracterización de los materiales y su asistencia técnica, y sobre todo a la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Coahuila por darme los conocimientos necesarios para poder hacer ciencia.

REFERENCIAS

(1) Las úlceras por presión. *Nursing (Ed. española)* **2006**, *24* (9), 60–66. https://doi.org/10.1016/S0212-5382(06)71174-8.

(2) Cortés, M. G. R.; Díaz, B. M. V. Los biopolímeros como materiales para el desarrollo de productos en aplicaciones farmacéuticas y de uso biomédico. 16.

(3) Koivula, T.; Koivusalo, M. Partial Purification and Properties of a Phenobarbital-Induced Aldehyde Dehydrogenase of Rat Liver. *Biochim. Biophys. Acta* **1975**, *410* (1), 1–11. https://doi.org/10.1016/0005-2744(75)90202-8.

(4) Bose, K. S.; Sarma, R. H. Delineation of the Intimate Details of the Backbone Conformation of Pyridine Nucleotide Coenzymes in Aqueous Solution. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **1975**, *66* (4), 1173–1179.

(5) Ehrhart, I. C.; Parker, P. E.; Weidner, W. J.; Dabney, J. M.; Scott, J. B.; Haddy, F. J. Coronary Vascular and Myocardial Responses to Carotid Body Stimulation in the Dog. *Am. J. Physiol.* **1975**, *229* (3), 754–760. https://doi.org/10.1152/ajplegacy.1975.229.3.754.

(6) Aquino, P.; Osorio, A. M.; Ninán, E.; Torres, F. CARACTERIZACIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE ZnO SINTETIZADAS POR EL MÉTODO DE PRECIPITACIÓN Y SU EVALUACIÓN EN LA INCORPORACIÓN EN PINTURAS ESMALTE. *Rev Soc Quím Perú.* **2018**, 13.

(7) Ali, K.; Dwivedi, S.; Azam, A.; Saquib, Q.; Al-Said, M. S.; Alkhedhairy, A. A.; Musarrat, J. Aloe Vera Extract Functionalized Zinc Oxide Nanoparticles as Nanoantibiotics against Multi-Drug Resistant Clinical Bacterial Isolates. *Journal of Colloid and Interface Science* **2016**, *472*, 145–156. https://doi.org/10.1016/j.jcis.2016.03.021.

(8) Doyle, E.; J. Franks. Sargassum Fact Sheet. Gulf and Caribbean. *Fisheries Institute*. **2015**, 1-5 https://www.gcfi.org/pdf/EmergingIssues/GCFISargassumFactsheet2015Es.pdf

Sistema automatizado para el manejo de información

Elvira Arellano Bañuelos
Universidad Autónoma de Zacatecas
Carretera Zacatecas-Guadalajara Km. 6,
Ejido La Escondida, Campus Siglo XXI,
C.P. 98160, Zacatecas, Zac.
arellano.1.3@hotmail.com

Asesora:
Gabriela de Jesús Córdova Lara
Universidad Autónoma de Zacatecas
Carretera Zacatecas-Guadalajara Km. 6,
Ejido La Escondida, Campus Siglo XXI,
C.P. 98160, Zacatecas, Zac.
icegaby@uaz.edu.mx

Resumen — En la actualidad, el uso de las tecnologías ha permeado prácticamente en todos los ámbitos, sin embargo y a pesar de las mejoras significativas que se pueden lograr con su uso, existen muchos eventos que se siguen llevando a cabo de manera tradicional. Un claro ejemplo de esto son las peleas de gallos, en las cuales se organizan los enfrentamientos y se maneja toda la información a mano, siendo necesaria la intervención en todo momento de un experto en el tema y personal de apoyo. Por lo anterior, en el presente trabajo se realiza el diseño de un sistema automatizado para el manejo de información y organizar los enfrentamientos eliminando el error humano.

Palabras clave — Sistema automatizado, manejo de información, peleas de gallos.

Abstract — Nowadays, the use of technologies has introduced practically in all areas, however, and despite the significant improvements that can be achieved with their use, there are many events that occur in a traditional way. A clear example of this is roosters fights, in which fights are organized and all information is handled by hand, being necessary support expert intervention. Therefore, in the present work is designed automated system for information management and organize fights, reducing human error.

Keywords — Automated system, information management, roosters fights.

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo, el ser humano a buscado la manera de organizar y ordenar mejor la información con la que cuenta, sea solo para llevar un orden o para realizar en algún momento una consulta sobre el contenido deseado de forma sencilla y rápida. Debido a los cotidianos errores humanos que se presentan y lo costoso que resulta tener lugares para almacenar la información, surge la necesidad de diseñar sistemas donde se reduzcan errores, espacio y se vuelva más ágil realizar una consulta de cualquier tipo de información que se requiera.

Gracias al desarrollo de los procesos computacionales y la incorporación de novedosas tecnologías al ámbito del manejo de la información, eventos tradicionales tales como las carreras de caballos, carreras de autos, deportes como el futbol, basquetbol, etc., han evolucionado y automatizado sus procesos volviéndose más eficientes. Sin embargo, existen muchos otros en los que se sigue llevando el control de manera tradicional por los organizadores. Un claro ejemplo de esto son las peleas de gallos, que se llevan a cabo desde la edad media hasta la actualidad y sin embargo, el control de su información y su organización en muchos lugares sigue llevando a cabo de manera manual.

En México, las peleas de gallos forman parte de la cultura y tradiciones de la mayoría de los estados, las aves combaten distinguiendo al partido que las aporta mediante los colores

rojo y verde, por eso suele ser común ver colgar del cinturón un pañuelo o distintivo alusivo a estos colores, además de ser un negocio en donde se combinan la venta, el espectáculo de los gallos y los espectáculos musicales en casi todas las ferias y fiestas regionales de los municipios del país, en recintos llamados «palenques» de gallos [1].

II. MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente trabajo, se realizó el diseño de un sistema para el manejo de la información de las peleas de gallos, capaz de automatizar el registro y el cotejo de los mismos. Para la obtención de los requerimientos del sistema, fue necesario asistir a una serie de estos eventos y realizar entrevistas a las personas encargadas de los mismos, quienes llevan a cabo de manera tradicional los enfrentamientos, y que son contratados precisamente por esto.

Una pelea de gallos es un combate que se lleva a cabo entre dos gallos de un mismo género o raza de aves denominada aves finas de combate, propiciados por el ser humano para su disfrute personal [2]. Como funciones principales para que se lleve a cabo una pelea de gallos se tienen ciertas reglas, entre ellas es una tolerancia de peso que debe existir entre un gallo y otro. En la Figura 1 se explica por medio de bloques el cómo se lleva a cabo las peleas de gallos de manera tradicional.

Fig. 1. Diagrama de bloques del proceso para organizar una pelea de gallos manualmente.

Como primer instancia, se debe de establecer el número de gallos que van a participar en el evento, además de considerar el peso de los gallos, el cual debe de estar dentro de un cierto rango. Enseguida se asigna el número de partido, nombre del partido, peso del gallo y número de anillo, lo anterior con la finalidad de poder separar por peso a los gallos, siempre

de los más livianos a los más pesados para entonces, cotejar las peleas y separarlas por rondas. Ahora bien, con toda la información proporcionada por los organizadores, se pudieron definir las siguientes fases de construcción del sistema con los puntos mostrados en la Figura 2.

Dentro del sistema, solo usuarios registrados pueden acceder a él y con esto tener un mejor control de quien realiza cambios o modificaciones. Una vez que se encuentre dentro del sistema, se comienza el llenado de los datos generales para llevar a cabo el derby, (nombre, fecha, organizador, número de gallos y tolerancia de peso entre cada gallo). Enseguida, se registra cada partido con sus gallos (número de partido, nombre del partido, peso del gallo y número de anillo) y se agregan excepciones necesarias. Por último, el sistema genera un documento, dividido por rondas y con los enfrentamientos de cada gallo.

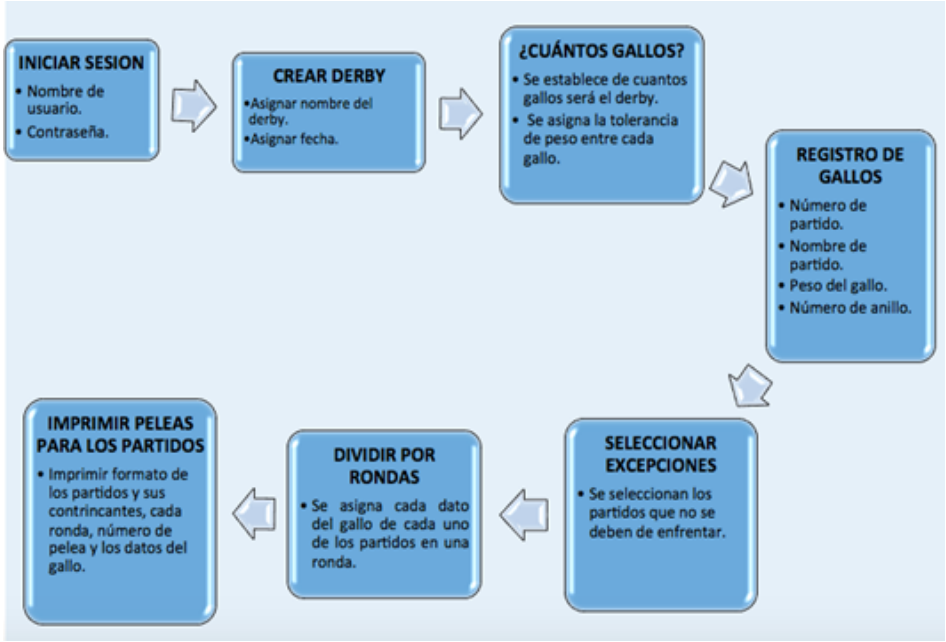


Fig. 2. Diagrama de bloques del proceso para el diseño del sistema automatizado.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El desarrollo de un software para el manejo de la información de las peleas de gallos trajo como beneficio la eliminación de los errores humanos, la reducción de tiempos, así como la reducción en costos de operación.

En general, el sistema funciona de manera sencilla e inequívoca para el manejo del usuario. En la Figura 3 se muestra una interfaz donde se lleva a cabo el registro de los partidos al igual que el registro de los gallos, donde solicita número de partido, nombre del partido, peso del gallo y número de anillo; al igual un botón de guardar, donde cada vez que se presiona, guarda cada gallo del partido registrado y los va ordenando por número de partido de menor a mayor.

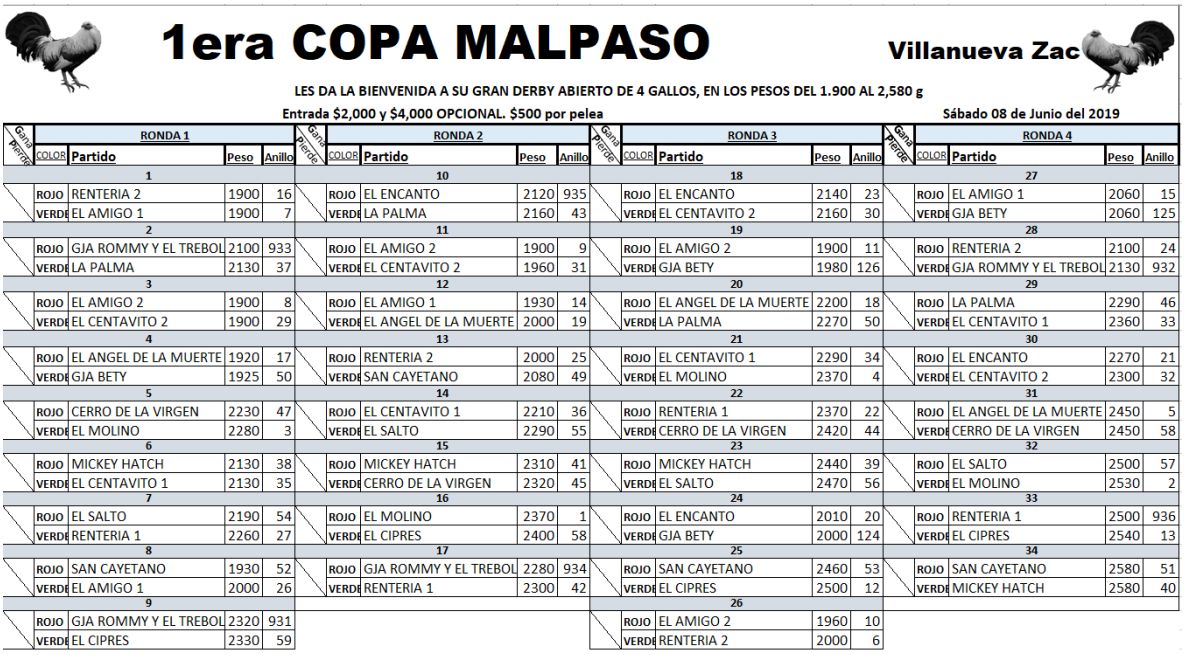
Cuando ya se hayan capturado todos los partidos, se presiona el botón “Cotejar”, donde el sistema hace el cotejo y genera un reporte de las peleas, dicho reporte se le entrega a cada representante del partido.

Se tomó como referencia para el estudio un evento de gallos, el cual permitió analizar el desempeño del sistema como tal. Este evento se realizó en la comunidad de Malpaso municipio de Villanueva Zacatecas, el día 08 de Julio del año en curso, donde asistieron 17 partidos, considerando 4 gallos por partido, donde se tuvo un total de 68 gallos por cotejar.

Se les hizo la entrega de un reporte generado por el sistema, en donde se especifica la fecha en que se realizó el derby, nombre, datos generales y los datos de cada partido, al igual de cada gallo como lo muestra Figura 4.

No. PAR	PARTIDO	PESO	ANILLO
1	GJA ROMMY Y EL TREBOL	2100	933
1	GJA ROMMY Y EL TREBOL	2130	932
1	GJA ROMMY Y EL TREBOL	2280	934
1	GJA ROMMY Y EL TREBOL	2320	931
2	EL MOLINO	2280	3
2	EL MOLINO	2370	1
2	EL MOLINO	2370	4
2	EL MOLINO	2530	2
3	EL ANGEL DE LA MUERTE	1920	17
3	EL ANGEL DE LA MUERTE	2000	19
3	EL ANGEL DE LA MUERTE	2200	18
3	EL ANGEL DE LA MUERTE	2450	5
4	RENTERIA 1	2260	27
4	RENTERIA 1	2300	42
4	RENTERIA 1	2370	22
4	RENTERIA 1	2500	936
5	EL ENCANTO	2010	20
5	EL ENCANTO	2120	935
5	EL ENCANTO	2140	23
5	EL ENCANTO	2270	21
6	RENTERIA 2	1900	16
6	RENTERIA 2	2000	25

Fig. 3. Registro Gallo



1era COPA MALPASO

Villanueva Zac

LES DA LA BIENVENIDA A SU GRAN DERBY ABIERTO DE 4 GALLOS, EN LOS PESOS DEL 1.900 AL 2,580 g

Entrada $2,000 y $4,000 OPCIONAL. $500 por pelea

Sábado 08 de Junio del 2019

Gana / Pierde	RONDA 1				Gana / Pierde	RONDA 2				Gana / Pierde	RONDA 3				Gana / Pierde	RONDA 4			
	COLOR	Partido	Peso	Anillo		COLOR	Partido	Peso	Anillo		COLOR	Partido	Peso	Anillo		COLOR	Partido	Peso	Anillo
	1					10					18					27			
	ROJO	RENTERIA 2	1900	16		ROJO	EL ENCANTO	2120	935		ROJO	EL ENCANTO	2140	23		ROJO	EL AMIGO 1	2060	15
	VERDE	EL AMIGO 1	1900	7		VERDE	LA PALMA	2160	43		VERDE	EL CENTAVITO 2	2160	30		VERDE	GJA BETY	2060	125
	2					11					19					28			
	ROJO	GJA ROMMY Y EL TREBOL	2100	933		ROJO	EL AMIGO 2	1900	9		ROJO	EL AMIGO 2	1900	11		ROJO	RENTERIA 2	2100	24
	VERDE	LA PALMA	2130	37		VERDE	EL CENTAVITO 2	1960	31		VERDE	GJA BETY	1980	126		VERDE	GJA ROMMY Y EL TREBOL	2130	932
	3					12					20					29			
	ROJO	EL AMIGO 2	1900	8		ROJO	EL AMIGO 1	1930	14		ROJO	EL ANGEL DE LA MUERTE	2200	18		ROJO	LA PALMA	2290	46
	VERDE	EL CENTAVITO 2	1900	29		VERDE	EL ANGEL DE LA MUERTE	2000	19		VERDE	LA PALMA	2270	50		VERDE	EL CENTAVITO 1	2360	33
	4					13					21					30			
	ROJO	EL ANGEL DE LA MUERTE	1920	17		ROJO	RENTERIA 2	2000	25		ROJO	EL CENTAVITO 1	2290	34		ROJO	EL ENCANTO	2270	21
	VERDE	GJA BETY	1925	50		VERDE	SAN CAYETANO	2080	49		VERDE	EL MOLINO	2370	4		VERDE	EL CENTAVITO 2	2300	32
	5					14					22					31			
	ROJO	CERRO DE LA VIRGEN	2230	47		ROJO	EL CENTAVITO 1	2210	36		ROJO	RENTERIA 1	2370	22		ROJO	EL ANGEL DE LA MUERTE	2450	5
	VERDE	EL MOLINO	2280	3		VERDE	EL SALTO	2290	55		VERDE	CERRO DE LA VIRGEN	2420	44		VERDE	CERRO DE LA VIRGEN	2450	58
	6					15					23					32			
	ROJO	MICKEY HATCH	2130	38		ROJO	MICKEY HATCH	2310	41		ROJO	MICKEY HATCH	2440	39		ROJO	EL SALTO	2500	57
	VERDE	EL CENTAVITO 1	2130	35		VERDE	CERRO DE LA VIRGEN	2320	45		VERDE	EL SALTO	2470	56		VERDE	EL MOLINO	2530	2
	7					16					24					33			
	ROJO	EL SALTO	2190	54		ROJO	EL MOLINO	2370	1		ROJO	EL ENCANTO	2010	20		ROJO	RENTERIA 1	2500	936
	VERDE	RENTERIA 1	2260	27		VERDE	EL CIPRES	2400	58		VERDE	GJA BETY	2000	124		VERDE	EL CIPRES	2540	13
	8					17					25					34			
	ROJO	SAN CAYETANO	1930	52		ROJO	GJA ROMMY Y EL TREBOL	2280	934		ROJO	SAN CAYETANO	2460	53		ROJO	SAN CAYETANO	2580	51
	VERDE	EL AMIGO 1	2000	26		VERDE	RENTERIA 1	2300	42		VERDE	EL CIPRES	2500	12		VERDE	MICKEY HATCH	2580	40
	9										26								
	ROJO	GJA ROMMY Y EL TREBOL	2320	931							ROJO	EL AMIGO 2	1960	10					
	VERDE	EL CIPRES	2330	59							VERDE	RENTERIA 2	2000	6					

Fig. 4. Reporte de cotejo

Se realizó un análisis de los tiempos necesarios, tanto para llevar a cabo un evento de manera tradicional como con el sistema, para cada uno de los procesos que son necesarios realizar en cada una de las peleas de gallos. Estos tiempos son estimados de acuerdo a las variables existentes, además de la experiencia y habilidad de los organizadores del evento. De manera general y para poder realizar una comparativa, se analizó el ejemplo tomado como referencia para el estudio, con 17 partidos y 68 gallos, considerando 4 gallos por partido, con lo cual se tuvo un total de 34 peleas por cotejar.

El tiempo estimado para poder realizar toda la organización de los enfrentamientos de manera tradicional, fue de aproximadamente de 4 horas y media, mientras que con el sistema automatizado permitió estimar que el tiempo necesario para realizar toda la organización de un evento fué de aproximadamente 2 horas y media.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la actualidad, la automatización del manejo de información es un aspecto de gran importancia para el correcto desenvolvimiento de las más variadas actividades, por lo que el software desarrollado con este fin, se ha convertido en una herramienta esencial.

Los sistemas automatizados hacen que las tareas cotidianas sean más fáciles, pero también más eficientes y eficaces eliminando mucho del error humano, y reduciendo tiempos y costos.

El sistema propuesto en este trabajo, para la automatización del proceso del manejo de la información para la organización y ejecución de las peleas de gallos permitirá un significativo ahorro en tiempo, al reducirlo cerca del 50%. También se obtendrá un ahorro en costos, al requerir de menor personal para la organización de las peleas, así como evitar problemas graves que pudieran suscitarse entre los partidos y organizadores en caso de algún error humano, ya que en estos eventos se ven involucradas cantidades importantes de dinero, así como el prestigio de los partidos.

REFERENCIAS

[1] S.Cisneros and B. Cisneros, “Soy Puro Mexicano,” [Online]. Available: https://soypuromexicano.mx/index.php/especiales-de-soy-puro-mexicano/item/40-¡cieeeeerren-las-puertas-señores-las-peleas-de-gallos-una-diversión-con-tradición.html. [Accessed: 08-Sep-2018].

[2] Gómez, G. (2011). ¿Cuál es el origen de las peleas de gallos? *Retrieved* July 20, 2019, from https://www.elperiodicomediterraneo.com/noticias/opinion/cual-%0Aes-origen-peleas-gallos_636237.html.

Sistema de administración de concursos de programación de la UAIE

Carlos Daniel Ruvalcaba Serrano
Universidad Autónoma de Zacatecas
Carr. a Guadajara Km 6 Edificio E-13,
Ejido La Escondida, 98160 Zacatecas, Zac.
g.m.52830A@gmail.com

Asesor: Roberto Solís Robles
Universidad Autónoma de Zacatecas
Carr. a Guadajara Km 6 Edificio E-13,
Ejido La Escondida, 98160 Zacatecas, Zac.
rsolis@uaz.edu.mx

Resumen — Las Olimpiadas de Tecnología de la Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Autónoma de Zacatecas son una de las actividades principales que realizan los programas de Ingeniería de Software e Ingeniería en Computación para promover entre los estudiantes jóvenes las ciencias computacionales a través de competencias de alto rendimiento. Son más de 4 los concursos que se llevan a cabo durante todo un año, que van desde concursos de programación competitiva para niños, jóvenes y adultos, hasta competencias de robots en distintas disciplinas. Dado el número de competencias, la cantidad de competidores y en general, la cantidad de información que se maneja, un sistema de administración para concursos de programación fue implementado, reemplazando el trabajo manual por un trabajo automatizado.

Palabras clave — Desarrollo web, Olimpiadas de Tecnología, Programación Competitiva.

Abstract — The Technology Olympics of the Academic Unit of Electrical Engineering of the Autonomous University of Zacatecas are one of the main activities carried out by the Software Engineering and Computer Engineering programs to promote computer science among young students through high-level competencies performance. There are more than 4 competitions that take place during a whole year, ranging from competitive programming competitions for children, youth and adults, to robot competitions in different disciplines. Given the number of competitions, the number of competitors and in general, the amount of information that is handled, an administration system for programming competitions was implemented, replacing manual work with automated work.

Keywords — Web development, Technology Olympics, Competitive programming.

I. INTRODUCCIÓN

A menudo los trabajos manuales o artesanales, cuando el número de usuarios del servicio aumenta, la necesidad de ofrecer un proceso que satisfaga la demanda de usuarios del servicio se presenta. Entre las distintas opciones que hay para resolver el problema, un sistema computacional es muchas veces la mejor opción. En esta ocasión, un sistema de administración fue requerido para cumplir con los requerimientos que el Dr. Roberto Solís Robles necesita para llevar a cabo cada uno de los concursos.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la elaboración del sistema de administración para concursos de programación de la UAIE se utilizaron distintas tecnologías ya existentes para completar distintas tareas que el sistema implementa. El sistema fue un desarrollo web dado que se requiere dar a conocer la información de los eventos que organiza la UAIE. Las tecnologías utilizadas en la implementación fueron: HTML5, framework Bootstrap v4.3.1 [1] para el diseño de la página, lenguajes de programación JavaScript y PHP así como AJAX y JQuery v3.4.1 [2] para

programar elementos dinámicos del sistema y MySQL para administrar los elementos de base de datos.

El sistema se forma por 2 componentes básicos: una página web para la cual el usuario final son los estudiantes e interesados en participar en los eventos de las olimpiadas de tecnología de la UAIE y un portal de administración que tiene como usuario final al Dr. Roberto Solís Robles, en donde se permite la actualización de la información mostrada en el resto de la página web sin tener que recurrir a la implementación de código. Para asegurar que solo personal autorizado ingrese al portal de administración, se creó en la base de datos una tabla que guarda el nombre de usuario y contraseña encriptada utilizando hash sha256.

La base de datos se diseñó y se creó en un manejador relacional de base de datos utilizando MySQL. En la figura 1 se encuentra el diagrama de base de datos utilizado en la sección de *Concursos*. Algunas tablas y relaciones se encuentran disconexas entre secciones del sistema, esta decisión se llevó a cabo con el fin de reducir la complejidad del diseño de una sección a otra, reduciendo además el acoplamiento entre secciones. Esta decisión permite agilizar las etapas de mantenimiento del sistema.

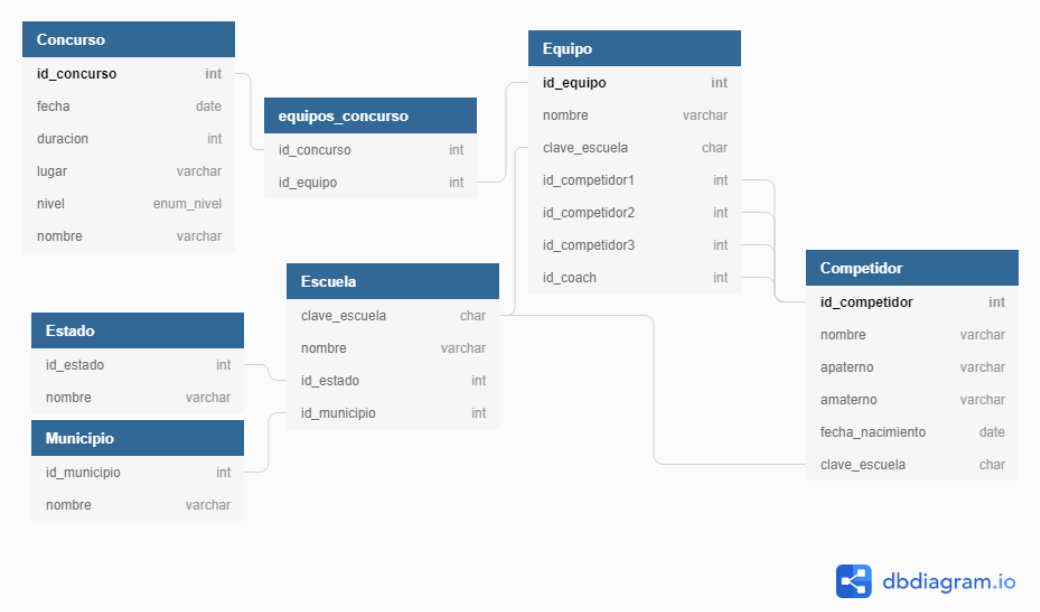


Fig. 1. Diseño de la base de datos para control de los concursos.

Como requerimiento del sistema, la página web debía de ser responsiva de forma que los usuarios puedan entrar al sitio desde cualquier dispositivo. Este aspecto se realizó con cuidado en cada una de las secciones del sistema, cabe destacar que esta tarea se llevó a cabo sin incurrir en deuda técnica de ningún tipo.

En la figura 2 se muestra la parte de arriba del índice de la página vista desde una computadora personal. En la figura 3 se muestra la misma página (utilizando el mismo código fuente) pero vista desde un smartphone, lográndose de esta forma la capacidad responsiva del sitio.

Fig. 2. Índice de la página visto desde una computadora personal.

Fig. 3. Índice de la página visto desde un smartphone.

III. RESULTADOS

El sistema de administración de la UAIE fue creado con las secciones: *Índice, OMI 2020, ICPC 2020, Eventos, Concursos, Últimas noticias y Salón de la fama*, además, se preparó la sección *Club de Programación Competitiva* para futuras etapas del sistema. Cada sección cumple con un requerimiento que el Dr. Roberto Solís necesita para llevar a cabo sus tareas como organizador de los concursos de programación.

La sección *OMI 2020* contiene la información necesaria de la Olimpiada Mexicana de Informática a llevarse a cabo en Zacatecas en el próximo año, de la misma manera, la sección *ICPC 2020* contiene la información del evento *International Collegiate Programming Contest* a llevarse a cabo el próximo año, que además cuenta con un apartado de registro que es necesario para que los competidores del evento participen.

La sección *Eventos* es una página web en donde se publica información de los distintos eventos y concursos que constantemente el Dr. Roberto Solís Robles organiza. Hay además, una sección de administrador de eventos que le permite al Dr. gestionar los eventos. La información de los eventos es almacenada en una base de datos relacional en el sistema.

La sección *Salón de la fama* lista los logros obtenidos por zacatecanos en competencias de programación competitiva. La sección de noticias contiene una subsección del sistema en la que es posible leer notas relevantes que el Dr. Roberto Solís escriba. Al igual que con la sección de eventos, una sección de administración de noticias es utilizada para administrar las noticias que se muestran en la página web.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El sistema de administración de las olimpiadas de tecnología de la Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica fue realizado con éxito, no obstante, aún existe trabajo adicional por hacer que puede mejorar la página en distintos atributos de esta, es por eso que mencionaré algunas recomendaciones a continuación.

Realizar un logotipo propio de las Olimpiadas de Tecnología de la Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica el cual represente los objetivos de estas. Un logotipo aumenta la experiencia del usuario en el sistema. Para ello, puede realizarse un concurso en el que se premie al mejor logotipo.

Realizar pruebas de usabilidad con usuarios finales en un entorno controlado para evaluar la usabilidad del diseño de la página. Evaluar resultados y proponer nuevos diseños al sistema.

Llevar a cabo una etapa de estudio de la concurrencia de usuarios del sistema, así como mesas de trabajo con usuarios finales del sistema para evaluar atributos como el desempeño y la usabilidad. Actualizar constantemente el sistema operativo sobre el que fue montado el servidor, así como los paquetes de las tecnologías utilizadas.

Actualizar las tecnologías siempre y cuando las nuevas versiones se encuentren en una etapa estable. Realizar etapas de mantenimiento del sistema cada 6 meses con el fin de llevar a cabo actividades correctivas. Evaluar la posibilidad de llevar a cabo etapas de mantenimiento no correctivas en las que se agreguen nuevos elementos al sistema.

V. RECONOCIMIENTOS

Quiero agradecer de manera especial al mismo Dr. Roberto Solís Robles, no solo por la oportunidad que me dio de realizar este proyecto, si no también por dotarme de los conocimientos y herramientas necesarias para poder llevar a cabo este proyecto.

A mi conejo Richard Parker, que a pesar de que este verano pasó a una vida mejor, fue siempre mi mejor compañía en mis solitarias noches de estudio y de desvelo.

REFERENCIAS

[1] Bootstrap v4.3.1 [Computer Software]. (2019). Retrieved from: https://getbootstrap.com

[2] jQuery v3.4.1 [Computer Software]. (2019). Retrieved from: https://jquery.com

Sistema de inventario, bitácora y cepario para el laboratorio de diversidad e interacción microbiana (Parte 1)

Luis David Ramírez Coxcahua
Instituto Tecnológico De Irapuato
Carretera Irapuato-Silao km. 12.5, Col. El Copal
Irapuato, Gto., México C.P. 36821
Ldrcrnk@gmail.com

Asesora: María Guadalupe Amézquita Delgado
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato-Silao Km. 12.5, Col. El Copal
Irapuato, Gto., México C.P. 36821
maamezquita@itesi.edu.mX

Resumen — El Instituto Tecnológico Superior de Irapuato cuenta con varias carreras, entre ellas carrera de ingeniería en Bioquímica, esta carrera cuenta con laboratorios para la realización de prácticas, están situados en el edificio G, el laboratorio en el que se llevará a cabo el proyecto es el Laboratorio de Diversidad e Interacción Microbiana (LDIM), el cual cuenta con una gran variedad de materiales químicos denominados reactivos.
El sistema que se desarrollará apoyará en el manejo de inventarios, el acceso a usuarios de acuerdo a su estatus y la generación de informes o reportes de los reactivos.
Con ello se atacarán varios problemas, como la duplicidad de información, cantidad de reactivos, quien, y como se utilizaron los materiales, sobre todo la seguridad del personal y la catalogación de los reactivos.

Palabras clave — Laboratorio, Reactivos, Inventario.

Abstract — The Superior Technological Institute of Irapuato has several careers, including an engineering career in Biochemistry, this career has laboratories for the realization of internships, they are located in the G building, the laboratory in which the project will be carried out is the Laboratory of Diversity and Microbial Interaction (LDIM), which has a wide variety of chemical materials called reagents.
The system that will be developed will support inventory management, access to users according to their status and the generation of reports or reagent reports.
This will attack several problems, such as duplication of information, quantity of reagents, as well as who will use the materias an how they will be used, especially personnel safety and reagent cataloging.

Keywords — Laboratory, Reactive, Chemical.

I. INTRODUCCIÓN

La forma de llevar acabo el inventario del LDIM es muy rudimentaria y ambigua ya que se lleva a lápiz y papel, algunas veces los formatos son elaborados por distintas personas, como pueden ser alumnos de servicio social, personal encargado del laboratorio y algunos otros alumnos que realizan prácticas en el laboratorio. [1]

A lo cual pueden surgir diversos problemas como los expuestos a continuación.

Los registros son elaborados en formatos físicos y no son actualizados frecuentemente dado que el proceso para ser actualizados es muy tedioso ya que se tienen que volver a contar todos los reactivos de todos los estantes y volver a realizar el registro de los reactivos con los que se cuenta.[2]

Duplicidad de datos y mal conteo físico, ya que al hacer el conteo de registros de reactivos ha llegado a suceder que pasan por alto que algún reactivo ya se metió al conteo y lo vuelven a meter al inventario ya que el inventario se puede llevar acabo por varias personas y estas han llegado a pasar por alto estas circunstancias.[3]

Otro problema que se ha presentado en el laboratorio es al momento de comprar los reactivos faltantes ya que por el problema anterior ha pasado que al momento de revisar el inventario para checar que reactivo ya se terminó o está por terminarse, pero si como se presentó el problema ya mencionado anteriormente como hubo duplicidad de alguna materia no se sabe con exactitud si el reactivo ya se terminó o aún existe alguna cantidad de este.

Estos problemas han hecho difícil la tarea de llevar acabo el inventario de forma correcta y ordenada de igual forma que este proceso no entorpezca las prácticas y proyectos de los alumnos.

II. MARCO TEÓRICO (OPCIONAL)

Administración: Define a la administración como; "El proceso de planear, organizar, dirigir y controlar el uso de los recursos para lograr los objetivos organizacionales". (Idalberto, 2004).[4]

Base de datos: Es una colección de datos persistentes que pueden compartirse e interrelacionarse. (Mannino, 1977).[5]

Sistema: Conjunto de elementos relacionados entre sí funcionalmente, de modo que cada elemento del sistema es función de algún otro elemento, no habiendo ningún elemento aislado. (Mora, 1979).[6]

plataforma web: es un documento electrónico que forma parte de la WWW (World Wide Web) generalmente construido en el lenguaje HTML (EUROPEA, 2013).[7]

HTML: HTML es el lenguaje central de la Web para crear contenido para que todos lo usen en cualquier lugar. (W3C, 1997)[8]

CSS: Es el lenguaje para describir la presentación de las páginas Web, incluyendo colores, diseño y fuentes. Permite adaptar la presentación a diferentes tipos de dispositivos, como pantallas grandes, pantallas pequeñas o impresoras. (W3C, 1997)[8]

III. MATERIALES Y MÉTODOS

En la realización de este sistema se utilizaron diversas herramientas de programación como se puede observar en la Fig 1. La realización de estos apartados denominados registro de reactivos.

El sistema fue desarrollado con la herramienta *HTML5*, para crear los diseños, así como las funcionalidades para hacer el sistema más atractivo.

También se utilizó *CSS3*, para dar estilo y diseño a los elementos que se implementaron en las pantallas, para el resguardo de la información (registros) se utilizó el sistema gestor

de base de datos *MySQL,* ya que es libre y puede almacenar grandes cantidades de información.

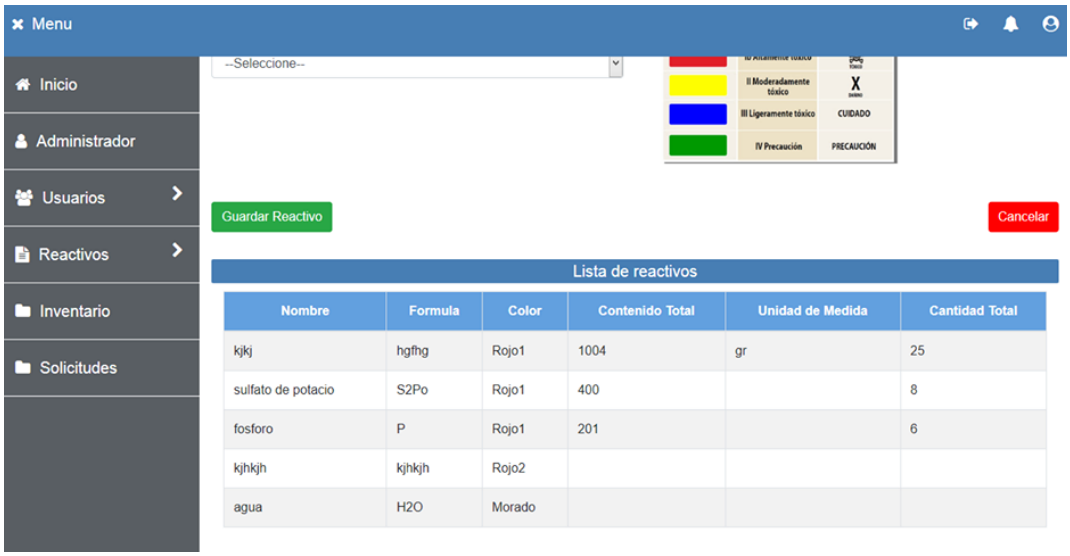


Fig 1. Continuación de pantalla de registro de reactivos.

En la realización de este sistema, se utilizo el ciclo de vida iterativo, como se muestra en la Fig 2.

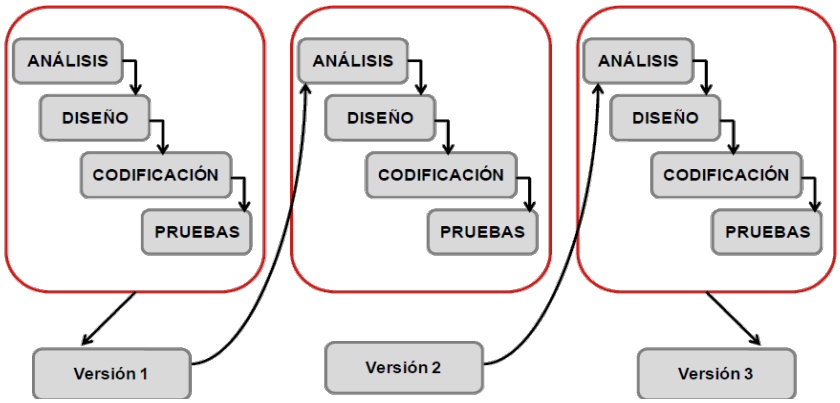


Fig 2. Ciclo de vida iterativo.

Análisis: en esta fase se hizo una investigación de los requerimientos necesarios para la realización de este sistema, así como las herramientas necesarias.

Diseño: después de hacer la investigación de las herramientas que se podían utilizar se seleccionaron las más adecuadas y con esto se empezó a hacer un modelo para tener bien definido como se iba a realizar.

Codificación: en esta parte del ciclo de vida se programaron cada una de las interfaces que ya anteriormente se habían definido en la fase de modelo.

Pruebas: en esta fase se llevo avance a las encargadas del LDIM para si querían hacer un cambio en el sistema o alguna mejora.

IV. RESULTADOS

Para verificar la funcionalidad del sistema se hicieron varias pruebas, como lo son:

1. Agregar nuevos registros: Esto para corroborar el funcionamiento de la base de datos y el correcto envió de la información desde el sistema hacia la base de datos.
2. Eliminación de registros: Tal como se muestra en la Fig 3. Pantalla de registro de un nuevo reactivo.
3. Consulta de reactivos: Para verificar que se hayan guardado correctamente cada uno de los reactivos

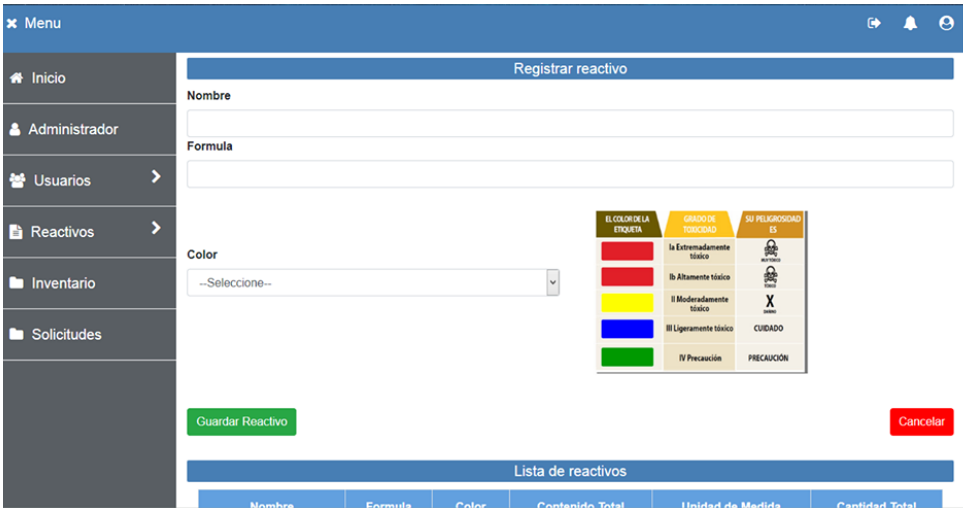


Fig 3. Pantalla de registro de un nuevo reactivo.

V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Con este sistema se podrá tener un mejor control de los reactivos, además de los procesos para las prácticas y la administración del material, ya que era difícil el control del inventario y la pérdida o el uso inadecuado de material al igual que el desabasto de material.

Como resultado se espera que se tenga una mejora considerable al utilizar el sistema. Ya que al momento de que el alumno requiera algún material para alguna práctica o proyecto, esté tendrá que llenar un formato días antes para que el administrador lo valide y autorice el préstamo del material, por lo que el alumno contara con el material únicamente para la realización de su práctica y esto se reflejará en un ahorro de material y evitara su perdida.

Anteriormente el alumno podía tomar el material sin ningún problema ni restricción, pero con este sistema los únicos que pueden otorgar o prestar el material son los administradores de igual forma cuando algún reactivo ya se encuentre con poca cantidad del mismo se manda una alerta a los administradores para que puedan hacer el pedido de este reactivo y no tenga desabasto de material en el LDIM.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con la ayuda de este sistema se benefició el LDIM, en cuanto a seguridad ya que anteriormente no se tenía, se contará con un nivel de seguridad mayor para los usuarios de los reactivos, con la ayuda del sistema los alumnos no pueden tomar el material o reactivos hasta que algún administrador lo haya autorizado.

Ya que no se autoriza la practica antes de que el administrador no haya recibido la solicitud de préstamo de material por lo cual el alumno no podrá tomar ningún material ni reactivos.

VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento al ITESI de igual forma al CONACyT por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

También a los encargados del laboratorio de contenidos para la ciencia y la tecnología a la M.T.I. María Guadalupe Amézquita Delgado y al M.T.I. José Manuel Aguilera López, por permitirnos sus instalaciones para el desarrollo del proyecto.

Y finalmente a los responsables del Laboratorio de Diversidad e Interacción Microbiana, por las facilidades y apoyo brindado.

REFERENCIAS

[1] V.c.C.A, « CONCEPTODEFINICION.DE, » 2013-2019. [En línea]. Available: https://definicion.de/laboratorio/. [Último acceso: 5 julio 2019].

[2] J. Ferrer, «Definición ABC,» [En línea]. Available: https://www.definicionabc.com/acerca-de .[Último acceso: 6 julio 2019].

[3] R, Ecu, <<Ecu Red, >> 2011. [En Linea]. Available: https://www.ecured.cu/Sustancia_qu%C3%ADmica. [Último acceso: 15 junio 2019].

[4] Del libro: «Introducción a la Teoría General de la Administración», Séptima Edición, de Chiavenato Idalberto, McGraw-Hill Interamericana, 2004, Pág. 10.

[5] M. V.Mannino, Administración de bases de datos diseño y desarrollo de aplicaciones., México df: Mc Graw Hill, 2007.

[6] J. F. Mora, «Diccionario de Filosofía,» 1979. [En línea]. Available: http://www.filosofia.org/enc/fer/sistema.htm. [Último acceso: lunes junio 2019].

[7] V. Ideas, «Volcando Ideas,» 2013. [En línea]. Available: https://www.volcandoideas.es/servicios/desarrollo-web. [Último acceso: martes julio 2019].

[8] U. d. Murcia, «Introducción a HTML y CSS. Desarrollo de Aplicaciones Web. Universidad de Murcia,» 2 11 2019. [En línea]. Available: https://www.um.es/docencia/barzana/DAWEB/2017-18/daweb-tema-1-introduccion-html-css.html. [Último acceso: viernes julio 2019].

Sistema de inventario, bitácora y cepario para el laboratorio de diversidad e interacción microbiana (Parte 2)

Erick Fernando Mendoza Partida
Instituto Tecnológico De Irapuato
Carretera Irapuato-Silao km. 12.5, Col. El Copal
Irapuato, Gto., México C.P. 36821
erickfernando.efmp@gmail.com

Asesora:
María Guadalupe Amézquita Delgado
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato-Silao Km. 12.5, Col. El Copal
Irapuato, Gto., México C.P. 36821
maamezquita@itesi.edu.mx

Resumen —En este trabajo se presentara el desarrollo del sistema de inventario, para el Laboratorio de Diversidad e Interacción Microbiana (LDIM), el cual es utilizado en su mayor parte por alumnos tesistas o con algún proyecto de investigación por lo cual la administración del LDIM debe ser buena para que no se entorpezcan los proyectos de los alumnos, este sistema ayudara a mejorar la administración de los reactivos así como del material del laboratorio, así como el control de ingreso al laboratorio al otorgar permisos de acceso y validación de solicitudes para el uso de reactivos y del laboratorio y que estos accesos solo podrán ser concedidos por los administradores del laboratorio.

Palabras clave — Sistema, Laboratorio, Inventario.

Abstract — In this work will be presented the development of the inventory system, for the Laboratory of Diversity and Microbial Interaction (LDIM), which is used mostly by thesis students or with a research project, whereby the administration of the LDIM should be good enough so that students projects are not obstructed, this system will help to improve the administration of reagents as well as laboratory material, as well as the control of admission to the laboratory by granting access permissions and validation of applications for the use of reagents and laboratory and that these accesses can only be granted by laboratory administrators

Keywords — System, Laboratory, Inventory.

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo se ha hecho uso de la administración en empresas o negocios, esto ha sido de gran ayuda en la administración de los almacenes o de la mercancía de estos ya que se han presentado una diversidad de problemas al momento de acomodar la mercancía.

En el Instituto Tecnológico Superior de Irapuato (ITESI) cuenta con la carrera de Ingeniería en Bioquímica, la cual cuenta con el Laboratorio de Diversidad e Interacción Microbiana (LDIM), en este laboratorio se han presentado diversos problemas como lo son duplicidad de datos ya que el laboratorio cuenta con dos profesores encargados de la administración del LDIM, ha llegado a ocurrir que algún encargado ya actualizo el inventario o añadió algún reactivo al inventario pero no le notificó a la otra persona encargada por lo cual si se llega a introducir nuevamente el reactivo se tendrá una duplicidad de datos y esto generara más problemas, como lo seria no saber si ya se terminó este reactivo o si aún se cuenta con él en el stock, pérdida total o parcial de algunos reactivos ya que no se tiene registrado que personal (alumno o profesor) ha utilizado algún reactivo, y ninguno de ellos notifica a las personas encargadas el material que utilizo, que cantidad y en que practica, puede originar un desabasto de material, además de perdida de información.[1- 2-3]

Esto a causa afectaciones al inventario y sobre todo no tener un control del personal que ingresa al laboratorio.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

En este sistema de inventario y bitácora para el LDIM se utilizaron las herramientas HTML5, CSS3, JAVA SCRIPT, MY SQL, VISUAL STUDIO CODE, XAMP.

- HTML5: HTML es el lenguaje central de la Web para crear contenido para que todos lo usen en cualquier lugar. (W3C, 1997).[5]

  Se desarrolló la estructura básica para el ingreso al sistema.

- CSS3: Es el lenguaje para describir la presentación de las páginas Web, incluyendo colores, diseño y fuentes. Permite adaptar la presentación a diferentes tipos de dispositivos, como pantallas grandes, pantallas pequeñas o impresoras. (W3C, 1997).

  Se realizaron los estilos y diseños de las imágenes que llevarían las ventanas.

- MySQL: Es un sistema de gestión de bases de datos para almacenar información. (Oracle, 1995).

En este Sistema Gestor de Base de Datos se almacenarán toda la información que ingrese al sistema, tantas contraseñas, reactivos, características algunas otras acciones que brindará el sistema.

Se utilizó el ciclo de vida iterativo para el desarrollo del sistema, ya que con cada una de sus iteraciones se pueden detectar problemas e ir mejorando el sistema en cada iteración, tal como se muestran en la Fig 1. Ciclo de vida iterativo.

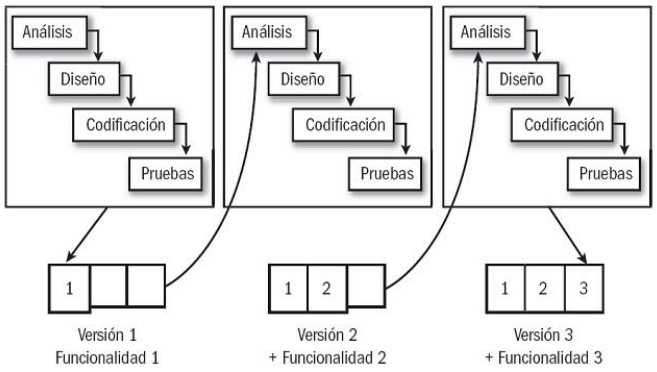


Fig 1. Ciclo de vida iterativo.

Este ciclo de vida cuenta con cuatro fases las cuales se describen a continuación:

Análisis: Determina los elementos que intervienen en el sistema a desarrollar, su estructura, relaciones, evolución temporal, funcionalidades se tendrá una descripción clara de qué producto se va a construir, que funcionalidades aportará y qué comportamiento tendrá, en esta fase se realizó la recabacion información acerca de lo que pedían las encargadas del LDIM para con esto poder seguir con la fase de diseño.

Diseño: Se conoce lo que se va a realizar, se determina cómo se debe realizar; se define el lenguaje y los complementos a utilizar, en esta fase se realizaron bocetos de lo que es el inicio de sesión, así como el registro de algún nuevo usuario para en la fase de codificación llevarlo a cabo.

Codificación: Se codifican los algoritmos y estructuras de datos, en esta fase se programaron los apartados de logearse para entrar al sistema, así como en el apartado de nuevo registro de usuarios.

Pruebas: Se garantiza de que nuestro programa no contiene errores de diseño o codificación, se desea encontrar la mayor cantidad de errores para corregirlos y evitarlos, es por eso que para que no quedara con algún fallo el sistema o que surgiera alguno en algún momento.

III. RESULTADOS

Para desarrollar las diferentes fases o etapas con las que cuenta el sistema, se describirá la primera parte del sistema el cual contempla los apartados de Registro de usuarios, Administrador y Solicitudes, los cuales se describirán a continuación:

En la Fig. 2 se muestra la pantalla de inicio al logearse a la dirección de la página. En esta ventana es donde el alumno o el docente introducirán sus datos para iniciar, como es su correo electrónico y su contraseña.

Previamente se validará por el administrador si le otorga permiso de usuario o administrador, los elementos de esta ventana se desarrollaron utilizando:

Fig 2. Captura de pantalla de inicio de sesión del sistema.

En la Fig. 3 se muestra la sección donde se registrarán los nuevos usuarios ya sean administradores o solamente usuarios como alumnos de proyectos de tesis o practicantes que podrán y tendrán derecho al préstamo del material, así como de los reactivos.

Cabe destacar que el Administrador es el único que podrá dar de alta a los usuarios y otorgar el permiso.

Por ello se tendrá que contactar al administrador del laboratorio, para poder darlo de alta en el sistema.

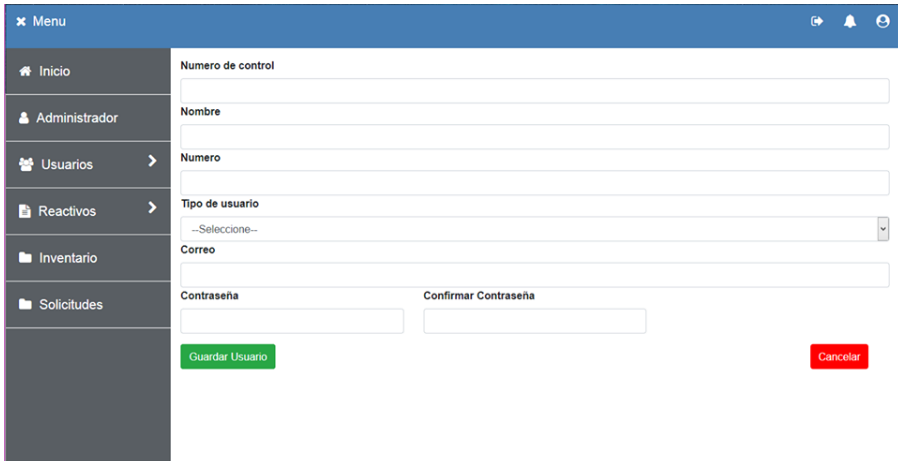


Fig 3. Pantalla de captura de datos para nuevos usuarios del sistema.

Para verificar la funcionalidad de sistema, se hicieron varias pruebas como agregar nuevos usuarios en la captura de nuevos usuarios, tal como se muestra en la Fig 3.

Además, se verifico que se autenticara correctamente de qué tipo de usuario se trataba como por ejemplo si es usuario administrador o usuario normal solo de consulta al acceder desde la pantalla de inicio la cual se muestra en la Fig 2.,

Como resultados, se obtuvo que la generación de nuevos usuarios, así como de los permisos que le corresponden a cada uno se logró mantener la integridad y el acceso al sistema.

Con ello el administrador tendrá todos los beneficios, del sistema, aceptar, denegar permisos, registro de reactivos, además de la generación de reportes.

Y los usuarios solo podrán solicitar el préstamo del material y el laboratorio, pero con ello se tendrá un mejor control ya que el alumno deberá capturar el nombre de práctica que realizará, el material y la cantidad que utilizará, así como el tiempo de estancia o permanencia en el laboratorio.

IV. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

En base a los resultados obtenidos y los puntos presentados anteriormente se logró tener un mejor control de usuarios que accedían al laboratorio, ya que ninguna persona que no se encuentre registrada en el sistema o cuente con una solicitud de préstamo de material podrá ingresar al laboratorio.

Además, se logró tener un mejor control de los reactivos, el uso y la persona que usaba los materiales, así como la práctica o el asesor que asignaba la práctica. Se tiene también mayor seguridad con los reactivos ya que con el registro de la solicitud se sabrá quién y en qué cantidad se utilizó un reactivo.

Con lo anterior el Stock o el inventario de reactivos se mantendrá al día, y en caso de que este por escasear algún reactivo el sistema notificará al administrador, para que genere la adquisición de nuevo material.

Cabe mencionar que la salida y entrada de material quedará a cargo del administrador del sistema.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para la realización de este proyecto se propuso la implementación de un sistema en el LDIM para así poder dar solución a diversos problemas que se le han presentado a las administradoras del LDIM, como los ya expuestos anteriormente.

La administración de los reactivos se llevaba a cabo por algún administrador o por algún alumno esto creaba muchos errores como duplicidad de datos e información errónea, pero con ayuda del sistema se crean usuarios en esta parte es cuando se otorgan los permisos de administrador y usuario, de esta forma solo los administradores pueden administrar todo lo referente a los reactivos y autorizar el préstamo y la entrada al LDIM.

VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, así como a la M.T.I. María Guadalupe Amézquita Delgado y al M.T.I. José Manuel Aguilera López, por habernos prestado las instalaciones del laboratorio de contenidos para la ciencia y la tecnología, así como su apoyo y orientación en el desarrollo del proyecto.

REFERENCIAS

[1] Graus, «Significados: descubrir lo que significa, conceptos y definiciones.,» 2013-2019. [En línea]. Available: https://www.significados.com/sistema/. [Último acceso: 5 julio 2019].

[2]: J. Ferrer, «Definición ABC,» [En línea]. Available: https://www.definicionabc.com/acerca-de. [Último acceso: 6 julio 2019].

[3]: V.c. C.A, <<CONCEPTODEFINICION.DE, >> 2011. [En Linea]. Available: https://conceptodefinicion.de/inventario/.[Último acceso: 15 junio 2019].

[4]: Del libro: «Introducción a la Teoría General de la Administración», Séptima Edición, de Chiavenato Idalberto, McGraw-Hill Interamericana, 2004, Pág. 10.

[5]: R.Lamarca, «HTML,» 29 7 2018. [En línea]. Available: http://www.hipertexto.info/documentos/html.htm. [Último acceso: martes julio 2019].

[6]: U. d. Murcia, «Introducción a HTML y CSS. Desarrollo de Aplicaciones Web. Universidad de Murcia,» 2 11 2019. [En línea]. Available: https://www.um.es/docencia/barzana/DAWEB/2017-18/daweb-tema-1-introduccion-html-css.html. [Último acceso: viernes julio 2019].

[7]: EcuRed, «Ecu Red,» [En línea]. Available: https://www.ecured.cu/Mysql. [Último acceso: viernes julio 2019].

Sistema de mejoramiento de imágenes médicas (ultrasonido) basado en procesamiento digital de imágenes

Adrián Armando Ortiz Arias
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato-Silao Km12.5
C.P. 36821 Irapuato, Guanajuato
ad.armandoort21@outlook.com

Asesor: Gerardo Trejo Caballero
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato-Silao Km12.5
C.P. 36821 Irapuato, Guanajuato
getrejo@itesi.edu.mx

Resumen — En este trabajo se presenta la implementación de un sistema de mejoramiento de imágenes médicas con el objetivo de asistir al especialista de la salud en la realización de un diagnóstico fiable. El sistema propuesto permite obtener información relevante mediante el aislamiento y/o extracción de zonas de interés de imágenes médicas obtenidas mediante la técnica de ultrasonido o ecografía diagnóstica. Las imágenes, de generalizado empleo en una gran cantidad de estudios médicos, son fácilmente procesadas mediante el empleo de técnicas de procesamiento digital de imágenes desarrolladas e implementadas en una interfaz gráfica de usuario.

Palabras clave — Imagen médica, procesamiento digital de imágenes, interfaz gráfica de usuario.

Abstract — In this paper presents the implementation of a medical images improvement system with the main of assisting the health specialist in making a reliable diagnosis. The proposed system allows obtaining relevant information by isolating and/or extracting interest areas from medical images obtained by ultrasound. The images are widely used in a several number of medical studies and easily processed through the use of digital image processing techniques developed and implemented in a graphical user interface.

Keywords — Medical image, digital image processing, graphical user interface.

I. INTRODUCCIÓN

Una imagen médica, corresponde al conjunto de técnicas y procesos usados para crear imágenes del cuerpo humano o partes de él, su principal función es proporcionarle información al médico, necesaria para hacer un diagnóstico o interpretar las condiciones físicas del paciente [1]. Las técnicas más utilizadas de imágenes médicas son los rayos x, ultrasonido, tomografía computarizada y resonancia magnética.

El ultrasonido es una técnica no invasiva de generación de imágenes, que se producen mediante sondas llamadas transductores las cuales producen ondas de sonido con frecuencias por arriba del umbral del oído humano (superior a 20 KHz), utilizando la velocidad del sonido y el tiempo que tarda en regresar cada eco, se puede calcular la distancia entre el transductor y los tejidos, que a su vez es utilizada para generar imágenes bidimensionales de los tejidos y estructuras internas del cuerpo humano [2]. Estas imágenes en algunas ocasiones pueden exhibir información errónea generada por efectos físicos del cuerpo o una mala colocación del transductor por parte del médico, además de tener una mala distribución de intensidades de color lo que en algunas ocasiones complica la distinción entre diferentes tejidos o estructuras corporales.

La calidad de una imagen médica se puede definir de acuerdo a la precisión de los médicos al momento de obtener información relevante de la imagen que conlleve a realizar

un diagnóstico fiable y preciso de la condición del cuerpo humano de un paciente. El trabajo que los médicos realizan para el análisis de estas imágenes se encuentra sujeto a errores de interpretación y depende en gran medida de su experiencia, bibliografía consultada y percepción visual. El alto costo y esfuerzo que conlleva evaluar la calidad de las imágenes médicas ha permitido el desarrollo e implementación de algoritmos numéricos que puedan aplicarse a estas imágenes con la finalidad de mejorar su calidad y de esta forma obtener mejores resultados en la percepción clínica de las mismas.

En la actualidad, una alternativa para el mejoramiento de estas imágenes es utilizando procesamiento digital de imágenes, el cual tiene como objetivo principal aplicar ciertas técnicas a la imagen para mejorar su calidad o bien facilitar el reconocimiento de patrones presentes en ella.

El sistema implementado en este trabajo, utiliza algoritmos de procesamiento digital para el filtrado, mejora de contraste, extracción de características y caracterización de las imágenes médicas de ultrasonido.

II. METODOLOGÍA

El sistema de mejoramiento implementado es una interfaz gráfica basada en el entorno de desarrollo de Matlab de la firma Mathworks (Figura 1) donde el usuario debe seleccionar un archivo de imagen como imagen de entrada, misma que puede estar en formato DICOM, que es el formato generalmente utilizado en imágenes médicas, o en los formatos BMP, CUR, GIF, HDF4, ICO, JPEG, PMB, PCX, PGM, PNG, RAS, TIFF y XWD. Posteriormente se selecciona desde una barra de menús, el tipo de mejora que se quiere implementar a la imagen, seleccionando los parámetros de entrada necesarios y se muestra la imagen de salida en la parte derecha, la cual puede ser guardada (formato DICOM o BMP).

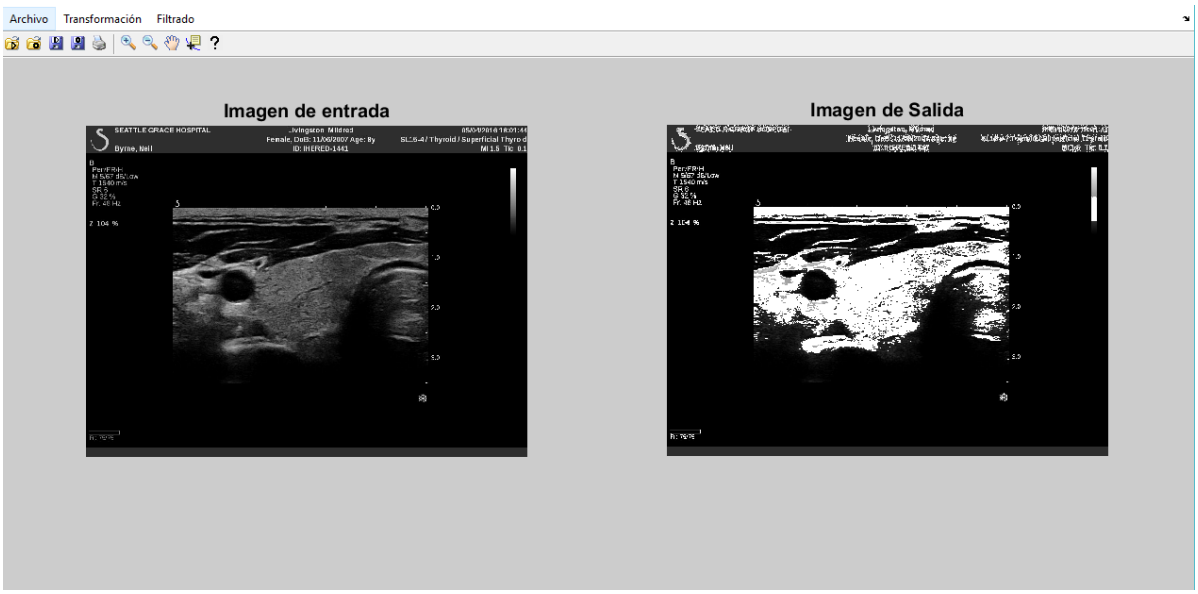


Figura 1. Ventana principal del sistema de mejoramiento de imágenes médicas.

En la parte superior izquierda de la imagen mostrada en la Figura 1 podemos observar una barra de menús. El primer menú llamado *Archivo* incluye las opciones de selección de

imagen y el guardado de la imagen de salida. El menú llamado *Transformación* incluye diferentes técnicas de transformación de intensidad de la imagen, cada una con sus respectivos parámetros de entrada. Finalmente, el menú *Filtrado* está conformado submenús divididos de acuerdo a la clasificación de filtros existentes, dentro de este menú podemos encontrar filtros de tipo: pasa bajas, pasa altas, estadísticos y de detección de bordes.

A. Menú Transformación

Aquí se incluyen diferentes técnicas de transformación de intensidad de la imagen [3], estas transformaciones son operaciones puntuales que trabajan sobre el valor de intensidad de cada pixel por separado (Véase Figura 2). Las transformaciones implementadas son: corrección gamma, slice, clipping y estiramiento, además de las transformaciones cuadrada, cúbica, raíz cuadrada y raíz cúbica [4-6].

B. Menú Filtrado

El filtrado corresponde a un conjunto de técnicas que, de forma selectiva, se encargan de resaltar o suprimir información contenida en una imagen, o para ocultar valores anómalos conocidos como ruido. El filtrado se realiza mediante la aplicación a cada pixel de la imagen de una matriz de filtrado de tamaño *N x N* llamado kernel, el nuevo valor de intensidad de cada pixel se obtiene en función de los valores del kernel, del propio pixel y de sus vecinos.

La aplicación del kernel sobre la imagen equivale a realizar la convolución de ambas matrices [7]. Dependiendo del filtro seleccionado, se puede o no cambiar el tamaño del kernel a utilizar, para lo cual el sistema dispone de un cuadro de texto editable donde se selecciona el tamaño de kernel a utilizar.

III. RESULTADOS

Para visualizar los efectos de los diferentes algoritmos de transformación, se realizaron diversas pruebas utilizando una gran variedad de imágenes de entrada con las diversas transformaciones implementadas, se probaron diferentes valores de parámetros hasta percibir una marcada diferencia con la imagen de entrada. Algunos de los resultados obtenidos se muestran en las Figuras 3, 4 y 5.

En la Figura 3 se muestran los resultados obtenidos cuando se aplican la corrección gamma y la transformación slice lineal. La Figura 4 muestra los resultados obtenidos cuando se aplican filtros pasa bajas y pasa altas. En la Figura 5 se muestran los resultados obtenidos de aplicar dos filtros estadísticos: mediana y valor máximo.

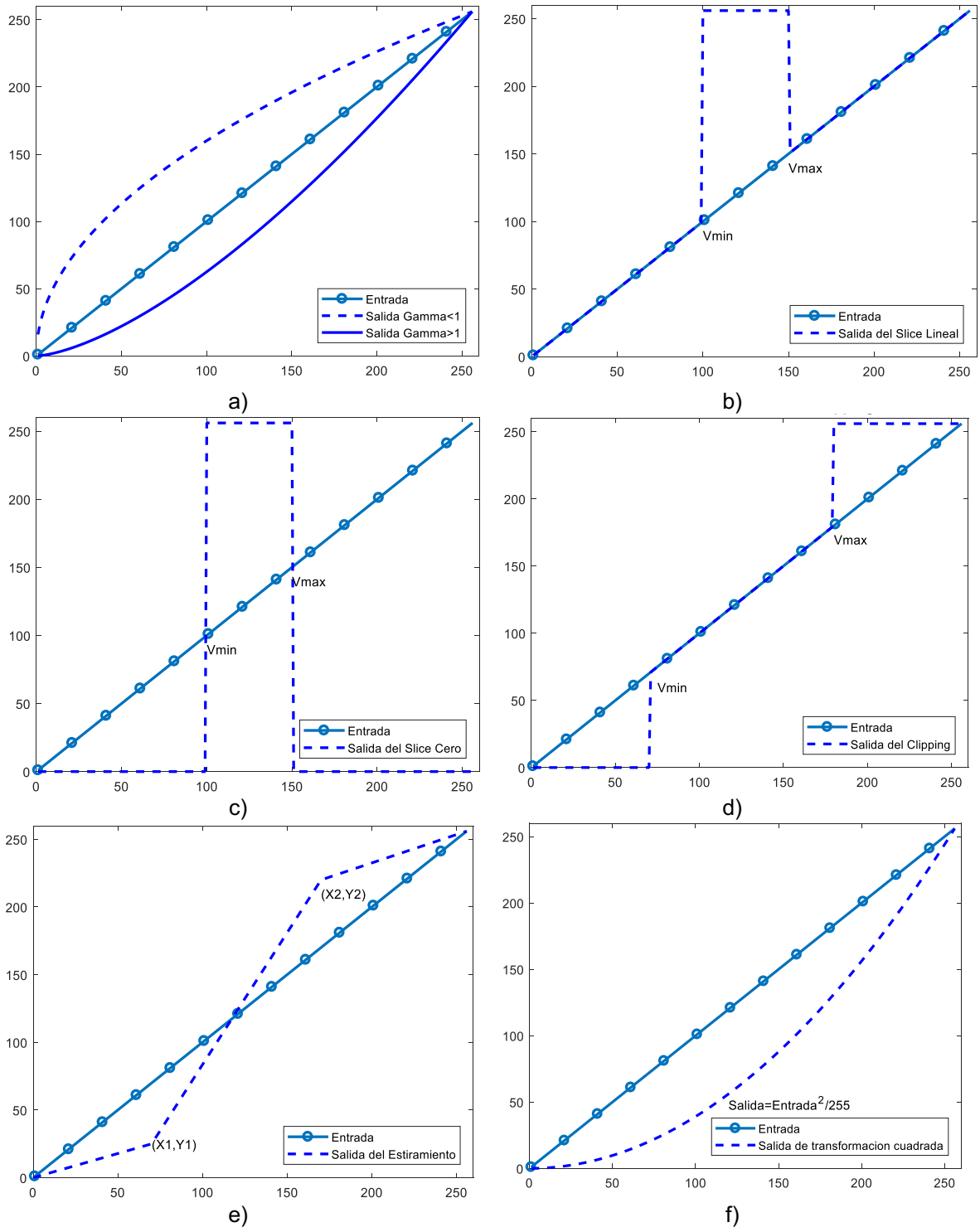


Figura 2. Curva de transformación de intensidad bajo: a) Corrección Gamma, b) Slice Lineal, c) Slice Cero, d) Clipping, e) Estiramiento, f) Transformación Cuadrada.

a) b) c)

Figura 3. En b) y c) se muestran los resultados obtenidos para la imagen de entrada mostrada en a) cuando se emplean respectivamente la corrección gamma con $\gamma = 0.8$ y la transformación slice lineal utilizando $V_{min} = 130$ y $V_{max} = 245$.

a) b) c)

Figura 4. a) Imagen original, b) Filtro Pasa-Bajo 1, c) Filtro Paso-Alto 1

a) b) c)

Figura 5. a) Imagen original, b) Filtro Mediana c) Filtro Valor Máximo.

IV. DISCUSIÓN

En la Figura 2a se muestra la curva de transformación para la corrección gamma, en ella se aprecia que cuando se elige un valor de $\gamma < 1$, la intensidad resultante será mayor a la intensidad original, por lo que la imagen resultante tiende a ser una imagen más clara. Acorde con lo anterior, en la Figura 3b se muestra el resultado obtenido cuando se emplea un valor de $\gamma = 0.8$ y que al ser comparada con la imagen de entrada (Figura 3a), muestra un evidente aumento de brillo o aclaramiento, lo que permite resaltar información que no se apreciaba en la imagen original. La curva de transformación mostrada en la Figura 2b correspondiente a la transformación slice lineal, indica que las intensidades contenidas en el rango $[V_{min}, V_{max}]$ serán modificadas, permaneciendo el resto de intensidades sin alteración. Como evidencia de lo anterior, la imagen en la Figura 3c muestra el resultado obtenido

cuando se emplean como parámetros $V_{min} = 130$ y $V_{max} = 245$, y que al ser comparada con la imagen de entrada (Figura 3a), muestra un evidente aumento de brillo en cierta área específica, lo que permite resaltar dicha área en relación con la imagen original.

En la Figura 4b se muestra el resultado de aplicar a la imagen de entrada (Figura 4a) un filtro pasa bajas basado en una máscara de *6 x 6*. El filtro pasa bajas atenúa las frecuencias altas y mantiene sin variaciones las bajas, es decir, funciona como un filtro de suavizado en el que las altas frecuencias o cambios abruptos de intensidad son atenuados dando un efecto de difuminado. Por otro lado, en la Figura 4c se muestra el resultado de aplicar a la imagen de la Figura 4a un filtro pasa altas, apreciándose una mejora en el contraste de los bordes principalmente.

El resultado de la implementación de dos filtros estadísticos se aprecia en la Figura 5, se muestran respectivamente los resultados del filtro de mediana y el valor máximo en b) y c) respectivamente, cuando la imagen de entrada es la mostrada en la Figura 5a. El uso del filtro de mediana, produce un aclarado de la imagen, pero al mismo tiempo un efecto de difuminado en la misma. Mientras que el filtro de valor máximo mejora el contraste, lo que permite notar la acentuación de ciertos detalles de la imagen.

V. CONCLUSIONES

En este trabajo se muestra la implementación de un sistema de mejora para imágenes médicas obtenidas mediante la técnica de ultrasonido. El sistema desarrollado se presenta mediante una interfaz gráfica de usuario en la que de forma sencilla personal inexperto puede utilizar algoritmos de procesamiento digital de imágenes para la implementación de diversas transformaciones puntuales de intensidad y la implementación de diferentes filtros.

Las pruebas realizadas sugieren que los algoritmos implementados funcionan adecuadamente. Desde el punto de vista del mejoramiento de imágenes, podemos concluir que los resultados obtenidos son favorables pues todos los algoritmos cumplen la función para la que fueron diseñados, sin embargo, hay que resaltar el necesario punto de vista del especialista médico a fin de validar la asistencia del sistema para la realización del diagnóstico médico.

VI. AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato por el apoyo brindado durante mis cuatro años de carrera.

Agradezco a mi asesor el Dr. Gerardo Trejo Caballero por creer y aceptar este proyecto, por guiarlo con paciencia y rectitud durante todo este tiempo.

Finalmente agradezco a mi familia, esposa e hija por estar siempre a mi lado en los buenos y malos momentos.

REFERENCIAS

[1] E. Alegre Gutiérrez y G. Pajares Sanz, *Conceptos y métodos en visión por computador,* Ed. España, junio 2016.

[2] *Ultrasonido,* Instituto Nacional de Bioingeniería e imágenes biomédicas, Julio 2016. Disponible en: https://www.nibib.nih.gov/sites/default/files/Ultrasound%20Fact%20Sheet%202016-spanish.pdf

[3] R. C. Medrano Morales, *Transformación de intensidad en imágenes 2D.*

[4] González Marcos, F. J. Martínez de Fison, V. Pernia Espinoza, F. Alba Elias y M. Castejón Limas, *Técnicas y algoritmos básicos de visión artificial,* Universidad De la Rioja, España, 2006.

[5] L. Sánchez González, E. Alegre, R. A. Fernández y J. C. Mostaza Antolín, *Procesamiento digital en imagen: Fundamentos y prácticas con Matlab,* Universidad de León, 2003.

[6] R. C. Gonzalez y R. E. Woods, *Digital Image Processing,* Second Edition, New Jersey, EUA.

[7] L. E. Sucar y G. Gómez, *Visión Computacional,* Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, Puebla, México.

Sistema de monitoreo de energía eléctrica para casas inteligentes conectado al Internet de las cosas (IoT)

Oscar Navarrete Moreno
Instituto Tecnológico de Querétaro
Av. Tecnológico s/n, esq. Gral. Mariano Escobedo. C.P. 76000, Querétaro, Querétaro, México.
ocotlannavarretuz@gmail.com

Asesor: Edgar Alejandro Rivas Araiza
Universidad Autónoma de Querétaro
Cerro de las Campanas s/n, Cp. 76010, Querétaro, Querétaro, México.
erivas@uaq.mx

Resumen — En este trabajo se presenta la implementación de un sistema de monitoreo de energía eléctrica con el sensor STPM10 obteniendo sus datos con un microcontrolador mediante el protocolo de comunicación SPI. Los resultados de los valores leídos como la tensión, flujo de corriente eléctrica y potencia es información que es enviada vía WiFi a un servidor usando el módulo ESP8266 con el protocolo MQTT.

Palabras clave — SPI, STPM10, ESP8266, MQTT.

Abstract — This paper presents the implementation of an electrical energy monitoring system with the STPM10 sensor obtaining its data with a microcontroller using the SPI communication protocol. The results of the data values such as voltaje, electric current flow, and power are information that is sent via WiFi to a server using the ESP8266 module along with the MQTT protocol.

Keywords — SPI, STPM10, ESP8266, MQTT.

I. INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos son una cuestión inevitable y en donde sea que uno se encuentre hay sistemas que buscan facilitar la vida e incluso optimizarla. Un ámbito que hasta cierto punto no era tan vigilado es el consumo de la energía eléctrica en las casas, esto debido a la fe que se le tienen a los aparatos que usamos y que creemos que nunca nos darán problemas. Afortunadamente han salidos estudios que indican la existencia de un consumo fantasma [1] en algunos electrodomésticos y por lo tanto precios más altos en la factura. Existen en el mercado dispositivos que miden el consumo de la energía como el MCP3901 de Microchip® [2] y el MSP430F6736 Texas Instrument® [3], ambos cuentan con una interfaz programable y la opción de conectar una carga, los problemas surgen en la dificultad para usarlos ya que no son amistosos con el usuario común, existen problemas de compatibilidad con los sistemas operativos actuales como Windows 10 y los precios están por arriba de los 250USD. Por otro lado, existen dispositivos cuyo tamaño sí es pequeño, pero los precios también estén por encima de los 100USD. Por lo tanto, la necesidad de un dispositivo compatible y a bajo costo es el objetivo por desarrollar.

II. MARCO TEÓRICO

A. *Serial Peripheral Interface (SPI)*

Los dispositivos que se comunican a través de SPI están en una relación maestro-esclavo. El maestro es el dispositivo de control (generalmente un microcontrolador), mientras que el esclavo (generalmente un sensor, pantalla o chip de memoria) recibe instrucciones del maestro.

MOSI (Master Output/Slave Input): línea para que el maestro envíe datos al esclavo.

MISO (Master Input/Slave Output): línea para que el esclavo envíe datos al maestro.

SCLK (Reloj): línea para la señal del reloj.

SS / CS (Slave Select / Chip Select): línea para que el maestro seleccione a qué esclavo enviar datos [4].

B. *STPM10: CI de medición de energía monofásica programable*

El STPM10 está diseñado para una medición efectiva de la energía activa, reactiva y aparente en un sistema de línea de potencia utilizando transformadores de corriente y sensores de derivación. El dispositivo se puede implementar para la medición periférica en un medidor de energía monofásico o polifásico basado en microcontrolador. También hay una memoria interna volátil, que se controla a través del SPI mediante un conjunto de comandos dedicado. Los bits configurados se utilizan para fines de configuración y calibración [5].

C. *Módulo ESP8266*

ESP8266 ofrece una solución de red WiFi completa y autónoma; se puede usar para alojar la aplicación o para descargar funciones de red WiFi de otro procesador de aplicaciones. Cuando ESP8266 aloja la aplicación, se inicia directamente desde un flash externo. Tiene caché integrada para mejorar el rendimiento del sistema en tales aplicaciones [6].

D. *MQ Telemetry Transport (MQTT)*

Es un protocolo de mensajería de publicación/suscripción, muy simple y liviano, diseñado para dispositivos restringidos y redes de bajo ancho de banda, alta latencia o poco confiables. Los principios de diseño son minimizar el ancho de banda de la red y los requisitos de recursos del dispositivo al mismo tiempo que se intenta garantizar la confiabilidad y cierto grado de garantía de entrega. Estos principios también hacen que el protocolo sea ideal para el emergente mundo de dispositivos conectados "máquina a máquina" (M2M) o "Internet de las cosas" [7].

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Programador NoMADA® Microchip®.

Tarjeta de Desarrollo NoMADA® Go II Microchip®.

Módulo STPM10 (tarjeta propia).

BitScope Model 5.

Módulo ESP8266.

Un ventilador como carga.

CCS PIC compiler.

PICkit 2.

Monitor serial de Arduino para leer los datos.

Software DSO para confirmar el protocolo SPI.

A. Conexiones

Como ya se explicó en la parte del marco teórico el protocolo SPI se necesita de un Master y un Slave, en este caso la tarjeta Go II cumple con la función de Master mientras que el STPM10 con la de esclavo. El sensor tiene un SPI distinto a como normalmente se conectaría otro sensor:

- SCS: habilita la operación SPI cuando está bajo.
- SYN: cuando SCS es bajo, el estado del pin SYN se selecciona si el SPI está en modo lectura (SYN = 1) o escritura (SYN = 0).
- SCL: es el pin de reloj de la interfaz SPI.
- SDA: es el pin de datos. Si SCS es bajo, la operación de SDA depende del estado del pin SYN. Si SYN es alto, SDA es la salida de datos de bits en serie (modo de lectura) si SYN es bajo, SDA es la entrada de la señal de datos de bits en serie (modo de escritura).

B. Lectura de los registros

Para leer cada uno de los 8 registros se debe mandar una operación de enclavamiento al sensor antes de solicitarle la información, con operación de bits cada byte recibido se acomoda en un vector para tener registros de 32 bits. Todo lo anterior se implementó en una función para tener mayor comodidad a la hora de programar (figura 3).

C. Modificar registros

Por ejemplo, para establecer el bit 47 de configuración en 0, el decimal 47 primero debe convertirse a su valor binario de 6 bits: 101111. El byte de comando se compondrá así: valor de DATOS de 1 bit + dirección de 6 bits + 1 bit (0 o 1). En este

caso, el comando binario será 01011111 (0x5F) o 01011110 (0x5E). Se crearon dos funciones (figura 4).

D. Paridad

Para saber que la lectura de los registros no fue errónea se le aplica el criterio de paridad. También se creó una función (figura 5).

E. Comunicación con el módulo ESP8266

El módulo se configura por comandos AT y se usa la comunicación UART.

F. Protocolo MQTT

```
//=============================================================
//Función que lee los 8 registos y los almacena en un vector
//=============================================================
void read_regs(int32 data[], int8 len){
// operación enclavamiento
   output_low(SYN);
   output_low(SCS);
   output_high(SYN);
////////////////////////////
  int32 val = 0;
  for (int i = 0; i < len; i++){
    val = spi_read(0);
    val |= (int32)spi_read(0) << 8;
    val |= (int32)spi_read(0) << 16;
    val |= (int32)spi_read(0) << 24;
    data[i] = val;
  }

   output_high(SCS);
}
```

Fig 1. Función que lee los 8 registros y los almacena en un vector

```
//=============================================================
//Función que escribe direcciones de 6 bits al sensor
//=============================================================
int write_bit(int8 add, int8 val){
setup_spi(SPI_DISABLED | SPI_MODE_0 | SPI_CLK_DIV_16); //Apagar SPI
val = (val << 7) | (add << 1);
      output_low(SCS);
      output_low(SYN);

     for(int i = 0; i < 8; i++){
        delay_us(10);
        output_high(SCLK);
        (val & 0x80) ? output_high(SDA) : output_low(SDA);
        delay_us(10);
        output_low(SCLK);
        val <<= 1;
     }

    output_high(SYN);
    output_high(SCS);
    return 0;
}
```

Fig 2. Función que escribe direcciones de 6 bits al sensor

```
//=============================================================
//Función que toma cada registro y le aplica el criterio de paridad
//Hay paridad si el resultado da 0xF0
//=============================================================
void paridad(int32 data[], int8 len){
// operación enclavamiento
   output_low(SYN);
   output_low(SCS);
   output_high(SYN);
////////////////////////////////////
  int32 par = 0;
  for (int i = 0; i < len; i++){
    par = spi_read(0);
    par ^= (int32)spi_read(0);
    par ^= (int32)spi_read(0);
    par ^= (int32)spi_read(0);
    par ^= par<<4;
    par &= 0xf0;

    data[i] = par;
  }
     output_high(SCS);
}
```

Fig 3. Función que toma cada registro y aplica el criterio de paridad. Si hay paridad el resultado da 0xF0

IV. RESULTADOS

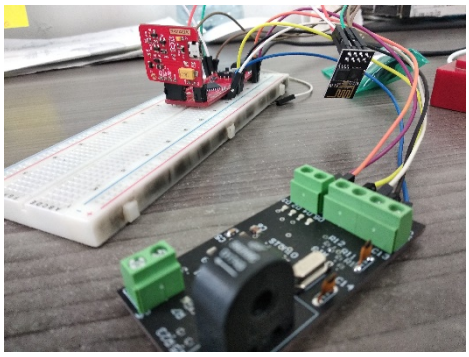


Fig 4. Conexiones con sensor, ESP8266 y microcontrolador

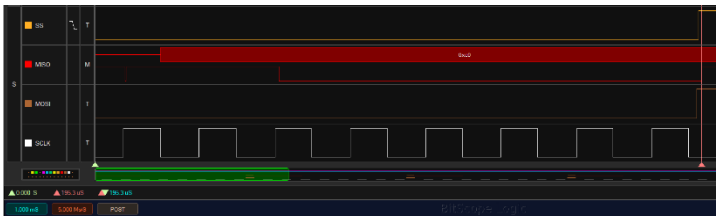


Fig 5. Escritura del bit 32 en DSO®

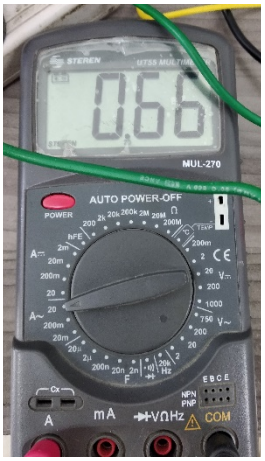


Fig 6. Corriente en la carga

```
 Registros:
4000C25
D0000A7F
70D30E80
30000C00
E80200D6
B0000040
F0000000

 Paridad:
000000F0
000000F0
000000F0
000000F0
000000F0
000000F0
000000F0
000000F0
Voltaje: 125.00V
Corriente 66.00mA
```

Fig 7. Lecturas de los registros, criterio de paridad y valores de voltaje y corriente en la carga

V. CONCLUSIONES

Se implementó un dispositivo capaz de medir la energía eléctrica de una carga, así como también que esté conectado a internet, siempre tomando en cuenta el objetivo principal de hacer un dispositivo barato y compatible. Sin duda es necesaria la continuación de este proyecto ya que el protocolo MQTT solo se usó para establecer la comunicación, pero no había un sistema de seguridad como nombre de usuario y contraseña. También hacer hincapié en la necesidad de un diseño donde todos los componentes eléctricos y electrónicos quepan dentro de una caja compacta para que cualquier usuario no tenga dificultad para instalarlo.

VI. AGRADECIMIENTOS

Estoy agradecido con la Universidad Autónoma de Querétaro por haberme tratado como uno de los suyos.

Agradecido también con el Dr. Rivas por demostrarme que en esta vida con mucho esfuerzo las cosas sí pueden salir adelante y por animarme a querer estudiar una maestría.

Muchas gracias al profe Lalo Gómez por creer y confiar en mí.

REFERENCIAS

[1] "Eficiencia Energética", coees.sonora, 2019. [Online]. Available: http://www.coees.sonora.gob.mx/images/descargas/Eficiencia-Energetica/Guia-ENERESPERA.pdf. [Accessed: 01- Aug- 2019]

[2] "MCP3901 and PIC18F65J90 Energy Meter Reference Design User's Guide", *Ww1.microchip.com*, 2012. [Online]. Available: http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/51968A.pdf. [Accessed: 01- Aug- 2019]

[3] "Implementation of a Single-Phase Electronic Watt-Hour Meter Using the MSP430F6736", Farnell.com, 2014. [Online]. Available: http://www.farnell.com/datasheets/1814318.pdf. [Accessed: 01- Aug- 2019]

[4] C. Basics, "Basics of the SPI Communication Protocol", Circuit Basics, 2016. [Online]. Available: http://www.circuitbasics.com/basics-of-the-spi-communication-protocol/. [Accessed: 02- Aug- 2019]

[5] D. Converters and M. ICs, "STPM10 - STMicroelectronics", STMicroelectronics, 2015. [Online]. Available: https://www.st.com/en/data-converters/stpm10.html. [Accessed: 02- Aug- 2019]

[6] "ESP8266X Datasheet Version 4.3", Cdn-shop.adafruit.com, 2015. [Online]. Available: https://cdn-shop.adafruit.com/product-files/2471/0A-ESP8266__Datasheet__EN_v4.3.pdf. [Accessed: 02- Aug- 2019]

[7] "FAQ - Frequently Asked Questions | MQTT", Mqtt.org, 2015. [Online]. Available: http://mqtt.org/faq. [Accessed: 02- Aug- 2019]

Sistema de protección de información basado en estegoalgoritmo e imágenes digitales

Víctor Manuel Valentín Barajas Carrera
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato- Silao Km 12.5 El copal
C.P. 36821, Irapuato, Gto.
victor.z.barajas@gmail.com

Asesor: Gerardo Trejo Caballero
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato- Silao Km 12.5 El copal
C.P. 36821, Irapuato, Gto.
getrejo@itesi.edu.mx

Resumen — En este trabajo se presenta la implementación de un sistema de protección de información basado en la aplicación de un algoritmo de esteganografía sobre imágenes digitales. El sistema desarrollado como una interfaz gráfica de usuario, permite de forma sencilla ocultar información dentro de una imagen denominada portadora. La información oculta, presentada en forma de imagen binaria y denominada imagen huésped, sustituye uno de los planos de la imagen portadora para pasar inadvertida por el ser humano. El sistema permite recuperar y guardar de forma sencilla los mensajes ocultos por medio de la obtención de planos de bit de cualquier imagen portadora. El sistema propuesto muestra resultados satisfactorios cuando se ocultan hasta dos mensajes en los planos menos significativos de la imagen portadora.

Palabras clave — Esteganografía, imagen digital, plano de bit.

Abstract — In this paper presents the implementation of an information protection system based on the application of a steganography algorithm on digital images. The system developed as a graphical user interface, allows to easily hide information within an image called carrier. The hidden information, presented in the form of a binary image and called host image, replaces one of the planes of the carrier image to go unnoticed by the human being. The system allows you to easily recover and save hidden messages by obtaining bit planes of any carrier image. The proposed system shows satisfactory results when up to two messages are hidden in the least significant planes of the carrier image.

Keywords — Steganography, digital image, bit plane.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente se tiene una gran dificultad para guardar, recibir y enviar información sin que un agente externo tome posesión de la información que no ha sido destinada a este. Las personas a lo largo del tiempo han buscado métodos que les permita comunicarse con otras personas sin que su información caiga en manos indeseadas antes que a los receptores a quienes va dirigida, uno de estos métodos es codificar la información para que personas que no tuvieran conocimiento de este código no puedan decodificar la información y apoderarse de ella. En la actualidad un método comúnmente utilizado para proteger información es la criptografía, que consiste en mandar un mensaje que solo podrá leerlo la persona que cuente con la contraseña para poder leer este mensaje, sin embargo, desafortunadamente los métodos anteriormente mencionados tienen una desventaja y es que el solo hecho de cifrar o enviar un mensaje con caracteres sin sentido llama la atención de personas u organizaciones que desean obtener esa información y pueden simplemente impedir que el mensaje llegue a su destino o en el peor de los casos que con técnicas de descifrado puedan obtener la información y utilizarla en pro de sus objetivos.

¿Pero, y si pudiéramos enviar información sin que nadie pueda darse cuenta que es enviada?, no habría sospecha en algo que no puedes detectar y el mensaje sería enviado con éxito, de esta cuestión surge la necesidad de implementar un sistema de protección de información basado en la Esteganografía [1].

II. MARCO TEÓRICO

A. Esteganografía

La Esteganografía es un conjunto de diferentes técnicas que permite ocultar información en un objeto portador pudiendo ser este otro tipo de información expuesta como mensajes de texto, imagen, video, audios, etc., mediante el cual podemos enviar o guardar información que se contiene oculta en el medio portador asiendo así pasar desapercibida la información que se quiere enviar (información huésped) o guardar realmente [1].

B. Imagen digital

Es una función bidireccional $f(x,y)$ donde la amplitud de f es el valor de intensidad de brillo o tonalidad de gris en cualquier par de coordenadas (x,y) que pertenezcan a una imagen de dimensiones $M \times N$, donde f, x, y y son números finitos, la posición (x,y) y la intensidad conforman un pixel [2].

C. Plano de bit

El plano de bit es un espacio de memoria que registra un único bit correspondiente a la profundidad o intensidad de cada pixel que compone una imagen digital. Se le denomina plano porque es una matriz que contiene en las coordenadas de cada pixel el estado de un bit del valor de intensidad del pixel [3].

III. METODOLOGÍA

El sistema de Esteganografía implementado consta de tres etapas con las cuales se consiguen remplazar hasta un 1.1764% de la información de la imagen portadora con un mensaje huésped sin alterar la imagen original lo suficiente como para que las modificaciones sean perceptibles a la visión humana.

En la primera etapa, se obtienen los 8 planos de bit de la imagen portadora tal y como se representa en la Figura 1. En la segunda etapa, se sustituye un plano de bit de la imagen portadora, por una imagen huésped que corresponde con el mensaje que se desea ocultar, siendo dicha imagen huésped una imagen binaria con las mismas dimensiones que la imagen portadora, tal y como se aprecia en la Figura 2. Finalmente, en la tercera etapa, se construye la imagen de salida conformada por la imagen portadora y la imagen huésped, tal y como se representa en la Figura 3.

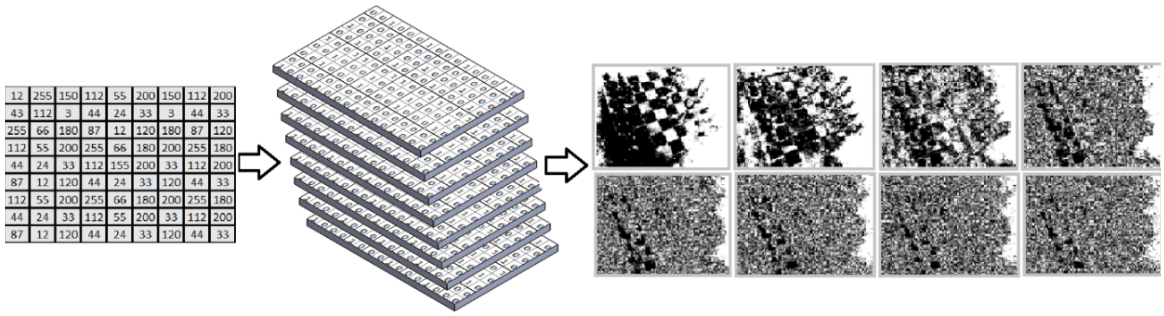


Figura 1. Primera etapa: obtención de los planos de bit.

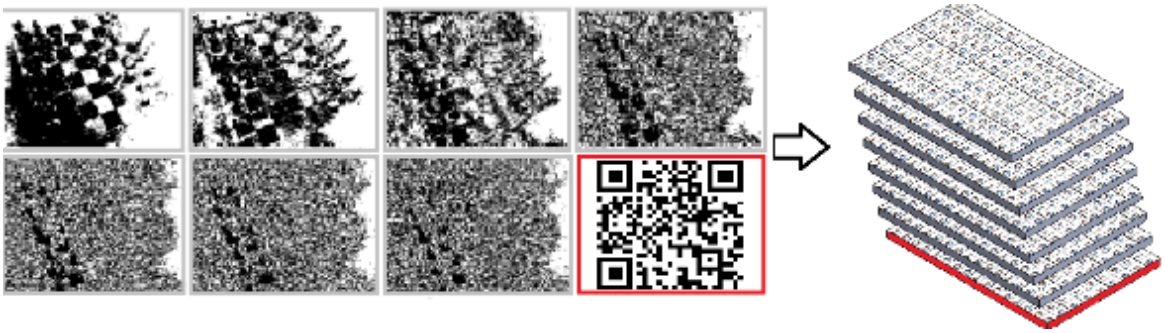
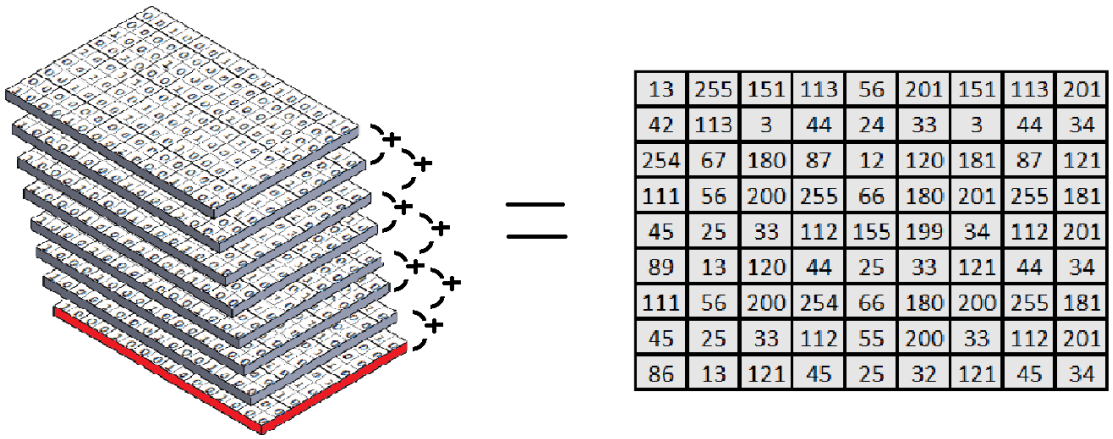


Figura 2. Segunda etapa: sustitución de un plano por mensaje (imagen huésped).



13	255	151	113	56	201	151	113	201
42	113	3	44	24	33	3	44	34
254	67	180	87	12	120	181	87	121
111	56	200	255	66	180	201	255	181
45	25	33	112	155	199	34	112	201
89	13	120	44	25	33	121	44	34
111	56	200	254	66	180	200	255	181
45	25	33	112	55	200	33	112	201
86	13	121	45	25	32	121	45	34

Figura 3. Tercera etapa: construcción de imagen de salida.

La metodología implementada por el sistema de protección de información (SiPoIn) se detalla a continuación:

Se considera una matriz con los valores de intensidad asociados a una imagen en escala de grises con dimensiones *M x N* y una profundidad de color de 8 bits. A continuación, se obtienen los 8 planos de bit de la imagen, identificados como los planos B0, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7. Enseguida, el mensaje huésped que corresponde con una imagen binaria de dimensiones *M x N*, debe ser insertada en uno de los planos con menor aporte de valor de intensidad a la imagen portadora, siendo estos los planos B0 y B1.

Una vez remplazado el plano de bit por la imagen binaria se obtiene el valor de intensidad para cada pixel de la imagen con el mensaje huésped partir de los ocho planos de bit mediante la suma del aporte de intensidad de cada plano de bit. El aporte de intensidad de cada plano está dado por la Ecuación 1 y solo aporta este valor a los pixeles en la posición donde los bits están en estado 1.

$$\alpha_i = 2^{i-1} \quad (1)$$

donde *α* es el aporte de intensidad a la imagen del plano con que contiene los bits de la posición *i* del número de intensidad de cada pixel y el subíndice *i* es el número de la posición del bit asignado a cada plano empezando de derecha a izquierda.

El sistema SiPoIn, implementado bajo el entorno de desarrollo de Matlab, implementa la metodología antes mencionada y permite cumplir el objetivo de este trabajo. El sistema SiPoIn, contiene un panel de selección de planos (elemento 1 en la Figura 4), en el cual se permite seleccionar el plano de la imagen portadora que deseamos sustituir por nuestra imagen huésped (elemento 2 en la Figura 4) y una ventana de vista previa, la cual muestra el aspecto de la imagen portadora con el mensaje huésped insertado en el plano seleccionado (elemento 3 de la Figura 4).

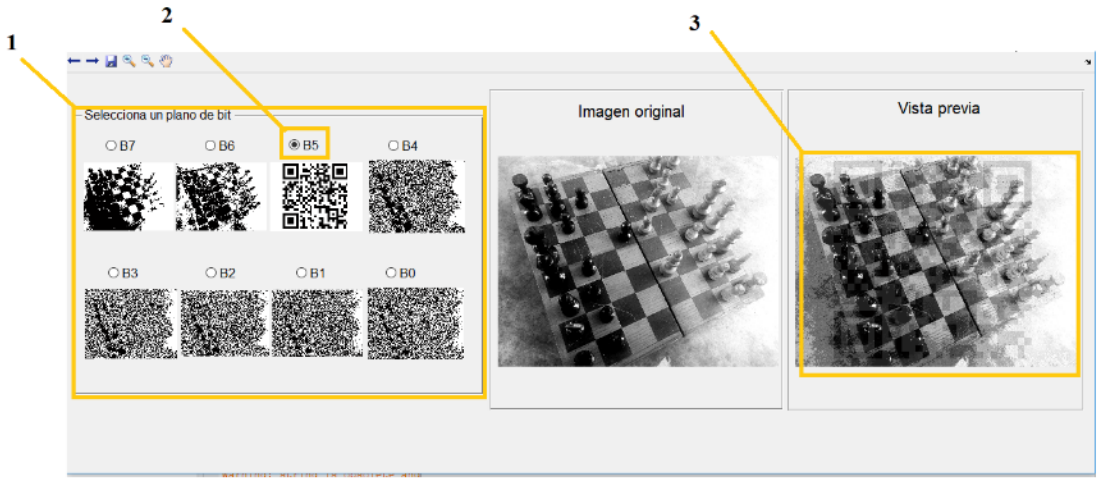


Figura 4. Interfaz gráfica de usuario desarrollada, SiPoIn.

IV. RESULTADOS

En la Figura 5 se muestran un ejemplo de imagen portadora y dos ejemplos de imágenes huésped utilizadas en las pruebas realizadas. La Figura 6b, muestra el resultado de insertar el mensaje huésped 1 en el plano B0. La Figura 6c, muestra el resultado de insertar dos mensajes huésped en la imagen portadora: el mensaje huésped 1 en el plano B0 y el mensaje huésped 2 en el plano B1.

a) b) c)

Figura 5. En a) imagen portadora, en b) imagen binaria asociada al mensaje huésped 1, en c) imagen binaria asociada al mensaje huésped 2.

a) b) c)

Figura 6. Resultados obtenidos al insertar en la imagen portadora de la extrema izquierda, uno y dos mensajes huésped (centro y extrema derecha respectivamente).

V. DISCUSIÓN

La Figura 6 sugiere que la inserción de uno o dos mensajes ocultos en forma de imágenes huésped es posible y viable sobre la misma portadora, siempre y cuando sean introducidos en los planos de bit menos significativos, preferentemente en los planos B0 y B1. Lo anterior queda de manifiesto al observar que prácticamente las tres imágenes contenidas en la Figura 6 se perciben iguales (por el ser humano).

Es importante señalar, que la inclusión de mensajes ocultos en forma de imágenes huésped en planos diferentes al B0 y B1 es posible, pero su viabilidad estará comprometida de manera importante y sujeta a las particularidades de la composición de los mensajes e incluso, de la imagen portadora.

VI. CONCLUSIONES

El sistema de protección de información basado en estegoalgoritmo e imágenes digitales hace posible la protección de información mediante el procesamiento digital de imágenes. El sistema consigue ocultar exitosamente hasta dos imágenes binarias dentro de una imagen en escala de grises, además permite recuperar los mensajes ocultos de forma sencilla mediante la obtención de los planos de bit de cualquier imagen en escala de grises.

El sistema fue probado mediante la observación directa de los cambios en al aspecto visual de una imagen en escala de grises, obteniendo resultados satisfactorios al ocultar las imágenes huésped en los planos de bit menos significativos de la imagen portadora.

VII. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Instituto Tecnológico Superior de Irapuato y CONACyT por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano, , así como al Dr. Gerardo Trejo Caballero por su seguimiento y aportes a lo largo de la elaboración de este trabajo.

REFERENCIAS

[1] Niels Provos. “Defending Against Statistical Steganalysis”. *In Proceedings of the 10th USENIX Security Symposium*, pages 323–335, August 2001.

[2] A. Borah and B. Borah, “A Spatial Domain Reversible Visible Watermarking Technique for Textured Images”, *International Journal of Computer Applications*, vol. 129, No.14, pp. 0975 – 8887, November 2015.

[3] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, *Digital Image Processing*, third edition, New Jersey, Ed. Prentice Hall, 2009.

Sistema de registro de asistencias por medio de un reconocedor biométrico

Emmanuel De Jesús Velásquez Martínez
Universidad Autónoma de Zacatecas
Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica.
Carretera Zacatecas – Guadalajara Km. 6,
Ejido la Escondida, C.P. 98160, Zacatecas, Zac.
zefeca27@gmail.com

Asesor: Aldonso Becerra Sánchez
Universidad Autónoma de Zacatecas
Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica.
Carretera Zacatecas – Guadalajara Km. 6,
Ejido la Escondida, C.P. 98160, Zacatecas, Zac.
a7donso@uaz.edu.mx

Resumen — Actualmente las tareas de un profesor universitario que imparte un curso en una institución educativa requieren una relación entre la sesión de clase presencial y el registro de asistencia del estudiante, por lo que un mecanismo convencional para registrar dicha actividad de asistencia es capitalizado en una hoja de papel, dejando de lado al alumno. Este trabajo tiene como objetivo el diseño de un sistema asequible basado en biometría dactilar para el registro de asistencia del estudiante por cada curso al que asiste. La infraestructura desarrollada para este tipo de sistema requiere portabilidad y usabilidad. El producto del control será obtenido por medio de un reporte de asistencias de huella digitalizada dactilar con mecanismo fiable de seguridad.

Palabras clave — Huella dactilar digital, lector de huella digital, Raspberry PI, registro de asistencia biométrico.

Abstract — Nowadays the tasks of a university professor who teaches a course in an educational institution require a relationship between the face-to-face class session and the student's attendance record, so that a conventional mechanism to record such attendance activity is capitalized on a sheet of paper, leaving aside the student. The aim of this work is to design an affordable system based on fingerprint biometrics for the registration of student attendance for each course attended. The infrastructure developed for this type of system requires portability and usability. It also has a desktop application developed in Python that provides user management functions.

Keywords — Digital fingerprint, fingerprint reader, Raspberry PI, biometric attendance record.

I. INTRODUCCIÓN

Es habitual que en la mayoría de las instituciones educativas la asistencia de un alumno a sus sesiones de clase en sus diferentes asignaturas es una condición importante para tener derecho a evaluaciones parciales y finales. El requisito de asistencia regular significa que el alumno debe estar presente durante al menos el 80% del tiempo de clase. También significa que el estudiante debe estar presente en la institución durante todo el período durante el cual se está impartiendo el curso. Los maestros tienen el derecho de excluir a los estudiantes de los exámenes para esa materia si no están en clases el 80% del tiempo.

El sistema de registro de asistencia evita que se presenten varias anomalías respecto en las que puede incurrir la perspectiva del curso del estudiante. El presente trabajo trata de brindar un sistema que permita, de manera activa y con movilidad, el registro de asistencias presenciales de estudiantes por medio de la interacción directa de él con el módulo correspondiente.

En este sentido, trabajos relacionados al tema biométrico se han ido desarrollando para ir solventando tareas similares y limitaciones de estos procesos manuales o semi-automáticos de registros de asistencias en entornos académicos. Con el fin de plasmar una

tecnología institucional, móvil, económica y que brinde solución a situaciones como estas, el sistema propuesto en este trabajo tiene como intención brindar un mecanismo controlado y no susceptible a falsificación de identidad o suplantación de procesos de asistencia, ya que se da por un procedimiento biométrico de huella digital, la cual es no transferible.

II. MÉTODO

Para el desarrollo de este sistema se optó por una metodología ágil conocida como Prototyping. Esta metodología se define como un método de desarrollo de sistemas en el que un prototipo (una aproximación temprana de un sistema final o producto) es construido, probado y luego reinventado según sea necesario. El proceso continua hasta que finalmente se logre un prototipo aceptable a partir del cual el sistema o producto completo puede ser ahora desarrollado [1]. Este modelo de prototipo permite obtener feedback de algunos de los interesados en el sistema en etapas tempranas, haciendo que funcionalidades del sistema fueran descartadas o suprimidas mientras que nuevas funcionalidades y necesidades fueran agregadas conforme van siendo requeridas. El prototipo es una versión preliminar, intencionalmente incompleta o reducida de un sistema [2].

El enfoque Prototyping sigue un proceso que se repite en cada iteración [3-4] (ver figura 1). Durante el establecimiento de los objetivos del prototipo, el fin es el seleccionar una de las funcionalidades a desarrollar y definir hasta donde llegaría el prototipo en etapa de evaluación. Esta tarea requiere de la selección cuidadosa de características que requieran ser evaluadas por el usuario final para su aprobación o desecho. Cada uno de estos pasos nos permite mejorar el sistema, incluso antes de que esté finalizado.

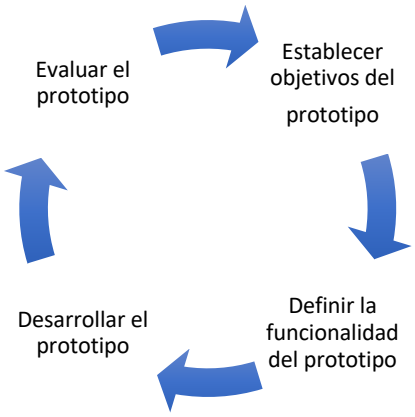


Fig. 1. Ciclo de vida del prototipo.

III. RESULTADOS

A. Panel de control de la aplicación de escritorio

En la figura 2 se muestra el panel de control principal de la aplicación de escritorio para el usuario (docente), la cual está dividida en tres secciones. La primera sección (parte superior de la ventana) está compuesta por cuatro botones de funcionalidad y una etiqueta

para mostrar la referencia la fecha actual. El botón "Agregar Alumno" tiene la tarea de mostrar una ventana con el formulario correspondiente a sus datos; el segundo botón "Asignar Clases" consiste en enrolar a los alumnos registrados a sus respectivas clases; el tercer botón "Generar Reportes" permite realizar los reportes de asistencia de forma individual, o si se requiere, en forma de clase-grupal; por último se tiene un cuarto botón que permite configurar la base de datos, este último tiene la finalidad de generar un archivo de configuración para la base de datos, cuyo archivo es utilizado por el módulo de asistencia montado en la tarjeta Raspberry Pi.

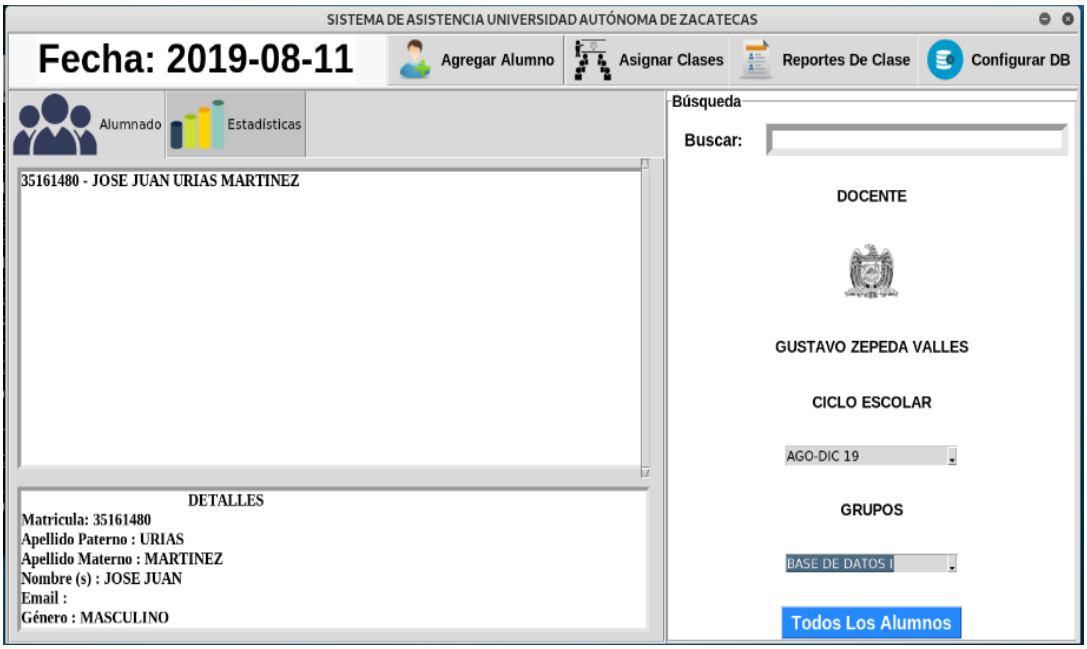


Fig. 2. Panel de control de la aplicación de escritorio.

En la sección 2 (parte izquierda de la ventana de la figura 2) se muestra un listado de los alumnos que se encuentran registrados en el sistema. Si en este listado se realiza un doble clic se desplegará una ventana que contiene una serie de widgets que realizan dos acciones: editar datos del alumno y eliminar alumno. Por parte de la sección 3 (parte derecha de la ventana de la figura 2), se tiene un panel para búsqueda y los grupos que tiene el docente en un determinado ciclo escolar. En el componente de búsqueda se localiza el estudiante tecleando en el cuadro de texto la matricula o nombre y en automático en listado de la sección 2 empezará a mostrar coincidencias del alumno.

Para generar un reporte de asistencia de un alumno se usó ReportLab, el cual permite crear documentos PDF complejos y basados en datos y gráficos vectoriales personalizados [ReportLab, 2019]. El reporte generado en la figura 3 muestra el nombre completo del alumno, Programa Académico al que está inscrito, matricula, materia de la clase, nombre del docente, ciclo escolar, historial de la clase, clases totales, clases asistidas por el alumno, total, de retardos (3 retardos equivalen una falta), faltas totales y finalmente, el porcentaje total obtenido por el alumno, así como la fecha de expedición del reporte.

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS

"Fracisco García Salinas"

El alumno EMMANUEL DE JESÚS VELÁSQUEZ MARTÍNEZ inscrito dentro del programa INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN con la matrícula 35161479, que se encuentra cursando la materia de REDES con el docente PEDRO LUIS MTZ, obtuvo el siguiente reporte de asistencias dentro del ciclo escolar 2019-NON:

Se impartieron un total de 52 clases

El alumno asistió a un total de clases 32

El alumno obtuvo un total de retardos 2

El alumno faltó a un total de clases 8

El porcentaje final de asistencia del alumno EMMANUEL DE JESÚS VELÁSQUEZ MARTINEZ con matrícula 35161479 durante el curso de REDES fue del 61 porciento.

2019-07-12 20:45:21.905222, Zacatecas, Zacatecas, México

Fig. 3. Reporte generado por Reportlab para las asistencias de un alumno a clase.

B. Módulo de registro de asistencias

En la figura 4 (a) se observa el estado del módulo de toma de asistencia. En la pantalla lcd 16x2 se muestra un mensaje (conjuntamente con el led verde) que indica que el módulo se encuentra funcionando correctamente (respecto a la conexión a la base de datos y al lector biométrico). En la figura 4 (b) se evidencia como un alumno predeterminado llega y coloca su dedo con el que se cotejará al registrado en un inicio.

a) b)

Fig. 4. Estado de en línea para toma de asistencia en modulo biométrico a) en línea y b) disponible para lectura.

En la figura 5 se revela el pase de lista del estudiante (inciso a). El mensaje que arroja en la pantalla lcd es la matrícula del alumno, así como la fecha y hora de entrada (inciso b), registrando esta información al instante en la base de datos.

a) b)

Fig. 5. Toma de asistencia y mensaje en donde se encontró el alumno inscrito a) validación de matrícula y b) registro de hora.

Finalmente, en las figuras 6 (a) y (b) se muestran dos posibles errores que pudieran ocurrir durante el uso del módulo de la toma de asistencia: i) el lector no está conectado o se encuentra dañado; ii) no se puede establecer la comunicación hacia la base de datos, realizando de manera automática un reintento de enlace.

a) b)

Fig. 6. Casos de error en el módulo biométrico a) error en el lector y b) error en conexión a BD.

IV. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Bajo el marco de trabajo de la funcionalidad del prototipo presentado en este trabajo, se debe recordar y tomar en cuenta la probabilidad y consideraciones de cambios futuros en cualquier diseño y desarrollo de software [2-3], que se ilustran a través de la tabla 1. Las “interfaces” representan los elementos gráficos, la “funcionalidad” son las reglas del negocio (requisitos del usuario), los “datos” y “funciones” equivalen a los componentes internos que se usan para describir a los “objetos”, en tanto que la “información” representa el dominio del problema en una aplicación. Cabe resaltar que la arquitectura del sistema presentado debe distinguir entre elementos con mayor y menor probabilidad de cambios. De igual manera, el desarrollo del sistema de software propuesto debe contemplar un modelo de procesos en el que los componentes de mayor probabilidad de cambio no “arrastren” a los más estables.

Tabla 1. Probabilidad de cambios futuros en el software usando elementos de diseño.

Elemento	Probabilidad de Cambio
Interfaces	Alta
Funcionalidades	Alta
Datos	Mediana
Funciones	Mediana
Objetos	Baja
Información	Baja

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El tener implementado un sistema de control de este tipo dentro del aula de una institución educativa de nivel superior permite obtener un informe de asistencia de los alumnos, ofreciendo al profesor determinar el estado de desempeño de los estudiantes. De esta manera se puede tener el historial a través de los ciclos escolares de los estudiantes, obteniendo estadísticas y apoyo en proceso de tutoría.

El sistema desarrollado ofrece funcionalidades de acceso a una base de datos Oracle, un módulo de control central de escritorio para el alta y modificación de registros de estudiantes y consultas de reportes, además del módulo principal que lleva el registro en línea de las asistencias a sesiones de clases de alumnos. Las pruebas realizadas al momento muestran una gran efectividad de la propuesta. Para trabajo futuro se plantea que el sistema permita migrar a nuevos tipos de mecanismos biométricos. Se espera que en poco tiempo el sistema sufra un crecimiento de uso y aceptación en la comunidad.

VI. RECONOCIMIENTOS

Agradezco infinitamente al docente Dr. Aldonso Becerra Sánchez de la institución Universidad Autónoma De Zacatecas, así como al comité organizador por proporcionar las facilidades y apoyo otorgado durante la estancia de verano permitiéndome realizar en conjunto la presente investigación que se expuso en este artículo, además de haberme asesorado en cada una de las actividades que conformaron el proyecto al mismo tiempo de adquirir nuevos conocimientos para aplicarlos en diferentes áreas afines.

REFERENCIAS

[1] "*What is Prototyping Model? - Definition from WhatIs.com", SearchCIO, 2005*. Disponible en: https://searchcio.techtarget.com/definition/Prototyping-Model. [consultado en abril 2018].

[2] Weitzenfeld, A. & Guardati, S. Capítulo 12: Ingeniería de software: el proceso para el desarrollo de software. *Libro: Introducción a la Computación. México D.F: CENGAGE Learning*, 2007.

[3] Becerra, A. Aplicación gestora de contenidos de aprendizaje personalizados para un ambiente híbrido de tipo virtual-presencial, *Academia Journals Morelia*, 2018.

[4] D. Hamlet and J. Maybee, *The engineering of software*. Boston: Addison Wesley, 2001.

Sistema de reutilización y tratamiento de aguas grises automatizado

Jair Emmanuel Ramirez Flores
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. del Valle 2301, Guardarrayas, 36425 Gto
lrs16110286@purisima.tecnm.mx

Asesora: Dolores Ayala Muñoz
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. del Valle 2301, Guardarrayas, 36425 Gto
dolores.am@purisima.tecnm.mx

Resumen — En este trabajo se presenta la implementación de un sistema de riego automatizado con aguas residuales. La novedad en el proyecto es la filtración de las aguas grises y la automatización al momento de regar el agua solo cuando sea necesario por medio de sensores de humedad que serán los encargados de verificar si es necesario el riego. El usuario del sistema no tendrá que hacer más que lavar como lo hace normalmente, y el agua que va quedando almacenada se utilizara cuando se a merite automáticamente, claro que previamente el agua se filtrara para que no cause daño al jardín.

Palabras clave — Sistema de riego, filtración del agua, automatizado.

Abstract — This paper presents the implementation of an automated irrigation system with wastewater. The novelty in the project is the filtration of gray water and automation when watering only when necessary by means of humidity sensors that will be in charge of verifying if irrigation is necessary. The user of the system will not have to do more than to wash as he normally does, and the water that is being stored will be used when it is automatically allowed, of course previously the water will be filtered so that it does not cause damage to the garden.

Keywords — Irrigation system, water filtration, automated.

I. INTRODUCCIÓN

Con el paso del tiempo el desgasto y desperdicio de agua ha sido un problema que va de mal en peor, cada día se tira y no se aprovechan grandes cantidades, esto ha ocasionado los escases en varias zonas.

Varios proyectos han intentado disminuir el desperdicio de esta, tratando con varios métodos para su mayor aprovechamiento. Este proyecto ofrece la oportunidad de aprovechar este recurso tan valioso de una manera muy innovadora.

La novedad en el proyecto es la filtración de las aguas grises y la automatización al momento de regar el agua solo cuando sea necesario por medio de sensores de humedad que serán los encargados de verificar si es necesario el riego. El usuario del sistema no tendrá que hacer más que lavar como lo hace normalmente, y el agua que va quedando almacenada se utilizara cuando se a merite automáticamente, claro que previamente el agua se filtrara para que no cause daño al jardín.

Todo esto acompañado del gran impacto que lleva con si el notable ahorro de agua que se tendrá ya que su aprovechamiento hará que la poca agua que se utilice sea de mayor rendimiento.

Estamos en tiempos cruciales y el cuidado del agua es un tema de mucha importancia, por lo mismo hay grandes empresas que todos conocemos dedicadas al cuidado de la

misma, tales como Coca-Cola Company, Grupo Danone México. y otras que se dedican directamente al cuidado del agua con procesos y movimientos de concientización, tales como la Fundación Cuidemos el Agua y Wáter Protección.

II. MARCO TEÓRICO

A. El sensor y módulo de medición

El módulo FC-28 que es la sonda que se utiliza para medir la humedad viene acompañado de otra board que es la que se encarga de entregar la medición del sensor de forma análoga o digital, esta board trae un circuito comparador LM393 y un potenciómetro. (Electronics, 2018)

B. Arduino UNO

El Arduino UNO es un microcontrolador basado en el microchip ATmega328P y está desarrollado por Arduino.cc. La placa está equipada con varios pines digitales o analógicos de entrada/salida (I/O) que pueden estar interconectados a otras placas de expansión (shields) y otros circuitos. La tarjeta tiene 14 pines Digitales, 6 pines Analógicos, y es programable con el Arduino IDE (Integrated Development Environment) a través de un cable USB de tipo B. Puede ser alimentado con el cable USB o con una batería externa de 9 voltios. Aunque acepta voltajes entre 7 y 20 voltios. (Wikipedia, 2019)

Para tener una mayor cantidad de opciones respecto a la manera en que podríamos filtrar el agua de la lavadora, realizamos una serie de investigaciones para encontrar distintos procesos para la trata de aguas grises y estos mismos enlistarlos.

Desinfección por ebullición: Este método es bastante sencillo ya que consiste en hervir el agua durante un lapso de 15 a 30 minutos. Sin embargo, presenta la desventaja de tener una alta concentración del contenido de minerales disueltos a causa de la vaporización del agua.

Desinfección con cloro: Utilizar cloro es uno de los procesos más comunes que se utilizan para eliminar las bacterias que contiene el agua. La cantidad que se debe agregar depende de la concentración de esta sustancia, por lo general suelen ser tres gotas por litro. Luego de hacer esto se debe esperar una hora antes de tomarla.

Uso de filtros: Los filtros están hechos de materiales con una superficie que tiene la capacidad de absorber pequeñas partículas contaminantes. Entre estos se encuentran los siguientes:

- Filtro de cerámica: separan materia sólida del líquido gracias a que presenta un poro muy fino. Sin embargo, pueden llegar a desarrollarse colonias de microorganismos sobre esta.
- Filtro de carbón activado: este material tiene millones de agujeros microscópicos que se encargan de capturar y romper las moléculas de los contaminantes. Tiene la capacidad de eliminar el cloro, el mal olor y sabores desagradables.

Purificación por ozono: Este gas descompone los organismos vivos sin dejar ningún residuo químico. Se encarga de mejorar el aspecto, olor, sabor y de disminuir la cantidad de sólidos en suspensión. Elimina bacterias, inactivo virus y otros microorganismos. Sus principales desventajas es que tiene un costo alto, requiere mantenimiento constante, instalación especial y uso de energía eléctrica.

Desinfección por rayos ultravioleta UV: La luz ultravioleta es una forma de luz invisible al ojo humano que es útil para desinfectar el agua. Al someter las bacterias y virus a estas longitudes de onda, se vuelven incapaces de reproducirse y de infectar.

Purificación por ósmosis inversa: Este proceso utiliza una membrana semipermeable que se encarga de separar y eliminar los sólidos presentes en el agua, además de sustancias orgánicas, virus y bacterias. (Agua, 2019)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El sistema funciona de esta manera:

- Se realizo el proceso de lavado, y posteriormente se tiene el agua resultante, almacenada en una caneca (como se observa en la Figura 2), donde a base de la piedra alumbre, será limpiada y los residuos como jabón y de más de ella, serán separara dos dejándolos ahí mismo, después para la filtración de residuos más sólidos, en la abertura para que el agua salga del contenido, contaremos con una cortina de filtro de malla para retenerlos (como se muestra en la Figura 1)
- Una vez que el agua esta filtrada y sin contenidos que puedan perjudicar las plantas y más cosas del jardín, el agua almacenada en la caneca es extraída por medio de una bomba de agua que funciona automáticamente respecto a las condiciones de los sensores de humedad ubicados e en el jardín, esto para la automatización y aprovechamiento necesario (como se muestra en la Figura 3)
- Cuando el jardín se encuentra seco, los sensores de humedad automáticamente encienden la bomba para iniciar con el riego.
- Cuando el jardín está lo suficientemente húmedo, el sensor lo detecta y apaga la bomba para que de esta manera no se ahoguen las plantas ni se perjudique el jardín.

Figura 1

El sensor y la bomba esta previamente programados por medio de un Arduino para que el usuario no tenga que hacer ningún proceso que se pueda complicar.

Figura 2

Figura 3

Como resultado final se obtuvo un pequeño dispositivo que sirve para estar revisando en tiempo real la humedad de nuestro césped, y de esta manera darnos cuenta cuando se está regando el jardín ya que el dispositivo lo hará automáticamente, todo esto gracias a las configuraciones, conexiones y procesos vistos previamente (como se muestra en la Figura 4).

Figura 2. Dispositivo

```
if(lecturaSensor() < 20){
lcd.clear();
  lcd.print("PASTO SECO ");

  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Humedad: ");
  lcd.print(lecturaSensor());
  lcd.print("%");
  digitalWrite(bomba,LOW);
}else{
  if(lecturaSensor() < 70){
    lcd.clear();
  lcd.print("PASTO SEMI-HUMEDO ");

  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Humedad: ");
  lcd.print(lecturaSensor());
  lcd.print("%");
    }else{
      if(lecturaSensor() < 200){
    lcd.clear();
  lcd.print("PASTO HUMEDO ");

  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Humedad: ");
  lcd.print(lecturaSensor());
  lcd.print("%");
```

Figura 5, Parte de código del sensor

IV. RESULTADOS

Con la finalidad de verificar la seguridad y eficacia del Sistema propuesto y a implementar, aplicamos una serie de pruebas, estas fueron por partes.

Primero se verifico el sensor respecto a la configuración de la humedad que se le había hecho en la programación para determinar un cierto límite en el que podríamos decir que el pasto ya está seco o húmedo respectivamente.

Podemos ver las variaciones que se le asignaron al sensor respecto a las pruebas, tal como se muestra en la Figura 4.

Además, se consideró la prueba de la filtración del agua con algunos de los métodos que se habían investigado a lo largo del desarrollo del proyecto.

V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En base a la metodología desarrollada en el proyecto, se puede decir que el protocolo en general cumple el propósito para lo que fue desarrollado, desde el almacenamiento del agua hasta la optimización de la misma, hay varios puntos que podrían variar los resultados obtenidos a lo largo de lo que se trabajó.

El tiempo es un factor crucial para el desarrollo de este proyecto, ya sea para bien o para mal, si varia demasiado respecto a lo que se considero puede llegar a afectar bastante los resultados.

En general se puede decir que se cumplió los objetivos establecidos al inicio del proyecto, aunque los resultados pueden ser optimizados.

VI. CONCLUSIONES

Para concluir, a lo largo del desarrollo del proyecto y con las investigaciones realizadas, se pudo llevar a cabo todo de manera correcta, perfeccionamos aspectos en la codificación del sensor ya que se tenían ciertos detalles que podían ser mejorados.

Se llego a lo que se esperaba, sin embargo, aún hay varias áreas de oportunidad para tener un sistema más completo.

Los resultados que obtuvimos nos dan la veracidad de que el sistema si está al mando del sensor y que con éxito se pudo configurar la variación del mismo para que funcione correctamente en el momento que se le requiere evitando desperdicios.

VII. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

REFERENCIAS

1. Agua, F. d. (06 de 2019). Metodos para purificar el agua. Obtenido de https://fandelagua.com/6-metodos-para-purificar-el-agua/

2. Electronics, M. (06 de 2018). Madness Electronics. Obtenido de http://www.madnesselectronics.com/tutorial-sensor-de-humedad-de-suelo/
3. Wikipedia. (06 de 2019). Wikipedia Arduino. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Arduino_Uno

Sistema de seguridad y monitoreo de un vehículo eléctrico mediante un sistema de RF aplicando tecnología 4.0

Amado Carrera Austin
Universidad Politécnica de Querétaro
Carretera Estatal 420 S/N, El Rosario, El Marques, Qro. Tel 4421019000
017022704@upq.edu.mx

Asesor: Alejandro Martínez Badillo
Universidad Politécnica de Querétaro
Carretera Estatal 420 S/N, El Rosario, El Marques, Qro. Tel 4421019000
alejandro.martinez@upq.edu.mx

Resumen — El proyecto es una implementación de la tecnología 4.0, la cual consiste en un carrito con moto-reductores controlado por medio de comunicación bluetooth y un Arduino 1, utilizando una aplicación en MIT app inventor. La aplicación recibe datos de los sensores instalados en el carrito, estos datos son almacenados y enviados a la nube de firebase en tiempo real para la consulta de su velocidad, RPM, Nivel de baterías entre otros datos.

Palabras clave — Tecnología 4.0, Comunicación en tiempo real, Nube de datos.

Abstract — The project is an implementation of 4.0 technology, which consists of a trolley with geared motors controlled by a Bluetooth communication device and an Arduino 1, using an application in MIT app inventor. The application receives data from the sensors installed in the trolley, these data are stored and sent to the cloud storage of firebase on real time for consultation of its speed, RPM, level of batteries between other data.

Keywords — Technology 4.0, Real time communication, Cloud storage.

I. INTRODUCCIÓN

La tecnología 4.0 es un nuevo concepto que hace referencia a la incorporación de las nuevas tecnologías a la fase de la digitalización del sector industrial y automovilístico. La tecnología 4.0 implica una mayor individualización de la oferta y mayor flexibilidad de los sistemas y, para ello, es preciso que toda la información derivada del sistema esté disponible en tiempo real en todos los departamentos y áreas de una organización. Los productos inteligentes se caracterizan por disponer de electrónica, software y conectividad lo que, en conjunto, le dotan de nuevas características, capacidades y funciones. La conectividad les proporciona capacidad de comunicación máquina a máquina e interacción con humanos [1]. Equipados con sensores captan información sobre su entorno y sobre su propio uso y estado, datos que pueden proporcionar a quien lo fabricó o gestiona su servicio. Esto a través de una aplicación móvil destinada al monitoreo. La conectividad permite extender la innovación a toda la empresa apoyándose en la información que fluye desde y hacia la fábrica y esto tener un historial detallado de actividades. Este tipo de aplicaciones sirve también a las compañías de viajes, servicios municipales y sociales.

II. MARCO TEÓRICO

El concepto de industria 4.0, surge en Alemania en 2011, para hacer referencia a una política económica gubernamental basada en estrategias de alta tecnología [2].

La tecnología 4.0 es un nuevo concepto que hace referencia a la incorporación de las nuevas tecnologías para la fase de la digitalización del sector industrial y automovilístico,

esto generarán enormes cantidades de datos a almacenar y procesar que deben ser accesibles on-line desde cualquier lugar. La nube permite este flujo de datos sin fronteras y elimina la necesidad de inversión en infraestructuras para incrementarla capacidad, permitiendo una flexibilidad sin precedentes. La conceptualización que existe sobre industria 4.0 es reciente, sin embargo, ha sido definida como una maquinaría física y dispositivos con sensores y software que trabajan en red y permiten predecir, controlar y planear mejor los negocios y los resultados organizacionales y operativos, por ello se pretende implementar en un vehículo controlado por medio de Arduíno y Bluetooth para tener una base de datos sobre su operación y control en tiempo real.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales utilizados dentro del desarrollo del proyecto fueron los siguientes:

Arduino uno
Puente h lm293
Módulo de bluetooth hc405
4 motor reductor 5v
Cables para proto protobroad
Chasis del carrito
Celular
Fuente de alimentación 12 v
Sensor pmw con su encoder
Estaño
4 ruedas para el carrito
La metodología seguida dentro del desarrollo del proyecto se describe a continuación.

Se realizó una programación por medio del software libre de arduino, así como se utilizó una placa microcontroladora de la misma donde se establece una comunicación serial usando Bluetooth.

Se hizo una aplicación o app que es el comando del sistema que, al comunicarse con el Sistema embebido, mande los datos deseados, on, off, izquierda, derecha.

Ensamble: se realizaron las conexiones necesarias y se montaron los diferentes partes del sistema. Las partes que conformaron el sistema se ven en la Figura 1.

Fig. 1. Sistema de adquisición de información.

IV. RESULTADOS

Se obtuvo un sistema de seguridad y monitoreo de un vehículo eléctrico que es una mejora aplicando la tecnología 4.0 (ver Figura 2), ya que esto nos permite tener una conexión inalámbrica donde por el cual se pudo almacenar datos del sensor de velocidad adaptado al carrito (ver Figura 3). Dichos datos se enviaron vía bluetooth desde el carrito a la aplicación en el celular, para posteriormente enviarse estos a una base de datos como se muestra en las figuras 4.

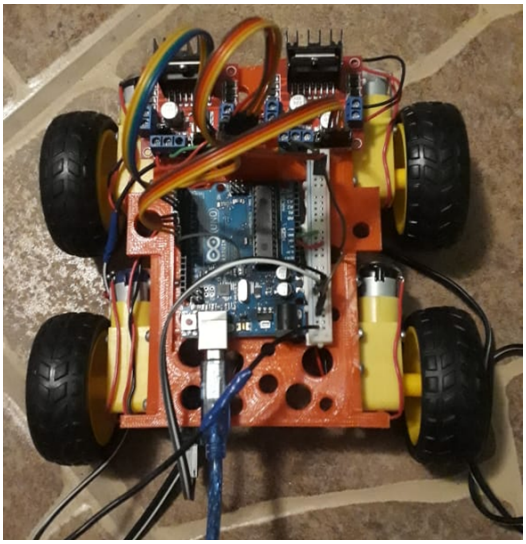


Fig.2. Se muestra el carrito prácticamente terminando integrado con los circuitos proporcionados.

Fig.3. La aplicación de MIT app inventor con los botones de control y text label con la velocidad actual.

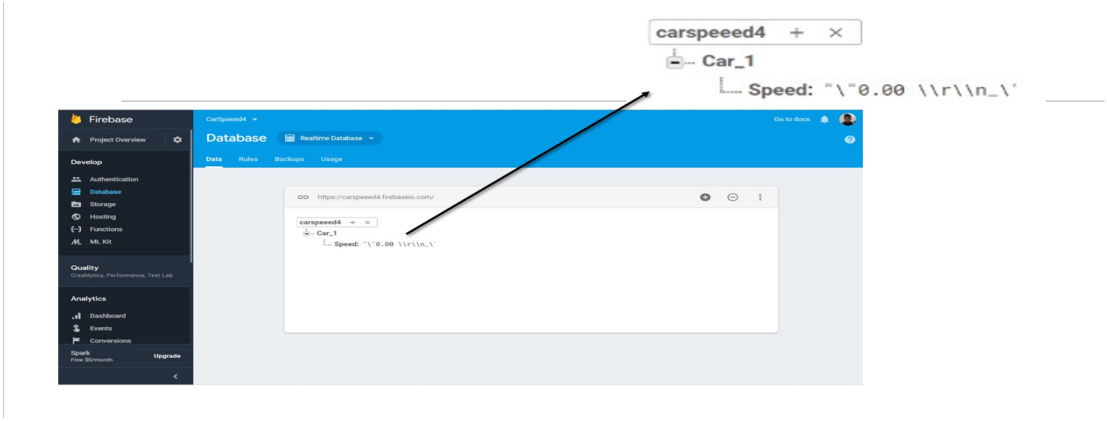


Fig. 4. La base de datos con la velocidad del carrito en tiempo real en firebase.

V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Se realizo, construyó y aplico la tecnología 4.0 en un prototipo, en donde como principalmente se habían planteado en la introducción, nuestra problemática a resolver era construir un sistema de seguridad y control para un automóvil eléctrico, y así poder facilitar la obtención de datos de los sensores acoplados a ellos, para que así todos los que tuvieran

acceso a la cuenta en la nube y pudieran ver en tiempo real lo que marcaban los sensores de velocidad del automóvil. Ya que muchas veces no sabemos las condiciones de nuestro coche, lo utilizamos y sin darnos cuenta podemos en riesgo nuestra vida.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con la finalidad de verificar la seguridad y monitoreo de un vehículo eléctrico, se aplicaron algunos cambios de programación, la cual se hizo por su acoplamiento y facilidad a programar, la cual nos permite aplicar la tecnología 4.0. Para arduino la creación de aplicaciones más conocida es MIT app inventor. Mit App inventor nos permite tener una conexión más fácil firebase. Como a futuro se busca implementar más sensores como carga de energía y ubicación, de igual manera tener un mejor lugar de almacenamiento de datos. Se concluye de ultimo que se obtuvo un almacenamiento de datos en tiempo real.

VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Politécnica de Querétaro por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

REFERENCIAS

[1] Román, J. L. (2016). Industria 4.0: la transformación digital de la industria. CONFERENCIA DE DIRECTORES Y DECANOS (pág. 10). Facultad de Ingeniería de la Universidad de Deusto: ccoddiinforme.

[2] Ynzunza Cortés, C. B., Izar Landeta, J. M., & Bocarando Chacón, J. (2017). Implications and Perspectives of Industry 4.0. Conciencia Tecnológica,, 54.

Sistema grafico de fallas en vehículos automotrices utilizando el OBDII

Adrian León Bermúdez
Universidad Politécnica de Querétaro
Carretera Estal 420 S/N, El Rosario, 76240 Qro.
016019663@upq.edu.mx

Asesor: Jonny Paul Zavala De Paz
Universidad Politécnica de Querétaro
Carretera Estal 420 S/N, El Rosario, 76240 Qro.
jonny.zavala@upq.edu.mx

Resumen — El objetivo de este proyecto es diseñar e implantar un sistema de fallas empleando la infraestructura y comunicaciones presentes en un vehículo mejorando la efectividad del protocolo OBDII empleando técnicas de corrección de errores y transferencia de datos en redes de alta latencia. ¿Es posible implementar un sistema empleando los recursos existentes en un vehículo?, en un sistema de comunicaciones los protocolos dictaminan las reglas necesarias para lograr el intercambio de información entre dos o más dispositivos. Mediante los protocolos OBDII y MQTT es posible el intercambio de información "Vehículo – IoT dispositivo" gracias a esto es posible la adquisición de información que otorga el vehículo a sistemas gráficos comprensibles por el ser humano otorgando la posibilidad de conocer las fallas existentes en su vehículo. Mediante el proceso de adquisición, procesamiento y despliegue de fallas el usuario conocerá la ubicación exacta de una falla presente.

Palabras clave — OBD2, MQTT, IoT, CAN, LIN

Abstract — The objective of this project is to design and implement a fault system using the infrastructure and communications present in an improved vehicle modifying the OBDII protocol using error correction techniques and data transfer in high latency networks. Is it possible to implement a system using the necessary resources in a vehicle? In a communications system the protocols dictate the rules necessary to achieve the exchange of information between two or more devices. Through the OBDII and MQTT protocols it is possible to exchange information "Vehicle - IoT device" thanks to this it is possible to acquire information that the vehicle grants to graphic systems understandable by the human being, granting the possibility of knowing the faults in your vehicle. Through the process of acquisition, processing and deployment of faults, the user will know the exact location of a present fault.

Keywords — OBD2, MQTT, IoT, CAN, LIN

I. INTRODUCCIÓN

Las comunicaciones en los vehículos comienzan a ser imprescindibles para el ser humano, la tecnología OBD2 presente en vehículos fabricados desde el año 1990 brinda mediante alertas en el panel de instrumentos información con respecto al estado del automóvil para el usuario final es de suma importancia conocer los fallos que su auto pudiese presentar es por ello que en función de los buenos resultados trabajando con el protocolo CAN y LIN para transmisión y recepción de datos se pretende diseñar un sistema grafico de fallas tomando como punto de partida las investigaciones previas empleando nuevos protocolos de transferencia de datos

II. MARCO TEÓRICO

- CAN: protocolo de comunicaciones desarrollado por la firma alemana Robert Bosch GmbH, basado en una topología bus para la transmisión de mensajes en entornos distribuidos. Además, ofrece una solución a la gestión de la comunicación entre múltiples CPU's (unidades centrales de proceso), ver figura 1.

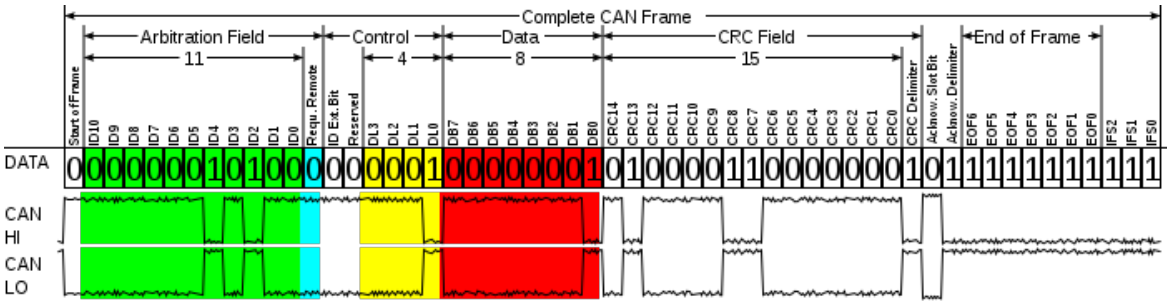


Fig. 1. Protocolo CAN.

- LIN: El sistema de comunicación LIN Bus permite el intercambio de información entre diferentes unidades de mando que conforman un subsistema, como por ejemplo el sistema de alarma, la comunicación entre los mandos del volante y la unidad de mando de la columna de dirección, el climatizador y la turbina de aire, etc.
- MQTT: MQTT fue inventado y desarrollado por IBM a finales de los 90. Su aplicación original era vincular sensores en oleoductos de petróleo a satélites. Tal como sugiere su nombre, se trata de un protocolo de mensajería con soporte para la comunicación asíncrona entre las partes. Un protocolo de sistema de mensajes asíncrono separa al emisor y al receptor del mensaje tanto en el tiempo como en el espacio y, por lo tanto, es escalable en ambientes de red que no sean de confianza.
- OBD: OBD es un protocolo orientado a detectar fallos químicos, mecánicos y eléctricos que afecten las emisiones de gases contaminantes del vehículo al medio ambiente y para identificar cualquier otra avería que presente el automóvil.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales a continuación listados son elementales para el funcionamiento del prototipo:

- Microcontrolador ESP8266
- Módulo de comunicación CAN
- Computadora
- Software Mosquitto
- Raspberry PI 3

La metodología empleada para la realización de este prototipo se explica en la figura 2:

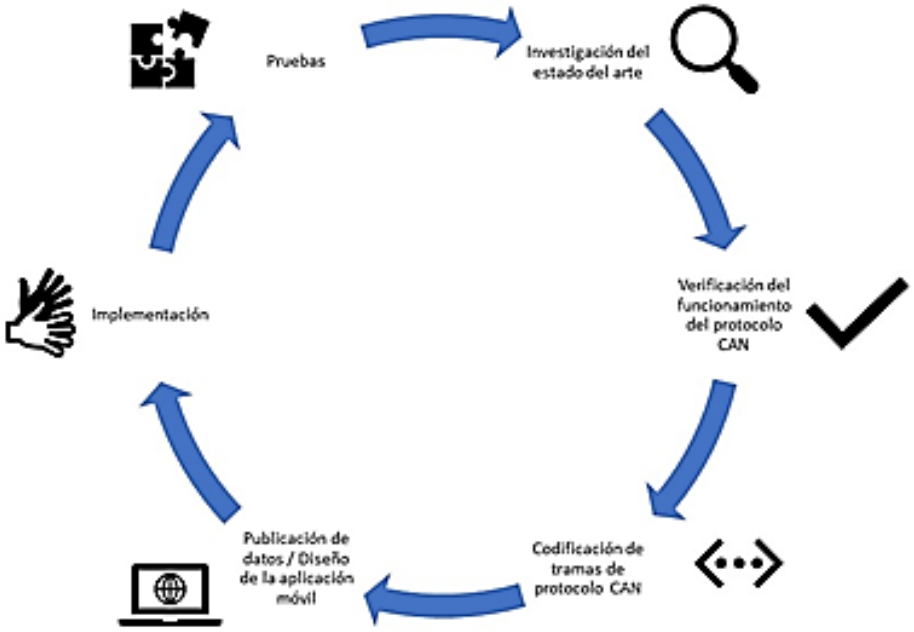


Fig. 2. Metodología propuesta del proyecto.

La metodología propuesta conlleva a realizar el desarrollo del proyecto, el cual se desarrolla de la siguiente manera como se muestra en la figura 3:

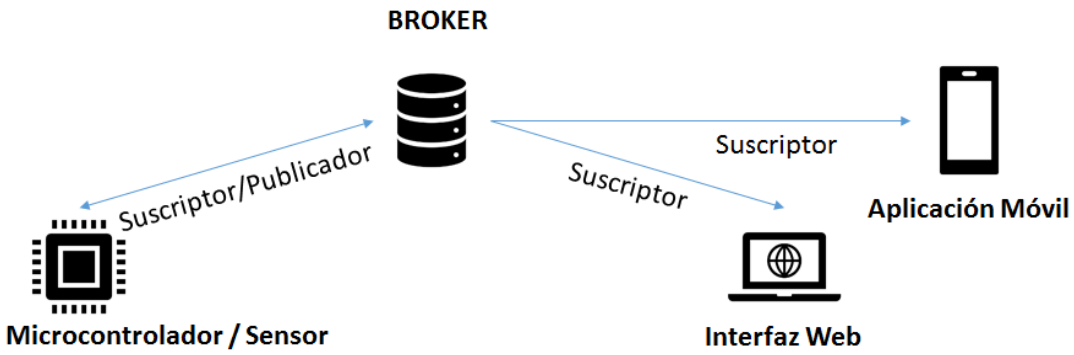


Fig. 3. Descripción del sistema.

IV. RESULTADOS

La implementación del sistema requiere una encriptación de los datos, los cuales son enviados por el protocolo CAN. Mediante un sistema de adquisición de datos (ESP8266) los datos son encriptados para después ser enviado mediante el protocolo MQTT hacia la aplicación del usuario final. En la figura 4 se presenta el esquema de conexión del sistema implementado.

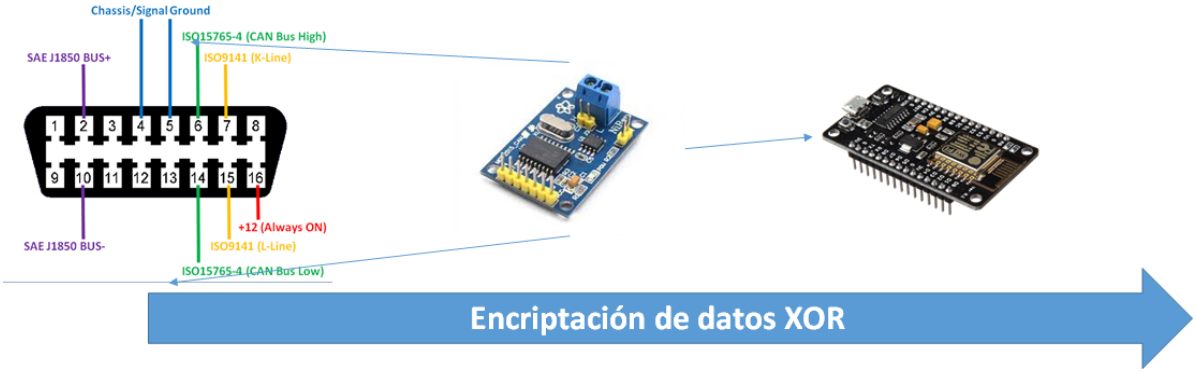


Fig. 4. Sistema de adquisición de datos.

Para poder visualizar los datos provenientes del sistema de adquisición, se utilizó la ventana de comandos para poder mostrar la información de los códigos de error, dichos códigos se muestran encriptados mediante los suscriptor #1 y #2, los datos del publicador son mostrados en la aplicación desarrollada, como se muestra en la figura 5.

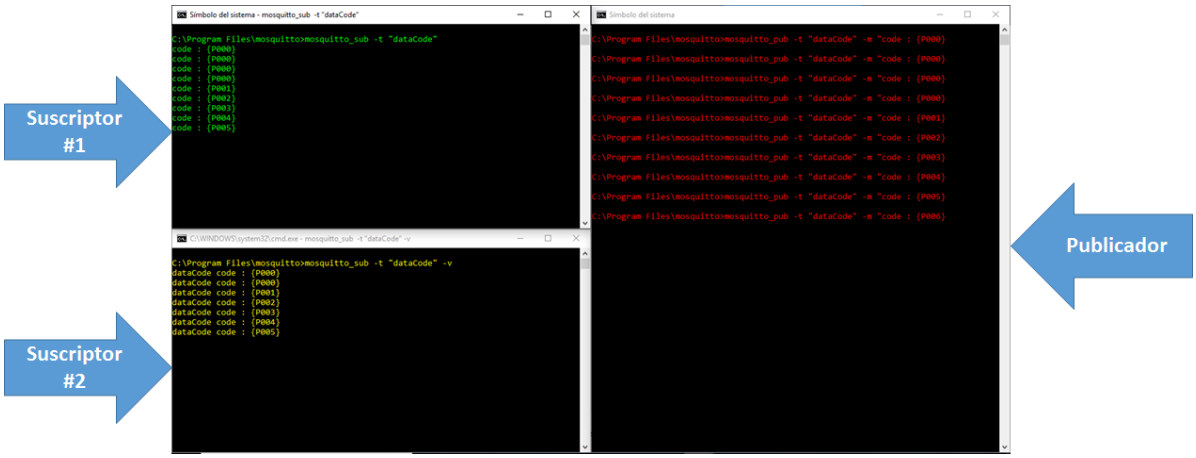


Fig. 5. Sistema

El resultado conseguido fue una aplicación que intercambia datos “Vehículo – Usuario” empleando en conjunto todos los protocolos anteriormente mencionados, la aplicación brinda al usuario información respecto a su posición, el tiempo y de forma general un estatus del vehículo en tiempo real. La figura 6 ilustra la aplicación móvil desarrollada en el proyecto.

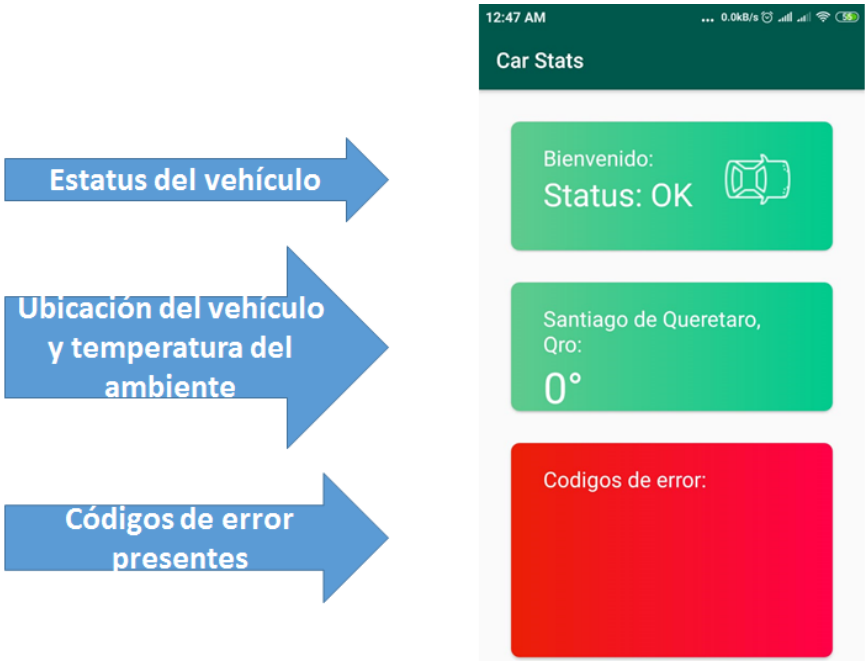


Fig. 6. Aplicación móvil implementada.

V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

El sistema desarrollado brinda códigos de errores que ayudan al usuario a identificar concretamente la ubicación del error de la falla del vehículo. El sistema es capaz de mostrar al usuario mediante una aplicación el código del error y brindar información al usuario acerca de la ubicación de la falla en el vehículo en tiempo real.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El sistema implementado emplea infraestructura y comunicaciones que se encuentran presentes en el vehículo, con el objetivo de poder mejorar la efectividad del protocolo OBDII, esto es empleando técnicas de corrección de errores y transferencia de datos por medio del protocolo MQTT, de tal manera que pueda intercambiar información entre dos o más dispositivos. Mediante los protocolos OBDII y MQTT es posible el intercambio de información "Vehículo – IoT dispositivo" gracias a esto es posible la adquisición de información que otorga el vehículo a sistemas gráficos comprensibles para el usuario con el fin de conocer las fallas existentes en su vehículo, en el que mediante el proceso de adquisición, procesamiento y despliegue de fallas el usuario conocerá la ubicación exacta de una falla presente en el vehículo.

VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco a la Universidad Politécnica de Querétaro por el espacio brindado para realizar el proyecto de investigación del programa Verano de la Ciencia 2019. Agradezco al Dr. Jonny por las asesorías y atenciones brindadas durante mi desarrollo del proyecto del trabajo.

REFERENCIAS

[1] Nadi, Fiji. Internet of Vehicles – Technologies and Services. India: Springer, 2016.
[2] Yuan, M. Conociendo MQTT. Consultado el 14 de Julio 2019, Disponible en: https://www.ibm.com/developerworks/ssa/library/iot-mqtt-why-good-for-iot/index.html
[3] Gaston C. Hillar. Hands – On MQTT Programming with Python. E.U.A: Packt Publishing, 2018.
[4] Gaston C. Hillar. MQTT Essentials - A Lightweight IoT Protocol. E.U.A: Packt Publishing, 2017.

Sistema para la administración y control de acceso a zonas residenciales

Raziel Yair Vidaña Dávila
Universidad Autónoma de Zacatecas
Campus Siglo XXI, Carretera. Zacatecas - Guadalajara Km. 6, Ejido "La Escondida"
razielyairdavila@gmail.com

Asesor: Gustavo Zepeda Valles
Universidad Autónoma de Zacatecas
Campus Siglo XXI, Carretera. Zacatecas - Guadalajara Km. 6, Ejido "La Escondida"
gzepeda_@hotmail.com

Resumen — En este trabajo se presenta un prototipo de un sistema digital para la administración y control de acceso en zonas residenciales, el cual contempla la gestión de residentes, vehículos, domicilios, visitantes, accesos y control financiero de la zona. El sistema utiliza la interacción con los habitantes, administradores y personal de esta demarcación para llevar a cabo las acciones de gestión con un procedimiento más organizado con el fin de disminuir considerablemente el tiempo y aumentar el orden en cada actividad a realizar. De acuerdo a lo anterior, la solución radica en un sistema web, al cual un residente podrá visualizar el manejo de recursos monetarios que realizan los dirigentes, además de registrar sus futuras visitas para optimizar el acceso al lugar.

Palabras clave — Sistema Web, Control de Accesos, Zona Residencial.

Abstract — This paper presents a prototype of a digital system for administration and access control in residential areas, which includes the management of residents, vehicles, homes, visitors, access and financial control of the area. The system uses the interaction with the inhabitants, administrators and personnel of this demarcation to carry out the management actions with a more organized procedure in order to considerably reduce the time and increase the order in each activity to be carried out. According to the above, the solution lies in a web system, to which a resident can visualize the management of monetary resources made by the leaders, in addition to registering their future visits to optimize access to the site.

Keywords — Web System, Access Control, Residential Zone.

I. INTRODUCCIÓN

Con la nueva tendencia sobre la seguridad física de las personas y sobre todo en el lugar que habitan se vuelve un punto débil que sirve como objetivo de un ataque, por lo que se ha optado por construir zonas de acceso restringido donde solo los habitantes puedan acceder a ellas, aunque hace algunos años la idea convenció al momento de ponerla en práctica, pero se descubrieron vulnerabilidades que fueron mermando el objetivo principal, un claro ejemplo se encuentra en el control de acceso a través de un guardia de seguridad, el cual, sólo con un registro tardado y tradicional de papel y tinta, que permite la entrada a personas ajenas a la zona. Para esta problemática se han diseñado soluciones que actualmente están vigentes, tal es el caso de los sistemas de control de accesos.

Otra de las carencias a solucionar es la gestión de los datos, necesaria para coordinar estos lugares tales como domicilios, residentes, ingresos, egresos, control de mantenimiento y organización de las zonas residenciales, se vuelven procesos que consumen tiempo, esfuerzo y desconfianza en su manejo. Aunque hasta la fecha los intentos de migrar a un entorno digital han sido fallidos debido al uso de hojas de cálculo

como repositorio de información, tal es el caso de Excel que provoca un “Excel caos” [1], es decir, el problema resultante del uso intensivo de Excel como herramienta de análisis. Cada usuario trabaja con un registro personalizado. Como resultado, la información no cuadra entre la información y el coste de sincronización es sumamente elevado. Es así como este manejo de información desprestigia aún más la idea, consumiendo los recursos antes mencionados.

II. MARCO TEÓRICO

Este apartado muestra los conceptos teóricos que dan sustento al presente trabajo, además de proporcionar una mayor comprensión en la lectura del mismo.

A. Sistemas de control de accesos

Aquella entidad compuesta por software o hardware que proteger un recurso para que solo lo use aquellos a quienes se les permite usarlo a través de un proceso de identificación [2]. Actualmente existen dos tipos: autónomos y acceso en red. El primero permite controlar solo las puertas de entrada sin estar conectados a un sistema central que maneje los datos de acceso, es decir, no guarda registro de los eventos. Tal es el caso de acceso con identificación por llave electrónica o por proximidad. El segundo tipo integra una conexión a un sistema de software que puede estar centralizado y con la opción de ser remoto o local, este software realiza un registro de cada evento realizado por la entidad física acceso, como lo es una puerta, guardando fecha, hora y método de identificación [3].

B. Zona residencial

Según las definiciones de la real academia española (rae) una zona residencial se puede definir como una parte de terreno o de superficie perteneciente a la ciudad que, encuadrada entre ciertos límites, físicos o administrativos, destinados principalmente a lugares cerrados y cubiertos de cierta calidad, construidos para ser habitados por los residentes, es decir, las personas que están establecidas en un lugar en este caso la zona residencial. Estos individuos durante su estancia generaran ingresos, que según la rae sin definidos como todo aquel capital que entra a determinado método de almacenamiento de recursos económico, en nuestro caso todas las aportaciones que se incorporen a la cuenta de los administradores. Dicha cuenta servirá para saciar los egresos definidos como la salida de capital de un determinado método de almacenamiento, es decir, todos aquellos gastos que se realizan los administradores desde su cuenta para mantenimiento y operaciones de la zona residencial [4].

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El sistema digital para la administración y acceso de zonas residenciales se llevó a cabo utilizando un ciclo de desarrollo de software tradicional en cascada con sus primeras cuatro etapas [5], tal y como se muestra en la Figura 1.

En la primera etapa definida como requerimientos, se utilizaron las siguientes técnicas para levantar requerimientos: observación pasiva, observación activa y entrevistas para identificar las desventajas, vulnerabilidades, fortalezas y aspectos relevantes de las actividades que se llevaban a cabo en la zona residencial, identificando la problemática en los procesos administrativos y de control de accesos que se encontraban vigentes en ese momento. Como siguiente paso de esta etapa se realizó un análisis detallado de cada uno de los procesos antes mencionados para determinar las personas involucradas, los flujos que se seguían y los datos que se manejaba en dicho flujo, todo esto con el fin de reconocer de el orden y la estructura con la que se operaba.

En la segunda etapa definida como diseño de la solución se eligió el paradigma orientado a objetos para representar los elementos y acciones de la zona residencial, se continuo entonces con el diseño de un diagrama UML que dividió en clases todas las actividades y datos que se manejaban, siendo este la pauta para definir la estructura de una base de datos relacional.

La siguiente decisión que se tomó en esta etapa fue la elección del patrón de arquitectura de software "*Modelo Vista Témplate (MVT)*" [6] para construir y el sistema una vez elegido se buscaron las tecnologías que soportaran dicho patrón siendo el framework Django la opción más apta gracias a su facilidad de aprendizaje, mantenimiento constante, versatilidad y uso de Python un lenguaje de programación actualmente se encuentra en el quinto lugar de popularidad según la publicación de Hacker Rank [6]. Además, para gestionar la información se eligió MySQL por su soporte a grandes cantidades de datos, su simplicidad y rapidez.

En la tercera etapa definida como construcción se transformaron las clases planteadas en el diseño al lenguaje de programación. Posteriormente se separó el diseño en módulos ir construyendo un a la vez mejorando el flujo de desarrollo del sistema. Cada una de estas partes constaba de código necesario para interactuar con el usuario para realizar todas aquellas actividades que se identificaron al principio.

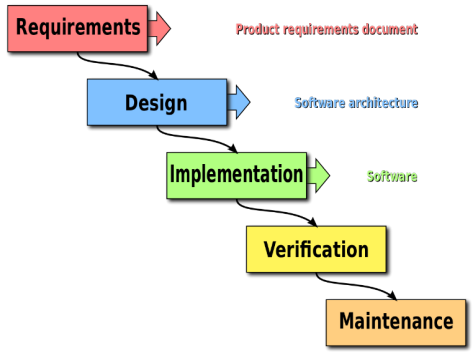


Figura 1. Ciclo de desarrollo de software en cascada. Fuente: www.softwaretestingstudio.com

En la última etapa definida como validación, consistió en poner el sistema en un servidor de pre producción, es decir, una primera versión fue puesta en marcha en un entorno controlado que interactúa directamente con el problema real, con el objetivo de evaluar la solución. Dicho prototipo fue presentado al personal administrativo de la colonia

para mostrarle las acciones que puede realizar utilizando esta herramienta, con lo anterior se observaron las reacciones de los involucrados y se escucharon opiniones con el fin de mejorar en futuras versiones ofrecer una solución más completa.

IV. RESULTADOS

La solución paleteada para los problemas de la zona residencial fue un sistema web, al cual, los involucrados tienen acceso por medio de un usuario y contraseña, como se puede observar en la Figura 2, dicho actor fue previamente registrado por los administradores quienes tienen acceso a un panel para ingresar y modificar la información de todos los domicilios de la zona para después guardar a las cuentas de los residentes con su información personal y haciendo referencia al domicilio en el que se encuentran.

Una vez que el usuario se identifica en el sistema se presenta un menú con diferentes enlaces a los distintos módulos del sistema, tal es el caso del módulo de visitantes donde se puede registrar una visita ingresando los datos personales, y la fecha en la que se realizara la visita, dentro de este mismo modulo se encuentra la gestión de los vehículos en los que acceden los visitantes a la zona.

Además, para el personal administrativo se le presenta un panel de administración financiera, tal y como se muestra en la Figura 3, dividido en dos módulos ingresos y egresos, en ambos módulos se pueden registrar, modificar, eliminar y visualizar los datos referentes a las entradas o salidas de capital monetario según el caso con la opción de subir una imagen representativa del documento físico que valida las características del elemento capturado en el sistema. Estos módulos pueden ser vistos por los residentes con la única opción de consultar el estado en el que se encuentra la economía de la zona residencial.

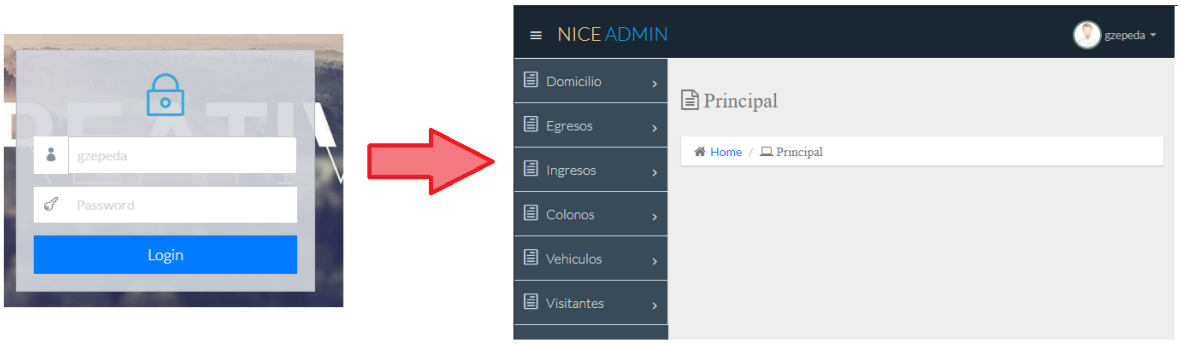


Figura 2. Flujo de acceso e identificación de usuario al menú principal del sistema.

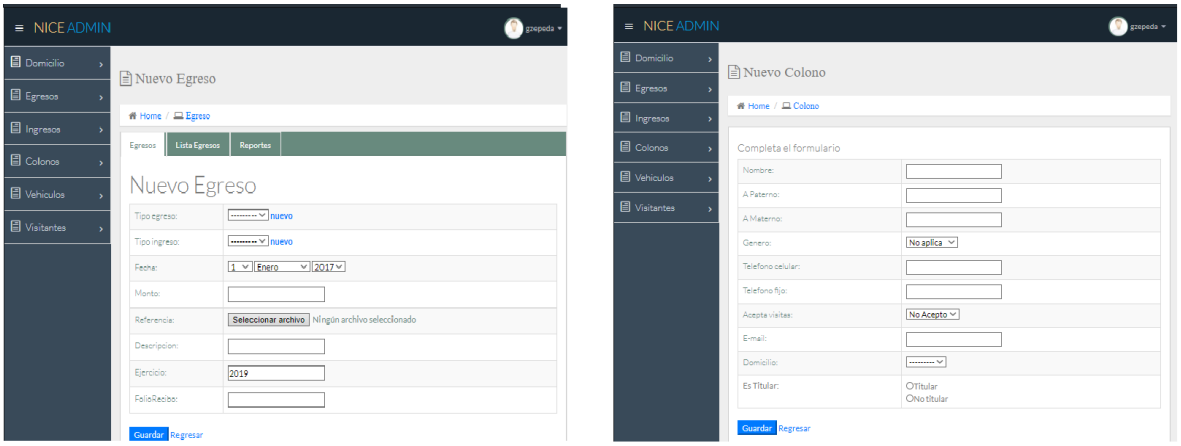


Figura 3. Interfases gráficas de usuario para registrar y modificar egreso de capital monetario y residente respectivamente.

V. ANALISIS DE RESULTADOS

De acuerdo con el prototipo obtenido la información que anteriormente se manejaba de un archivo de hoja de cálculo se encuentra ahora en una base de datos, con una estructura definida que fortalece las relaciones entre la información permitiendo un orden y coherencia a los datos. Además de darle solución a las desventajas del Excel caos al facilitar el acceso a la información a los actores interesados, mejorando la integridad de los datos controlando los permisos y accesos permitiendo que solo el personal administrativo pueda crear y modificar registros importantes.

De igual manera remediando el problema de la captura lenta y tediosa en una interfaz poco amigable que solo podía ser realizada por una persona, la cual tenía que almacenar documentos o comprobantes físicos para respaldar aquellas entradas de datos, lo que ahora dentro de sistema se puede hacer por varias personas a la vez controlando los elementos físicos con archivos que almacenaran en el sistema.

VI. CONCLUSIONES

Con la implementación del sistema propuesto se concluye que al utilizarlo el manejo de la información podrá ser mayor, de mejor acceso, más ordeno y estructurado, lo que ayudará a un mejor control de la zona dándole claridad a todos los interesados sobre la administración de la zona y en un futuro auxiliar en a la toma de decisiones de acuerdo a los históricos registrados.

Además, con la interacción con el usuario la captura de los datos será más rápida y confiable al mostrarle una interfaz amigable y fácil de usar. En cuanto al control de acceso se vuelve más fácil al tener un registro previo de las visitas al lugar, desconfiando aún más de aquellas personas que quieran entrar sin estar registradas mejorando la seguridad.

VII. RECONOCIMIENTOS

Hago expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de Zacateca por otorgarme la oportunidad y facilidades necesarias para estar en el verano de la ciencia 2019.

REFERENCIAS

Alshamrani, A. "A Comparison Between Three SDLC Models Waterfall Model, Spiral Model, and Incremental/Iterative Model", *International Journal of Computer Science Issues*, Vol. 12, Issue 1, pp 106-111. Disponible en https://ijcsi.org/papers/IJCSI-12-1-1-106-111.pdf [consultado en 2019].

Díaz, J. C. *Introducción al Business Intelligence.* Ed. UOC. Barcelona, 2014.

"Diccionario de la lengua Española". Ed. Real Academia Española. Disponible en https://dle.rae.es [consultado en 2019].

Hackerran. "Environment and Samples". Disponible en https://www.hackerrank.com/environment [consultado en 2019].

Holovaty, A. "El libro de Django 1.0". Ed. Uniwebsidad. Disponible en https://uniwebsidad.com [consultado en 2019].

Kim, D. "*Fundamentals of Information Systems Security. Jones & Bartleet Learning"*. Ed ISC. Segunda Edición. 2010.

Seguro, G. T. *"Sistema Control Acceso"*. Ed Tecno Seguro. Disponible en https://www.tecnoseguro.com [consultado 2019].

Software para control de inventarios del laboratorio de ingeniería tecnológica

Víctor Emmanuel Nájera Chaírez
Juan Carlos Garza Jiménez
Instituto Tecnológico Superior de Monclova
Carretera 57 km 4.5 Unidad Tecnológica
y Universidad, 95245 Monclova, Coah.
taskyzero@gmail.com
ferretera_aguiman@hotmail.com

Asesor: Héctor Aguilera Mancilla
Instituto Tecnológico Superior de Monclova
Carretera 57 km 4.5 Unidad Tecnológica
y Universidad, 95245 Monclova, Coah.
ferretera_aguiman@hotmail.com

Resumen — En este trabajo se presenta la implementación de un sistema inventario para el laboratorio de ingeniería tecnológica para tener más control de los artículos diseñado en el sistema operativo visual estudio 2017 el cual utiliza el lenguaje de programación C# y para el diseño se utilizará en modo WINDOWS FROM además de tener una base de datos diseñada en SQL SERVER 2012 management studio. El sistema se aplicará a las entradas y salidas del material y los equipos del laboratorio de ingeniería además de poder hacer búsquedas inteligentes por el nombre del articulo o por línea de articulo además de que se diseñara un manual para que el usuario conozca todas las herramientas que el sistema tiene.

Palabras clave — sistema de inventario, Visual estudio, Base de datos.

Abstract — This paper presents the implementation of an inventory system for the technological engineering laboratory to have more control of the articles designed in the visual operating system study 2017 which uses the programming language C # and for the design it will be used in WINDOWS FROM mode besides having a database designed in SQL SERVER 2012 management studio. The system will be applied to the entrances and exits of the material and the equipment of the engineering laboratory besides being able to make intelligent searches by the name of the article or by line of article besides that a manual will be designed so that the user knows all the tools that the system has.

Keywords — inventory system Visual estudio, Database

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la tecnología es lo suficiente avanzada que se puede utilizar para realizar mejoras en la gestión de procesos y poder otorgar un mayor desempeño en el ámbito profesional y laboral ya, el laboratorio de ingeniería actualmente cuenta con un proceso de inventario en Excel no muy eficaz ya que hace muy tardadas las búsquedas por existencia de material además de que solo no maneja consumibles si no que también cuentan como equipos de enfriamiento, VF7 entre otros equipos que son para uso práctico.

Una alternativa se desea implementar un sistema para el control de inventario y hacer más rápido los procesos para las entradas, salidas y búsquedas inteligentes ya sea porarticulo o línea de articulo lo que el usuario necesite.

De forma general un sistema de inventario compone el patrimonio de una empresa o persona en un momento determinado. Antiguamente lo normal era que los inventarios se realizaran por medio físico (se escribían en un papel), pero ahora se suelen mantener en bases de datos de manera centralizada a toda una empresa, aunque haya empresas o tiendas pequeñas que lo sigan haciendo con papel.

II. MARCO TEÓRICO

A. Software

Software es un término informático que hace referencia a un programa o conjunto de programas de cómputo que incluye datos, procedimientos y pautas que permiten realizar distintas tareas en un sistema informático.

Comúnmente se utiliza este término para referirse de una forma muy genérica a los programas de un dispositivo informático.

B. Porque es bueno implementar un software

El uso de las nuevas tecnologías se ha convertido en un aspecto imprescindible dentro del ámbito empresarial.

Primero, porque mejoran la capacidad y gestión operativa tanto interna como externa de las compañías, y segundo porque gracias a ellas el nivel de competitividad de los negocios se mantiene a la altura del mercado.

En definitiva, las nuevas tecnologías y en especial las relacionadas con la mejora de la gestión operativa de las empresas han adquirido un papel imprescindible para el desarrollo de las mismas en el mercado. Por eso, es importante tener presente las ventajas de un software de gestión ERP y las funcionalidades que puede aportar a una compañía para mejorar su competitividad.

C. Ahorro de tiempo

El tiempo para cobrar se ve reducido si se implementa un lector de precios que esté conectado al sistema y que agilizará los movimientos. Cuando todas las herramientas están enfocadas en un mismo canal, todos los departamentos se ven beneficiados, en este caso cuando un artículo pase por el lector scanner, automáticamente se actualizará el almacén con la cantidad actualizada de productos que quedan. Además, el sistema permite que los clientes hagan el pago como necesiten, lo que se traducirá en mayor entrada de ingresos.

D. Información detallada en el momento preciso

Tendrán la información sobre cuánto es lo que se vende y cuáles son los productos que tienen más éxito, de esta manera se puede prevenir el número de artículos a comprar en el futuro para que siempre haya en almacén, así como crear ofertas y promociones que favorezcan una mayor afluencia de clientes.

E. Personaliza el trato a los clientes

Gracias a las bases de datos que registran compras recientes o frecuentes, se pueden crear promociones para crear diferentes alianzas con los clientes que consumen frecuentemente, así funcionará como un aliciente para regresar al negocio. Se pueden crear estrategias de marketing para hacer más atractivos los productos e incrementar la cantidad de clientes que consumen en la compañía.

F. Mantenerse actualizados

Al estar a la vanguardia, damos menos margen al error, además con el software se pueden analizar los reportes e informes de finanzas desde cualquier dispositivo como beneficio por elegir la tecnología.

G. Inventario

El control de inventarios busca mantener disponible los productos que se requieren para la empresa y para los clientes, por lo que implica la coordinación de las áreas de compras, manufactura distribución. De acuerdo a Ballou (2005) “Los inventarios son acumulaciones de materias primas, provisiones, componentes, trabajo en proceso y productos terminados que aparecen en numerosos puntos a lo largo del canal de producción y de logística de una empresa.”

H. Porque es bueno implementar un inventario

Es muy importante que las empresas tengan su inventario atentamente controlado, vigilado y ordenado, dado a que de éste depende el proveer y distribuir adecuadamente lo que se tiene, colocándolo a disposición en el momento indicado. Sin duda alguna, para cualquier tipo de empresa se hacen necesarios los inventarios dado a que la base de todas las organizaciones consiste en la compra y venta de bienes y servicios, haciéndose necesaria la existencia de los inventarios, los cuales le van a permitir tener control de la mercancía y a su vez generar reportes de la situación económica de la empresa

Debemos tener precaución a la hora de poseer inventarios altamente exagerados, puesto que podemos descuidar la existencia de algún artículo, lo cual puede provocar el paro de la producción de nuestra empresa, en tal caso si esta es prestadora de servicios y/o fabricante, o por el otro lado, al no tener en inventario lo que se necesita, podemos ocasionar el paro de la producción de la empresa a la cual le proveemos dicho artículo

Algunas ventajas de usar los inventarios adecuadamente son:

- Facilidad a la hora de informar a nuestra producción o cliente lo que se tiene, de esta forma permite más rápidamente despachar las órdenes urgentes, de esta forma garantizamos a nuestros clientes un buen servicio y credibilidad a la hora de las negociaciones.
- Facilidad al cumplir con los plazos de entrega del servicio que se presta, insumos o artículos a suministrar
- Tener claridad de la materia prima disponible

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales que utilizaremos son los siguientes

1) Inventario 2019 laboratorio de ingeniería tecnológica
2) SQL server 2012 management studio (Fig. 2).
3) Visual estudio 2017 (Fig.1).

Fig.1 Visual Studio 2017

```
CREATE DATABASE ControlInventariio
CREATE TABLE Categoria
(
    idCategoria INT IDENTITY PRIMARY KEY,
    NombreCategoria VARCHAR(50) NOT NULL
)
CREATE TABLE Articulos
(
    idArticulo INT IDENTITY PRIMARY KEY,
    descripcion VARCHAR(50) NOT NULL,
    cantidad INT,
    prestados INT,
    disponibles INT,
    activo VARCHAR(50) NOT NULL,
    mo VARCHAR(50) NOT NULL,
    observaciones VARCHAR(50) NOT NULL,
    idCategoria INT REFERENCES Categoria (idCategoria),
)

CREATE TABLE Usuario
(
    idUsuario INT IDENTITY PRIMARY KEY,
    matricula VARCHAR(50),
    nombreAlumno VARCHAR(50)NOT NULL,
    carrera VARCHAR(50)NOT NULL,
    semestre VARCHAR(50)NOT NULL
)
```

Fig.2 SQL server 2012 management studio

El método que se utilizó fue una pequeña entrevista con el usuario del laboratorio de ingeniería tecnológica para saber si tenía algún otro requerimiento el sistema de inventario consta de 3 etapas las cuales son:

a) En la primera etapa se realiza el proceso se diseña la base de datos en SQL SERVER 2012 con el nombre ControlInventariio que tiene las siguientes tablas (Articulos, Usuario, PrestamoFin, PrestamoP y categoria) (Fig. 3).

b) La segunda etapa consta del diseño del programa en VISUAL ESTUDIO C# en modo Windows from utilizando una conexión con SQL Server 2012 (Fig. 4).

c) Por último, se darán de alta todos los artículos con los que cuenta actualmente para el laboratorio de ingeniería tecnológica y se le dará a el usuario un manual

Fig.3 Base de datos controlinventario

```
CREATE TABLE PrestamoFin
(
    idPrestamoFin INT IDENTITY PRIMARY KEY,
    fecha date,
    idArticulo INT REFERENCES Articulos (idArticulo),
    cantidad INT,
    idCategoria INT REFERENCES Categoria (idCategoria),
    idUsuario INT REFERENCES Usuario (idUsuario)
)

CREATE TABLE PrestamoP
(
    idPrestamoPendiente INT IDENTITY PRIMARY KEY,
    fecha date,
    idArticulo INT REFERENCES Articulos (idArticulo),
    cantidad INT,
    idCategoria INT REFERENCES Categoria (idCategoria),
    idUsuario INT REFERENCES Usuario (idUsuario)
)
insert into Categoria (NombreCategoria) values('Ejemplo1')
insert into Categoria (NombreCategoria) values('Ejemplo2')
```

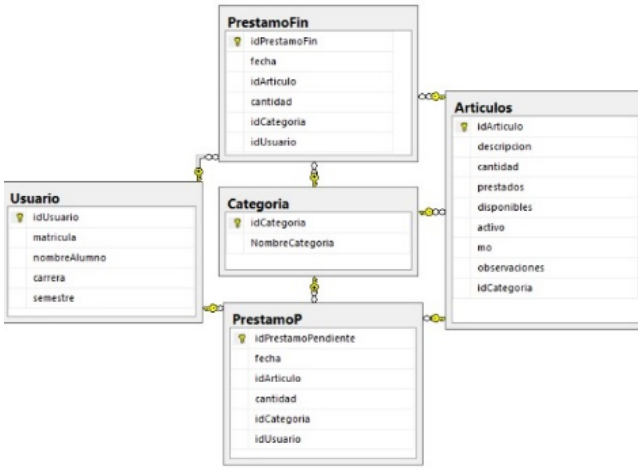


Fig. 4 Diseño del sistema operativo

IV. RESULTADOS

Con la finalidad de que el sistema de inventario funcione correctamente se aplicaron dos tipos de prueba una entre los desarrolladores y otra con el usuario para que se familiarice con el sistema y si llega a tener o detectar un problema que los desarrolladores no vemos nos lo hiciera saber en ese momento y aplicar las correcciones necesarias además de entregar un manual con cada característica que este posea

V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

El producto se entregó tal cual lo que el usuario nos pidió en un principio además de añadirse la manuela de usuario donde explicara cada línea de código que conforman el sistema operativo

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se recomienda que el sistema de inventario obtenga una mejora a futura para obtener aún mejores resultados para el usuario ya que aún falto implementar más cosas que el usuario nos pidió a última

VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento primeramente a nuestros padres quienes a lo largo de nuestra vida nos han apoyado y motivado en nuestra formación académica y a el Instituto Tecnológico Superior de Monclova además de a nuestro investigador el profesor Héctor Aguilera Mancilla del Instituto Tecnológico Superior de Monclova por dejarnos ser partícipes en este proyecto que nos ayudó a crecer más como estudiantes ya que nos inculco trabajo en equipo disciplina y el cumplimiento con las actividades a realizar en el 21 Verano de la Ciencia de la Región Centro

REFERENCIAS

[1] Author: Julián Pérez Porto. Publicado: 2008 https://definicion.de/software/

[2] https://www.quonext.com/blog/beneficios-software-empresa-actualidad-ventaja-competitiva/

[3] http://www.evolve-it.com.mx/4-razones-las-toda-empresa-implementar-software-punto-venta/

[4] Autor Alfonso Garcia Cantu Libro Enfoques Practicos Para Planeacion Y Control De Inventarios

[5] Autor Julián Andrés Zapata Cortes Libro Fundamentos de la gestión de inventarios Editorial ESUMER INSTITUTO UNIVERSITARIA

[6] Sion S. E. 2005, "El Sistema Detallista como método de valuación y sistema de control de inventarios" Editorial ISEF Empresa Líder ISBN 970-676-720

[7] Gutiérrez A. Gestión de Stocks en la Logística de Almacenes 2007 ISBN 9788496743380

Uso de campo magnetico de baja frecuencia para el crecimiento de plantas

Alan Joaquín Arias Diosdado
Universidad de Guanajuato
División de Ingenierías
Av. Juárez #77 C.P. 36000, Guanajuato, Gto.
aj.ariasdiosdado@ugto.mx

Asesor: Francisco Antonio Horta Rangel
Universidad de Guanajuato
División de Ingenierías
Av. Juárez #77 C.P. 36000, Guanajuato, Gto.
anthort@hotmail.com

Resumen — En este trabajo se presentan los resultados de la germinación de dos variedades de semillas de frijol (Phaseolus vulgaris) sometidas a un campo magnético variable de 50mT durante un tiempo de exposición de 4 horas, en ciclos de medio segundo encendido y medio apagado, cada 5 minutos. Se realizó un análisis estadístico de acuerdo con su índice de velocidad de germinación (IVG), el porcentaje final de germinación (FPG) y la longitud media de radícula (LMR).

Palabras clave — Campo magnético variable, Phaseolus vulgaris, Porcentaje de germinación.

Abstract — This paper presents the results of the germination of two varieties of bean seeds (Phaseolus vulgaris) submitted in a variable magnetic field of 50mT during an exposure time of 4 hour, in cycles of half a second on and half off, every 5 minutes. A statistical analysis was performed according to its germination speed index (IVG), the final germination percentage (FPG) and the average radicle length (MRL).

Keywords — Variable magnetic field, Phaseolus vulgaris, Germination percentage.

I. INTRODUCCIÓN

El impacto que ha provocado la urbanización y el cambio climático están convergiendo en peligrosas direcciones que suponen una seria amenaza para la estabilidad medio ambiental, económica y social del mundo (ONU, 2011). Donde el sector agrícola se ve directamente afectado, con la disminución de áreas de cultivo, la erosión de los suelos y con la deficiencia en la calidad de las semillas con bajos porcentajes de germinación (Pietruszewski S, 2010) dificultando cada vez más la producción de alimentos para abastecer a la población mundial actual.

Desde hace más de 50 años, diversos científicos, interesados en mejorar la producción de alimentos agrícolas, han investigado los efectos del tratamiento en pre-siembra con campos magnéticos permanentes y variables en semillas de diversas variedades de plantas observando, la disminución de sus tiempos de germinación, aumentando el porcentaje de germinación final, plántulas normales, longitud y establecimiento de plántulas, peso fresco y seco así como el rendimiento final de las cosechas, no solo de semillas normales, sino también de semillas con bajo vigor, revirtiendo el daño causado, entre otros, por el envejecimiento de las mismas. (Martinez, 2004)

II. MARCO TEÓRICO

Para el análisis estadístico de los resultados y la comprobación del efecto del campo magnético sobre la germinación de las semillas se utilizaron algunas de las ecuaciones

usadas por (MAGUIRE, 1962), donde se determina el índice de velocidad de germinación (3), el porcentaje de germinación (4) y la longitud media de radícula (5).

Índice de velocidad de germinación (IVG):

$$IVG = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \cdots + \frac{Gn}{Nn} \quad (1)$$

donde:

G1, G2, Gn = Número de semillas en el primero, segundo, y n conteo

N1, N2, = Número de días de la siembra en el primero, segundo y n conteo

Porcentaje final de germinación (FGP):

$$FGP = \frac{\text{Numero de Semillas Germinadas}}{\text{Total de Semillas}} * 100 \quad (2)$$

Longitud media de radícula (LMR):

$$LMR = \frac{L1 + L2 + \cdots + Ln}{n} \quad (3)$$

donde:

L1, L2, Ln = longitud media de radícula por cada semilla

n = número total de semillas usadas para el cálculo

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Diseño Experimental

Para el experimento se utilizaron ocho bobinas iguales, conectadas en serie, manteniendo una distancia de 6cm entre ellas. Las bobinas tienen un diámetro interno de 9 cm y externo de 16 cm, cada una con un embobinado de 17 niveles y 27 vueltas, dando un total de 459 vueltas.

La fuente de poder se realizo usando la corriente alterna del laboratorio (120v) y un circuito simple que consiste en un puente de diodos , dos capacitores electrolíticos de 820 µF 200V y un módulo relé de estado sólido SSR-40 DA, conectados entre sí como se muestra en la Figura 1. Para resguardar el circuito se fabricó una carcasa de aluminio a la cual se le instaló un ventilador para controlar el aumento de la temperatura del circuito. Usando esta fuente fue posible generar un campo magnético de 50 mT.

Figura 1. Circuito.

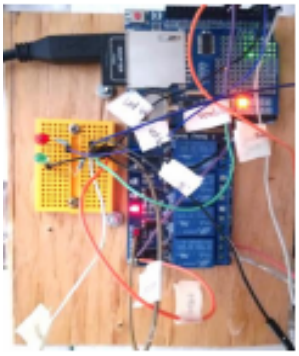


Figura 2. Microcontrolador (Arduino UNO).

Usando un microcontrolador Arduino UNO se realizó la programación del sistema que enciende y apaga las bobinas, mantiene el ventilador encendido durante el periodo de exposición y almacena los datos de temperatura y humedad relativa en una tarjeta SD. Se incluyeron dos LED como indicadores de funcionamiento, en caso de un fallo en la inicialización del programa (Figura 2).

B. Preparación de muestras

Se sembraron 5 semillas en cada caja Petri de 6 mm de diámetro, en ellas se colocó un algodón de base y se humedeció con 6 ml de agua destilada. Estas fueron trasladadas a la cámara de experimentación, donde se encontraban las 8 bobinas y un espacio determinado para el grupo control a una altura de 42 cm, donde el campo magnético no tenía influencia (Figura 3). Por cada bobina se utilizaron dos muestras colocadas justo en la mitad, donde la intensidad del campo magnético llegaba a los 50 mT.

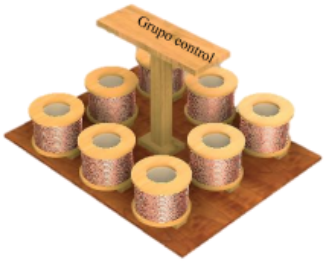


Figura 3. Montaje Experimental. Elaboración Propia

C. Experimento

Se utilizaron dos variedades de semilla de frijol, la primera conocida como Flor de Mayo y la segunda como Frijol Pinto, ambas derivadas de la especie Phaseolus vulgaris L. muy consumidas en México.

La experimentación se llevó acabo con un total de 120 semillas de frijol, las cuales se dividieron en tres grupos (Figura 4):

1) Grupo Control (C): Compuesto por 40 semillas, 20 de tipo Pinto y 20 de Flor de Mayor.

2) Grupo Pinto: Compuesto por 20 semillas de tipo Pinto inducidas a campo magnético (Subgrupo A), más una réplica (Subgrupo B).

3) Grupo Flor de Mayo: Compuesto por 20 semillas de tipo Flor de Mayo, sometidas a la misma intensidad de campo magnético (Subgrupo A), más una réplica (Subgrupo B).

Figura 4. Colocación en la cámara de experimentación.

La inducción del campo magnético tuvo una duración de 4 horas, donde se aplicaron 10 ciclos de medio segundo encendido y medio apagado cada 5 minutos. Los grupos Pinto y Flor de Mayo se colocaron en las bobinas. El tiempo de exposición se repitió durante 4 días y el quinto fue de observación y registro de resultados. Al séptimo día, las semillas germinadas se sembraron en tierra para observar el desarrollo de las plántulas durante una semana.

IV. RESULTADOS

De acuerdo con lo obtenido en el análisis estadístico de la variedad de semillas Flor de Mayo, la incidencia de un campo magnético variable de 50 mT con 10 ciclos cada 5 minutos durante 4 horas produce un resultado positivo conforme al IVG, FGP y LMR, ya que su valor fue ligeramente mayor al grupo control.

Tabla 1. Valores promedio del Índice de Velocidad de Germinación (IVG), Porcentaje Final de Germinación (FGP) y de la Longitud Media de la Radícula (LMR), obtenidos de la germinación de semillas tipo Flor de Mayo.

Grupo	IVG	FGP	LMR
A	2.15	90	2.15
B	2.06	85	2.43
CONTROL	1.83	85	2.28

Tabla 2. Valores promedio del Índice de Velocidad de Germinación (IVG), Porcentaje Final de Germinación (FGP) y de la Longitud Media de la Radícula (LMR), obtenidos de la germinación de semillas tipo Pinto.

Grupo	IVG	FGP	LMR
A	3.08	95	4.94
B	3.08	95	4.88
CONTROL	3.31	100	4.62

Tabla 3. Valores promedio de la altura del tallo y ancho de la hoja de las plántulas germinadas CON y SIN la aplicación del Campo Magnético Variable de 50 mT.

Plantulas	Altura del tallo (cm)	Ancho de hoja (cm)
Expuestas a Campo Magnetico	21	4
Sin Exposicion a Campo Magentico	17	3

Respecto a los Frijoles Pintos, los valores del IVG y FGP resultaron negativos en comparación con al grupo de control, sin embargo, el efecto fue claramente positivo en cuanto a la longitud media de la radícula (LMR).

Esto puede significar que el campo magnético variable no mejoró su calidad fisiológica en cuanto a su viabilidad (porcentaje y velocidad de germinación) pero el rendimiento fue favorecido. Para comprobar esto último, las semillas germinadas fueron sembradas en tierra y se observó su desarrollo, al cabo de una semana se notó un mayor crecimiento, tanto en el tallo como en el tamaño de sus hojas, en todas las plántulas que fueron sometidas al campo magnético variable (Figura 5).

Figura 5. Una semana después de siembra. Grupo A y B (Izquierda). Grupo C (Derecha).

V. CONCLUSIONES

En general, no se aprecian diferencias significativas en el Porcentaje final de germinación (FGP) entre las semillas expuestas a campo magnético y el grupo control, sin embargo, el campo magnético mejoró el vigor de las plántulas, haciendo que sus raíces crecieran más grandes (Longitud Media de la Radícula) que aquellas que no fueron expuestas a este.

Dos días después de que las plántulas fueron trasplantadas en tierra, se observó que las expuestas a campo magnético estaban más fortalecidas, comparadas con el grupo control.

El desarrollo del experimento comprobó que el campo magnético variable de 50 mT tiene una influencia positiva en la germinación de las semillas Phaseolus vulgaris, proporcionando a las plántulas una mayor resistencia y un crecimiento más rápido de lo que se obtendría sin su aplicación.

VI. AGRADECIMIENTOS

A mi Asesor Dr. Francisco Antonio Horta Rangel por su constante orientación y apoyo para el desarrollo de este trabajo.

A Alonso y Octavio, encargados del laboratorio de Física, quienes me brindaron los elementos y la asesoría necesaria para llevar a cabo este trabajo.

A Marilyn Bárcenas, Valeria Martín del campo y Janis Lara por sus valiosas contribuciones al desarrollo de este experimento, y su constante entusiasmo.

REFERENCIAS

1. Carbonell, M., Martínez, E., & Flórez, M. (2013). Tratamiento magnético como técnica estimulante de la germinación de semillas de soja. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*, 119-127.
2. MAGUIRE, J. (1962). Speed of Germination-Aid in Selection and Evaluation for Seedling. *Crop Science*, 176 - 177.
3. Martinez, F. R. (2004). *Campo magnético variable en semillas de brocolí (Brassica oleraceae L.) bajo una perspectiva sistémica transdiciplinaria (Tesis Doctoral)*. D.F, Mexico: Instituto Politécnico Nacional.
4. ONU. (Julio de 2011). Informe mundial sobre asentamientos humanos 2011. Obtenido de http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/es/
5. Pietruszewski S, K. K. (2010). Effect of magnetic field on germination and yield of wheat. *Int Agrophysics*, 297-302.

Uso de técnicas de procesamiento de lenguaje natural para la detección de requerimientos de software

Oscar Giovanni Esparza Martínez
Universidad Autónoma de Zacatecas
Carr. a Guadalajara Km 6
C.P. 98160, Zacatecas, Zac.
netgio2064@hotmail.com

Asesor: Sodel Vázquez Reyes
Universidad Autónoma de Zacatecas
Carr. a Guadalajara Km 6
C.P. 98160, Zacatecas, Zac.
sodelvr@gmail.com

Resumen — En este trabajo se presenta la investigación sobre el uso de técnicas de Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN) para la detección de requerimientos, ya que según cifras del Project Management Institute (PMI) el 47% del fracaso de los proyectos es causado por una deficiencia en el ejercicio de la ingeniería de requerimientos (Siqueira Simões, 2017). Es un riesgo muy alto, por tal motivo la etapa de ingeniería de requerimientos puede llegar a poner en riesgo el desarrollo y entrega del producto de software.

Palabras clave — Engineering Requirements, Natural Language Processing, Text Mining, Software Enginering.

Abstract — In this work presents the research on the use of Natural Language Processing (PLN) techniques for the detection of requirements, since according to figures from the Project Management Institute (PMI) 47% of project failure is caused by a deficiency in the exercise of requirements engineering (Siqueira Simões, 2017). It is a very high risk, for this reason the requirements engineering stage can put the development and delivery of the software product at risk.

Keywords — Engineering Requirements, Natural Language Processing, Text Mining, Software Enginering.

I. INTRODUCCIÓN

La ingeniería de requerimientos es una de las disciplinas dentro de la ingeniería de software, a cobrado una gran importancia debido a que puede llegar a reducir costos monetarios y hasta de producción (Arias Chaves, 2007). Es mucho menos costoso las modificaciones en la etapa de ingeniería de requerimientos que las modificaciones a los productos de software. Si se lleva un buen proceso de análisis de requerimientos se puede lograr una buena representación de las necesidades del cliente, al igual que, resolver la problemática que aqueja al usuario, entregándole al final un producto de software que le de valor. Y como lo menciona Samame “Los proyectos no fallan al final, sino al principio”.

El fracaso de los proyectos han aumentado a cifras alarmantes causado por una deficiencia en el ejercicio de la ingeniería de requerimientos (Siqueira Simões, 2017). Algunos casos comunes son:

- El producto se entrega sin cumplir con los requerimientos especificados.
- La entrega final es un producto que no satisface al cliente, aunque este en tiempo y dentro del presupuesto.
- El proyecto incorpora requerimientos que no son manifestados por el usuario.

- La estimación de costo/esfuerzo se hace en base a un alcance equivocado ya que no considera algunas áreas funcionales y procesos de negocio.
- Fallas de comunicación sobre requerimientos, lo que resulta en la entrega de un producto defectuoso.
- Cambios innecesarios debido a la falta de atención por comprender correctamente las necesidades del cliente al principio.

El éxito o el fallo en un producto de software depende enteramente de la fase de requerimientos y estos al ser escritos en lenguaje natural pueden llegar a presentar defectos como ambigüedad, inconsistencia o hasta legibilidad, y si estos no se atienden de manera correcta y a tiempo pueden llagar a que el producto presente desfases en tiempo como en dinero (Gacitúa Bustos, 2015).

Los defectos pueden aparecer en cualquier etapa del ciclo de vida de un producto de software, presentándose más comúnmente durante la construcción. Así mismo, un número presencial de defectos se originan desde los requerimientos, ya que las especificaciones no representan de manera acertada las necesidades del cliente. (Siqueira Simões, 2017)

Tabla 1. Defectos en potencial por tamaño de sistema y origen.

	Tamaño del sistema (en puntos de función)		
	100	1000	10000
Origen del defecto	**Defectos potenciales (bugs/PF)**		
Requerimientos	0.75	1.00	1.25
Arquitectura	0.10	0.25	0.50
Diseño	1.00	1.25	1.50
Código fuente	1.70	1.75	2.0
Material de pruebas	1.50	1.85	2.00
Documentación	0.65	0.70	0.75
Base de datos	2.00	2.75	3.00
Website	1.50	1.75	2.00
Total	9.20	11.30	13.00

La Tabla 1 describe que de acuerdo al tamaño del sistema los defectos originados desde la fase de requerimientos son más difíciles de eliminar por métodos tradicionales: pruebas y análisis estático.

Adicionalmente, los cambios generados en requerimientos llegan a presentar mayor densidad de defectos, debido a que normalmente son tratados a toda prisa. Y son más difíciles de eliminar porque “saltan” el control de calidad del proyecto. (Siqueira Simões, 2017)

Para ello nos es importante enfocarnos en una herramienta que involucre el procesamiento de texto y contribuya a generar los requerimientos de software sin ambigüedad.

II. METODOLOGÍA

El sistema será capaz detectar requerimientos dentro de un documento escrito en lenguaje natural, para reducir inconsistencias y ambigüedades al redactar un documento SRS y lograr disminuir el índice de fallo de un producto de software por la fase de ingeniería de requerimientos.

a) En la primera etapa se realiza el proceso de investigar factores que provocan que un producto de software falle en la fase de requerimientos dentro de la industria.

b) Buscar información con temas relacionados con técnicas de procesamiento de lenguaje natural para la extracción de requerimientos y ver los trabajos que se han realizado con anterioridad.

c) Analizar datos relevantes de las investigaciones para tomar en cuenta que algoritmo se usan para el PLN

d) Investigar mas a fondo los tipos de algoritmos de minería de texto que existen para seleccionar con los que trabajaremos.

e) Con base a lo investigado, definir que algoritmo de minería de texto y que técnica de PLN favorece mejor a nuestras necesidades y ayude a una mejor detección de los requerimientos.

f) Construir la herramienta de procesamiento de lenguaje natural y probar la extracción de los requerimientos.

III. RESULTADOS

Al realizar esta investigación, nos dimos cuenta que hay un alto índice de defectos que llegan a presentarse en el área de requerimientos y al ser esta una área tan importante, llega a poner en peligro el éxito de un producto de software, es por esto que nos vemos con la necesidad de generar un sistema que permita analizar textos en lenguaje natural para detectar de manera semiautomática especificaciones de requerimientos a través de minería de texto y técnicas de procesamiento de lenguaje natural, y esto permita dar solución al problema del alto índice de defectos en el área de requerimientos, tales como ambigüedad, inconsistencia, carencia de legibilidad y omisiones de información, para llegar a presentar correctamente las necesidades de los clientes y usuarios sin llegar a generar gastos extras tanto de costos como de tiempo.

Al tener esto presente, fue necesario generar un investigación para detectar los mejores algoritmos y sistemas que implementan técnicas de procesamiento de lenguaje natural para la detección de requerimientos. De las herramientas analizadas se seleccionaron las mas relevantes, además se incluyeron herramientas para la mejora de la calidad de los requerimientos y detección de ambigüedad de los requerimientos:

Tabla 2. Comparación de herramientas

Nombre Herramienta	Objetivo	Entrada	Enfoque de transformación	Automatización	Año	Exclusión
Circe	Calidad de requerimientos	Documento de requerimientos	Regla de Ontology based	Semi-automatico	2006	No
NAI	Ambigüedad	Documento de requerimientos	Regla de Ontology based	Automático	2010	No
QuARS	Calidad de requerimientos	Documento de requerimientos	Regla de Ontology based	Automático	2001 2004	No
CRF Tool	Incertidumbre	Documento de requerimientos	Regla de Ontology based	Automático	2012	No
AQUSA	Calidad de las historias de los usuarios.	Historias de usuario	Regla de Ontology based	Automático	2015	Tipo de entrada
T1'	Ambigüedad	Documento de requerimientos	Basado en reglas	Automático	2008	No
RAT	Calidad de requerimientos	Documento de requerimientos	Basado en reglas	Automático	2009	No
Text2Test	Calidad de las historias de los usuarios.	Casos de Uso	Desconocido	Desconocido	-	No
MaramaAI	Calidad de requerimientos	Documento de requerimientos	Regla de Pattern based	Semi-automatico	2011	No es automático
EuRailCheck	Calidad de requerimientos	Documento de requerimientos	Regla de Ontology based	Semi-automatico	2012	No es automático
UIMA	Modelo de caso de uso	Descripción de casos de uso	Basado en reglas	Automático	2009	Fuera de ámbito
DODT	Calidad de requerimientos	Documento de requerimientos	Regla de Ontology based	Semi-automatico	2011	No es automático
SREE	Ambigüedad	Documento de requerimientos	Regla de Ontology based	Semi-automatico	2013	No
Extraction of OLAP req.	Calidad de requerimientos	Documento de requerimientos	Regla de Pattern based	Automático	2009	Fuera de ámbito
HEJF	Calidad de requerimientos	Documento de requerimientos	Basado en reglas	Automático	2014	No

IV. CONCLUSIONES

Para esta investigación se propuso construir una herramienta donde se utilice técnicas de minería de texto y procesamiento de lenguaje natural a través de un producto de software para la lectura de documentos de texto, dicha herramienta detectara la estructura morfológica, sintáctico y semántico de los requerimientos, el usuario podrá validar si dichos requerimientos son correctos.

Se determinaron cuales serian las mejores herramientas para la detección de requerimientos a través de PLN y bajar a gran medida el índice tan alto que se tiene en fallos de sistemas por la fase de requerimientos.

V. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de Zacatecas y al Dr. Sodel Vázquez por su apoyo contante y el otorgado para la realización de la estancia de verano.

REFERENCIAS

Siqueira Simões, G. (2017). La Importancia de la Ingeniería de Requerimientos. Retrieved June 9, 2019, from SG: Software Guru website: https://sg.com.mx/revista/54/la-importancia-la-ingenier-requerimientos

Arias Chaves, M. (2007). La ingeniería de requerimientos y su importancia en el desarrollo de software. InterSedes: Revista de Las Sedes Regionales, p. 14. Retrieved from https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=66612870011 [3] R. Zahmoul, R. Ejbali, M. Zaied, “Image encryption based on new Beta chaotic maps”, *Optics and Lasers in Engineering*, Vol. 96, pp. 39-49. 2017.

Samame, R. (2015). Importancia de los Requerimientos del Proyecto. Retrieved June 9, 2019, from BSG Institute website: https://bsginstitute.com/bs-campus/blog/La-Importancia-de-los-Requerimientos-en-un-Proyecto-17

Gacitúa Bustos, R. (2015). Procesamiento de Lenguaje Natural en Ingeniería de Requisitos: Contribuciones Potenciales y Desafíos de Investigación. 2–4.

Slankas, J., & Williams, L. (2013). Automated extraction of non-functional requirements in available documentation. 2013 1st International Workshop on Natural Language Analysis in Software Engineering, NaturaLiSE 2013 - Proceedings, 9–16. https://doi.org/10.1109/NAturaLiSE.2013.6611715

Yang, H., De Roeck, A., Gervasi, V., Willis, A., & Nuseibeh, B. (2012). Speculative requirements: Automatic detection of uncertainty in natural language requirements. 2012 20th IEEE International Requirements Engineering Conference, RE 2012 - Proceedings, 11–20. https://doi.org/10.1109/RE.2012.6345795