23 Verano de la ciencia de la Región Centro

INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS

Comité Organizador

C.P. Raúl Sergio Farias Martínez
M.C. Jesús Roberto de Garza de Luna
M.A. Verónica Martínez Vela
Lic. Laura Elena González Rodríguez
Instituto Técnológico Superior de Monclova

Institución participante
CIATEQ, Unidad Aguascalientes

Centro de Investigación en Matemáticas A.C., Unidad Aguascalientes
Universidad Autónoma de Aguascalientes

Intituto Tecnológico de Aguascalientes
Universidad Autónoma Agraria

Centro de Investigación de Química Aplicada (CIQA)

Universidad Autónoma de Coahuila

Instituto Tecnológico Superior de Monclova

Centro de Investigación en Matemáticas A.C., Unidad Guanajuato
Instituto Tecnológico de Abasolo
Centro de Investigación y Estudios Avanzados, Unidad Irapuato

Universidad Politécnica del Bicentenario, Silao
Instituto Tecnológico de Celaya
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón

Centro de Investigaciones en Óptica (CIO)
Escuela Nacional de Estudios Superiores UNAM, Unidad León
C. de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica

Instituto Tecnológico de Querétaro
Universidad Politécnica de Querétaro
Instituto de Neurobiología, UNAM - Campus Juriquilla

Instituto Tecnológico de San Juan del Río
Escuela Nacional de Estudios Superiores UNAM, Unidad Juriquilla
Universidad Autónoma de Querétaro
Instituto Tecnológico de San Luis Potosí
Escuela Normal de Estudios Superiores del Magisterio Potosino
Instituto Estatal de Investigación y Posgrado en Educación
Universidad Autónoma de San Luis Potosí
El Colegio de San Luis
Centro Regional de Educación Normal

Universidad Politécnica de San Luis Potosi
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica
Universidad del Centro de México
Universidad Autónoma de Zacatecas

Coordinadores
Ing. Sergio Luna Flores
Adriana Cecilia González Alarcón
Jonás Velasco Alvarez
Jesús Arturo Femat Díaz
Yazmin Ramírez Rodríguez
Yusahara Elizabeth Vázquez Ochoa
Antonio Narro
Valente Serrano Gervacio
Victor Manuel Villaneva Coronado
Armando Espinoza Banda
Leticia Larios López
Antonio Cárdenas Flores
Dora Elia Cárdenas Elizondo
Alejandro Herrera Hernández
María Concepción Esparza Castro
Verónica Martínez Vela
Laura Elena Gonzalez Rodriguez
Arturo Hernández Aguirre
César Álvarez Mejía
Jesús Vega Medina
Luis José Delaye Arredondo
Javier Cruz Salgado
Esperanza Peña Morales
Akira Torreblanca Ponce
Carlos Alberto Sebastián Serra Martínez
Luis Fernando Villanueva Jiménez
Luz Adriana Gutiérrez Guerra
Harumi Shimada Beltrán
Maria Teresa Cordova Barrios
Germán Orozco Gamboa
Jose Arturo ToscanoO Giles
Alondra Anahí Ortiz Verdín
Alfredo Varela Echavarría
Nuri Aranda López
Sonia Elizabeth Roman Flores
Leonor Casanova Rico
Karina Villarauz Camargo
Ariel Benjamin De La Rosa Zapata
Víctor Manuel León Rodríguez
Andrés Delgadillo Sánchez
Laura Elena Ochoa Leija
Jose Ramon Alvarez Gonzalez
Amina Madera Lauterio de Cedral
Juan Manuel Rodriguez Tello
Martín Hernández Sustaita
Ivonne Lizette Cuevas Véliz
Alicia Villagómez Carvajal
Manuel Reta Hernández
Laura Hernández Martínez

Índice

Uso de residuos metalúrgicos en la remoción de cromo de aguas contaminadas
Andrea Chavana Medina § Nallely Guadalupe Picazo Rodríguez 10

Diseño de aplicación móvil para el verano de la Ciencia de la Región Centro
Gerson Edmundo Wong García § Rubén Miguel Riojas Rodríguez 15

Diseño de aplicación web para el verano de la región centro
Jesús Cristian Alejandro Acuña Zapata § Rubén Miguel Riojas Rodríguez 20

Diseño de biorreactor para aprovechamiento de Eichhornia crassipes en la generación de biogás
Natalia Guadalupe Díaz Gil § Luis Fabián Fuentes Cortés 26

App Multiplataforma Para Control De Un Brazo Robótico Articulado
Christian Daniel Andrade Camacho § José Miguel Jaimes Ramírez 33

Técnicas SPWM para inversor multinivel
Tonathiu Hernández Hernández § José Juan Alfaro Rodríguez 39

Síntesis de esponjas magnéticas de concreto polimérico con nanopartículas magnéticas
María Angélica Martínez Rubio § Javier Gustavo Cabal Velarde 48

Ajuste de datos cinéticos de crecimiento microbiano utilizando inteligencia artificial
Zapata Banda Estefania § Cortez González Jazmín 54

Obtención de materiales base-grafeno a partir de biomasa
Christopher Alan Monsivais Mancha § Dra. Rocio Martínez Flores 59

Inversor monofásico fotovoltaico de tres niveles para inyección de potencia a la red sin transformador
Carlos Nieto Espinoza § Gerardo Vázquez Guzmán 64

Evaluación de eficiencia antifúngica en un compuesto de PU y nano partículas de plata
Brenda Ameyally Gerardo Vergara § Armando Mares Castro 71

Mecanismo de Extracción de Piezas Automotrices Impresas en 3D
Valerio Pérez Erick Alexander § Zea Pérez José Marcos 77

Aplicación de las espumas metálicas en el sector automotriz
Salma Denisse Medina García § Alondra Anahí Verdín Verdín 83

Implementación de mejora en el proceso de pegado de piezas de calzado y evaluación estadística fase 1: Análisis de métodos y control estadístico
Laura Fabiola Núñez Romero § Dr. Armando Mares Castro 89

Optimización en el proceso de pegado de piezas de calzado y evaluación estadística
Yuliana Hernández Hernández § Dr. Armando Mares Castro 97

Annyeong: Aplicación móvil como herramienta contra el acoso callejero
Valeria Sthepanía García Hotema § Estefanía Cerrillo Andrade 106

Despacho óptimo ambiental de sistemas eléctricos de potencia: minimización de las emisiones de CO2 mediante la integración de fuentes de energía renovables
Ulises Galeana Padilla § José Miguel García Guzmán 113

Modulaciones de un convertidor CD-CA multinivel
Diana Geraldine Castañeda Rubalcaba § José Miguel Sosa Zúñiga 118

Análisis de Carga de un Vehículo Eléctrico.
Heber Isidro Morales Lugo § Brenda Santa Dublan Barragán 124

Normatividad del uso de Agua Residual
Edith Karina Pérez Lara § Nayeli Montalvo Romero 130

Importancia del uso de Plantas en la Purificación de Agua Residual
Graciela Escoto Zamudio § Nayeli Montalvo Romero 136

Monitoreo de la humedad del suelo de plantas individuales mediante IoT
Carlos Antonio Muñoz Malpica § Adolfo Rafael López Núñez 142

Automatización electroneumática de sistema dosificador por gravedad de productos granulados y en polvo
Sandra Jacqueline Martínez Gómez § Juan Pablo Razón González 148

Despacho óptimo ambiental de sistemas eléctricos de potencia: minimización de las emisiones de CO2 mediante la integración de fuentes de energía renovables
Martín García Barajas § José Miguel García Guzmán 153

Estudio y comparación de procesamientos poliméricos
Graciela Guerrero Lara § Cynthia Graciela Flores Hernández 158

Estudio de la síntesis de compuesto magnéticos a partir del mineral de celestita y sulfato ferroso por la técnica de coprecipitación
David Eliud Flores Hernández § Ma. Gloria Rosales Sosa 163

Desarrollo de un apósito hidrosoluble electrohilado con aplicación en ingeniería de tejidos
Elia Lizbeth Nava Chávez § Eduardo Arturo Elizalde Peña 168

Estudio de la Síntesis de ferrita de calcio por la técnica de coprecipitación química.
Andrea Carrillo Santellana § Ma. Gloria Rosales Sosa 173

Análisis de estudio de respuesta a la frecuencia en transformadores de potencia.
Jorge Rubén Bustos Aguilar § Fernando Jurado Pérez 178

Diseño e implementación del sistema de control por LabVIEW para la cámara de eventos múltiples (temperatura, ultravioleta, infrarrojo, humedad) para caracterización de envejecimiento acelerado de estructuras poliméricas
Patiño Jaramillo José Guadalupe § Javier Gustavo Cabal Velarde 185

Impresión 3d de un vehículo AGV Escala 1:10
Elmer Uriel Pérez González § Carlos Fuentes Silva 191

Estudio de factibilidad para la instalación de celdas fotovoltaicas que alimenten eléctricamente el edificio uno del TecNM Campus Monclova
Valeria Estefanía Rendón Gómez § Adriana Hernández Córdova 196

Análisis de diferentes combustibles en motores de combustión interna
Zazil Gaspar Aranguré § Juan Manuel García Guendulain 201

Diseño de un dispositivo inteligente para evaluar condiciones ergonómicas industriales.
Juan Gilberto Quintero López § Guillermo García Rodríguez 206

Determinación del nivel de producción de cultivos
Ana Karem Jasso Vázquez § Nayeli Montalvo Romero 211

Determinación de Variables Agrícolas
José Rodrigo Vargas López § Aarón Montiel Rosales 216

Revisión e Identificación de los Cultivos que son parte de la Dieta Alimenticia
Ana Karla Rodríguez Padilla § Aarón Montiel Rosales 220

Identificación y Análisis de los Sistemas de Control de Monitoreo Agrícola
Erick Alejandro López Maciel § Aarón Montiel Rosales 225

Diseño de un dispositivo biomimético para la evaluación fototérmica de nanoestructuras plasmónicas con potencial terapéutico
Perla Angélica Izaguirre Camargo § Daniela Edith Salado Leza 229

Despacho óptimo ambiental de sistemas eléctricos de potencia: minimización de las emisiones de CO2 mediante la integración de fuentes de energía renovables
Isaac Benjamín Hernández Medina § José Miguel García Guzmán 235

Control electrónico de un brazo robótico articulado por medio de una tarjeta de circuito impreso PCB
Miguel Ángel Saldaña Salas § Mónica Balvanera Ortuño López 240

Detección de anomalías en la piel
Jose Antonio Corona Guevar § Valentín Calzada Ledesma 246

Desarrollo de un sistema de inteligencia artificial industrial sobre arquitecturas embebidas para el análisis y detección de defectos en insumos de corte para la industria del cuero y calzado
Carlos Fernando Orozco Solis § Valentín Calzada Ledesma 252

Sistema de control de calidad para manufactura basado en visión computacional
Isaac Alcocer Contreras § Gerardo Trejo Caballero 259

Síntesis de esponjas magnéticas de concreto polimérico con nanopartículas magnéticas
Felix Fernando Ramírez Diosdado § Javier Gustavo Cabal Velarde 264

Mejoras en Diseño de Sistema de Frenado y Acelerado Para automóvil Usado por Personas Discapacitadas
Leandro Merino Angeles § Gloria Flor Mata DonJuan 270

Sistema de mejoramiento de imágenes colposcópicas basado en procesamiento digital de imágenes
Diana Laura Lara Díaz de León § Gerardo Trejo Caballero 275

Estudio del efecto de temperatura en la síntesis de magnetita por la técnica de coprecipitación química
Jesus Martin Galvan Lira § Ma. Gloria Rosales Sosa 281

Diseño de una fuente de excitación luminosa para aplicaciones en espectrofotometría.
Ari Axel Gutiérrez Gil § Yolanda Jiménez Flores 286

Elaboración de Hidroxiapatita dopada con iones metálicos para su uso potencial en Nanomedicina
Ricardo Daniel Estrada Moreno § Rodrigo Rafael Velázquez Castillo 291

Técnicas SPWM para inversores multinivel
Flores González Fanny Sarai § José Juan Alfaro Rodriguez 296

Convertidores CD-CD como interfase de baterías Ion-Litio para aplicaciones automotrices
Leopoldo Guadalupe Porras Rodríguez § Ma. Guadalupe Ortiz López 303

Diseño de una prensa hidráulica
Oscar Sebastián Martínez Rojas § Julio Rojo Hernández 309

Fabricación de un andamio hecho de vidrio bioactivo/Ag para aplicaciones en tejido epitelial causadas por quemaduras
Frida Sofía Andrade Sierra § Criseida Ruiz Aguilar 314

Evaluación de técnicas OSINT y de inteligencia artificial para la implementación de una plataforma de análisis delictivo
Haim Guel Quiroz § Rafael Llamas Contreras 320

Integración de redes de agua con cogeneración energética para lograr cero emisiones en la industria cervecera 324
Esli Jhoana Serrano Muñoz § Dra. Alicia Román Martínez 324

Diseño de un dispositivo inteligente para evaluar las condiciones ergonómicas industriales
Oliva Aguilar Mayra Alejandra § Guillermo García Rodríguez 330

Diseño de biorreactor para aprovechamiento de Eichhornia crassipes en la generación de biogás
Valeria Monserrat Domínguez Pérez § Luis Fabián Fuentes Cortés 336

Obtención de materiales base-grafeno a partir de biomasa
Jahir Arturo Ortiz Munguia § Rocio Martínez Flores 344

Elaboración de hidroxiapatita dopada con iones metálicos para su uso potencial en nanomedicina
María Paulina de la Cruz Moreno § Rodrigo Rafael Velázquez Castillo 349

Agenda dinámica de citas para múltiples negocios
Jesús Abraham Raya Gómez § Dennise Ivonne Gallardo Álvarez 355

Agenda dinámica de citas para múltiples negocios
Oswaldo Álvarez Juárez § Dennise Ivonne Gallardo Álvarez 361

Desarrollo de un modelo basado en Machine Learning para la predicción de propiedades mecánicas de un acero.
Fermín Abimael Rodriguez Campuzano § Manuel García Yregoi § Ma. Gloria Rosales Sosa § R. Servín Castañeda 366

Evaluación y reducción de riesgos ergonómicos en una empresa Textil
Gabriela Domínguez Moreno § María del Carmen Saavedra Martínez 372

Problemática que enfrentan los estudiantes de IQMYM para aprender online.
Aime Joselyn García Lugo § Blanca Idalia Rosales Sosa 377

Diseño conceptual de prótesis basada en materiales compuestos poliméricos
Alexa Michelle García Machain § Juventino López Barroso 382

Obtención de hidroxiapatita a partir de escamas de tilapia para la elaboración de un biomaterial.
Martínez Rangel Amaya Libertad § Rosa Jazmín Trasviña Osorio 388

Elaboración de un diagnóstico basado en la capacidad y madurez de los procesos de manufactura
Aneley Vanessa Silva Romero § José Luis Tavares López 393

Real time programming for human motion
Brenda Ivonne Valtierra Zavala § Miroslava Cano Lara 399

IVigilancia tecnológica para la identificación de innovaciones en el monitoreo y adquisición de variables en una línea de producción de tejas de barro
Juan Tomás Oliva Ramos § Carina Guadalupe Chagolla Barajas 403

Manufactura de CNC potenciado con IA industrial
Daniel Capetillo Sanchez § Juan De Anda Surez 406

Desarrollo de un modelo basado en Machine Learning para la predicción de propiedades mecánicas de un acero.
Fermín Abimael Rodriguez Campuzano § Manuel García Yregoi § Ma. Gloria Rosales Sosa § R. Servín Castañeda 412

Integración de Industria 4.0 a un Sistema de Manufactura Esbelta
Guersom Roberto Barrón § Luis Fernando Niño Luna 417

Diseño conceptual de prótesis basada en materiales compuestos poliméricos
Mara Patricia Simeón Chávez § Juventino López Barroso 424

Prototipo de un monitor gestacional
Jasiel Garcia Serrano § Diego Eduardo Morales Lopez 430

Limpieza de la pirita por lixiviacion
Rangel Sosa José Rodrigo (1) § Muñoz Ramírez Leonor (2) § Reyes Guzmán Claudia Verónica(2), 435

Obtención de hidroxiapatita a partir de escamas de tilapia para la elaboración de un biomaterial
Karla Beatriz Medina Aguilera § Rosa Jazmín Trasviña Osorio 443

Prototipo de captura de imágenes para manejo de suministros en líneas de producción
Patricia Galván Morales § Marco Ubaldo Flores Ayala 448

Análisis bibliométrico: Uso del carbonizado de hueso en suelos
Melannie Montserrat Pedroza Jiménez § Nahum Andrés Medellín Castillo 456

Real time programming for human motion
Oliver Alejandro Mendiola Barrón § Miroslava Cano Lara 462

Tratamiento de un mineral con ácido acético para la obtención de compuestos formadores de cerámicos magnéticos
Siria Monserrath Ozoria Martinez § Ma. Gloria Rosales Sosa 467

Sistema de Congestión Vehicular para monitoreo de rutas alternas
Piña García Jorge § Anaya Rivera Ely Karina 472

Sistema de Congestión Vehicular para monitoreo de rutas alternas
Gómez García Martín Adrián § Anaya Rivera Ely Karina 478

Desarrollo de un sistema de inteligencia artificial industrial sobre arquitecturas embebidas para el análisis y detección de defectos en insumos de corte para la industria del cuero y calzado
Carlos Uriel Cano Zavala § Valentín Calzada Ledesma 484

Sistema telemático para la medición de nivel de combustible en vehículos utilizando sistemas embebidos
Edder Jair Pérez Hernández § Dr. Jonny Paul Zavala De Paz 490

Uso de residuos metalúrgicos en la remoción de cromo de aguas contaminadas

Andrea Chavana Medina
Instituto Tecnológico Superior de Monclova Carretera 57 km 4.5 col. Los 90 S 25733 Monclova, México
H17050154@monclova.tecnm.mx

Nallely Guadalupe Picazo Rodríguez
Instituto Tecnológico Superior de Monclova Carretera 57 km 4.5 col. Los 90 S 25733 Monclova, México
nallely.pr@monclova.tecnm.mx

Resumen — El cromo hexavalente es uno de los desechos industriales más peligrosos, pues la ingesta de este provoca en el cuerpo diversas afecciones severas o incluso la muerte, por eso, es de suma importancia su remoción del agua. La adsorción es un método sumamente eficiente para el tratamiento de aguas residuales, sin embargo, para que este proceso se desarrolle de la manera correcta deben tenerse en control diversos parámetros, uno de estos es el pH. Para comprobar la relevancia de este factor, se realizaron pruebas de laboratorio en una solución sintética de cromo, con diferentes residuos derivados de procesos metalúrgicos y mineros de la región, alterando sus niveles de potencial de hidrogeno para así, verificar la importancia de este en la técnica estudiada.

Palabras clave — Adsorción, pH, agua residual

Abstract — Hexavalent chromium is one of the most dangerous industrial wastes, because the intake of this causes in the body various severe conditions or even death, therefore, it is of utmost importance its removal from water. Adsorption is an extremely efficient method for wastewater treatment, however, for this process to develop in the right way, various parameters must be taken into control, one of these is the ph. To verify the relevance of this factor, laboratory tests were carried out on a synthetic solution of chromium, with different residues derived from metallurgical and mining processes in the region, altering its levels of hydrogen potential in order to verify the importance of this in the technique studied.

Keywords — Adsorption, pH, waste water.

I. Introducción

En los últimos años la industrialización mundial ha provocado un gran impacto ambiental en los ecosistemas, esto causa problemas graves en toda nuestra sociedad y la manera en la que esta se desarrolla.

Un gran problema en el planeta es la contaminación ambiental por desechos industriales en el agua debido a que estos son difíciles de eliminar al tratarse principalmente de compuestos químicos, esto sumado al mal tratamiento de efluentes y a la poca consciencia que se tiene sobre el tema, conlleva a una gran cantidad de agua contaminada que no pude ser recuperada.

Tomando como referencia las premisas anteriores y la escasez de agua que actualmente presenta el mundo, que trae consigo una serie de eventos sumamente desafortunados en caso de no revertirse a tiempo, como sequias y muertes por deshidratación, se propone en este trabajo, investigar los factores que influyen en el proceso de adsorción para conseguir que esta se lleve a cabo de una manera eficiente.

II. MARCO TEÓRICO

Generalidades de Cromo VI

El cromo es un elemento de la familia de los metales que se encuentra comúnmente en el medio ambiente en rocas, animales, plantas y suelo. El Cr(VI) se es utilizado en el cromado, colorantes y pigmentos, curtido de cuero y en la preservación de madera y en cantidades pequeñas para la extracción de petróleo. El cromo hexavalente es un producto común de desechos industriales, pues se produce por la quema de carbón y petróleo, en la producción de acero, soldadura, manufactura de productos químicos, etc. siendo esto, causa de la presencia del cromo en el aire y agua. Por lo general la exposición al Cr(VI) es frecuente en zonas dedicadas a la industria petrolera y textil, este entra en el metabolismo por vía oral, respiratoria y dérmica, es distribuido a diversos órganos y al degradarse genera formas reactivas del cromo capaces de alterar el ADN (Nancy Molina Montoya, 2010).

Los efectos adversos en el organismo derivados de la exposición al cromo VI puedes ser enfermedades cutáneas, reacciones alérgicas, irritación y sangrado nasal, malestar y ulceras estomacales, problemas respiratorios, daño hepático y renal y daños al sistema inmunológico. La ingesta de sales de cromo VI puede causar desde lesiones graves hasta la muerte misma (Nancy Molina Montoya, 2010).

Contaminación del agua por metales pesados.

El ser humano ha empleado el agua no solo para su consumo, si no también para tareas comunes de su vida como la limpieza, provocando así, que esta se mezcle con un concentrado de desechos. Estos normalmente no pueden ser analizados complemente debido a la gran cantidad de compuestos (orgánicos e inorgánicos) que se encuentran en estos (Cruz, 2008).

La contaminación del agua por concentraciones de metales pesados, es un problema principalmente encontrado en efluentes industriales. Estos elementos representan un problema grave pues no son biodegradables, esto los convirtió en indicadores de calidad ecológica industrial, pues influyen directamente en la toxicidad del agua. Los metales pesados suelen formar asociaciones con sustancias minerales y orgánicas en procesos como un intercambio iónico, adsorción, quelación, etc., por lo que se acumulan en el medio ambiente en sedimentos de ríos, lagos y mares (Adrián Zamorategui Molina, 2007).

Tratamiento de aguas residuales

Algunos procesos para remover metales pesados de aguas residuales son la precipitación química, flotación, intercambio iónico, flotación, adsorción y electro disposición (Barakat, 2010).

El método más utilizado es la precipitación química con cal y piedra caliza por su bajo costo, sin embargo, este

procedimiento genera una cantidad de lodos excesiva que posteriormente tendrán que ser tratado con métodos adicionales. Otro método, es el intercambio iónico, este hace referencia a un sólido capaz de intercambiar los cationes o aniones de los materiales a tratar, sin embargo, la matriz del material se ensucia con facilidad lo que dificulta su eficiencia. La electrodeposición pasa corriente eléctrica a través de una solución acuosa para que los componentes metálicos se concentren en un depósito metálico desmontable, facilitando la recuperación de los metales (Barakat, 2010).

Adsorción como tratamiento de aguas residuales

La adsorción es un proceso que consiste en la remoción de elementos, líquidos o gaseosos, al entrar en contacto con algún elemento sólido, conocido como adsorbente. El proceso de adsorción está ligado directamente con las propiedades (superficie específica, porosidad, tamaño de partícula) del adsorbente con el que se esté tratando, pues este determina la eficacia de este método. La temperatura y pH del medio también son factores que influyen en este proceso. (Avila, 2012)

III. Materiales y métodos

En el presente trabajo se realizaron catorce de pruebas de adsorción, para las cuales se preparó una solución sintética de cromo con una concentración de 100 ppm. Como adsorbente se emplearon distintos residuos procedentes de la industria metalúrgica y minera. Las pruebas se llevaron a temperatura ambiente en una parrilla de agitación durante 15 minutos. Cabe mencionar que en siete pruebas se ajustó el valor de pH a 3 y se mantuvo así durante las pruebas ajustándolo con ácido nítrico (HNO3). Posteriormente se repitieron las siete pruebas, esta vez sin ajustar el pH.

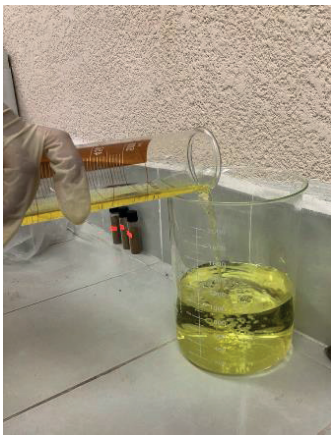


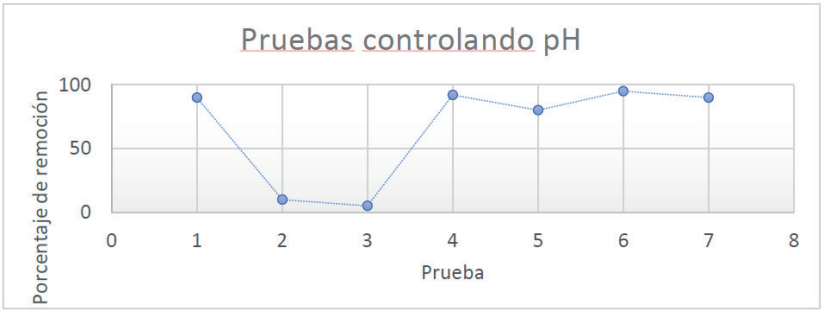
Tabla 1. Diferencia de pH en pruebas

Prueba	Residuo	pH sin ajustar	pH ajustado
AC1	PAC	13	2
AC2	PCN	1	2
AC3	JST	3	1
AC4	PACTT	8	2
AC5	PCNTT	5	1
AC6	JSTTT	3	3
AC7	JSTPA	6	1

IV. Resultados

Grafica 1. Relación de porcentajes de remoción de Cr(VI) en pruebas con pH no controlado

Grafica 2. Relación de porcentajes de remoción de Cr(VI) en pruebas con pH controlado



V. Discusión (o análisis de resultados)

En la literatura encontramos que, el cromo hexavalente se mantiene en su forma más estable cuando se encuentra con un pH 3, para esto, en caso de que la solución no sea naturalmente acida, esta debe ser ajustada con ácido nítrico (HNO3) (Francisco Raúl Carrillo Pedroza, 2017)

Se observo en las pruebas, que, al mantener el nivel de la solución en un pH 3 se logra una mayor adsorción de cromo (VI), a diferencia de cuando las soluciones son muy alcalinas. Algunos de los adsorbentes utilizados mantienen naturalmente el pH acido requerido en la solución y son estos en los que se observaron los mejores resultados.

VI. Conclusiones y recomendaciones

Se realizaron diferentes pruebas de adsorción de Cr (VI) empleando diversos desechos de acería y minería, en una solución sintética de 100ppm: estas fueron realizadas de dos maneras diferentes: controlando y sin controlar el nivel del pH.

Las pruebas con los resultados mas favorables fueron las que durante el proceso se llevaron a cabo con valores de pH de 2 a 3.

VII. Reconocimientos (o agradecimientos)

Los autores del presente trabajo agradecen el apoyo del Instituto Tecnológico de Monclova y del Dr. Francisco Raúl Carrillo Pedroza, profesor investigador de la Facultad de Metalurgia de la UAdeC por el apoyo brindado en el desarrollo de este trabajo.

Referencias

Adrián Zamorategui Molina, N. L. (2007). Ciencias UAT. Obtenido de Ciencias UAT: http://www.scielo.org.mx/pdf/cuat/v14n1/2007-7858-cuat-14-01-45.pdf

Avila, O. M. (2012). Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia: https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/11148/300423.2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Barakat, M. (2010). King Saud University. Obtenido de King Saud University: https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1878535210001334?token=357994DA8EB 1EA5F2C75C5EEDE-3D2201BACA04BCEBA2D9F9541424D24B03804EBDB0E0 3051FA323B11841DE22A8588E2&originRegion=us-east- 1&originCreation=20210826063528

Cruz, A. M. (2008). Universidad Autonoma del estado de Hidalgo. Obtenido de Universidad Autonoma del estado de Hidalgo: http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/514/Caracte rizacion%20y%20tratamiento%20de%20aguas%20residuales.pdf;jsessionid=6CF06 F981D21C708435E4D7A-B47EE76C?sequence=1

Francisco Raúl Carrillo Pedroza, M. d. (Noviembre de 2017). Revista internacional de contaminación ambiental. Obtenido de Revista internacional de contaminación ambiental: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188- 49992017000400591&script=sci_arttext&tlng=en

Nancy Molina Montoya, P. A. (2010). Plomo, cromo VII y cromo VI y sus efectos sobre la salud humana. Ciencia y tecnologia para la salud visual y ocular, 77-88.

Diseño de aplicación móvil para el verano de la Ciencia de la Región Centro

Gerson Edmundo Wong García
Instituto Tecnológico Nacional de México
(Campus Monclova)
Carretera 57 Km 4.5 Note. C.P 25701 Unidad Tecnológica y Universitaria de Monclova Coahuila
gerson_wong77@hotmail.com

Rubén Miguel Riojas Rodríguez
Instituto Tecnológico Nacional de México
(Campus Monclova)
Carretera 57 Km 4.5 Note. C.P 25701 Unidad Tecnológica y Universitaria de Monclova Coahuila
ruben.rr@monclova.tecnm.mx

Resumen — En este trabajo se presenta el diseño, desarrollo e implementación de una aplicación móvil que será utilizada en el próximo Verano de la Ciencia de la Región Centro, esta misma cual utiliza diferentes librerías de programación tales como React Native y Axios, empleando de igual forma métodos actualizados de programación que hacen de esta misma una sistema que permite a los usuarios acceder a una plataforma en la que gestionará su información y tramites de una manera sencilla y unificada.

Palabras clave — Tecnología, Aplicaciones Móviles, Programación.

Abstract — This work introduce the design, develop and implementation of a mobile app which is going to be used in the next Science Sumer of the Central Region, this app uses different programming libraries such as React Native and Axios, using also recent methods of programming making of it a system who allows the users access to a platform which allows them to manage their information and procedures in simply and united form.

Keywords — Technology, Mobile Apps, Programming.

I. Introducción

En la actualidad mundo que nos rodea está más unido que antes y todo gracias a la conexión al internet esa red de computadoras global que enlaza a millones de dispositivos y permite el intercambio de información entre ellos, pero no fue hasta la aparición de los teléfonos inteligentes que el personas mundo estrecho aún más sus lazos a través de la internet, existen más teléfonos celulares que humanos en el mundo, así que la tecnología móvil a revolucionado la sociedad trayendo cambios significativos y de igual forma optimizando procesos. (De acuerdo al, según, de acuerdo a tal autor (agregar estadística con numeros)) [7]

Con la implementación de nuevas tecnologías y el rápido de desarrollo de los sistemas informáticos aunados a la creciente necesidad de formas eficientes de una mejor administración de datos a distancia, existe una oportunidad para el desarrollo de aplicaciones móviles ya que estas permiten una conexión más rápida y accesible, permitiendo que el usuario tenga en su bolsillo múltiples formas de comunicación, de almacenamiento y de gestión de sus datos a través de las aplicaciones, esto hace que tome aún más relevancia.
El desarrollo y programación de aplicaciones para dispositivos móviles anteriormente significaba un proceso complejo y que requería de una cierta especialización en dicho ámbito más sin embargo actualmente este proceso se ha vuelto más accesible debido al avance y a las innovaciones en la optimización de variados recursos para su desarrollo.
El resultado de la implementación de dichas innovaciones presenta una mejora en el producto final, una aplicación responsiva, robusta, útil e intuitiva de utilizar para el usuario.
El usuario deberá de encargarse de descargar en su celular una aplicación desde cualquier red con acceso a internet en la cual estarán todo lo que el requiere para poder tener un manejo óptimo de su información, de la misma forma procesos y gestión de sus datos estarán siempre al alcance.

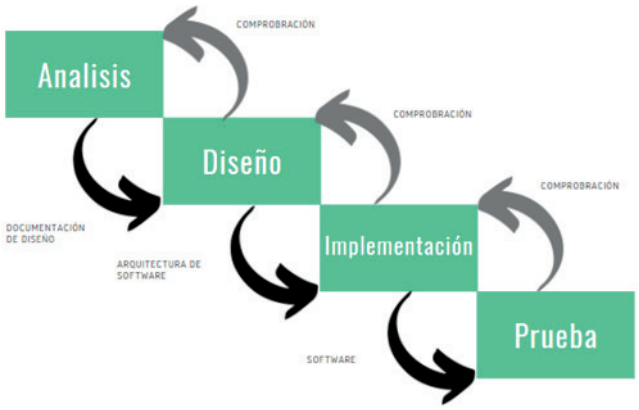
II. Marco teórico

A continuación definimos los términos de las siguientes tecnologías utilizadas para el desarrollo de la aplicación antes mencionada:
A. React Js y React Native
React es una biblioteca de JavaScript para crear interfaces de usuario.
React Native es como React, pero utiliza componentes nativos en lugar de componentes web como bloques de construcción. Para comprender la estructura básica de una aplicación React Native, se deben comprender algunos de los conceptos básicos de React, como JSX, componentes, estado y accesorios. [6]
B. Expo
Expo es un framework y una plataforma para aplicaciones universales de React. Es un conjunto de herramientas y servicios construidos alrededor de React Native y plataformas nativas que ayudan a desarrollar, construir, implementar e iterar rápidamente en iOS, Android y aplicaciones web desde la misma base de código JavaScript / TypeScript.[3]
C. MySql
El servicio de base de datos MySQL es un servicio de base de datos totalmente administrado para implementar aplicaciones nativas de la nube. [5]
D. Axios
Axios es un cliente HTTP basado en promesas para node.js y el navegador. Es isomórfico (= se puede ejecutar en el navegador y en nodejs con la misma base de código). En el lado del servidor, utiliza el módulo http nativo node.js, mientras que en el cliente (navegador) utiliza XMLHttpRequests. [1]
E. Android Studio
Android Studio es el IDE oficial para el desarrollo de Android e incluye todo lo necesario para compilar apps para Android, este programa solamente se utilizó para acceder a la función de emuladores de dispositivos Android que provee. [2]
F. Diagrama UML
UML son las siglas de “Unified Modeling Language” o “Lenguaje Unificado de Modelado”. Se trata de un estándar que se ha adoptado a nivel internacional por numerosos organismos y empresas para crear esquemas, diagramas y documentación relativa a los desarrollos de software (programas informáticos).[4]

III. Metodología

Para el desarrollo de la aplicación se utiliza la metodología de cascada que cuenta con 4 etapas, las cuales son:

Fig 1. Etapas de la metodología de cascada



a) Análisis:

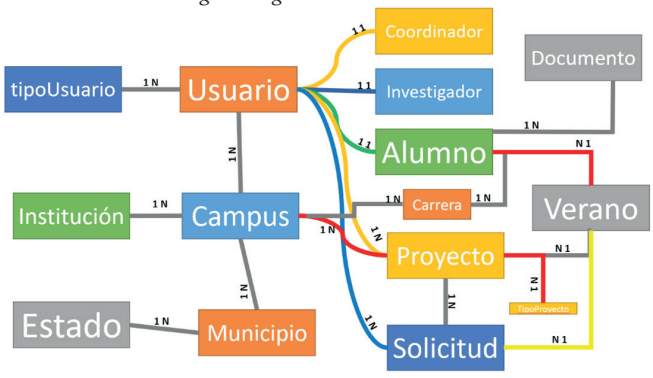
En esta etapa se tomo en cuenta los requerimientos que llevaría la aplicación desde los datos e información que esta manejaría, en donde serían almacenados, que métodos y herramientas de programación se utilizaran, y de igual forma se realizó una evaluación de los recursos disponibles para definir una mejor integración entre hardware y software.

b) Diseño:

Durante este paso se empezó a dar forma a la base de datos realizando diagramas entidad relación y diccionario de datos definiendo así la estructura de la parte de backend

De igual forma se comenzó a realizar el diseño de los formularios con los que el usuario interactuaría dando lugar a los primeros bocetos de la interfaz gráfica que permitirían tener una idea del resultado esperado.

Fig 2. Diagrama entidad relación



c) Implementación:

El proceso de implementación consistió en llevar el diseño anteriormente expuesto a ser codificado utilizando la librería de React Native, ajustando las funciones mediante programación y utilizando javascrpit para definir el aspecto de los contenedores.

Utilizando el framework de Expo se pudo visualizar y corregir como se vería la aplicación ya en un entorno emulado, a través de un dispositivo Android que fue ejecutado desde Android Studio.

Fig 3. Bocetos de interfaz de usuario

Fig 4. Tablas de la base de datos.

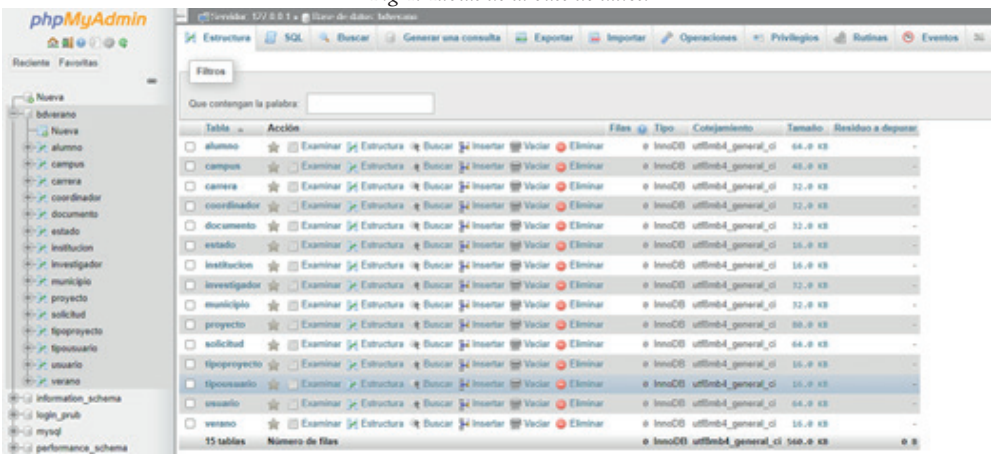
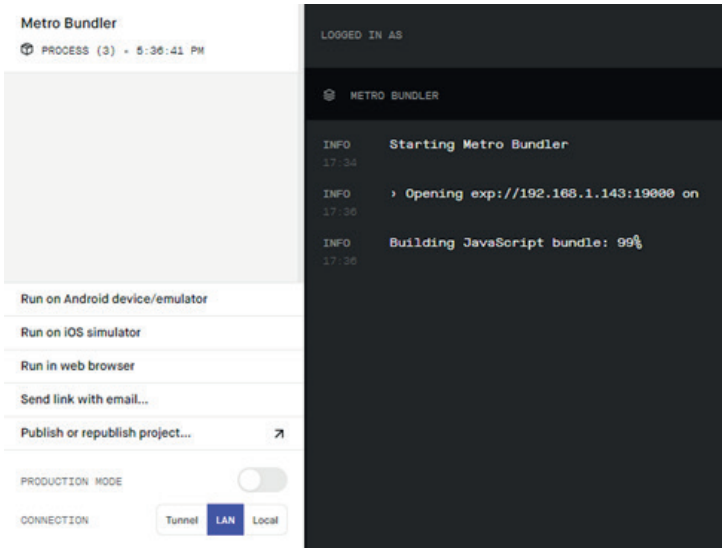


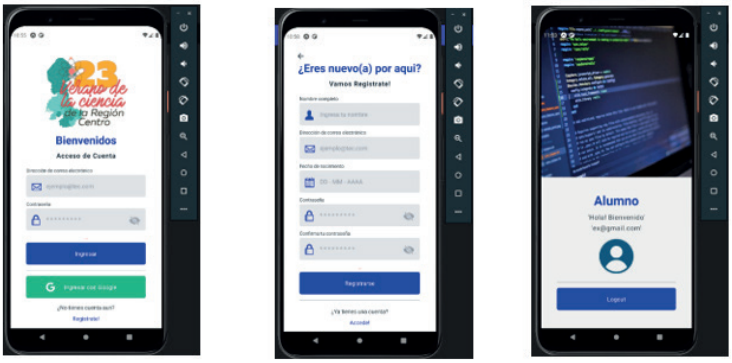
Fig 5. Proceso de compilación de la aplicación



d) Prueba:

Una vez terminado de aplicar los detalles y ajustes se pudo llegar al siguiente resultado.

Fig 6. Capturas de pantalla de la aplicación en funcionamiento



IV. Resultados

Se obtuvo una interfaz de usuario gráfica estable, de igual forma se logró la conexión entre la base de datos que comprende el uso y manejo de información, este será de gran ayuda para los alumnos que participarán en los próximos veranos de la ciencia de esta forma beneficiando el próximo proceso de registro y manejo de la información tanto de los coordinadores de las instituciones e investigadores igualmente.

V. Conclusiones y recomendaciones

Debido al la constante actualización de la base de datos del sistema al igual que la posible suma de o ajuste de requerimientos se deberá estar constantemente actualizando la base de datos y de igual forma la interfaz y programación de la aplicación así como se deberán tomar en cuenta las sugerencias de los usuarios respecto a como se pudiera mejorar la aplicación.

Referencias

[1] Axios. (01 de 01 de 2020). Axios Develop. Obtenido de https://axios-http.com/docs/intro
[2] developers Android Studio. (15 de 05 de 2021). Obtenido de https://developer.android.com/studio
[3] Expo. (01 de 01 de 2020). Expo Develop. Obtenido de https://docs.expo.dev/index.html
[4] Krall, C. (17 de 05 de 2021). APR. Obtenido de https://www.aprenderaprogramar.com/index.php?option=com_content&view=article&id=688:ique-es-y-para-que-sirve-uml-versiones-de-uml-lenguaje-unificado-de-modelado-tipos-de-diagramas-uml&catid=46&Itemid=163
[5] MySql. (01 de 01 de 2020). MySql. Obtenido de https://www.mysql.com/
[6] Native, R. (01 de 01 de 2020). React Native Dev. Obtenido de https://reactnative.dev/docs/
[7] OTI. (12 de 18 de 2017). OTI Telecom. Obtenido de https://otitelecom.org/telecomunicaciones/mundo-mas-celulares-humanos/
[8] Raona. (31 de Octubre de 2017). Raona. Obtenido de https://www.raona.com/aplicacion-nativa-web-hibrida/

Diseño de aplicación web para el verano de la región centro

Jesús Cristian Alejandro Acuña Zapata
Instituto Tecnológico Superior de Monclova
Carretera 57 Km 4.5 Norte. C.P 25701 Unidad Tecnológica y Universidad de Monclova Coahuila
I16050483@monclova.tecnm.mx

Rubén Miguel Riojas Rodríguez
Instituto Tecnológico Superior de Monclova
Carretera 57 Km 4.5 Norte. C.P 25701 Unidad Tecnológica y Universidad de Monclova Coahuila
ruben.rr@monclova.tecnm.mx

Resumen — El presente trabajo muestra el desarrollo de una aplicación web desde cero utilizando tecnologías tales como React Js para el front-end, mientras el back-end es controlado con una web api con tecnología rest, se diseñó la base de datos relacional normalizado. Los objetivos principales es realizar una aplicación que cumpla con todos los requisitos del Verano de la Ciencia Región Centro.

Palabras clave — Aplicación Web, React js, WebApi.

Abstract — The present work shows the development of a web application from scratch using technologies such as React Js for the front-end, while the back-end is controlled with a web api with rest technology, the normalized relational database was designed. The main objectives is to make an application that meets all the requirements of the Central Region Science Summer.

Keywords — Web application, React js, Web Api.

I. Introducción

Gracias al incremento de dispositivos conectados a internet a nivel mundial en la actualidad las aplicaciones web se vuelven más importantes cada día, ya que facilita mucho las actividades humanas y con ellas se puede trabajar, comunicar, vender, solicitar servicios, entretenernos o estudiar.

Por su puesto que cada empresa u organización debería de contar con una aplicación web para los procesos que requieran conexión en lugares simultáneos, ya que el tenerla facilita el alcance de los objetivos y hace accesible la información a las personas que lo requieran con la autorización necesaria.

De tal forma es importante tener una aplicación web con un correcto proceso de desarrollo e implementación que garantice el buen funcionamiento y la seguridad de los datos que residen ahí. Actualmente la aplicación web del Verano de la Ciencia de la Región Centro cuenta con distintas áreas de oportunidad ya que fue desarrollada ya hace varios años y la tecnología ha cambiado.

Por esta razón vale la pena realizar el proyecto para desarrollar la aplicación web desde cero utilizando una biblioteca GUI de código abierto de JavaScript llamada React que permite crear interfaces de usuarios, además de que fue creada por Facebook y es mantenida por miles de desarrolladores que participan y logran que el framework se encuentre actualizado.

I. Marco teórico

A continuación, se definen los términos de las tecnologías utilizadas para el desarrollo, diseño e implementación de la aplicación anteriormente mencionada

A. APACHE

Apache es un servidor web HTTP de código abierto. Está desarrollado y mantenido por una comunidad de usuarios en torno a la Apache Software Foundation. Actualmente y desde el 1996 es el servidor web más usado en todo el mundo debido a su seguridad y estabilidad. La funcionalidad principal de este servicio web es servir a los usuarios todos los ficheros necesarios para visualizar la web. Las solicitudes de los usuarios se hacen normalmente mediante un navegador (Chrome, Firefox, Safari, etc.). [1]

B. MYSQL

MySQL es un sistema de gestión de base de datos relacional (RDBMS) de código abierto, basado en lenguaje de consulta estructurado (SQL). MySQL se ejecuta en prácticamente todas las plataformas, incluyendo Linux, UNIX y Windows. A pesar de que se puede utilizar en una amplia gama de aplicaciones, MySQL se asocia más con las aplicaciones basadas en la web y la publicación en línea y es un componente importante de una pila empresarial de código abierto llamado LAMP. LAMP es una plataforma de desarrollo web que utiliza Linux como sistema operativo, Apache como servidor web, MySQL como sistema de gestión de base de datos relacional y PHP como lenguaje de programación orientado a objetos (a veces, Perl o Python se utiliza en lugar de PHP). [2]

C. REACT JS

React te ayuda a crear interfaces de usuario interactivas de forma sencilla. Diseña vistas simples para cada estado en tu aplicación, y React se encargará de actualizar y renderizar de manera eficiente los componentes correctos cuando los datos cambien.

Las vistas declarativas hacen que tu código sea más predecible, por lo tanto, fácil de depurar. [3]

D. BOOTSTRAP

Bootstrap es un framework front-end utilizado para desarrollar aplicaciones web y sitios mobile first, o sea, con un layout que se adapta a la pantalla del dispositivo utilizado por el usuario. [4]

E. AXIOS

Cliente HTTP basado en promesas para el explorador y el nodo.js. Axios es un cliente HTTP simple basado en promesas para el navegador y el nodo.js. Axios proporciona una biblioteca fácil de usar en un paquete pequeño con una interfaz muy extensible. [5]

F. PHP

PHP (acrónimo recursivo de PHP: Hypertext Preprocessor) es un lenguaje de código abierto muy popular especialmente adecuado para el desarrollo web y que puede ser incrustado en HTML. [6]

G. WEB API

La palabra clave es Interface (interfaz), que es una capa de abstracción para que dos sistemas se comuniquen. En el ámbito web, podríamos decir que una API es un servicio backend que se utiliza para conectar dos aplicaciones. Se definen una serie de métodos HTTP que pueden hacer lo que queramos: cambios en base de datos, autenticar usuarios, llamadas a otros procesos, etc. Tal y como he mencionado anteriormente, los verbos que se utilizan son: GET, POST, PUT y DELETE. Además, cualquier dispositivo que sepa cómo utilizar HTTP será

capaz de consumir una API REST.
Una API REST es un backend capaz de contestar a las llamadas a una serie de URLs en formato JSON y que también es capaz de recibir JSON para gestionar la información que le enviemos. [7]
H. REACT-ROUTER
React Router es una colección de componentes de navegación la cual podemos usar. Con esta librearía vamos a obtener un enrutamiento dinámico gracias a los componentes, en otras palabras, tenemos unas rutas que renderizan un componente. [8]
Beneficios de React Router
• Establecer rutas en nuestra aplicación ej: Home, About, User.
• Realizar redirecciones
• Acceso al historial del navegador
• Manejo de rutas con parámetros
• Páginas para el manejo de errores como 404
I. VISUAL CODE
Visual Studio Code es un editor de código fuente que permite trabajar con diversos lenguajes de programación, admite gestionar tus propios atajos de teclado y refactorizar el código. Es gratuito, de código abierto y nos proporciona una utilidad para descargar y gestionar extensiones con las que podemos personalizar y potenciar esta herramienta. [9]
J. NODE JS
Ideado como un entorno de ejecución de JavaScript orientado a eventos asíncronos, Node.js está diseñado para crear aplicaciones network escalables. [10]

II. Materiales y métodos

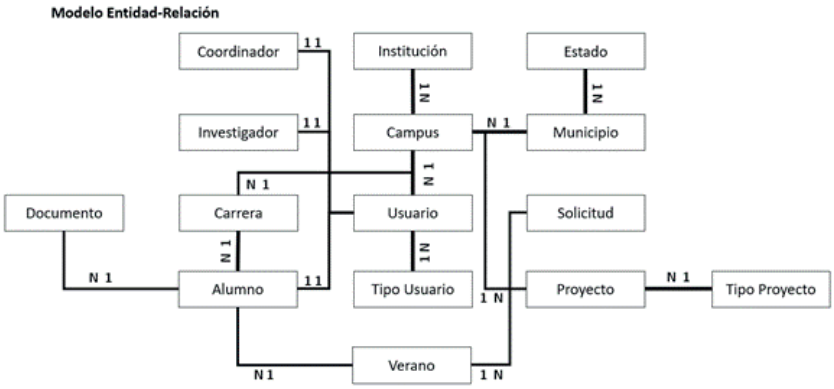
Para planificar de manera precisa y cubrir con los requisitos y procesos de la aplicación web se optó por utilizar la metodología en cascada la cual nos permite "dividir los procesos de desarrollo en sucesivas fases de proyecto. Los resultados de cada una de las fases sirven como hipótesis de partida para la siguiente." [11]
La metodología se divide en 4 fases:
A. Análisis:
Todo proyecto de software comienza con una fase de análisis que incluye un estudio de viabilidad y una definición de los requisitos. En el estudio de viabilidad se evalúan los costes, la rentabilidad y la factibilidad del proyecto de software. El estudio de viabilidad da como resultado un pliego de condiciones (una descripción general de los requisitos), un plan y una estimación financiera del proyecto. [11]
En esta fase se analizó la aplicación web del verano de la ciencia de la región centro, el cómo estaba desarrollada, la estructura de la base de datos, los procesos de la aplicación y la interfaz de la misma.
Se analizó la parte del front-end de la plataforma que fueron las ventanas de la interfaz gráfica de los estudiantes, investigadores y coordinadores. Conociendo así el diseño, estructura y estilo de la misma.
De igual manera se expuso la parte del back-end conociendo así las peticiones que realizaba y el tipo de lenguaje en cual está realizado la plataforma web.
Asimismo, se enseñó la base de datos de la plataforma, en la cual guarda la información de los alumnos, investigadores y coordinadores. Conociendo así, que existen algunas tablas que no se utilizan o tablas que se pueden unir a otras tablas ya existentes en la base de datos.
B. Diseño:
La fase de diseño sirve para formular una solución específica en base a las exigencias, tareas y estrategias definidas

en la fase anterior. En esta fase, los desarrolladores de software se encargan de diseñar la arquitectura de software, así como un plan de diseño detallado del mismo, centrándose en componentes concretos, como interfaces, entornos de trabajo o bibliotecas. [11]
Se diseño la base de datos desde cero, quitando tablas que no eran necesarias o uniendo tablas con otras, además de eliminar registros duplicados en las tablas y de ordenar los registros alfabéticamente. La base de datos cuenta con las siguiente tablas:

Tabla 1. Estructura de la base de datos

Nombre de la tabla	Estructura
Alumno	15 columnas
Campus	6 columnas
Carrera	5 columnas
Coordinador	6 columnas
Documento	4 columnas
Estado	3 columnas
Institución	4 columnas
Investigador	9 columnas
Municipio	4 columnas
Proyecto	15 columnas
Solicitud	9 columnas
Tipo Proyecto	3 columnas
Tipo Usuario	3 columnas
Usuario	21 columnas
Verano	19 columnas

Fig 1. Diagrama de Entidad-Relación



De la misma manera se realizo el diseño de los formularios donde el usuario va interactuar con la aplicación web.

Fig 2. Interfaz de usuario Login

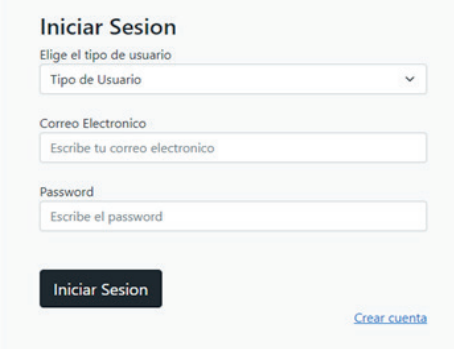
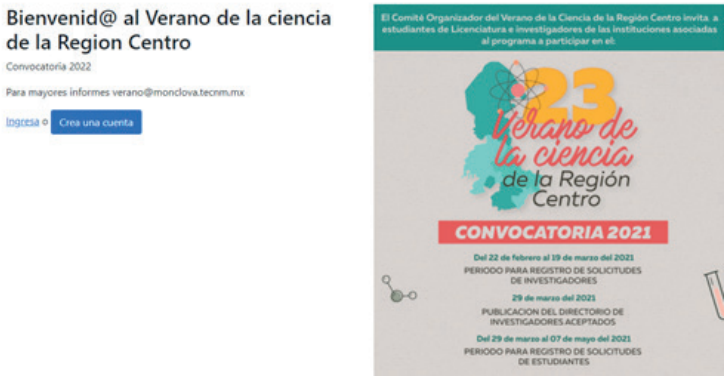


Fig 3. Interfaz de usuario Registrar

Fig 4. Interfaz de usuario Home



C. Implementación:

La arquitectura de software concebida en la fase de diseño se ejecuta en la fase de implementación, en la que se incluye la programación del software, la búsqueda de errores y las pruebas unitarias. En la fase de implementación, el proyecto de software se traduce al correspondiente lenguaje de programación. Los diversos componentes se desarrollan por separado, se comprueban a través de las pruebas unitarias y se integran poco a poco en el producto final. [11]

Se empezó a programar las interfaces con React Js, agregando diseño con el framework de Bootstrap para que fuese más amigable para el usuario.

Se creo la web api que utiliza la aplicación para así manipular la base de datos con las funciones básicas que son agregar, editar, leer y eliminar.

D. Prueba:

La fase de prueba incluye la integración del software en el entorno seleccionado. Por norma general, los productos de software se envían en primer lugar a los usuarios finales seleccionados en versión beta (pruebas beta). Las pruebas de aceptación desarrolladas en la fase de análisis permiten determinar si el software cumple con las exigencias definidas con anterioridad. Aquellos productos de software que superan con éxito las pruebas beta están listos para su lanzamiento.[11]

Se probo los resultados finales de la aplicación con el asesor interno para poder así ajustar o corregir errores que tenía la aplicación.

III. Resultados

A lo largo del desarrollo de este proyecto, se realizó el análisis, diseño e implementación de una aplicación web para el Verano de la Ciencia Región Centro, desarrollada en React js lo que permite que el actualizado por com-

ponentes sea más rápido. El problema principal del desarrollo de la aplicación fue el diseño de la base de datos, y la aplicación en sí. Sin embargo, se logró desarrollar una aplicación que posee las siguientes características:
•El utilizar React Js nos asegura que nuestra aplicación se mantendrá estable y durable ya que es mantenida por miles de usuarios.
•La base de datos se encuentra optimizada, permitiendo así tener una buena organización, permitiendo almacenar la información de manera más concisa.
•Una aplicación que cuenta con registro de usuarios en una sola pantalla y no en varias como estaba anteriormente.
•Una aplicación rápida, diseñada de manera correcta y funcional.

IV. Conclusiones y recomendaciones

En este proyecto se diseñó una aplicación web desarrollada con tecnologías que se utilizan actualmente, con el objetivo de que la aplicación tenga una larga duración de vida además de que sea funcional para el usuario y amigable. Se recomienda que se le siga dando mantenimiento a la aplicación para que siga en pleno funcionamiento además de continuar respaldando la información de la base datos para garantizar la disponibilidad y seguridad de la información que residen ahí.

V. Reconocimientos (o agradecimientos)

Agradezco profundamente a mis padres por darme el apoyo para seguir estudiando, a mi abuela que siempre ha estado a mi lado, a mis maestros por compartir sus conocimientos y el tener paciencia para hacerlo, a mi novia que me motivo seguir intentando y sobre todo a Dios por la vida y la salud.

Referencias

[1] Dinahosting. (s.f.). Dinahosting. Obtenido de https://dinahosting.com/ayuda/que-es-apache-y-para-que-sirve/
[2] TechTarget, C. d. (Abril de 2021). Techtarget. Obtenido de https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/MySQL
[3] Source, F. O. (2021). Reactjs. Obtenido de https://es.reactjs.org/
[4] Rockcontent. (12 de Abril de 2020). Rockcontent. Obtenido de https://rockcontent.com/es/blog/bootstrap/#:~:text=Bootstrap%20es%20un%20framework%20CSS%20utilizado%20en%20aplicaciones,incluso%2C%20dentro%20de%20ellos%20para%20estilizar%20sus%20funciones.
[5] Axios. (s.f.). Axios. Obtenido de https://axios-http.com/
[6] Tapía, N. (14 de Abril de 2017). Baulphp. Obtenido de https://www.baulphp.com/que-es-el-lenguaje-php-hypertext-preprocessor/#:~:text=PHP%20(acr%C3%B3nimo%20recursivo%20de%20PHP,puede%20ser%20incrustado%20en%20HTML.
[7] Esteso, M. P. (2019). Geeky Theory. Obtenido de https://geekytheory.com/que-es-una-api-rest-y-para-que-se-utiliza
[8] Serrano, J. (14 de Junio de 2020). JohnSerrano. Obtenido de https://johnserrano.co/blog/aprende-a-crear-rutas-con-react-router
[9] CRM, A. S. (16 de 10 de 2018). AITANA SOLUCIONES ERP Y CRM. Obtenido de https://blog.aitana.es/2018/10/16/visual-studio-code/
[10] Nodejs. (s.f.). Nodejs. Obtenido de https://nodejs.org/es/about/
[11] Ionos, D. G. (21 de 03 de 2019). Digital Guide Ionos. Obtenido de https://www.ionos.mx/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/el-modelo-en-cascada/

Diseño de biorreactor para aprovechamiento de Eichhornia crassipes en la generación de biogás

Natalia Guadalupe Díaz Gil
Universidad Autónoma de Aguascalientes Centro de Ciencias Básicas Avenida Universidad # 940, C.U., 20131 Aguascalientes, Ags.
natalia.lupe.ngdg@gmail.com

Luis Fabián Fuentes Cortés
Instituto Tecnológico de Celaya Departamento de Ingeniería Química Antonio García Cubas 600, Fovissste, 38010 Celaya, Gto.
luis_fuentes@iqcelaya.itc.mx

Resumen — El presente trabajo tienen como objetivo el plasmar un modelo matemático del proceso de digestión anaerobia del Eichhornia crassipes para la obtención de biogás. Eichhornia crassipes es una plaga acuática encontrado en en la laguna de Yuriria, Guanajuato, se propone el uso de su biomasa para la obtención de energía en forma de metano, el modelo usado para describir esta transformación se basó en el propuesto por Angelidaki et al (1999). Fue necesario hacer ajustes al modelo tomando en cuenta la composición orgánica e inorgánica de Eichhornia crassipes No se obtuvieron resultados de la simulación debido a que el objetivo fue meramente particularizar el modelo.

Palabras clave — Lirio acuático, biogás, biodigestión anaerobia, modelo matemático, composición orgánica e inorgánica.

Abstract — The present work aims to create a mathematical model for the anaerobic digestion of Eichhornia crassipes to obtain biogas. Eichhornia crassipes is an aquatic plague found in large quantities in the Yuriria lake of Guanajuato, here is proposed the use of its biomass to obtain energy in the form of methane. The model used to describe this transformation was based on the one presented by Angelidaki et al (1999). It was necessary to make adjustments of the model considering the organic and inorganic composition of Eichhornia crassipes. No simulation results were obtained because the objective was only to particularize the model.

Keywords — Water lily, biogas, anaerobic digestion, mathematical model, organic and inorganic composition.

I. Introducción

El lirio acuático o jacinto de agua (Eichhornia crassipes) es una planta hidrófita considerada una plaga al tener una tasa de reproducción muy elevada e infestar gran cantidad de cuerpos de agua (Díaz-Zavaleta et al, 1989). La laguna localizada en el pueblo de Yuriria, Guanajuato, se ha detectado una infestación de 1,600 hectáreas. Esta laguna es un humedal de importancia internacional por ser hábitat de diversas especies de aves al igual que representar un lugar de interés turístico (Universidad de Guanajuato, 2018).

La gran cantidad de lirio acuático interfiere con el aprovechamiento del agua y con el equilibrio ambiental del área, obstaculiza la pesca, la navegación y el funcionamiento de obras hidráulicas al igual que favorecer el desarrollo de vectores patógenos (Díaz-Zavaleta et al, 1989). Por esto se ha buscado implementar estrategias para controlar del lirio acuático. En el presente trabajo se plantea su uso para la producción de biogás.

Es posible hacer uso de la biomasa del lirio acuático para su transformación en energía en forma de metano por medio de una biodigestión anaerobia. Esta biodigestión se compone de una serie de reacciones de degradación que finalmente llevan a la obtención de un gas que es básicamente la mezcla de metano (CH4), dióxido de carbono (CO2) y pequeñas concentraciones de otros gases (Valladares-Carnero, 2017).

Antes de llevar este proceso de biodigestión anaerobia a nivel experimental o industrial es necesario presentar un modelo matemático. Para esto se propone el uso del modelo expuesto por Angelidaki et al (1999); sin embargo, debido a la diferencia en el tipo de sustrato el modelo debe ser ajustado al uso del lirio acuático como materia prima.

II. Marco teórico (opcional)

A. Biodigestión anaeróbica

La biodigestión anaerobia, como su nombre lo indica, es un proceso de degradación que ocurre en ausencia de oxígeno en donde el carbono de la materia orgánica es oxidado para formar principalmente dióxido de carbono y metano (Valladares-Carnero, 2017). Esto ocurre por medio de la fermentación efectuada por una serie de bacterias y se puede dividir en cuatro etapas, en las cuales actúan diferentes colonias de bacterias:

I. Hidrólisis: Las macromoléculas son fragmentadas en sus respectivas unidades monoméricas. Esto ocurre por medio de enzimas extracelulares secretadas por bacterias acidogénicas, las cuales tienen un tiempo de duplicación de 30 minutos.

II. Fase acidogénica: Los productos obtenidos previamente son empleado por las mismas bacterias acidogénicas para formar ácidos grasos volátiles, principalmente ácido láctico, propiónico, butírico y valérico.

III. Fase acetogénica: Las bacterias acetogénicas degrada el ácido propiónico, butírico, valérico y otros para generar ácido acético, dióxido de carbono e hidrógeno. Estas bacterias tienen un tiempo de duplicación de 1.5 a 4 días.

IV. Fase metanogénica: Las bacterias metanógenas consumen el acetato, hidrógeno y parte del dióxido de carbono para producir metano. Estas bacterias tienen un crecimiento lento con un tiempo de duplicación de 4 a 6 días y cuentan con dos rutas metabólicas principales para realizar esto:

• Vía acetotrófica. Vía principal. Es la que normalmente se emplea para la realización de cálculos referentes al proceso. Las bacterias emplean el ácido acético.

• Vía hidrógeno trófica. Las bacterias usan el hidrógeno y dióxido de carbono, reduciendo este último para producir metano.

(Abbasi et al, 2011; Valladares-Carnero, 2017). B. Biorreactor

Un biorreactor es un sistema en el que se procesa materia orgánica por medio de la biodigestión. El biorreactor es en sí un contenedor cerrado, hermético e impermeable. En este se introduce la materia orgánica, en este caso

el lirio acuático, diluida en agua (Valladares-Carnero, 2017). Se requiere cumplir con ciertas condiciones dentro del biorreactor para asegurar que las bacterias metanógenas metabolicen los compuestos orgánicos. Entre estos factores está la relación C/N, pH, cantidad de agua, temperatura, tasa de carga, tiempo de retención, toxicidad y agitación del sistema (Abbasi et al, 2011).

El principal objetivo del biodigestor en este trabajo es la obtención de combustible. El biogás puede usarse directamente como combustible o usarlo indirectamente para generar electricidad mediante generadores. Su combustión es igual al de gas natural comprimido o gas de petróleo licuado, aunque su valor calorífico es menor (Cepero et al, 2012)

C. Modelo matemático

El modelo matemático usado de Angelidaki et al (1999) describe el sustrato de acuerdo con sus principales componentes: carbohidratos, lípidos y proteínas. El modelo involucra dos procesos enzimáticos, ocho grupos de bacterias y diecinueve componentes químicos. La modificación presentada por Valladares-Carnero (2017) involucra un total de diez grupos de bacterias y dieciséis reacciones biológicas, este último modelo fue el empleado en el trabajo.

III. Materiales y métodos

El modelo de simulación de producción de biogás se desarrolló de acuerdo con lo presentado por Valladares-Carnero (2017) que a su vez se basa en el modelo establecido por Angelidaki et al (1999). Se simuló el uso de reactores Batch, con un volumen de 500 mL. La dilución trabajada del lirio acuático molido fue de 1:10 por lo que la concentración final se consideró de 50 gr/L (Gutiérrez-Vargas, s.f.).

La simulación se estableció mediante las discretizaciones de las diferenciales de primer orden del balance de masa de las reacciones biológicas involucradas en la digestión anaeróbica. Los datos de entrada y las diferenciales se plasmaron en el lenguaje computacional de Julia y en el editor de texto Atom.

Se diseñó un código conformado por varios datos de entrada, ecuaciones para el cálculo de ciertas constantes y las propias diferenciales de primer orden del balance de masa. A continuación, se explica de manera general la estructura del código.

1. Se definieron los datos de entrada. Se emplearon las constantes extraída del estudio realizado por Valladares-Carnero (2017) y Angelidaki et al (1999) incluyendo las concentraciones bacterianas, los coeficientes de rendimiento, las tasas de hidrolisis, velocidades especificas de crecimiento máximo, constantes de Michaelis-Menten, constantes de inhibición, constantes de disociación, tasas de transferencia de productos, masas moleculares y tasas de muertes bacterianas.
2. Se definió la composición del lirio acuático a partir de fuentes bibliográficas. Se trabajó inicialmente con los porcentajes en materia seca de carbohidratos, proteínas, lípidos, lignina, celulosa y cationes libres que posteriormente se integraron al código en valores de concentración (gr/L).
3. Se colocaron las ecuaciones pertinentes para el cálculo de las velocidades de las reacciones biológicas involucradas.
4. Se plasmaron las diferenciales discretizadas del balance de masa de la hidrolisis. Para esto se emplearon las concentraciones iniciales de carbohidratos, proteínas, lípidos, celulosa y lignina del flujo de entrada (Ver Tabla 1).
5. Se colocaron las diferenciales del balance de masa de la acidogénesis
6. Se colocaron las diferenciales del balance de masa de las bacterias acidogénicas.
7. Se plasmaron las diferenciales del balance de masa de la acetogénesis
8. Se colocaron las diferenciales del balance de masa de las bacterias acetogénicas.
9. Se plasmaron las diferenciales del balance de masa de la metanogénesis.

10. Se colocaron las diferenciales del balance de masa de las bacterias metanogénicas.

IV. Resultados

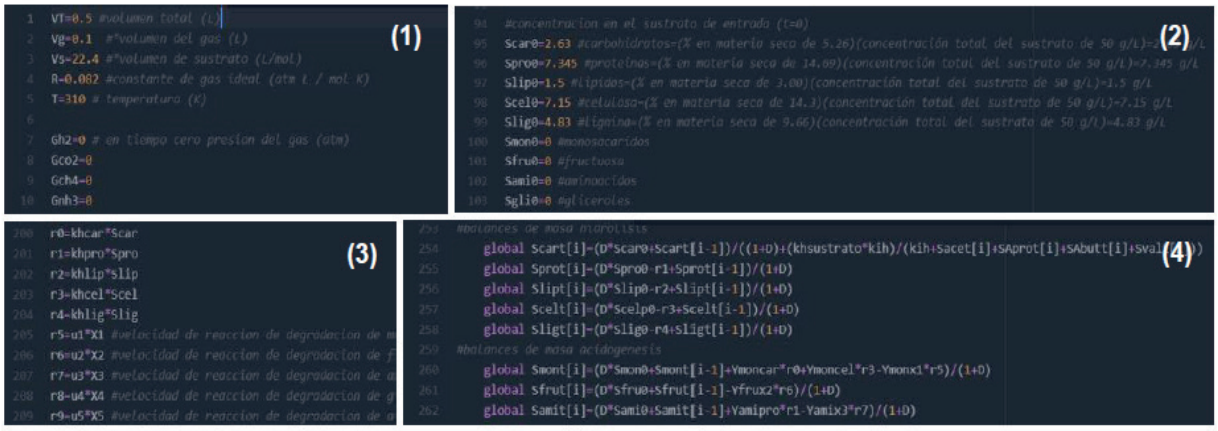
Tabla 1. Composición del E. crassipes de acuerdo con Haroon et al (2008), Madsen et al (1993), Lara-Serrano et al (2016) y Boyd & Vickers (1971).

Composición	Concentración	Unidad
S	13.94	%
Cl	0.42	%
K	0.05	%
Ca	11.11	%
Ti	0.009	%
Fe	0.346	%
Sr	61.657	%
Ba	2.39	%
Eu	0.03	%
U	0.282	%
C	9.766	%
	100	%

Tabla 2. Composición del inoculo inicial después de pretratamientos de acuerdo con Valladares- Carnero (2017).

Composición	Concentración	Unidad
S	7.153	%
Cl	0.319	%
K	0.027	%
Ca	7.547	%
Mn	0	%
Fe	22.426	%
Rb	0.05	%
Sr	42.343	%
Ce	0.632	%
Eu	0.178	%
C	19.325	%
	100	%

Figura 1. Imágenes representativas del código en lenguaje Julia y en el editor de textos Atom. (1) Variables tomadas de Valladares-Carnero (2017). (2) Concentraciones de sustratos. (3) Ecuaciones para calculo de velocidades de reacciones. (4) Diferenciales discretizadas de balances de masa.



V. Discusión (o análisis de resultados)

Se trabajó con la presentación del lirio acuático molido al ser esta la más apropiada de acuerdo con Gutiérrez-Vargas (s.f.). De igual manera se empleó el factor de dilución 1:10 presentado por el mismo autor lo cual da una concentración final de 50 gr/L que a su vez se aproxima en gran medida a la concentración de 40 gr/L trabajado por Gao et al (2013). Se decidió trabajar con los mismos valores de variables y concentraciones bacterianas (Ver Tabla 2) que las presentadas por Valladares-Carnero (2017), esto con fines de hacer una comparación entre ambas simulaciones teniendo como única diferencia la composición orgánica e inorgánica del sustrato.

Los datos presentados en la Tabla 1 son meramente representativos de la composición del lirio acuático, porque, como bien lo indica las fuentes consultadas de Boyd & Vickers (1971) Haroon et al (2008) y Madsen et al (1993), la composición de la especie E. crassipes varía mucho de acuerdo con la localización geográfica, la parte de la planta analizada y la época del año.

Más aún es importante mencionar que el porcentaje de carbohidratos en materia seca es aquel con mayor variación llegando a adquirir valores que van desde 5 al 40% en materia seca en una misma planta, mismo órgano, pero diferente época del año (Madsen et al, 1993). Con fines de analizar el rendimiento de producción de biogás con el menor porcentaje de carbohidratos que a su vez se asemeja al porcentaje de este compuesto encontrado en el sustrato usado por Valladares-Carnero (2017), se optó por trabajar con el valor de 5.26% de carbohidratos totales en el lirio acuático.

Debido a la falta de tiempo no fue posible ejecutar la simulación, simplemente se estructuro el código para esta. Sin embargo, se dará explicación a los resultados esperados en la simulación y recomendaciones para su implementación.

Según los resultados presentados por Valladares-Carnero (2017) la simulación debe arrojar una producción de biogás elevada los cinco primeros días para su posterior disminución entre el quinto y décimo día. Esta producción acelerada se debe a la alta concentración de proteínas en el estiércol vacuno empleado. La concentración de proteína cruda trabajada en el presente simulacro es muy similar a la del estiércol, siendo su diferencia de tan solo 0.48 g/L, por lo que se esperaría resultados semejantes,

Sin embargo, de acuerdo con Chuang et al (2011), donde se trabajó ya con la especie E. crassipes, la producción de metano ocurre después de 57-131 horas, esto está relacionado con la aparición del sustrato para las bacterias

metanogénicas. Por lo tanto, ya sea que el modelo matemático aquí presentado arroje resultados de una producción elevada de biogás antes de los 5 días o después de este tiempo, este se podría ajustar bien a datos experimentales de acuerdo a la bibliografía que se use como antecedente.
Según la experimentación realizada por Auma (2014) el lirio acuático produce una cantidad de 8.0 litros de metano por kilo de sustrato. Considerando que se simuló el uso de 25 gramos de lirio acuático molido entonces se esperaría obtener 0.2 litros de metano en el presente modelo.
De acuerdo con Valladares-Carnero (2017) la variación de la constante de saturación de amoniaco junto con la variación de las tasas de crecimiento bacteriano permite un ajuste más preciso del modelo. Por su parte, Chuang et al (2011) establece que la producción de metano depende de la concentración de sustrato y de la temperatura. No obstante, estas variaciones aún no son consideradas en el modelo.

VI. Conclusiones y recomendaciones

El empleo de residuos orgánicos, como es el lirio acuático, para obtener biogás a partir de reactores anaeróbicos resulta ser una alternativa atractiva para reducir el consumo de recursos fósiles, de ahí la importancia de su estudio.
El modelo matemático plasmado en el presente reporte detalla el proceso anaeróbico de biodigestión y por ende puede ser usado para predecir el potencial del lirio acuático para obtener biogás. En este modelo se parte de las composiciones orgánicas e inorgánicas del sustrato. Estos datos pueden obtenerse de fuentes bibliográficas, aunque también se recomienda verificar los valores mediante ensayos bioquímicos.
Si bien en el presente simulador no se detalló el impacto que puede tener la variación de ciertos parámetros en la producción de biogás a partir del lirio acuático se sabe de antemano por las bibliografías que el cambio en algunas de estas variables puede modificar significativamente el rendimiento. Por esta razón, se recomienda el uso del modelo presentado con el fin de establecer las condiciones más adecuadas para el proceso. Entre estas variables a modificar para optimizar el proceso se destaca la constante de saturación del amonio, la tasa de crecimiento bacteriana, la temperatura y la concentración de sustrato.

VII. Reconocimientos (o agradecimientos)

Expreso mi agradecimiento a Instituto Tecnológico de Celaya y al doctor Luis Fabián Fuentes Cortés por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano. De igual manera, expreso mi agradecimiento al estudiante Jahir Arturo Ortiz Munguía por su gran apoyo en la realización del proyecto.

Referencias

Abbasi, T., Tauseef, S. M., & Abbasi, S. A. (2011). Biogas energy (Vol. 2). Springer Science & Business Media.
Angelidaki, I., Ellegaard, L., & Ahring, B. K. (1999). A comprehensive model of anaerobic bioconversion of complex substrates to biogas. Biotechnology and bioengineering, 63(3), 363-372.
Auma, E. O. (2014). Anaerobic Co-Digestion of Water Hyacinth (Eichhornia crassipes) with Ruminal Slaughterhouse Waste under Mesophilic Conditions (Doctoral dissertation, University of Nairobi).
Boyd, C. E., & Vickers, D. H. (1971). Variation in the elemental content of Eichhornia crassipes. Hydrobiologia, 38(3), 409-414.
Cepero, L., Savran, V., Blanco, D., Díaz Piñón, M. R., Suárez, J., & Palacios, A. (2012). Producción de biogás y bioabonos a partir de efluentes de biodigestores.

Forrajes, 35
(2), 219-226.
Gao, J., Chen, L., Yan, Z., & Wang, L. (2013). Effect of ionic liquid pretreatment on the
Pastos y
Chuang, Y. S., Lay, C. H., Sen, B., Chen, C. C., Gopalakrishnan, K., Wu, J. H., ... & Lin, C.
Y. (2011). Biohydrogen and biomethane from water hyacinth (Eichhornia crassipes) fermentation: effects of substrate concentration and incubation temperature. international
journal of hydrogen energy, 36(21), 14195-14203.
Díaz-Zavaleta, G., Olvera-Viascán, V., Romero-Luna, F., & Aguirre-Martínez, J. (1989).
Control y aprovechamiento del lirio acuático en México.
composition, structure and biogas production of water hyacinth (Eichhornia
crassipes). Bioresource technology, 132, 361-364.
Gutiérrez-Vargas, S. (s.f.). Producción de biogás a partir del lirio acuático para la sustentabilidad económica, social, ambiental y energética en la Laguna de Yuriria. Universidad de Guanajuato.
Haroon, A. M. (2008). Nutrition value and factors affecting the energy and biochemical
composition of some macrophytes from Lake Manzalah (Egypt). Egypt J. Aquat. Res,
34(4), 143-157.
Lara-Serrano, J. S., Rutiaga-Quiñones, O. M., López-Miranda, J., Fileto-Pérez, H. A.,
Pedraza-Bucio, F. E., Rico-Cerda, J. L., & Rutiaga-Quiñones, J. G. (2016). Physicochemical characterization of water hyacinth (Eichhornia crassipes (Mart.)
Solms). BioResources, 11(3), 7214-7223.
Madsen, J. D., Luu, K. T., & Getsinger, K. D. (1993). Allocation of Biomass and
Carbohydrates in Waterhyacinth (Eichhornia crassipes): Pond-Scale Verification. ARMY
ENGINEER WATERWAYS EXPERIMENT STATION VICKSBURG MS
ENVIRONMENTAL LAB
Universidad de Guanajuato (2018). UG colabora en proyecto para controlar el lirio acuático
en la Laguna de Yuriria. Recuperado el 28/07/2021 de
https://www.ugto.mx/noticias/noticias/13323-ug-colabora-en-proyecto-para-controlar-el-
lirio-acuatico-en-la-laguna-de-yuriria
Valladares-Carnero, F. (2017). Modelamiento del proceso de digestión anaeróbica de
estiércol vacuno y cáscara de cacao.

App Multiplataforma Para Control De Un Brazo Robótico Articulado

Christian Daniel Andrade Camacho
Tecnológico Nacional de México Campus de Querétaro
Av. Tecnológico s/n esq. Gral. Mariano Escobedo.
Colonia Centro Histórico
C.P. 76000, Querétaro, Querétaro
l17140063@queretaro.tecnm.mx

José Miguel Jaimes Ramírez
Tecnológico Nacional de México Campus de Querétaro
Av. Tecnológico s/n esq. Gral. Mariano Escobedo.
Colonia Centro Histórico
C.P. 76000, Querétaro, Querétaro
jose.jr@queretaro.tecnm.mx

Resumen – En este proyecto se desarrolló una aplicación móvil multiplataforma, soportada en IOS y Android, para la creación de rutinas de control y programación de un brazo robótico con 5GDL; la creación de la App se llevó a cabo mediante la herramienta Flutter, usando Dart como lenguaje de programación. La aplicación desarrollada es una versión mejorada de otra aplicación previamente desarrollada. Es sencilla, amigable y atractiva para el usuario, pues cuenta con interconexión entre pantallas para una programación más dinámica del control del brazo robótico. Además, permite realizar la comunicación inalámbrica por medio del serial Bluetooth entre la aplicación y un circuito de comunicación diseñado para este sistema automatizado.

Palabras clave – App, Android, IOS, Dart, Flutter.

Abstract – In this project, a multiplatform mobile application was developed, supported on IOS and Android operative system, for the creation of control routines and programming of a robotic arm with 5 degrees of freedom; the creation of the application was carried out using the Flutter tool, using Dart as the programming language. The developed application is an improved version of another previously developed application. It is simple, friendly and attractive for the user, since it has interconnection between screens for a more dynamic programming of the control of the robotic arm. In addition, it allows wireless communication through Bluetooth serial between the application and a communication circuit designed for this automated system.

Keywords – App, Android, IOS, Dart, Flutter.

I. Introducción

El planteamiento de este proyecto se inició con la siguiente pregunta de investigación: ¿cómo mejorar una aplicación móvil, haciéndola multiplataforma, para el control de un modelo de brazo robótico articulado? La meta por cumplir es alcanzar un mayor número de usuarios abarcando los dos principales sistemas operativos para dispositivos móviles que dominan el mercado.

La tendencia BYOD (Bring your own device), o bien por su traducción "lleva tu propio dispositivo", puede optimizar el tiempo del control de brazos robóticos, lo que trae grandes cambios a la sociedad digitalizada [1]. Actualmente, muchas empresas han adoptado esta manera de trabajar cuyo resultado es mayor productividad, por la interconexión constante con sus procesos productivos lo cual se ve reflejado en su competitividad [2].

El desarrollo de aplicaciones multiplataforma ha llevado lejos el uso de diversas herramientas que nos permiten alcanzar objetivos en común teniendo sistemas diferentes entre sí. El mayor reto se ve reflejado en la búsqueda de optimización de tiempos y en llevar a cabo un correcto análisis costo/beneficio. [3]

II. Marco teórico

Cada aplicación móvil puede procesar, codificar y enviar datos, así mismo puede ser compatible con diversas funciones adicionales, como Bluetooth y Wifi, que permiten ampliar sus potencialidades [4]. El término "app" refiere a todo el software que es instalado dentro de un dispositivo móvil, tales como los teléfonos inteligentes, las tabletas, entre otros.

El desarrollo de aplicaciones ha crecido considerablemente de manera iterativa e incremental, por lo cual siempre será importante mantenerse al día con las necesidades de los usuarios en cuanto a nuevas tecnologías, interfaces de usuario e, incluso, sistemas operativos. Hablando del último punto, hay una serie de SO que parecían prometedores, sin embargo, su popularidad y usabilidad fueron decrementando mientras que en los últimos 5 años el número de dispositivos con sistema operativo Android representa un 72.72%, mientras que el de IOS un 26.46%, siendo estos dos los más sobresalientes, de modo que este trabajo se enfocó en la implementación de la app sobre estas dos plataformas. [5,6]

Android es un sistema operativo basado en Linux, lo cual implica un núcleo gratuito y libre. En la actualidad Android ha tenido mayor popularidad y no sólo se ha enfocado en la instalación y desarrollo sobre teléfonos inteligentes, ahora podemos encontrar este sistema operativo dentro de tabletas, relojes inteligentes, televisiones, además de otros dispositivos [7]. Cabe mencionar, además, que Android es el SO móvil líder por la diversidad de equipos que trabajan con este, así como un rango de precios y gamas.

IOS, por su parte, es un sistema operativo derivado de MacOS. IOS, además está basado en el sistema operativo Darwin BDS. De acuerdo con la empresa Symatec, IOS se cataloga como un sistema operativo seguro y capaz de soportar diferentes tipos de amenazas. Aunque una desventaja inminente es la poca capacidad de manipulación por parte del usuario, ya que es muy limitado el acceso al código de esta plataforma, adicional a esto, los costos de los dispositivos con IOS es mucho más elevado que los dispositivos Android que tengan características similares, de la misma forma, se tiene una limitación en variedad. [8]

III. Método

La metodología de este proyecto se centró en el desarrollo de una aplicación móvil multiplataforma para el control de un brazo robótico, pudiendo manipularlo usando dispositivos con sistema operativo Android o IOS. Se partió de un brazo robótico de 6 GDL, este se diseñó y construyó para llevar a cabo tareas automatizadas de un proceso químico de síntesis de películas delgadas semiconductoras sobre sustratos de vidrio.

La aplicación móvil, al igual que todo el software que podemos encontrar, pasó por diversas versiones que han

tenido mejoras estéticas o lógicas con respecto a la anterior. Las actualizaciones de software permitieron alcanzar los objetivos que se plantearon, ya que siempre se pretende seguir las necesidades.
La primera versión (fig. 1) cumplía en general el funcionamiento requerido, esta versión constaba de una única pantalla que establecía conexión con el brazo robótico y movía los motores usando Sliders. Está versión fue programada con MIT app inventor, usando programación a bloques.

Fig. 1 Imagen de pantalla de la primera versión de aplicación móvil

Tratando de mejorar varios aspectos gráficos y lógicos, se estableció una segunda versión (2.0), esta ya tenía más pantallas que se encargaban de recolectar todos los parámetros necesarios para armar las rutinas del brazo robótico. A esta versión, además, se le agregaron un módulo de carga y uno de guardado de rutinas, obsérvese en la figura 2 algunas pantallas de la versión 2.0. La herramienta utilizada para el desarrollo de esta versión fue la plataforma Android Studio, mediante el manejo del lenguaje de marcado XML para conformar la interfaz gráfica y Java como lenguaje de programación.

Fig. 2 Algunas pantallas de la versión 2.0. Pantalla de inicio a), pantalla de selección de motores b) y pantalla de carga de rutinas c)

a) b) c)

Ante una inminente necesidad de ofrecer al usuario una mejor experiencia, se optó por hacer una nueva versión (fig. 3), las ventajas que se lograron en esta versión con respecto a la anterior fueron en la parte gráfica. La versión 3.0 ofrece una serie de pantallas más intuitivas que permiten al usuario armar sus rutinas de una forma más sencilla. Además, trajo consigo un par de bondades adicionales, pues para este punto se planteó un nuevo diseño de brazo robótico. El nuevo brazo robótico cuenta con 5 GDL y se fabricó utilizando otros materiales que proporcionan mayor resistencia, creando así una estructura mejorada. Manipular la versión 3.0 es muy similar a la de la segunda, por lo cual resultó simple de adaptarse a ella. Otra similitud con la versión 2.0 es el entorno de desarrollo, pues también se utilizaron las mismas herramientas, XML y Java.

Fig. 3 Algunas pantallas de la versión 3.0 a), b), c)

a) b) c)

La versión 3.1 se desarrolló siguiendo el principio de multiplataforma incluyendo todas las mejoras logradas con las versiones anteriores. El desarrollo de esta nueva versión es basado totalmente en la versión 3.0, con ligeras modificaciones en la interfaz gráfica y también puliendo un poco la lógica. La herramienta utilizada para esta nueva versión es Flutter, Flutter es una herramienta capaz de implementar apps multiplataforma para Android y IOS, este entorno de desarrollo trabaja con el lenguaje de programación Dart.

IV. Resultados

El control del brazo articulado se lleva a cabo por dos métodos: interfaz física y aplicación móvil. Los datos de entrada se depositan en la placa Arduino que se encarga de dar la orden para la ejecución de los movimientos cargados en la rutina.

La aplicación móvil consiste en la configuración de las rutinas, una rutina es el conjunto de movimientos que se siguen paso a paso para llevar a cabo una actividad. A través de las diferentes pantallas se recopilan el motor a mover, la posición a la que se llevará dicho motor y el tiempo que esperará el robot tras ejecutar un movimiento. La selección de motor a mover se lleva a cabo utilizando una lista desplegable acompañada de una ilustración que indica cómo están numerados cada uno de los motores. En esta primera pantalla se guarda el dato en memoria hasta que se terminen de llenar todos los parámetros involucrados. Una vez que el motor fue seleccionado, veremos en pantalla un par de elementos que obtienen los nuevos datos requeridos para completar un movimiento; para el caso de la posición a la que se llevará el motor se usa un elemento conocido como Slider, este es una barra deslizable que aumenta o disminuye un valor según el sentido hacia el que se mueva, el tiempo, por su parte, es determinado con botones que incrementan o disminuyen el tiempo de espera, introducido en minutos. (Fig. 4)

Fig. 4 Pantalla de selección de motor a) y pantalla de captura de tiempo y posición b)

a) b)

Cada uno de los movimientos van insertándose en una List, una lista (o List) es un objeto que nos permite guardar desde tipos de datos predefinidos u objetos creados. Las pantallas de la figura 4 se van repitiendo tantas veces como se desee agregar movimientos a la rutina, haciendo crecer esta lista cada vez más.

El usuario termina de crear una rutina y tiene opción de enviar dicha rutina o guardarla para utilizarla en otro momento. Para ambos casos se lleva a cabo una etapa de codificación, en el caso del guardado, la codificación se utiliza para poder escribir los archivos dentro de la memoria ROM del dispositivo móvil; en cambio, si la rutina va a enviarse para ser ejecutada, las cadenas de texto son seccionadas y enviadas por Bluetooth hacia el brazo robótico.

La cadena codificada tiene la siguiente estructura: Se coloca un primer caracter que indica el motor que se seleccionó, seguido de 3 caracteres que refieren la posición a mover (Si el número de grados comprende menos de tres dígitos, se rellenan con 0 a la derecha), luego tenemos n caracteres que son el número de minutos de espera; adicional se tiene un carácter de control que permite saber la separación entre un movimiento y otro. Una cadena codificada de ejemplo es: 10203#, donde podemos decir que se seleccionó el motor 1, moverlo a 20 grados y esperará 3 minutos.

En el proceso de control los datos se envían en cadenas codificadas entre los dispositivos mediante señales inalámbricas a través de Bluetooth. En una de sus pantallas se muestra un listado donde se pueden observar los dispositivos vinculados, entre los cuales aparece el módulo Bluetooth HC-05. Una vez que se establece la conexión Bluetooth se preparan los datos para poder ser enviados y dar la orden de ejecución.

V. Análisis de resultados

Se logró desarrollar una aplicación multiplataforma capaz de controlar un brazo robótico utilizando métodos de codificación y decodificación de cadenas de caracteres. En la tabla 1 se muestran la matriz de resultados con las pruebas hechas desde cada una de las plataformas para comprobar el funcionamiento.

Tabla 1. Pruebas a la aplicación desde dispositivos.

ID	ACTIVIDAD	ANDROID	IOS
1	Codificación de cadena de caracteres	OK	OK
2	Conexión bluetooth establecida	OK	-
3	Guardado de rutina	OK	OK
4	Carga de rutina	OK	OK
5	Envío consistente de datos	OK	-

Como puede observarse en la tabla, el manejo de la aplicación con los dispositivos IOS tiene problemas con el establecimiento de conexión y, por ende, el envío de datos. Lo antes dicho se debe a la incompatibilidad con el módulo usado y el sistema operativo IOS, para lograr establecer comunicación es necesario hacer cambios en hardware y ajustes en software.

VI. Conclusiones

Se desarrolló una aplicación móvil multiplataforma para dispositivos smartphone con sistemas operativos Android y IOS para controlar un brazo robótico articulado de 5 GDL. Al no tener los resultados esperados, se plantea el cambio de hardware y la continuación de la investigación para lograr los objetivos planteados.

Al desarrollar esta aplicación se tuvo una serie de etapas difíciles de lograr, una de ellas es el uso de una herramienta de desarrollo distinta a la que se había utilizado con anterioridad, sin embargo, el hecho de tener una versión previa facilita las etapas de planteamiento del sistema. El uso de herramientas multiplataforma nos permite agilizar los tiempos de desarrollo y, como en este caso, la curva de aprendizaje, pues en lugar de estudiar dos entornos distintos, se usa uno solo que satisface ambas plataformas.

VII. Agradecimientos

Al Tecnológico Nacional de México Campus Querétaro, a través del departamento de sistemas y computación, en especial al Ing. José Miguel Jaimes Ramírez por ser anfitrión del desarrollo de este proyecto. A la Dra. Mónica Balvanera Ortuño López y la Dra. Yolanda Jiménez Flores, docentes del departamento de Metalmecánica, por las facilidades otorgadas y el apoyo para este proyecto. Al Programa Verano de la Ciencia de la Región Centro en su edición número 23, por incentivar y promover la investigación en los estudiantes de nivel superior.

Referencias

[1] Izaguirre Castellanos, E. (2012). Sistemas de automatización. Editorial Feijóo. Recuperado de https://elibro.net/es/ereader/itqueretaro/124330?page=10.

[2] Garrell Guiu, A. y Guilera Agüella, L. (2019). La industria 4.0 en la sociedad digital. Marge Books. Recuperado de https://elibro.net/es/ereader/itqueretaro/106378?page=29

[3] L. Lisandro Nahuel Delía, "Desarrollo de Aplicaciones Móviles Multiplataforma," 2017. Recuperado de: Desarrollo de Aplicaciones Móviles Multiplataforma (gba.gob.ar)

[4] Arroyo, N. (2011). Información en el móvil. Barcelona, España: Editorial UOC. Recuperado de https://elibro.net/es/ereader/itqueretaro/33497?page=62

[5] Stat counter, "Mobile Operating System Market Share Worldwide," Jun. 2021. Recuperado de: https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/worldwide/#monthly-201605-202105-bar

[6] P. Genaro and J. R. Santoyo, "El mercado de los dispositivos móviles". Recuperado de: el-mercado-de-los-dispositivos-moviles (northware.mx).

[7] Robledo, D. (2017). Desarrollo de aplicaciones para Android I. Madrid, España: Ministerio de Educación y Formación Profesional de España. Recuperado de https://elibro.net/es/ereader/itqueretaro/49432?page=7.

[8] S. de Aponte Gómez Carlos Dávila Ramírez Universidad Ean Facultad Ingeniería De Sistemas, "SISTEMAS OPERATIVOS MOVILES: FUNCIONALIDADES, EFECTIVIDAD Y APLICACIONES UTILES EN COLOMBIA," 2011. Recuperado de: AponteSanly2011.pdf (ean.edu.co)

Técnicas SPWM para inversor multinivel

Tonathiu Hernández Hernández
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, 36821 Irapuato, Gto.
LIS18110182@irapuato.tecnm.mx

José Juan Alfaro Rodríguez
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, 36821 Irapuato, Gto.
jose.ar@irapuato.tecnm.mx

Resumen — El presente trabajo describe la implementación de un inversor de puentes H en cascada de 5 niveles, con un arreglo de 12 dispositivos de conmutación y 2 fuentes de DC. La validación se realizó mediante software de simulación numérica aplicando las técnicas de modulación PWM de multiportadoras triangulares disposición de fase (PD), disposición opuesta de fase (POD) y disposición opuesta alternada de fase (APOD), se obtuvo el voltaje de salida multinivel y la distorsión armónica total (THD).

Palabras clave — inversor, multinivel, modulación, multiportadoras.

Abstract — The present work describes the implementation of a 5-level cascade H-bridge inverter, with an arrangement of 12 switching devices and 2 DC sources. The validation was carried out using numerical simulation software applying the PWM modulation technique of triangular multicarriers phase-disposition (PD), opposite phase displacement (POD) and alternative phase opposite displacement (APOD), the multilevel output voltage was obtained and total harmonic distortion (THD).

Keywords — inverter, multilevel. Modulation, multicarriers. I.

I. Introducción

Los inversores multinivel son un conjunto de semiconductores de potencia así como de fuentes de voltaje, cuya principal característica es generar a la salida del inversor una onda escalonada la cual presenta una menor distorsión armónica comparada con la señal de entrada

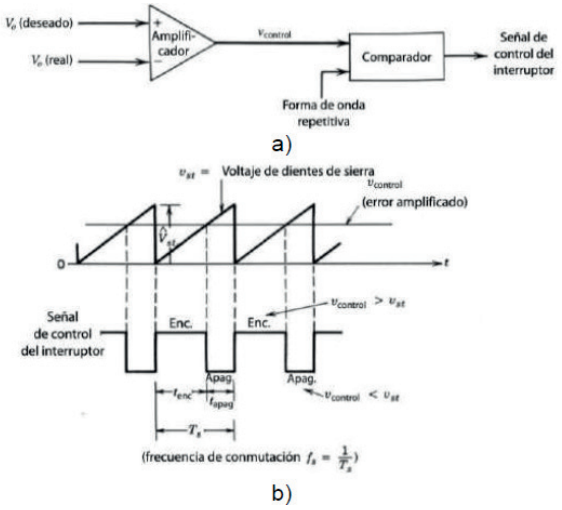
Para este proyecto de utilizará la topología de puentes H en cascada de 5 niveles aplicando las técnicas de modulación conocidas como PWM de multiportadoras triangulares.

II. Marco teórico

En la conmutación de PWM con una frecuencia de conmutación constante, la señal de control del interruptor (encendido o apagado) se genera por medio de la comparación de un voltaje de control ( ) con una forma de

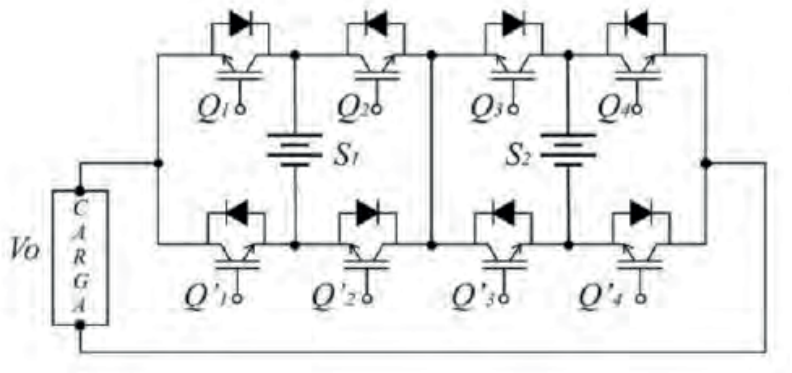
onda periódica, como se muestra en la figuras 1a. La frecuencia de la forma de señal diente de sierra, establece la frecuencia de conmutación. Esta frecuencia se mantiene constante en un control PWM y se elige dentro de un rango de unos cuantos kilo Hertz a cientos de kilo Hertz. Cuando la señal es más grande que la forma de onda de diente de sierra, la señal de control del interruptor se vuelve alta, lo que causa que el interruptor se encienda. De lo contrario, el interruptor está apagado [1].

Fig. 1. Señal de control a) comparación del voltaje de control b) señal periódica.



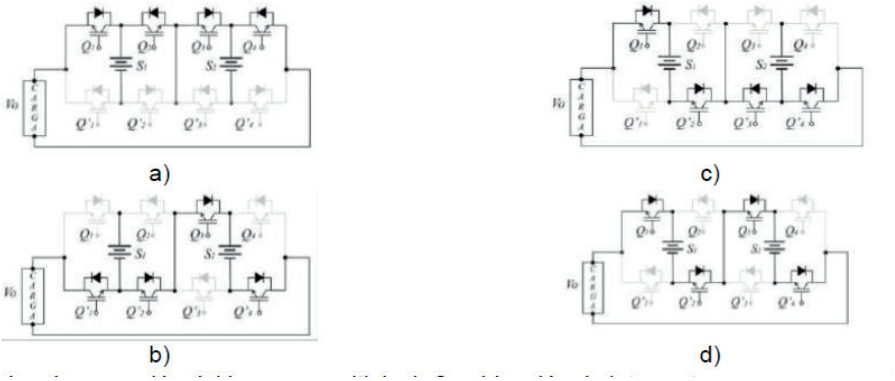
En la figura 2 se muestra un arreglo de la topología de un inversor multinivel con dos puentes H en cascada, con la que se pueden generar hasta 7 niveles de tensión. La topología presenta 4 interruptores IGBTs (, , y) y 4 complementarios (, ,
y), así como dos fuentes de voltaje de CD asimétricas y . Las fuentes asimétricas tienen una relación de 2 a 1. El inversor presenta diversos modos de operación que se generan mediante la activación de los diferentes interruptores. Para esta topología se consideran las tensiones
en las fuentes de CD como, $S_1 = V_{CD}$, $S_2 = \frac{V_{CD}}{2}$.

Fig. 2. Topología del inversor multinivel de 7 niveles propuesto.



Los modos de operación permiten generar un nivel de voltaje como los que se pueden apreciar en la figura 3. En la figura 3a) los interruptores , , y , se encuentran cerrados, mientras que , , y , son complementarios por lo que se encuentra abiertos y la tensión de salida es Volts. En la figura 3b) los interruptores , ,
y , se encuentran cerrados, mientras que , , y son complementarios por lo que se encuentra abiertos y la tensión de salida es Volts. En la figura 3c) los interruptores , , y se encuentran cerrados, mientras que , , y son complementarios por lo que se encuentra abiertos y la tensión de salida es Volts. En la figura 3d) los interruptores , , y se encuentran cerrados, mientras que, , y son complementarios por lo que se encuentra abiertos y la tensión de salida es Volts.

Fig. 3. Modos de operación del inversor multinivel. Combinación de interruptores para generar los



De manera análoga se obtienen los diferentes modos de operación de la tabla 2, donde se observa el estado de los interruptores y sus complementarios para generar los diferentes niveles del convertidor (voltaje), donde el interruptor cerrado corresponde al estado lógico '1', mientras que el interruptor abierto corresponde al estado lógico de '0'.
La figura 4 muestra el diagrama de bloques mediante el cual se obtienen las señales de control para los dispositivos de conmutación bajo la técnica de modulación LSC-PWM. Como se aprecia en la figura 4, las señales que determinan la activación de los interruptores son:

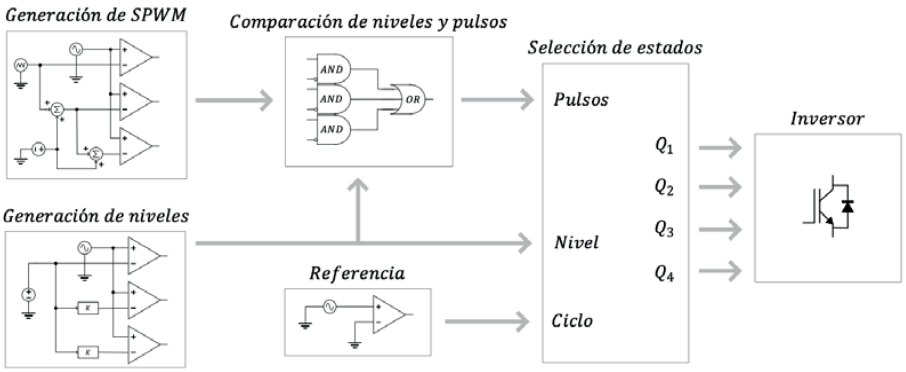
Tabla 1. Tipos de letra, justificación y tamaño

Modos de operación	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q'_1	Q'_2	Q'_3	Q'_4	Voltaje
S_1+S_2	1	0	1	0	0	1	0	1	$3V_{CD}/2$
S_1	1	0	0	0	0	1	1	1	V_{CD}
S_2	1	1	1	0	0	0	0	1	$V_{CD/2}$
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$-S_1$	0	0	0	1	1	1	1	0	$-V_{CD/2}$
$-S_2$	0	1	1	1	1	0	0	0	$-V_{CD}$
$-S_1- S_2$	0	1	0	1	1	0	1	0	$-3V_{CD}/2$

(nn) Nivel.- Determina entre que niveles se deben generar las transiciones.
(p) Pulsos.- Esta señal determina en qué momento se debe cambiar a un nivel de voltaje superior o inferior.
(c) Ciclo.- Determina en qué momento se cambia del semiciclo positivo al negativo.

Para generar la señal "pulso" se emplea la comparación de las señales multiportadoras con la sinusoidal de referencia y una lógica combinacional. Esta señal determina un salto de nivel, cuando se mantiene en el mismo nivel y cuando se cambia a un nivel superior.

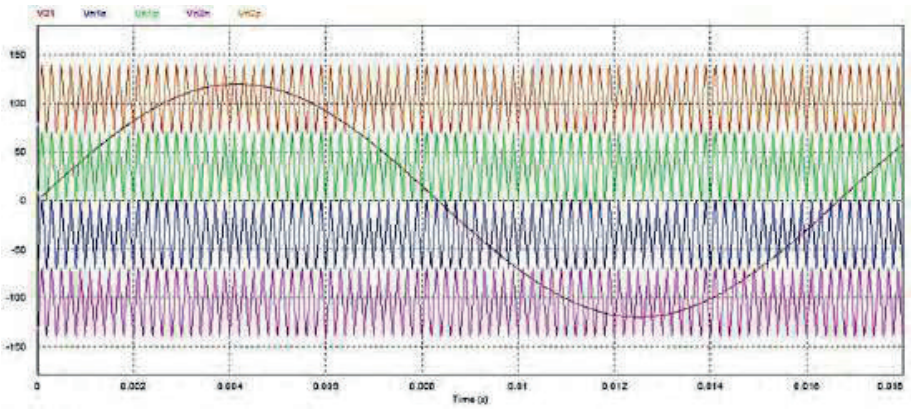
Fig. 4. Diagrama de bloques de las señales de control para activación de los dispositivos de conmutación.



La codificación para los estados de operación, la generación de la señal pulso, el ciclo y la elección del modo de operación de acuerdo al nivel se detallan en [2].

La señal portadora es una señal montada a un cierto nivel de dc que se le denomina "offset", por lo que, teniendo varias señales, con la misma amplitud, pero diferentes offset se les denomina multiportadoras. Como puede verse en la figura 5 se tienen varias señales triangulares con una amplitud de 70, sin embargo, estas señales tienen diferentes offset, es decir la señal en verde tiene un offset de 0, por lo que llega de 0 a 70, la señal naranja tiene un offset de 70 lo que permite que llegue de 70 a 140, la azul tiene un offset de -70 por lo que llega de 0 a -70 y la señal en rosa tiene un offset de -140 por lo que llega desde -70 a -140. Lo que permite que la onda senoidal tenga un cruce en algún punto con alguna de las señales.

Fig. 5. Señales multiportadoras comparadas con una señal senoidal.



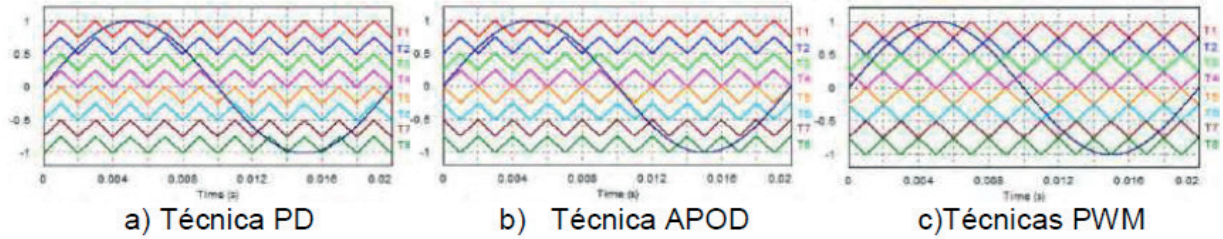
Las técnicas PWM de portadoras triangulares se pueden clasificar en los siguientes grupos según [4-6]:

a) Disposición de Fase (PD): todas las portadoras están en fase. Figura 6a).

b) Disposición Opuesta de Fase (POD): Todas las portadoras arriba del punto de referencia cero están 180° desfasadas con respecto a las portadoras por debajo del nivel cero. Figura 6b).

c) Disposición Opuesta Alternada de Fase (APOD): Cada portadora está desfasada 180° con respecto a su portadora adyacente.

Figura 6 Técnicas de PWM de portadoras triangulares



III. Materiales y métodos

El equipo utilizado cuenta con Windows 10 en su versión más reciente, el procesador es Intel Core i5 de 6 generación, el equipo cuenta con 8 gigas de memoria RAM y un disco de estado sólido por lo que los programas tienen una mayor velocidad de escritura

El inversor multinivel de puentes H en cascada de implementa en software de simulación numérica y es usado para el estudio y la operación del inversor.

Primeramente, se presenta estudia la operación del inversor multinivel, haciendo un análisis del estado de las dispositivos de conmutación (on-off) y generando la forma de onda escalonada sin aplicar ninguna técnica de modulación.

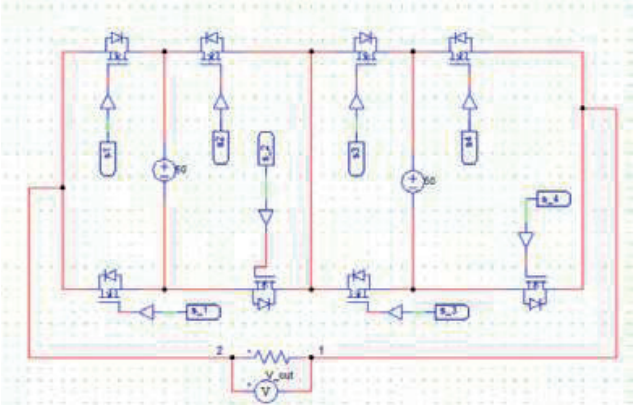
Seguido de esto se estudia como se generan las señales multiportadoras mediante software de simulación. Esto se realiza montando una señal (en nuestro estudio en una señal triangular) sobre una referencia (valor de dc) esto dependiendo de cuantos niveles se requieran para el inversor. Se realiza la codificación en el bloque de código para declarara las entradas y salidas y que se reflejen en la resistencia que actúa como una carga en el inversor.

La técnica de modulación es la modulación PWM de multiportadoras triangulares para el inversor multinivel de 5 niveles.

Se implementaron primeramente pruebas en señales portadoras con la misma fase, amplitud y frecuencia (técnica PD) para posteriormente realizar la técnica POD y APOD.

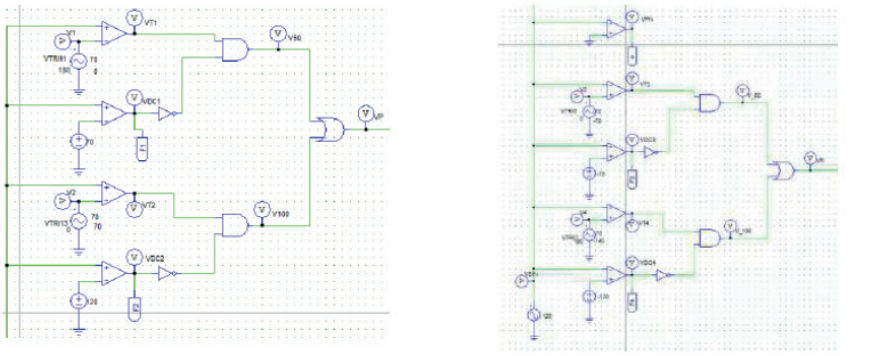
IV. Resultados

Fig. 7. Circuito del inversor multinivel con resistencia de carga



Para el análisis del inversor multinivel puentes h en cascada se implementó el arreglo de la Fig. 7 en donde primeramente se propusieron fuentes simétricas y posteriormente para activar los dispositivos de conmutación (MOSFETS) se utilizaron etiquetas para mayor entendimiento del circuito por lo que en todas las fases del experimento se presentó un análisis basado en las etiquetas.
Como siguiente punto se diseña un arreglo de comparadores y compuertas lógicas para generar los "pulsos" que permiten conmutar entre un estado y otro. Si el pulso es "0" se queda en el mismo estado y si es "1" cambia el siguiente estado (nivel inmediato superior). Esto se logra mediante la comparación de las señales portadoras triangulares con la sinusoidal, como se muestra en la Fig. 8a.

Fig. 8 Arreglo de compuertas y comparadores para

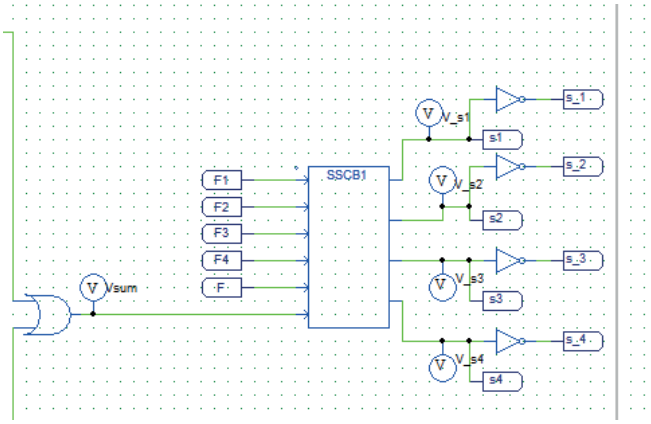


. a) Semiciclo positivo

b) Semiciclo negativo

De manera análoga se desarrolla el arreglo de compuertas y comparadores para poder obtener las señales del semiciclo negativo como se muestra en la Fig. 8b.
Una vez teniendo el arreglo de compuertas y comparadores se realizó la conexión hacia un bloque de código en el cual se realizó la programación para determinar la activación de los dispositivos de conmutación mediante las etiquetas como se muestra en la Fig. 9. Donde las señales F1 a F4 indican el nivel en el que se encuentra la señal de referencia, F indica si está en el semiciclo positivo o negativo y Vsum los pulsos generados por las multiportadoras. En la taba 2 se muestra la lógica de activación de los interruptores para generar la señal de voltaje multinivel de salida del inversor.

Fig. 9. Bloque de codificación y señales de activación de MOSFETS



Las señales multiportadoras que se comparan con la señal senoidal de referencia se muestran en la Fig. 10.

Fig. 10. Comparación de las señales portadoras con la senoidal de entrada

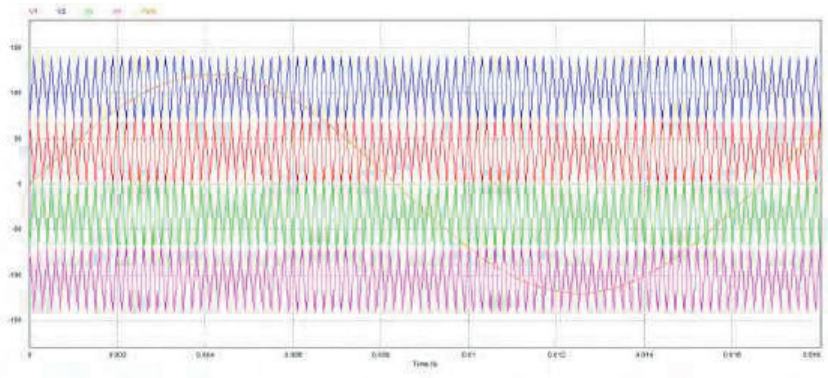


Tabla 2. Lógica de Activación de MOSFETS (semiciclo positivo)

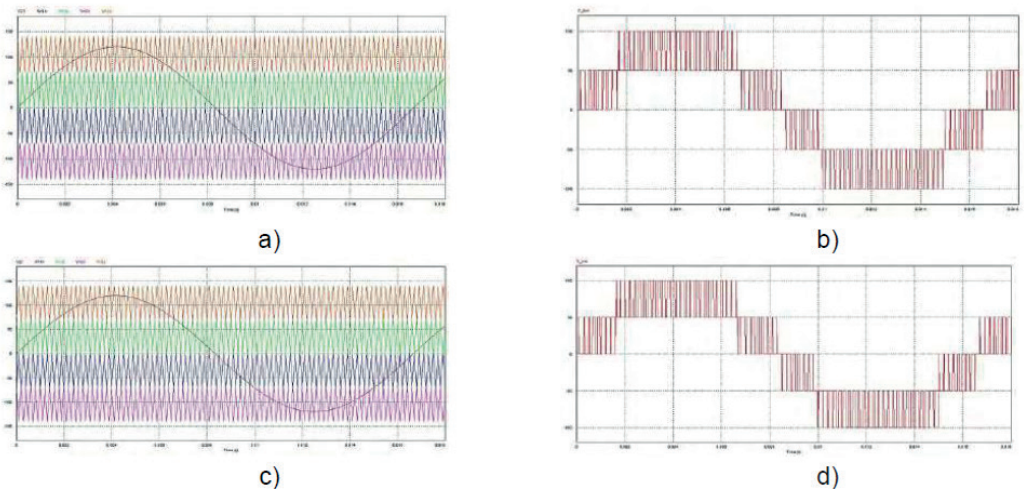
Voltaje	F_1	F_2	F_3	F_4	F	V_{sum}	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0
70	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0
140	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0

Aplicando la técnica PD al inversor se obtiene la señal de voltaje de salida de la figura 11, en la cual se aprecia la señal a diferentes niveles y la señal pulsante debido a la técnica utilizada.

Fig. 11. Modulación PD-PWM de 5 niveles

Aplicando las técnicas POD y APOD al mismo inversor de 5 niveles se obtuvieron las señales mostradas en la figura 12. La señal que se muestra en la figura 12a) corresponde a la técnica POD y la de la figura 12b) es la señal multinivel obtenida. La figura 12c) corresponde a la técnica APOD, teniendo como señal multinivel la de la figura 12d).

Fig. 12. Técnicas PWM POD y APOD. V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)



Con los resultados basados en la simulación numérica se puede apreciar que las tres técnicas son similares, sin embargo, haciendo un análisis más a detalle, se puede apreciar la diferencia entre las conmutaciones, sin embargo, al determinar la THD como se muestra en la tabla 3, hay una diferencia numérica, casi insignificante pero que puede ser considerada como una mejora.

Tabla 3. Análisis de distorsión (THD) de las técnicas PWM.

Modos de operación	Voltaje
PD	$3.5749370X10^{-1}$
POD	$3.5757987X10^{-1}$
APOD	$3.5764716X10^{-1}$

El trabajo realizado presenta la aplicación de las diferentes técnicas PWM de multiportadoras, validadas mediante simulación numérica y obteniendo la distorsión armónica total (THD de sus siglas en inglés). Se aplicaron las técnicas PD, POD y APOD a un inversor de 5 niveles, los resultados de THD obtenidos a la frecuencia fundamental de la red eléctrica de 60Hz, como se muestran en la tabla 2, donde se puede observar que la técnica PD presenta menor distorsión en comparación a las otras dos técnicas.

VI. Conclusiones y recomendaciones

El desarrollo de este proyecto y la elaboración del reporte me permitieron ampliar mis conocimientos de electrónica en al área de inversores multinivel, comprender su funcionamiento, así como de las técnicas PWM desarrolladas y de las cuales no se tenía conocimiento. Sin embargo, aún queda pendiente la implementación de la modulación en una tarjeta de desarrollo FPGA y aplicar el conocimiento adquirido, así mismo este proyecto abre una nueva área de investigación, desarrollo em implementación para mí el cual presenta un amplio campo de estudio en el cual me integraré de una manera menos complicada al poseer una introducción en el área de inversores multinivel.

VII. Reconocimientos (o agradecimientos)

Agradezco al comité organizador del Verano de la Ciencia de la Región del Centro por brindarme la oportunidad de realizar el proyecto en este verano.
Así mismo expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato y al M.C. José Juan Alfaro Rodríguez por haberme permitido trabajar en este proyecto.

Referencias

[1]N. Mohan, Electrónica de Potencia. Convertidores, palicaciones y diseño, México D.F.: McGrawHill, 2009.
[2] J. R.-R. N. V. J. J. A.-. R. A. D. H. J. C. Lopez, «Eight levels multilevel voltage source inverter modulation technique,» Trans. Latin American, vol. 16, no 4, pp. 1121-1127, 2018.
[3] M. H. Rashid, Electrónica de potencia Circuitos, dispositivos y aplicaciones, México: Pretince Hall, 1995.
[4] L. J. B. a. V. G. A. M. Calais, «Analysis of multicarrier PWM methods for a single-phase five level inverter,» de Power Electronics Specialists Conference, 2001. PESC. 2001 IEEE 32nd Annual, 2001.
[5] B. P. M. a. D. G. Holmes, Multicarrier PWM strategies for multilevel inverters, Industrial Electronics, IEEE Transactions on, vol. 49, 2002.

[6] D. G. H. a. T. A. Lipo, Pulse width modulation for power converters: principles and practice, John Wiley & Sons, 2003.

COMITÉ ORGANIZADOR
VERANO DE LA CIENCIA DE LA REGIÓN CENTRO PRESENTE
Por medio de la presente hago constar que la alumna TONATHIU HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ con número de control LIS18110182 participo con el proyecto "Técnicas SPWM para Inversor Multinivel" en 23 Verano de la Ciencia de la Región Centro, realizando su estancia del 1 de junio al 9 de agosto de 2021, cumpliendo con el 100% de las actividades encomendadas y habiendo revisado su informe me permito autorizar sea publicado el trabajo realizado.
Sin más por el momento, se extiende la siguiente constancia para los fines legales que al interesado convenga.
A T E N TA M E N T E
Excelencia en Educación Tecnológica® Espíritu de Excelencia en Desarrollo Tecnológico
M.C JOSÉ JUAN ALFARO RODRÍGUEZ
PROFESOR ASOCIADO C
MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO/INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
ccp. Archivo
Carr. Irapuato – Silao km 12.5 Colonia El Copal, Irapuato, Guanajuato
C.P. 36821 Tels. 462 6967900 y 6067602
tecnm.mx | irapuato.tecnm.mx
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Dirección General
Irapuato, Guanajuato, 20/agosto/2021
Asunto: Constancia de cumplimiento

Síntesis de esponjas magnéticas de concreto polimérico con nanopartículas magnéticas

María Angélica Martínez Rubio
Tecnológico Nacional de México/ Campus Querétaro
Av. Tecnológico s/n, Centro,
C.P 76000, Santiago de Querétaro, Qro.
m.angelica.mtz.rubio@gmail.com

Javier Gustavo Cabal Velarde
Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato-Silao k.m. 12.5, C.P. 36821, Irapuato, Gto.
javier.cv@irapuato.tecnm.mx

Resumen — En este proyecto se evaluó el desempeño de materiales que contribuyen a la separación de aceites en agua contaminada. La fabricación de estos materiales se centra en el desarrollo de esponjas de silicona polimérica y espuma de poliuretano con diluyentes caseros como aceite 3 en 1 (aceite de usos múltiples), aceite de motor y aceite quemado de motor, NaCl de grano y absorbentes de humedad en su estructura, así como materiales de refuerzo como el cemento y nanopartículas de magnetita, dichas pruebas de polimerización se llevan a cabo con la ayuda de un catalizador. Los resultados obtenidos se compararon con una matriz sin diluyentes caseros, esto con la finalidad de la remoción de contaminantes del agua.

Palabras clave — Magnetismo, nanopartículas, compósitos.

Abstract — In this work, the performance of materials that contribute to the separation of oils from contaminated water is evaluated. The fabrication of this materials its centered in the developing of polymeric silicone sponges and polyurethane foam using household diluents such as 3-in-one oil (multi-purpose oil), motor oil and burnt motor oil, grain salt and moisture absorbers in its structure, as well as reinforcement materials, for instance, cement and magnetite nanoparticles, said polymerization tests are performed using a catalyst. The results obtained were compared with a matrix without household diluents, this in order to remove contaminants from water.

Keywords — Magnetism, nanoparticles, composites.

I. Introducción

Los materiales magnéticos nanoestructurados ofrecen propiedades novedosas que están revolucionando la tecnología de las aplicaciones magnéticas. Este tipo de material está constituido por partículas magnéticas de tamaño nanométrico (1 a 100 nm) inmersas en una matriz de un material no magnético. La motivación fundamental para su síntesis y estudio es el cambio dramático en sus propiedades magnéticas derivado de las dimensiones nanométricas de los constituyentes magnéticos y la relación área superficial contra volumen existente [1].

Este proyecto se planteó a partir de la idea de contribuir con la conservación del medio ambiente, es por ello que se busca la separación de aceites en agua contaminada, ya que en las últimas décadas la contaminación de los cuerpos de agua ha ido en aumento, sin embargo, también ha incrementado la conciencia sobre la sobreexplotación de los combustibles fósiles y la voluntad de prevenir daños al medio ambiente.

La contaminación de aguas con productos aceitosos produce la escasez de agua potable en regiones pobladas, incluso en regiones donde actualmente se considera abundante, y se prevé que la falta de agua potable será un problema generalizado en todo el mundo en las próximas décadas. En este sentido, para atender dicha problemática se necesitarán de materiales y técnicas avanzadas que separen de manera eficiente las diversas mezclas de agua y aceite [2,3].

Actualmente se empieza a vislumbrar la utilización de nanomateriales o materiales nano-estructurados en aplicaciones de separación de materiales contaminantes, en este caso, de compuestos oleofílicos. La ventaja de la utilización de materiales nanoestructurados radica en su gran área superficial, con lo que es posible la adherencia del material oleofílico en las superficies de las nanopartículas, sin embargo, aunque el material oleofílico pueda ser exitosamente adherido a las nanopartículas, aún queda pendiente el mecanismo de extracción y su posterior recuperación.

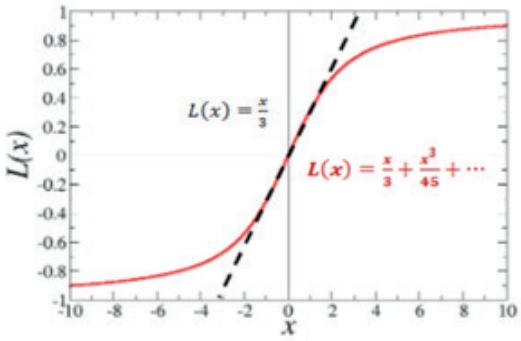
En los últimos años se han realizado progresos en el desarrollo de nanomateriales para la separación de selectiva del compuesto oleofílicos del agua, además, también se han desarrollado novedosos materiales, tal como lo son los hidrogeles [4-5], las esponjas [6-8], nano alambres [9,10], nanopartículas [8-10]. En este sentido, adquiere particular interés los nanocompósitos que presentan propiedades magnéticas, ya que el componente magnético permite la recuperación de los nanomateriales una manera sencilla y, consecuentemente la extracción del material contaminante.

II. Marco teórico

Los polímeros son un tipo particular de macromolécula, que se caracteriza por tener una unidad que se repite a lo largo de la molécula. Las pequeñas moléculas que se combinan entre si mediante un proceso químico, llamado reacción de polimerización, para formar el polímero se denominan monómeros. La unión de todas estas pequeñas moléculas da lugar a una estructura de constitución repetitiva en el polímero y la unidad que se repite regularmente a lo largo de toda la molécula, se conoce con el nombre de unidad constitucional repetitiva (ucr) o unidad monomérica. [11]

Las pequeñas partículas de magnetita de tamaño nanométrico son superparamagnéticas debido a la relajación rápida, que debe ser detectado. Debido a las diversas alineaciones de estos pequeños imanes y dependiendo de varios otros parámetros, se decide un parámetro de histéresis importante como el campo coercitivo (es decir, el campo necesario para desmagnetizarlo) que da una idea y una indicación importante para muchas aplicaciones. Las nanopartículas de magnetita con diámetros menores a 30 nm exhiben un comportamiento superparamagnético, es decir, la curva de magnetización no presenta una curva de histéresis, lo cual significa que, en ausencia de un campo magnético externo, estas partículas tienen magnetización cero y menos tendencia a aglomerarse. [12]

Fig. 1. Función de Langevin que describe el para o superparamagnetismo clásico. La recta de color negro es la aproximación a campos bajos o temperaturas altas x<<1.



Los Compósitos magnéticos se comportan como un material magnético blando y presenta cambios en la variación de la fuerza coercitiva, tanto con el incremento de temperatura como con la variación de porcentaje de volumen de magnetita en la matriz polimérica. El material fabricado puede ser utilizado en aplicaciones donde el compuesto debe ser fácilmente detectable. [13]

III. Materiales y métodos

En este trabajo se llevó a cabo una investigación de enfoque cualitativo, centrada en el diseño de formulaciones de nanopartículas de magnetita, silicón, espuma de poliuretano, diluyentes y catalizador, así como la evaluación de sus propiedades mecánicas, magnéticas y adherencia, para identificar su potencial para la fabricación de esponjas magnéticas en una matriz de concreto polimérico para el tratamiento de aguas residuales. Para lo cual se desarrollaron las siguientes actividades:

Preparación de blanco:

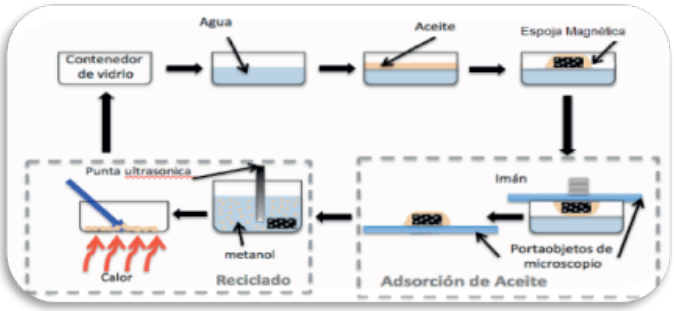
Se realizaron a partir de 55g de monómero de silicón y 35g de diluyente, posteriormente fueron mezclados, se añadieron diversas concentraciones de catalizador a cada una de las formulaciones. Observándose que la muestra polimerizada con mejores propiedades fue la de 5.5% de catalizador.

Elaboración de las esponjas:

Así como también se realizó un estudio sistemático del diluyente con cuatro variantes que presentan diferentes densidades como son el diluyente comercial del silicón, aceite 3 en 1, aceite de motor y aceite de motor quemado. Posteriormente se realizaron la adición del tercer y cuarto elemento de dureza son cemento y nanopartículas de magnetita respectivamente, para la elaboración de las porosidades del polímero con cemento y nanopartículas de magnetita se añadió a tres diferentes porcentajes de 50,100 y 200% de NaCl, absorbentes de humedad como material de sacrificio con el que generan las porosidades de las esponjas magnéticas.

Para la elaboración de las esponjas de poliuretano se utilizó una mezcla del 50% poliol y 50% de isocianato, con la adición de un tercer y cuarto elemento de cemento y nanopartículas de magnetita al 10% respectivamente. Posteriormente se realizó una mezcla mecánica para obtener una mezcla homogénea de los elementos, dando como resultado una reacción exotérmica y generando la expansión uniforme de la mezcla formando una esponja con porosidad uniforme, sin la necesidad de un material de sacrificio. Para la caracterización de remoción de sustancias oleofílicas en aguas residuales se realizó la siguiente metodología como se muestra en la Figura 2.

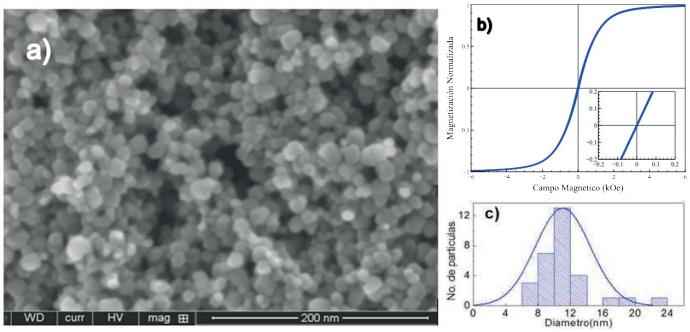
Fig. 2. Procedimiento experimental para la remoción de las sustancias oleofílicas en agua contaminada.



IV. Resultados

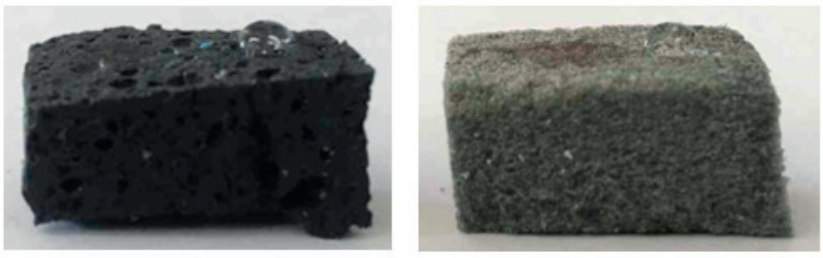
Con la finalidad de verificar la eficiencia de las esponjas silicón-magnetita realizadas, se aplicó la técnica de caracterización de microscopia electrónica de barrido (MEB) a las nanopartículas de magnetita para observar sus morfologías y tamaños de partícula. En la Figura 3a se observa la imagen de microscopía electrónica de barrido de las nanopartículas de magnetita, en la figura 3b mediante un magnetómetro de fuerza vibrante se obtuvo la caracterización de sus propiedades magnéticas como se muestra en la curva de histéresis que muestra su superparamagnetismo y en la Figura 3c se muestra el histograma correspondiente al tamaño de partícula.

Fig. 3. a) Imagen de microscopía electrónica de barrido de las nanopartículas de magnetita y b) Ciclo de histéresis y c) histograma de distribución del tamaño de partícula.



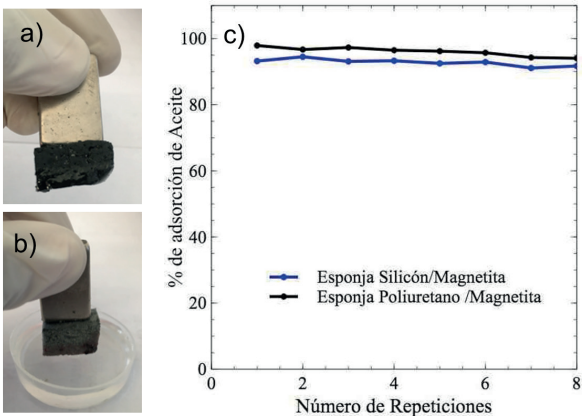
Se obtuvieron dos muestras, una empleando silicón y la otra espuma de poliuretano. En la Figura 4 se observan las muestras de esponjas magnéticas a las cuales se les aplicó una gota de agua a la derecha y una de aceite a la izquierda, esto se realizó en ambas esponjas. Como se aprecia en la imagen, la gota de agua se mantiene en la superficie de la esponja mientras que la gota de aceite es absorbida, esto comprueba que estas estructuras poseen propiedades hidrofóbicas y oleofílicas.

Fig. 4 a) esponja magnética de silicón/Fe3O4 con propiedades hidrofóbicas y oleofílicas sobre la esponja magnética b) esponja de poliuretano con nano partículas de Fe3O4 con propiedades hidrofóbicas y oleofílicas.



Se realizaron pruebas de absorción de aceites disueltos en agua con la esponja de silicón/Fe3O4 y la espuma de poliuretano/ Fe3O4, las cuales se graficaron de acuerdo al número de repeticiones, mostradas en la Figura 5, se observa la similitud entre ellas, con una absorción un poco más alta la esponja de poliuretano/ Fe3O4.

Fig. 5. Grafica del % de absorción de aceite vs el número de reutilizaciones con la esponja silicón/magnética y Esponja poliuretano/magnetita.



V. Conclusiones y recomendaciones

En este proyecto se diseñaron formulaciones para la creación de esponjas poliméricas reforzadas con concreto y nanopartículas de magnetita, basado en una matriz silicón y poliuretano, con potencial para la separación de sustancias oleofílicas de aguas residuales.

El desarrollo de estas estructuras presenta áreas de oportunidad en la implementación eficiente de métodos de remoción de sustancias oleofílicas que contaminan cuerpos de agua, esto debido a la relativamente pequeña cantidad que se requiere para la obtención de un gran volumen de este material.

Un punto muy importante de esta investigación fue la integración de elementos que son comunes en el hogar, los cuales podemos implementar en esta nueva modalidad, haciendo uso del concepto HomeLabs, ya que se desarrolló el proyecto de forma satisfactoria, donde las esponjas absorbieron un porcentaje mayor al 80% de aceite. Lo que comprueba su utilidad en la remoción de aguas contaminadas.

VI. Reconocimientos (o agradecimientos)

Expreso mi agradecimiento al Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Irapuato y al Tecnológico Nacional de México/Campus Querétaro, por el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano, a Salvador Rocha Solache, por su colaboración en el desarrollo de diseño mecánico.

Referencias

[1] García-Cerda, L. A., Escareño-Castro, M.U., & Salazar-Zertuche, M.. (2006). Preparación de compósitos magnéticos mediante la síntesis in situ de nanopartículas magnéticas dentro de una matriz polimérica. Superficies y vacío, 19(1),

[2] P.-C. Chen, Z.-K. Xu, Mineral-Coated Polymer Membranes with Superhydrophilicity and Underwater Superoleophobicity for Effective Oil/Water Separation, Scientific Reports, (2013).

[3] W. Westermeyer, Oil spill response capabilities in the United States, Environmental Science & Technology, 25 (1991).

[4] C. Teas, S. Kalligeros, F. Zanikos, S. Stournas, E. Lois, G. Anastopoulos, Investigation of the effectiveness of absorbent materials in oil spills clean up, Desalination, 140 (2001).

[5] J. Zhang, S. Seeger, Polyester Materials with Superwetting Silicone Nanofilaments for Oil/Water Separation and Selective Oil Absorption, Advanced Functional Materials, 21 (2011).
[6] Z. Xue, Y. Cao, N. Liu, L. Feng, L. Jiang, Special wettable materials for oil/water separation, Journal of Materials Chemistry A, 2 (2014).
[7] J. Ju, T. Wang, Q. Wang, A facile approach in fabricating superhydrophobic and superoleophilic ply (vinylidene fluoride) membranes for efficient water–oil separation, Journal of Applied Polymer Science, 132 (2015).
[8] Q. Zhu, Q. Pan, F. Liu, Facile Removal and Collection of Oils from Water Surfaces through Superhydrophobic and Superoleophilic Sponges, The Journal of Physical Chemistry C, (2011).
[9] M. O. Adebajo, R. L. Frost, J. T. Kloprogge, O. Carmody, S. Kokot, Porous Materials for Oil Spill Cleanup: A Review of Synthesis and Absorbing Properties, Journal of Porous Materials.
[10] W. Zhang, Z. Shi, F. Zhang, X. Liu, J. Jin, L. Jiang, Superhydrophobic and Superoleophilic PVDF Membranes for Effective Separation of Water-in-Oil Emulsions with High Flux, Advanced Materials, 25 (2013).
[11] López-Carrasquero, Francisco. . FUNDAMENTOS DE POLÍMEROS, (2014).
[12] A.K. Bandyopadhyay, Nano Materials, New Age International, (2008).
[13] Salinas Tacumá, F. E., Landinez Téllez, D. A., Garzón Posada, A. O., & Roa Rojas, J. (2019). Caracterización magnética de material compuesto con matriz de resina epoxi y llanta en desuso reforzado con magnetita en diferentes proporciones. TecnoLógicas, 22(44), 83-97.

Ajuste de datos cinéticos de crecimiento microbiano utilizando inteligencia artificial

Zapata Banda Estefania
Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Álvaro Obregón 64, Centro, 78300
San Luis Potosí, S.L.P.
a253211@alumnos.uaslp.mx

Cortez González Jazmín
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, 36821
Irapuato, Gto.
jazmin.cg@irapuato.tecnm.mx

Resumen — Una de aplicaciones de la biotecnología es representar los procesos microbiológicos con modelos cinéticos que puedan describir el comportamiento de la producción de biomasa, metabolito o consumo de sustrato. Es necesario el ajuste de datos experimentales de cinéticas microbianas, para ellos se propone generar una interfaz gráfica de usuario en Matlab capaz de ajustar datos experimentales para cualquier cinética microbiana, a través de la linealización de datos en la fase exponencial. Para el cálculo de los parámetros cinéticos se utilizó la ecuación de Monod, que será dependiente de la concentración de sustrato. Se obtuvo como resultado 3 GUIDE que pueden analizar muchos datos simultáneos y de todos obtener los parámetros cinéticos, ya que estos experimentos se realizan con las mismas condiciones.

Palabras clave — cinética microbiana, modelo de Monod, ajuste de datos.

Abstract — One of the applications of biotechnology is to represent microbiological processes with kinetic models that can describe the behavior of biomass production, metabolite or substrate consumption. The linearization of experimental data is necessary, which will be done in the traditional way by applying the natural logarithm to the growth to find the exponential phase. The Monod equation is used for the calculation of the kinetic parameters, which will be dependent on the substrate concentration.The result was 3 GUIDE that can analyze many simultaneous data and obtain the kinetic parameters from all of them, since these experiments are carried out under the same conditions.

Keywords — kinetic parameters, Monod model, data fit.

I. Introducción

La biotecnología es el conjunto de técnicas que involucran la manipulación de organismos vivos o sus componentes subcelulares, para producir sustancias, desarrollar procesos o proporcionar servicios. La figura principal de un proceso biotecnológico es un biorreactor, el cual es un sistema de contención apropiado, que debe diseñarse para brindar el mejor medio ambiente para el crecimiento celular y actividad metabólica [1].

En el diseño de experimentos se miden las cinéticas (determinación y cuantificación de las reacciones bioquímicas dentro del sistema), para predecir el transcurso del bioproceso, evaluar velocidades de consumo y producción, rendimientos y productividades. Toda esta información, al final es útil para establecer estrategias de producción al escalar un proceso optimizado, y ser implementado para generar producto. En concreto, la finalidad de este proyecto es analizar datos experimentales a diferentes pH y concentraciones de sustrato para que proporcionen información del modelo cinético[1].

Monod fue el primero en investigar el efecto de la concentración de sustrato sobre la rapidez de crecimiento, y encontró que la velocidad específica de crecimiento de las células durante las fases de crecimiento y desaceleración depende de la concentración de nutrientes existentes en el medio. [5] La expresión más empleada es la ecuación de Monod para crecimiento exponencial (1):

$$r_x = \frac{dC_x}{dt} = \mu_{max} * \frac{C_x * C_s}{K_s + C_s} \qquad (1)$$

Donde:

rx: es la velocidad de crecimiento de la célula.
μmax: velocidad máxima de crecimiento microbiano.
Ks: afinidad del sustrato con el microorganismo.
Cx: es la concentración de células.
Cs: es la concentración de sustrato.

Para un mejor ajuste de los datos experimentales, se procede a la linealización tradicional de datos experimentales pasando los valores en una gráfica semi-logarítmica (fig. 4a) [3]. Los valores de la fase exponencial forman una línea recta, donde al ubicarlos, se puede conocer los valores de μ, que van a corresponder a los valores de las pendientes. Se procede a calcular los valores inversos de 1/μ y el inverso de la concentración de sustrato propuesta (1/s).

En el eje de las ordenadas se grafica 1/s y en el eje de las ordenadas se grafica 1/μ, y los valores de la pendiente y ordenada nos ayudan a obtener los parámetros cinéticos buscados.

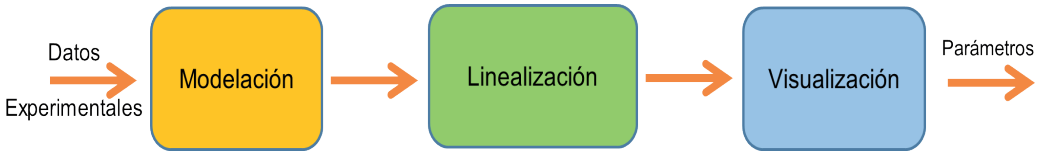
$$\mu_{max} = \frac{1}{b} \qquad (2)$$

$$Ks = \mu_{max} * m \qquad (3)$$

II. MÉTODO

Se propuso una metodología para el desarrollo de una interfaz gráfica de usuario capaz de ajustar datos experimentales de cinéticas microbianas y obtener los parámetros cinéticos para el modelo de Monod, tal como se presenta en la Fig. 1. Se proponen 3 etapas: la modelación, que consiste en codificar el modelo de Monod, la segunda etapa que se refiere al ajuste de datos cinéticos en la fase exponencial mediante la linealización de datos experimentales y por último la visualización de los resultados.

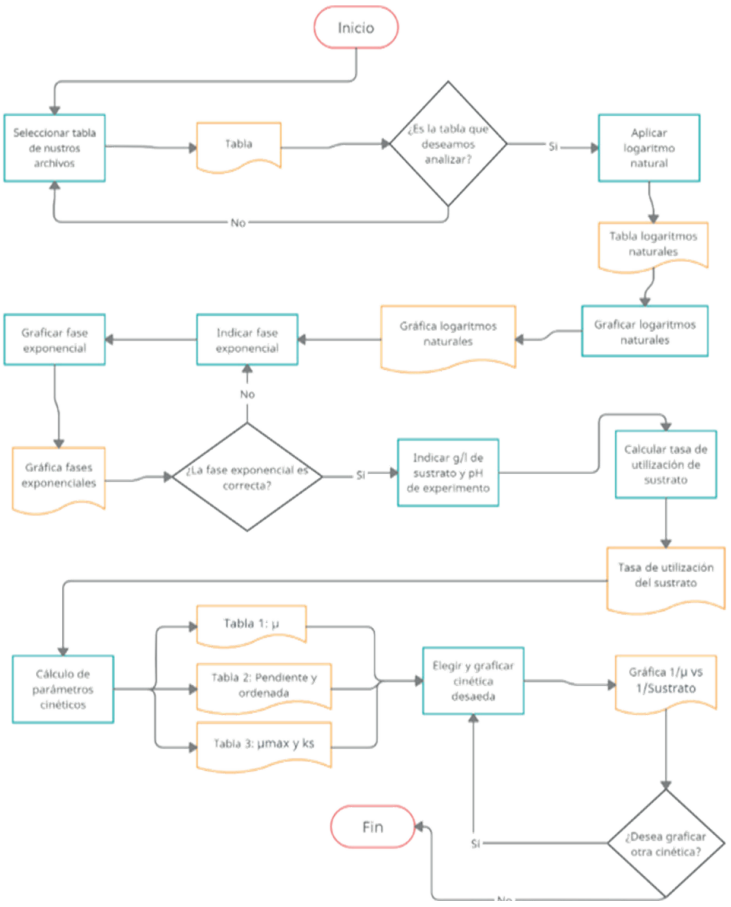
Figura 1. Diseño de la GUI en Matlab.



Posteriormente, se planteó un diagrama de flujo (Fig. 2) para conocer las necesidades del trabajo y de esta manera la elaboración de la GUIDE se represente de la manera más eficiente y clara para el usuario.

II. Resultados

Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de la GUIDE.



Se pensó las necesidades de la GUIDE y de cómo manejarlo de la manera más fácil, el diseño de un diagrama de flujo es fundamental para que al programar la GUIDE no se comentan errores.

En el primer paso la GUIDE 1 le pide al usuario seleccionar un archivo desde su servidor. Se corre la tabla y después de corroborar los datos a analizar, con un push-button se procede a aplicar el logaritmo natural la tabla, con la finalidad de encontrar la fase exponencial. Aquí se abre la GUIDE 2, donde con un push-button se grafican los logaritmos contra el tiempo, y a partir de esta gráfica, encontramos los datos que nos dan una línea recta, se introducen en un cuadro de texto editable y se grafica la fase exponencial con otro push-button.

Una vez que la fase exponencial encontrada sea correcta, se despliega la GUIDE 3 donde podemos hacer el

cálculo de los parámetros cinéticos. El usuario introduce el pH del experimento y la cantidad de sustrato inicial. Con un push-button se calcula la tasa lineal de consumo de sustrato, y con un segundo push-button se calculan los parámetros deseados, repartiendo la información en tres tablas:

Tabla de lectura de tiempo, consumo de sustrato y μ a cada hora en la fase exponencial por replica.

Tabla de pendiente y ordenada al origen de cada replica.

Tabla de parámetros cinéticos: Ks y μ Max para cada replica.

Por último, el usuario puede graficar el modelo de su preferencia al introducirlo en el recuadro solicitado y volver a presionar el push-button.

Se obtuvieron las siguientes GUIDE de acuerdo con la figura 1:

Figura 3: GUIDE 1 "final" para seleccionar el archivo a evaluar.

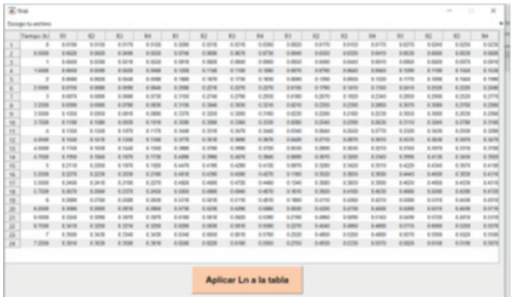


Figura 4: Se seleccionan los datos que corresponde a la fase exponencial. a) gráfica de todos los datos linealizados. b) gráfica de fase exponencial linealizada.

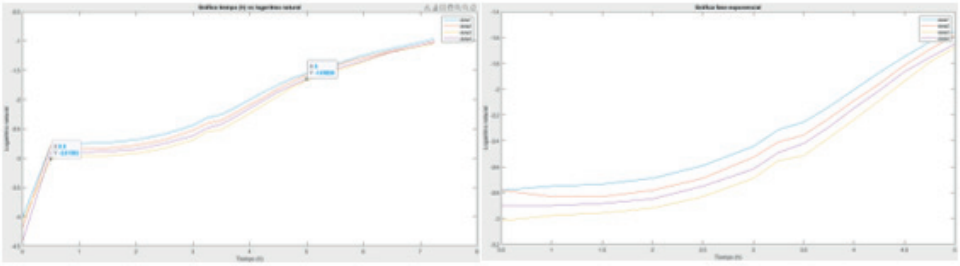
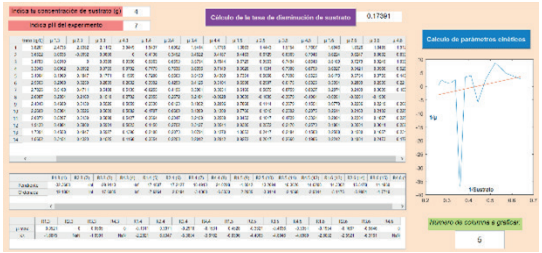


Fig 5: GUIDE 3 "mu" Apreciación de tres tablas donde en tabla 3 se encuentran los parámetros cinéticos buscados. A partir de aquí se pueden cambiar las condiciones del experimento, como el pH y concentración de sustrato.



IV. Discusión (o análisis de resultados)

Al analizar los valores experimentales con Matlab y con Excel, se puede decir que ambos coinciden en resultado, por lo que nuestra aproximación a los resultados es correcta.

El meter un experimento con tantas columnas de datos analizados, al mostrar la gráfica a partir de la cual se encuentra la fase exponencial, es muy difícil distinguir una diferencia significativa entre las cinéticas, por lo que se

puede llegar a un error al elegir los tiempos donde empieza y termina la fase exponencial si no tenemos claridad en qué cinéticas queremos evaluar. El encontrar una fase exponencial general para todas las cinéticas, puede no ser tan efectivo si estas tienen comportamientos diferentes. Al calcular μ en la tabla 1 de la GUIDE 3, en algunos de los tiempos μ=0, por lo que en esos casos no se pueden calcular los parámetros cinéticos.

V. Conclusiones y recomendaciones

Se obtuvo como resultado 3 GUIDE que pueden analizar muchos datos simultáneos y de todos obtener los parámetros cinéticos, ya que estos experimentos se realizan con las mismas condiciones. Será a consideración del usuario analizar sus réplicas y limpiar datos que no sean congruentes al comportamiento de la cinética antes de ingresar sus archivos. Se le recomienda al usuario introducir a la interfaz una tabla donde las cinéticas tengan el mismo comportamiento y que no contenga más de 8 columnas de cinéticas experimentales, para poder distinguir correctamente las fases exponenciales.

Se le recomienda al usuario encontrar el rendimiento del sustrato en el crecimiento microbiano, ya que en los cálculos se analizó como si éste se estuviera consumiendo linealmente, cuando en realidad lo hace exponencialmente como el crecimiento. Este error en el consumo del sustrato explica los valores negativos de Ks y μmax de algunas cinéticas y el comportamiento de la gráfica de la GUIDE 3.

VI. Reconocimientos (o agradecimientos)

Agradecimiento a la doctora Jazmín Cortez González por la enseñanza, por permitirme ser parte de esta experiencia y formar parte de un equipo lleno de gente muy talentosa, y a mis compañeros del verano de la ciencia, por su apoyo e instrucción para que pudiera ser posible concluir este proyecto.

Referencias

[1] R. Cuevas García, Obtención y análisis de expresiones de cinéticaquímica. Universidad Nacional Autónoma de México, México, Dic 2020. DOI: 10.22201/ceiich.24485691e.2021.26.69639.

[2] A. León Martín, Desarrollo de Modelos Cinéticos para Bioprocesos: Aplicación a la Producción de Xantano. Universidad Complutense de Madrid, Madrid 1999.

[3] A. Trinidad Bello, Modelos de crecimiento en biología, su significado biológico y selección del modelo por su ajuste. Universidad Autónoma Metropolitana, México, D.F. junio 2014.

[4] Pauline M. Doran. (1995). Bioprocess Engineering Principles. London: Academic Press. Capítulo 11: Homogeneous Reactions (pag: 257-292); Capítulo 13: Reactor Engineering (pag: 333-386).

[5] Mpho Muloiwa, Stephen Nyende-Byakika, Megersa Dinka. Comparison of unstructured kinetic bacterial growth models., South African Journal of Chemical Engineering, Volume 33, 2020, Pages 141-150, (doi.org/10.1016/j.sajce.2020.07.006.)

Obtención de materiales base-grafeno a partir de biomasa

Christopher Alan Monsivais Mancha
Instituto Tecnológico Superior de México campus Monclova
Carretera 57 km 4.5 Unidad Tecnológica y, Universidad, 95245 Monclova, Coah.
H18050535@monclova.tecnm.mx

Dra. Rocio Martínez Flores
Instituto Tecnológico Superior de México campus Monclova
Carretera 57 km 4.5 Unidad Tecnológica y, Universidad, 95245 Monclova, Coah.
rocio.mf@monclova.tecnm.mx

Resumen — En los últimos años, el grafeno y sus derivados han desatacado en el área científica e industrial, debido a sus sorprendentes propiedades eléctricas, térmicas y mecánicas. Sin embargo, sus aplicaciones aún se encuentran limitadas debido a sus altos costos de producción. En el presente trabajo se estudia la obtención de materiales base grafeno a partir de biomasa, disponible en la Región Centro de Coahuila, mediante tratamiento térmico. Como primera aproximación, se seleccionó la biomasa de partida y se evaluó su rendimiento a tres diferentes temperaturas de degradación. El desarrollo de materiales avanzados de carbono de alto valor agregado, a partir de biomasa, representa una atractiva oportunidad para impulsar una economía sustentable de la Región Centro de Coahuila.

Palabras clave — Grafeno, biomasa, tratamiento térmico.

Abstract — In the last years, graphene and its derivatives have been standing out in the scientific and industrial area, due to their outstanding electrical, thermal, and mechanical properties. However, their applications are still limited due to high production cost. In the present work, the obtaining of graphene-based materials from biomass, available in the Central Region on Coahuila, by thermal treatment is studied. As a first approximation, we selected the starting biomass and evaluated its yield at three different degradation temperatures. The development of advanced materials with added value, from biomass, represents an attractive opportunity to promote a sustainable economy in Central Region on Coahuila.

Keywords — Graphene, biomass, thermal treatment.

I. Introducción

El gran desarrollo tecnológico del siglo XXI, la crisis energética, el deterioro ambiental y las crecientes necesidades de la población han obligado a la comunidad científica e industrial a desarrollar nuevos materiales con excelentes propiedades mecánicas, eléctricas y térmicas. En este sentido, una de las más grandes revelaciones ha sido el grafeno, el cual ha atraído enormemente la atención debido a sus excepcionales propiedades convirtiéndolo en un material con un gran potencial para aplicaciones tan diversas como; baterías de iones de litio, impresión de dispositivos flexibles, celdas solares, biomedicina, electrónica orgánica, tratamiento de aguas residuales, entre muchas otras más.

Recientemente, diversos grupos investigación han logrado obtener óxido de grafeno (GO) y óxido de grafeno reducido (rGO) a partir de biomasa [1]. Sin embargo, aún existe un gran camino por recorrer en el desarrollo de nuevos procesos de producción (más eficientes, escalables, de bajo costo y amigables con el medio ambiente) de materiales base-grafeno a partir de biomasa. El presente proyecto de investigación tiene como objetivo principal identificar las principales fuentes de biomasa de la Región Centro de Coahuila, para utilizarlas como material de partida en la síntesis de óxido de grafeno mediante tratamiento térmico. La producción de novedosos materiales base-grafeno a partir de componentes orgánicos de uso secundario, será indudablemente un excelente punto de partida para impulsar una Economía Circular en el Estado de Coahuila.

II. Marco teórico

El grafeno es un nuevo material nanométrico bidimensional, obtenido en 2004 por exfoliación micromecánica del grafito. Es una hojuela cuasi plana con pequeñas ondulaciones, dando la apariencia de un panal de abejas, con un grosor de un átomo de carbono (0.1 nm). Un comportamiento como semiconductor y ausencia de localización electrónica, entre otras, las cuales se vislumbran que serán de gran utilidad en áreas tales como computación, electrónica y medio ambientales.

Una serie de trabajos sobre los métodos de obtención del grafeno se han reportado desde 2004. Entre ellos, la exfoliación micromecánica (método de “scotch-tape”), a través de la cual el grafeno en estado libre fue obtenido por primera vez [2]. La exfoliación es la separación de las capas más externas de un sólido en laminillas, hojuelas o escamas.

La síntesis de grafeno se lleva a cabo en dos etapas importantes: oxidación y reducción. Cada una de estas etapas conlleva diferentes métodos y reactivos, los cuales le confieren propiedades y características propias a los productos transitorios del grafeno. Estos productos mejor conocidos como óxido de grafeno (GO, por sus siglas en inglés) y óxido de grafeno reducido (rGO, por sus siglas en inglés) han ido tomando relevancia en la investigación. El óxido de grafeno tiene propiedades interesantes y diversas, algunas de las características de este compuesto es que se comporta como un buen aislante, además se le atribuyen propiedades antibacterianas [3]. Los métodos de oxidación para el grafito generan cambios en su estructura química y depende de los reactivos utilizados para su elaboración; el método de Hummers resulta ser el más eficiente para la oxidación del grafito [4].

Después del proceso de oxidación el siguiente paso de preparación de grafeno, es la reducción del óxido de grafeno. Los métodos de reducción de GO puede clasificarse en dos grupos: métodos químicos y métodos térmicos, obteniéndose productos que se aproximan al grafeno en diferentes grados estructurales y en consecuencia en sus propiedades eléctricas, térmicas y mecánicas [5][6]. La ventaja del método térmico es que permite reducir o exfoliar el GO directamente en un solo paso. A pesar de que el rGO presenta menor conductividad eléctrica que el grafeno, se le puede dar un enfoque diferente para aplicaciones que no serían posibles para el grafeno.

III. Métodologia

El desarrollo experimental para estudiar el rendimiento de la biomasa a diferentes temperaturas se realizó en un horno marca Furnace 1400 Barnstead Thermolyne y se describe a continuación:

A) En esta primera prueba se utilizaron 9.97 g de carrizo, posteriormente las muestras se sometieron a un tratamiento térmico (TT) a una de temperatura de 300°C durante 15 minutos con una rampa de calentamiento del 30 ☐C/min. En la figura 1 se pueden distinguir las características iniciales de la biomasa, antes del TT.

Fig. 1. Imagen de la biomasa seleccionada para la obtención de materiales base-grafeno mediante tratamiento térmico.

B) Para la segunda muestra se pesaron 9.97 g, de la misma biomasa, pero ahora la muestra se sometió a un tratamiento térmico de mayor temperatura 400°C a 15 minutos con una rampa de calentamiento del 30 ☐C/min, lo anterior con la finalidad de estudiar el efecto del cambio de temperatura sobre el rendimiento final de la muestra.

C) En el caso de la tercera muestra se pesaron 9.96 g a una temperatura de 500°C con el mismo tiempo de residencia y rampa de calentamiento que las muestras anteriores.

Una vez terminado cada uno de los procesos térmicos mencionados anteriormente, las muestras se sacaron del horno y se dejaron dejar enfriar durante 24 horas a temperatura ambiente (Fig. 2a), y se pesaron (Fig. 2b) para su posterior para su almacenamiento.

Fig. 2. Fotografía del proceso de enfriamiento de la muestra con un TT a 400°C (a); imagen representativa del proceso de pesado después del TT de la misma muestra (b).

a) b)

IV. Resultados

Las características finales de la biomasa después de ser sometida a los diferentes tratamientos térmicos se presentan en la figura 3. Como se puede observar en la imagen la muestra 1 (300 $^{238}_{92}$C) presenta una combustión parcial del material, en contraste, en la muestra 2 (400 $^{238}_{92}$C) se puede distinguir la biomasa de un color negro, lo cual sugiere que la muestra reaccionó en un grado mayor respecto a la muestra 1. Para el caso de la muestra 3 (500 $^{238}_{92}$C), se puede apreciar que la biomasa inicio el proceso de desintegración debido a que perdió la estructura inicial e incluso se pueden observar cenizas (color blanco) lo cual sugiere que la muestra presenta una combustión total.

El análisis del rendimiento de cada una de las muestras mencionadas anteriormente se presenta en la tabla 1. De acuerdo con los resultados la muestra 1 presenta un rendimiento de $\frac{1}{28}$38.21%, mientras que la muestra 2 obtuvo $\frac{1}{28}$19.85% y la muestra 3 $\frac{1}{28}$14.30%, estos valores tienen mucho sentido debido a que a mayor temperatura una mayor cantidad de compuestos contenidos en la biomasa volatizan impactando en el rendimiento final.

300 $^{238}_{92}$C 400 $^{238}_{92}$C 500 $^{238}_{92}$C

Fig. 3. Imagen de la biomasa después de la aplicación de los 3 diferentes tratamientos térmicos.

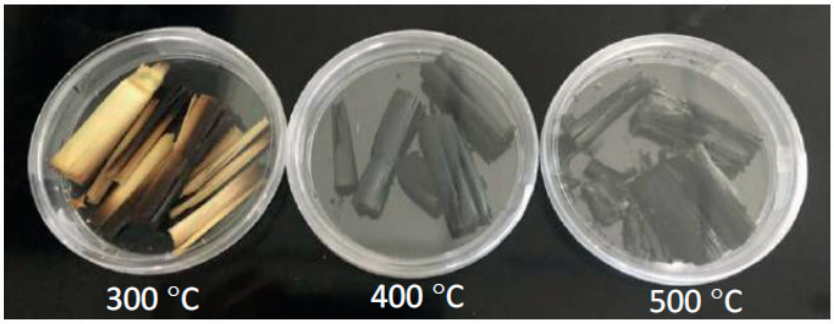


Tabla 1. Tipos de letra, justificación y tamaño

Descripción	Temperatura	Peso inicial (g)	Peso Final (g)	Rendimiento (%)
Muestra 1	300 °C	9.97	3.81	38.21
Muestra 2	400 °C	9.97	1.98	19.85
Muestra 3	500 °C	9.93	1.42	14.30

V. Análisis de resultados

El estudio del efecto de temperatura sobre la combustión de la biomasa, como primera aproximación nos permitió identificar que el tratamiento térmico a 300 °C no es viable para la obtención de materiales base-grafeno debido a que una cantidad considerable de la biomasa no reaccionó. Analizando los resultados de la muestra 2 y 3, se considera que posiblemente 400 °C sea la temperatura ideal para la obtención de materiales base-grafeno debido a que la muestra después del TT mantiene su estructura inicial y a simple vista no se aprecian cenizas como en la muestra 3, lo cual es un indicador de que la muestra combustionó completamente, perdiendo carbono durante el proceso.

VI. Conclusiones

De esta primera serie de experimentos se puede concluir que la muestra 2, sometida a un TT de 400 °C, presentó interesantes características físicas para la síntesis de materiales base-grafeno. Sin embargo, se recomiendan

la caracterización del material obtenido mediante Espectroscopía Raman, con la finalidad de analizar el orden estructural de material de carbono obtenido. Asimismo, se recomienda realizar una nueva serie de experimentos con una rampa de calentamiento menor para estudiar el efecto de la velocidad de calentamiento sobre las características y propiedades finales del material. Mediante el presente proyecto de investigación se logró identificar y estudiar una biomasa local con potencial aplicación para el desarrollo de materiales avanzados de carbono.

VII. Agradecimientos

Agradezco profundamente a la Dra. Rocio Martínez por haberme brindado la oportunidad y la confianza de trabajar en el presente proyecto, lo cual incrementa mi interés de seguir trabajando en el área de las ciencias. También, agradezco al Instituto Tecnológico Superior de Monclova por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

Referencias

[1] N. Raghavan, S. Thangavel, and G. Venugopal, "A short review on preparation of graphene from waste and bioprecursors," Appl. Mater. Today, vol. 7, pp. 246–254, 2017.
[2] K. S. Novoselov et al., "Two-dimensional atomic crystals," Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A., vol. 102, no. 30, pp. 10451–10453, 2005.
[3] C. Botas et al., "Optimization of the size and yield of graphene oxide sheets in the exfoliation step," Carbon N. Y., vol. 63, pp. 576–578, 2013.
[4] C. Botas et al., "Graphene materials with different structures prepared from the same graphite by the Hummers and Brodie methods," Carbon N. Y., vol. 65, pp. 156–164, 2013.
[5] K. K. H. De Silva, H. H. Huang, R. K. Joshi, and M. Yoshimura, "Chemical reduction of graphene oxide using green reductants," Carbon N. Y., vol. 119, pp. 190–199, 2017.
[6] S. Mao, H. Pu, and J. Chen, "Graphene oxide and its reduction: Modeling and experimental progress," RSC Adv., vol. 2, no. 7, pp. 2643–2662, 2012.

Inversor monofásico fotovoltaico de tres niveles para inyección de potencia a la red sin transformador

Carlos Nieto Espinoza
Tecnológico Nacional de México / ITS de Irapuato
Carretera Irapuato - Silao km 12.5 Colonia El Copal
LIS17110977@irapuato.tecnm.mx

Gerardo Vázquez Guzmán
Tecnológico Nacional de México / ITS de Irapuato
Carretera Irapuato - Silao km 12.5 Colonia El Copal
gerardo.vg1@irapuato.tecnm.mx

Resumen — En este documento, se propone una topología de un inversor fotovoltaico sin transformador monofásico de tres niveles de voltaje a la salida, el cual se valida en lazo abierto y de demuestra que permite mitigar las corrientes de fuga. Estas corrientes de fuga se generan debido a la interacción del voltaje de modo común y las capacidades parasitas que se forman entre la superficie del panel fotovoltaico y el semiconductor. Para reducir la magnitud de la corriente de dispersión este trabajo tiene como objetivo proponer una topología de un inversor fotovoltaico, la cual a través de la operación propia de la estructura permitirá disminuir la magnitud de las corrientes de fuga. Se presenta un análisis del inversor propuesto mediante simulaciones y se valida el comportamiento respecto a la generación de la corriente de modo común.

Palabras clave — Inversor fotovoltaico sin transformador, corrientes de fuga, red eléctrica.

Abstract — In this document, it is proposed a single-phase transformerless photovoltaic inverter with three voltage levels at its output. The inverter is mainly designed to deal with the leakage ground current that can cause several problems in the system. The common mode current is generated by the interaction of the common model voltage and the parasitic capacitances formed between the PV panel surface and the PV panel frame. Therefore, this research work proposes a single-phase inverter to deal with this issue. The proposed topology is analyzed and validated by means of simulations.

Keywords — Transformerless photovoltaic inverter, leakage current, electric grid.

I. Introducción

La energía solar fotovoltaica se obtiene al convertir la luz solar en energía eléctrica, mediante tecnología basada en el efecto fotoeléctrico. Esto es, en el panel fotovoltaico incidirán fotones en la superficie para generar una corriente eléctrica. La energía solar es una energía renovable e inagotable que puede utilizarse para producir energía eléctrica en instalaciones que pueden diseñarse usando pequeños generadores hasta grandes plantas fotovoltaicas. Los dispositivos para transformar fotones en energía eléctrica se llaman celdas fotovoltaicas, estas pueden estar hechas de silicio monocristalino, policristalino o amorfo u otros materiales semiconductores de capa fina [1].

En algunos países como Honduras, Italia y Grecia se genera una parte de la energía eléctrica que consumen mediante paneles fotovoltaicos [2], aunque no es un porcentaje muy elevado en la energía total generada, en algunos casos, llega a tener una importante relevancia para el sistema eléctrico en cuestión. Si bien la energía solar en México no tiene una gran capacidad con respecto a otros países, es significativo su crecimiento acelerado en los últimos años pasando de una capacidad de almacenamiento de energía de 145 MW a 214 MW del año 2016 al año 2017. La energía fotovoltaica es una fuente de energía renovable que actualmente tiene una tasa de crecimiento anual importante respecto a otras fuentes de energía limpia [3].

Existen dos tipos de sistemas fotovoltaicos: aislados y conectados a la red. El sistema aislado no se conecta a la red eléctrica generalmente se componen de un arreglo de paneles fotovoltaicos, controladores y baterías. Por otro lado, los sistemas fotovoltaicos conectados a la red están conformados por un panel fotovoltaico y un inversor, esto permite inyectar la energía generada directamente a la red eléctrica. En este trabajo se presenta el diseño de un inversor para un sistema conectado a la red eléctrica sin transformador.

II. Marco teórico

Uno de los principales problemas que tienen las estructuras no aisladas son las corrientes de fuga que suelen ser, en algunos casos, peligrosas para la operación del sistema ya que pueden producir descargar eléctricas a los usuarios, mayores pérdidas de potencia, disparo indeseado de protecciones, entre otras. Por tal motivo, este tipo de sistemas no fue permitido inicialmente en diversos países. Sin embargo, dado que este tipo de sistemas permiten mejorar el aprovechamiento de la energía generada en los paneles solares, las distintas normativas internacionales se han ido adaptando para permitir la introducción de estos sistemas en el mercado de la generación eléctrica. En la Figura 1 se presenta la topología de un inversor conectado a la red sin transformador conocido comúnmente como HERIC (High Efficiency and Reliable Inverter Concept, por sus siglas en inglés). La topología HERIC se ha comercializado por la empresa Sunways Inc, su eficiencia nominal puede alcanzar el 95%, y su eficiencia máxima es 95.6%, además es importante decir que la corriente de modo común medida para esta topología es de alrededor de 22 mA [4].

El inversor HERIC es uno de los inversores más usados en la práctica, ya que tiene una alta eficiencia. En la Figura 2 se presenta un esquema simplificado de su estrategia de modulación. El objetivo de la estrategia de modulación es generar los estados de operación del inversor, los cuales permitirán obtener, a partir de una señal en corriente directa (CD) una señal en corriente alterna modulada. Dentro de estos estados de operación, existen particularmente dos estados de libre circulación, los cuales tienes como objetivo mantener el voltaje de modo común constante para mitigar las corrientes de modo común. En las Figuras 3 a) a la 3 d) se muestran los estados de operación.

Figura 1. Inversor HERIC.

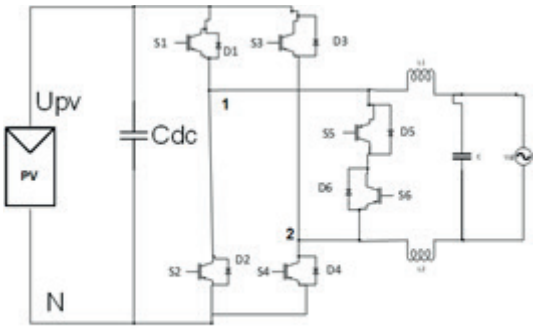


Figura 2. Estrategia de modulación del inversor HERIC.

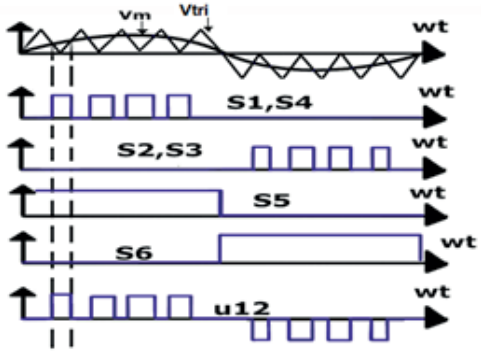
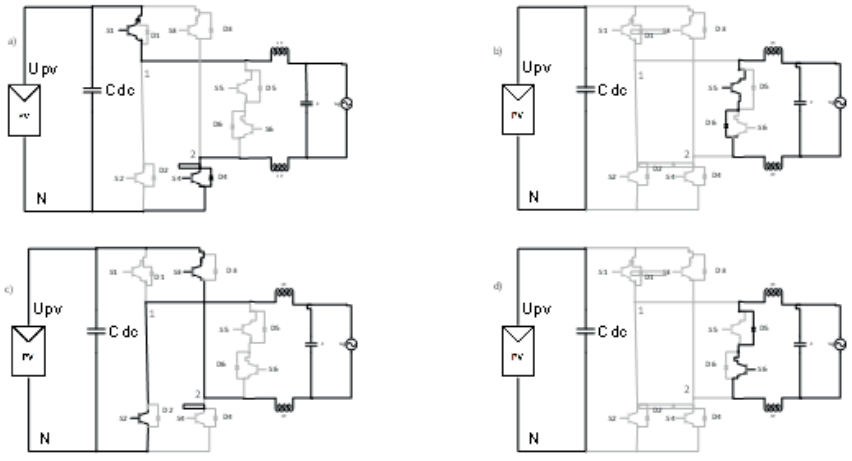


Figura 3. Estados de operación del inversor HERIC.



III. Metodología

El esquema simplificado del inversor monofásico fotovoltaico propuesto se muestra en la Figura 4. Como puede observarse, el inversor consta de cuatro interruptores IGBT, así como 4 diodos. En esta topología, los interruptores S1 y S2 se utilizan para proporcionar los vectores activos a la carga y para desacoplar el inversor de la fuente de alimentación. Por otro lado, los interruptores S3 y S4 permiten la circulación de la corriente durante los intervalos de libre circulación y además evitan un corto circuito entre los terminales de los capacitores de enlace.

Los diodos D1, D2, D3 y D4 se utilizan durante el desacoplo del inversor y proporcionan la trayectoria para la circulación de la corriente durante los intervalos donde se aplican los vectores nulos a la carga.

Figura 4. Estructura de la topología DCHB5.

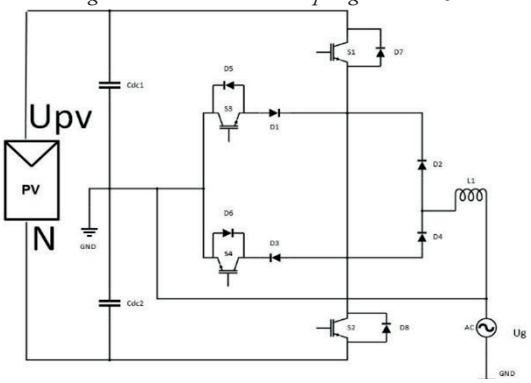
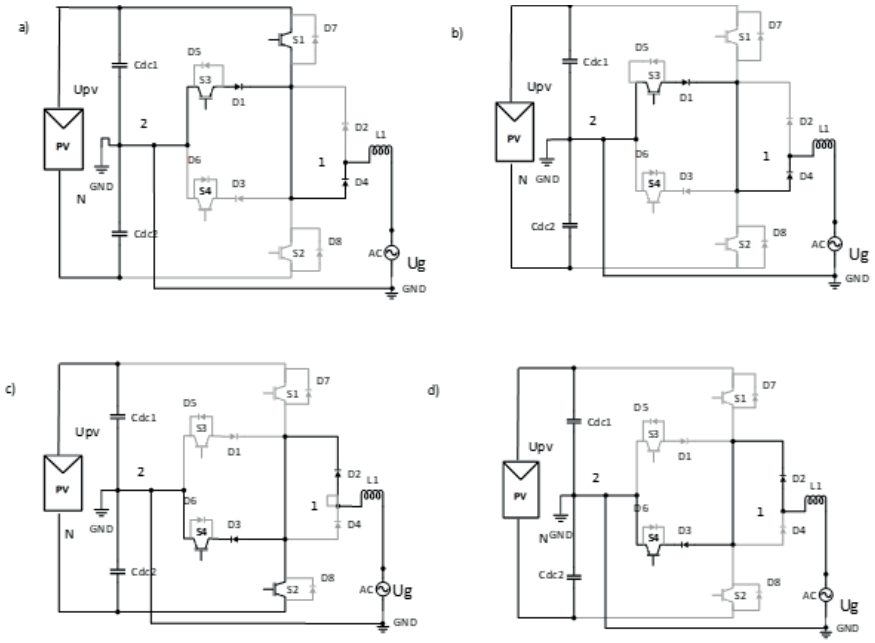


Figura 5. Estados de operación del inversor DCHB5.

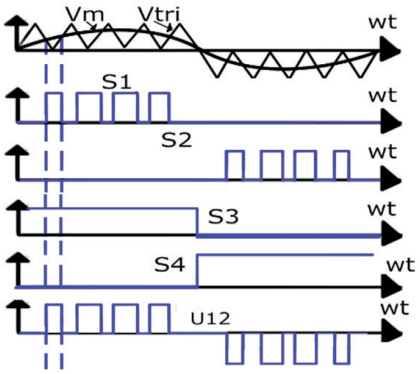


El inversor cuenta con cuatro estados de operación los cuales se presentan en los incisos a), b) c) y d) de la Figura 5. Durante el semiperiodo positivo, el voltaje de salida VAB=VDC/2 se genera al encender el interruptor S1, así como el diodo D1. En este caso, es posible dejar encendido S3 durante este semiperiodo ya que durante el estado nulo permitirá la circulacion de la corriente de la carga. Mientras que los interruptores S3 y S4, así como los diodos D2 y D3 están apagados durante este intervalo, en este caso, la corriente fluye a través de S1 y D4 hacia la carga y regresa al punto medio de los capacitores de entrada como se presenta en el primer estado de operación, Figura 5 a).

El voltaje VAB=0 (la etapa de libre circulación) se logra apagando el interruptor S1, dejando S3 encendido y manteniendo los demás interruptores apagados como se presenta en el segundo estado de operación Figura 6 b). En este caso la corriente circula por el circuito debido a la fem en el filtro L que la impulsara a fluir a través del interruptor S3 y los diodos D1 y D4 como se presenta en el segundo estado de operación, Figura 6 b).

Durante el semiperiodo negativo de la modulación, el vector activo VAB=-VAB/2 se genera al encender los interruptores S2 y S4, así como los diodos D2 y D3, además se debe de apagar el interruptor S3 y los diodos D1 y D4 del estado anterior, de esta manera la corriente de carga fluye a través de los interruptores hacia la carga y regresa por el punto medio de la fuente dividida por los capacitores.
La trayectoria de libre circulación durante este semiperiodo es proporcionada por el interruptor S4 y los diodos D2 y D3, mientras que el resto de los dispositivos están apagados generando en este caso el vector nulo VAB=0 como se presenta en el cuarto estado de operación en la Figura 6 d).
Se agregó una fuente de CD en paralelo a los capacitores Cdc1 y Cdc2 para minimizar la ondulación del voltaje, los valores de capacitancia en Cdc1 y Cdc2 son de 235uF debido a que se requiere un divisor de voltaje a la mitad de Upv además de tener una inductancia de 2mH en L para minimizar el rizado de la corriente en la carga.

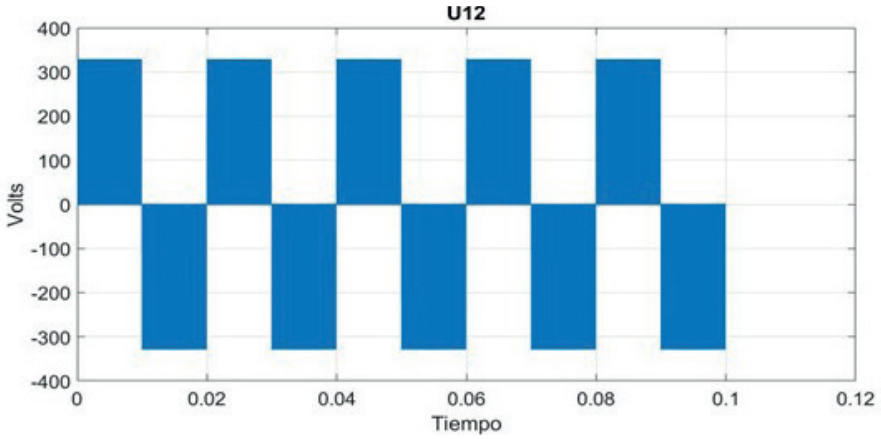
Figura 6. Estrategia de modulación para el inversor DCHB5.



IV. Resultados

Con la finalidad de demostrar el correcto funcionamiento del inversor, se realizaron algunas simulaciones considerando algunas características a la salida del inversor usando el software PSIM, con el fin de corroborar su correcto funcionamiento. En la Figura 7 se presenta los tres niveles de voltaje a la salida los cuales tienen una amplitud de Upv/2 como ya se mencionó anteriormente, formando así los 3 niveles de voltaje a la salida del inversor.

Figura 7. Voltaje de salida del inversor DCHB5.



La corriente de salida del inversor se presenta en la Figura 8. Como puede observarse, la señal de corriente tiene una forma de onda senoidal con un rizado asociado debido al valor del filtro de primer orden y de la frecuencia de conmutación. De igual forma, se puede observar que existe una distorsión en el cruce por cero, esto se debe a que la forma en la que se está operando el inversor no permite la operación en los cuatro cuadrantes, es decir el inversor deberá conectarse a la red eléctrica usando un sistema de control que permite garantizar la operación del inversor con factor de potencia unitario.

En cuanto a las corrientes de modo común generadas entre la superficie del panel fotovoltaico y el semiconductor, se puede observar que la amplitud es muy baja, en la Figura 9 se presentan dichas corrientes de modo común presentes en el sistema.

Figura 8. Corriente a la salida del inversor DCHB5.

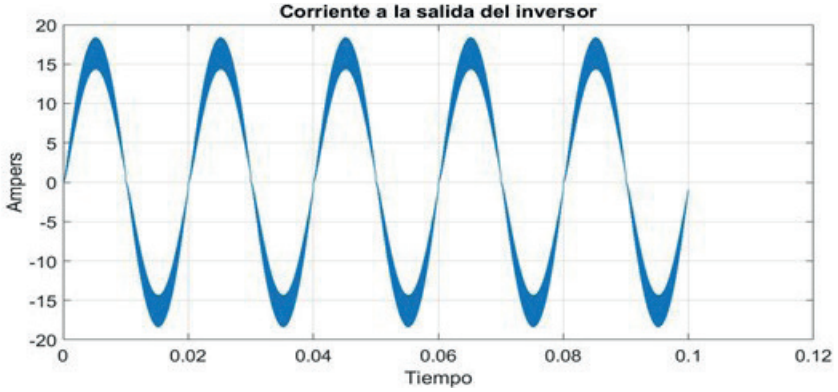
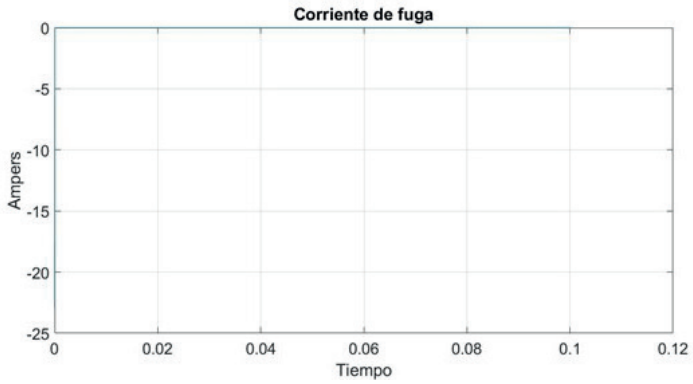


Figura 9. Corriente de fuga del inversor DCHB5.



V. Análisis de resultados

Se tiene una pequeña distorsión en el cruce por cero del inversor, sin embargo, los niveles de corrientes de modo común son relativamente bajos, de esta manera se corroboro el correcto funcionamiento del inversor fotovoltaico. Por otro lado, la operación del inversor garantiza una eficiencia adecuada, debido a que se usa un número reducido de interruptores si se compara con otras topologías.

VI. Conclusiones

En este proyecto se propuso y simulo un Inversor monofásico fotovoltaico de tres niveles para inyección de potencia a la red sin transformador, el cual transforma la energía de CD a CA, para la inyección de potencia a la red eléctrica atenuando la magnitud de las corrientes de modo común en el sistema.

Con la finalidad de evaluar la eficiencia del inversor, se realizaron simulaciones para comprobar el funcionamiento, como los niveles de voltajes a la salida, la corriente en la salida del inversor, además de las corrientes de modo común.
Los resultados obtenidos en la corriente a la salida del inversor presentan una pequeña distorsión de un cruce por cero, sin embargo, cuenta con buenas características en su rizado, así como en las corrientes de modo común.
Como trabajo futuro se propone la implementación física del inversor para la comprobación de su funcionamiento de manera experimental.

VII. Agradecimientos

Expreso mi agradecimiento al Tecnológico Nacional de México / ITS de Irapuato por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia dentro del evento Verano de la Ciencia de la Región Centro 2021.

Referencias

[1] V. H. Bonilla. (2021, Marzo, 01). ¿Cómo funcionan las plantas fotovoltaicas?, [Online]. Available: https://www.iberdrola.com/medio-ambiente/que-es-energia-fotovoltaica.
[2] K. E. Elliot and C. M. Greene, "RENEWABLES 2020 GLOBAL STATUS REPORT", Paris, Divulgation, (2021).
[3] PRODESEN, PROGRAMA DE DESARROLLO DEL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL", SENER, MÉXICO, DIBULGACION, 2018.
[4] H. Xiao, X. Wang, Transformerless Photovoltaic Grid-Connected Inverters. (1ra) Edition. China. Springer, 2021.

Evaluación de eficiencia antifúngica en un compuesto de PU y nano partículas de plata

Brenda Ameyally Gerardo Vergara
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. del Valle #2301 Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413
LBS13460375@purisima.tecnm.mx

Asesor: 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 — El poliuretano (PU) es un material de moda en la actualidad debido a sus características, como la flexibilidad, resistencia y adaptabilidad. Su tecnología ha avanzado desde su descubrimiento, incorporando elementos para obtener más propiedades e incrementar sus aplicaciones. Uno de los elementos que se ha agregado y aún se encuentra en estudio, es el uso de nanopartículas de plata (NP Ag), gracias a la nanotecnología se pueden obtener estos materiales con diferentes características, lo que cambia la interacción con los microorganismos. En este trabajo se tiene como objetivo un ensayo de laboratorio en el cual se muestre la interacción macroscópica con el hongo A. Brasiliensis a diversas concentraciones y tamaños de nanopartículas en muestras de poliuretano.

Palabras clave — Poliuretano (PU), Nanopartículas de planta (NP Ag), A. Brasiliensis.

Abstract — Polyurethane (PU) is a fashionable material today due to its characteristics, such as flexibility, resistance, and adaptability. Its technology has advanced since its discovery, incorporating elements to obtain more properties and increase its applications. One of the elements that has been added and is still under study is the use of silver nanoparticles (NP Ag), thanks to nanotechnology these materials can be obtained with different characteristics, which changes the interaction with microorganisms. The objective of this work is a laboratory test in which the macroscopic interaction with the fungus A. Brasiliensis is shown at various concentrations and sizes of nanoparticles in polyurethane samples.

Keywords — Polyurethane (PU), Plant Nanoparticles (NP Ag), A. Brasiliensis.

I. Introducción

El poliuretano es un material de moda en la actualidad debido a sus características, ya que proporciona flexibilidad, resistencia y adaptabilidad, además, es reciclable y ligero, lo que ayuda a su aplicación en diversas industrias siendo con ello un material idóneo en este tiempo, donde la sostenibilidad y ecología son indispensables

En este punto, una alternativa es la aplicación de nanopartículas de plata en este material, para así agregar propiedades antibacterianas y antifúngicas. Esta implementación se da gracias a la nanotecnología, la cual ha desarrollado nanopartículas inorgánicas con efectos microbicida sobre microorganismos como lo son virus, hongos y bacterias. Esta capacidad está dada por la naturaleza del material, sus dimensiones y la relación área – volumen, la cual permite la interacción con los microorganismos aplicación de NPs Ag es que, a diferencia de los antibióticos, los microorganismos no puedan [2,3].

Un atractivo clave para la generar resistencia con facilidad

II. Materiales y métodos

Se tomó como referencia la metodología descrita para determinación de la resistencia de los materiales poliméricos sintéticos a los hongos (ASTM G21-15), adaptando el proceso a las condiciones otorgadas en el ITSPR.

El procedimiento consistió en selección de muestras de PU para la determinación de las propiedades pertinentes, inoculación de las muestras con hongo Aspergillus Brasiliensis, exposición de las muestras inoculadas en condiciones favorables para el crecimiento, clasificación del crecimiento visual, extracción de las muestras y observaciones para el ensayo.

Para la inoculación se vertieron 20ml de agar con sales nutritivas en cajas Petri estériles, proporcionando una capa de agar solidificado de 3 a 4 mm de profundidad. Solidificado el agar, las muestras se colocaron en la superficie; estas muestras deben tener un diámetro de 2 pulgadas o 50mm como lo establece la norma. Se inoculó la superficie, incluida la superficie de las muestras de ensayo, con la suspensión de esporas previamente obtenida con una concentración de 1x10^6 y analizada en cámara de Neubaurer, esparciendo la suspensión en tres gotas de 50µl de modo; dos gotas en distintos puntos del agar y una en superficie de la muestra [1]. Se protegieron las muestras de prueba inoculadas con Parafilm, incubando a 26 ° C.

Para un control de viabilidad se colocó una pieza cuadrada de papel de filtro esterilizado, de 25 mm (1 pulg.) según lo establece la norma, sobre agar con sales nutritivas en placas de Petri separadas. Se inoculo junto con los elementos de prueba con la suspensión de esporas de la misma manera y en las mismas condiciones de incubación, se examinándose a la par de las muestras. Hubo un crecimiento abundante en las muestras de control de papel de filtro indicando viabilidad para las pruebas, la ausencia de tal crecimiento requiere la repetición de la prueba [1].

Para efectos visibles se deben clasificar las muestras según su crecimiento descrito en la norma.

Tabla 1.- Crecimiento observado en muestras Crecimiento observado en muestras

Crecimiento observado en muestras	Clasificación
Ninguno	0
Rastros de crecimiento (menos del 10%)	1
Crecimiento ligero (10 a 30%)	2
Crecimiento medio (30 a 60%)	3
Fuerte crecimiento (60% para completar la cobertura)	4

III. Resultados

A. Pruebascontrol(Blancos)

1) Prueba de viabilidad

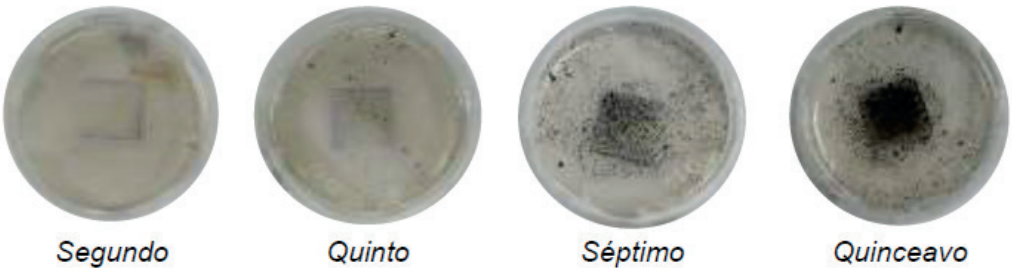
Consiste en un ensayo donde se expone a condiciones establecidas la solución de esporas para comprobar su efectividad para el ensayo en muestras.

Al segundo día de inocular el papel filtro se observa un crecimiento con formas circulares de color negro (Figura 1), se toma una muestra y se confirma un resultado positivo para viabilidad.

El crecimiento fue exponencial, como se puede ver en la figura 1; En el quinto día de la inoculación hay una expansión del hongo en el papel filtro y sus alrededores, manteniendo este comportamiento hasta el día 15, donde se percibe la mayor parte de la biomasa del hongo en concentrada en el papel filtro.

Segundo Quinto Séptimo Quinceavo

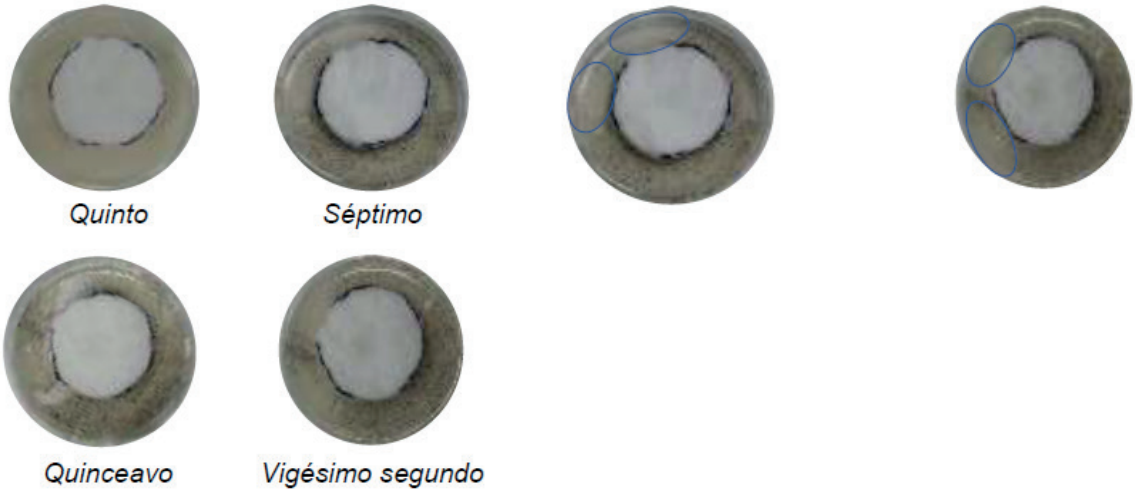
Figura 1.- Cronología por día; Crecimiento A. Brasiliensis en prueba de viabilidad.



2) Muestracontrol

La muestra no presentaba nanopartículas de plata. A diferencia del papel filtro el
crecimiento se presento a quinto día, como se muestra en la figura 2, presentado desde el séptimo día zonas cercanas a la muestra donde el hongo no se desarrolló (Figura 3). Sin embargo, el poliuretano tuvo crecimiento del hongo a partir del quinceavo día, manteniéndolo hasta el día 22 (Figura 2).

Figura 2.- Cronología por día; Crecimiento A. Brasiliensis en muestra control.
Figura 3.- Zonas con ausencia de crecimiento.

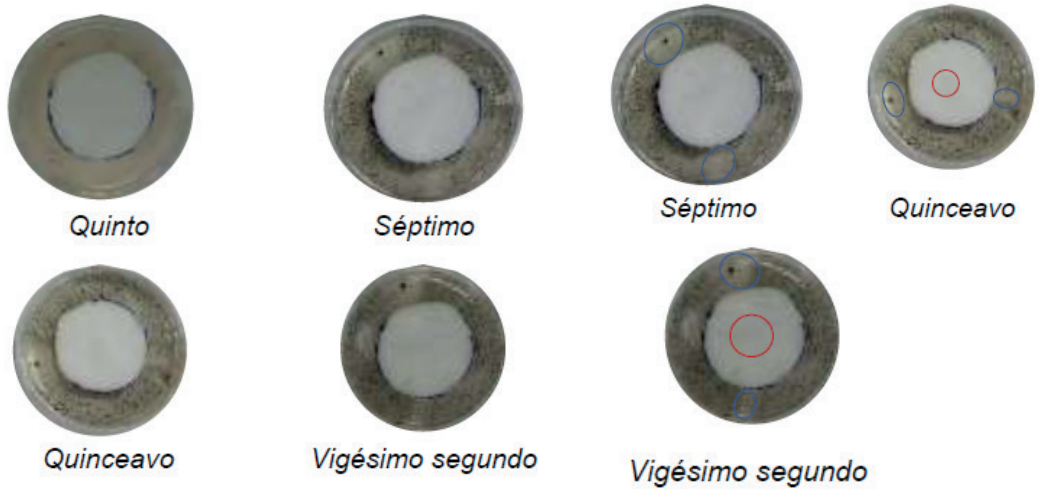


B. Nanopartícula de plata de 10-20nm
Se observo el crecimiento hasta el quinto día (Figura 4 y 6), de la misma forma que en la muestra control.
1) Concentración baja
Para el día 7 el medio presentaba zonas donde el crecimiento del hongo era menor, sin embargo estas áreas fueron disminuyendo hasta el día 22, como se ve en la figura 5. Para el día 9 se ve que el poliuretano tiene crecimiento del hongo, se ve una ligera mancha amorfa de tonalidad café, pasados los días se hace más visible (Figura 5).

Figura 4.- Cronología por día; Crecimiento A. Brasiliensis en PU con concentración baja.
Figura 5.- Azul) Zonas sin crecimiento del hongo. Rojo) Crecimiento del hongo en PU.

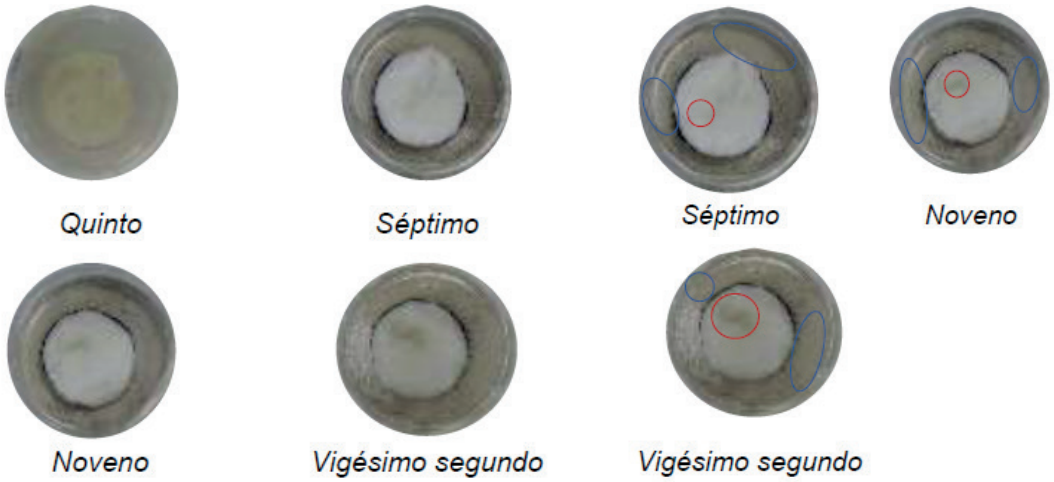
2) Concentración alta
Desde el séptimo día se ven zonas con poco crecimiento del hongo en comparación con su entorno, estas zonas fueron disminuyendo (Figura 7). El poliuretano presento crecimiento del hongo con una tonalidad café en la zona central de la muestra(Figura 7).

Figura 6.- Cronología por día; Crecimiento A. Brasiliensis en PU con concentración alta.
Figura 7.- Azul) Zonas con poco crecimiento del hongo. Rojo) Crecimiento del hongo en PU.



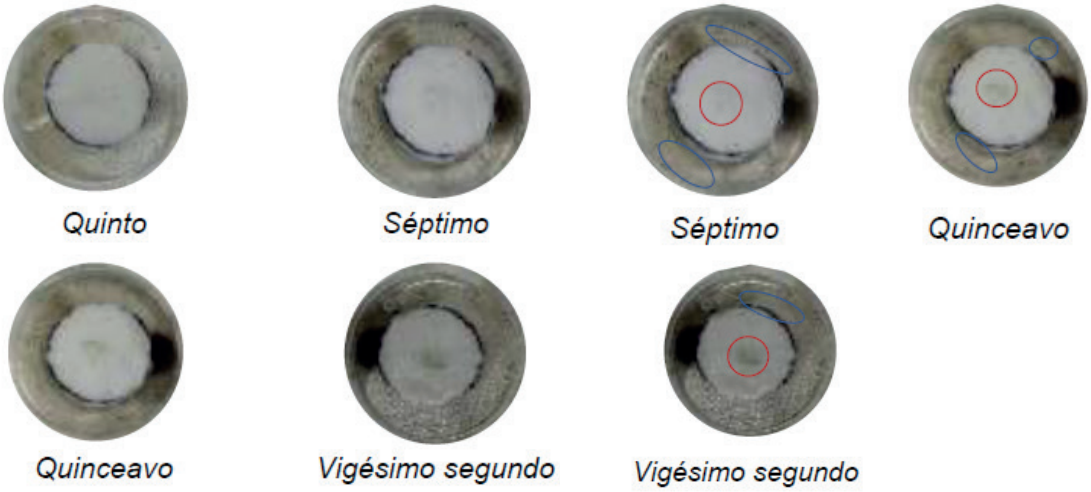
C. Nanopartícula de plata de 40-50nm
Se observo el crecimiento hasta el quinto día (Figura 8 y 10), de la misma forma que en la muestra control.
1) Concentración baja
A diferencia de las otras pruebas, se presenta la coloración café en la superficie del PU desde el día 7, también se apreciaron las zonas con poco crecimiento del hongo en comparación con su entorno. Estas zonas redujeron su perímetro al pasar de los días, mientras que la tonalidad café fue aumentando en tamaño e intensidad.

Figura 8.- Cronología por día; Crecimiento A. Brasiliensis en PU con concentración baja.
Figura 9.- Azul) Zonas con poco crecimiento del hongo. Rojo) Crecimiento del hongo en PU.



2) Concentración alta
El Poliuretano (PU) tuvo crecimiento del hongo desde el séptimo día ya que se presentaba
una tonalidad café al centro de la superficie, sin embargo, el agar también presentaba zonas donde le crecimiento del hongo era poco o nulo. Esta muestra presento contaminación por un MO, se analizó en microscopio parte de la tonalidad café, confirmando A. Brasiliensis como el causante.

Figura 10.- Cronología por día; Crecimiento A. Brasiliensis en PU con concentración alta.
Figura 11.- Azul) Zonas con poco crecimiento del hongo. Rojo) Crecimiento del hongo en PU.



IV. Discusión (o análisis de resultados)

Las nanopartículas de plata interactúan con bacterias y hongos, teniendo efectos en las reproducción y desarrollo de los microorganismos. La inhibición de la actividad en microorganismos está ligada a sus diferentes formas y dispersiones en el material donde se aplique. El efecto de las nanopartículas de plata puede ser truncado por la diferencia en el área de superficie con respecto a loa relación del volumen, o en su caso con las aglomeraciones ocasionadas por una dispersión no optima[3,4,5].

V. Conclusiones y recomendaciones

El tamaño de la partícula afecta propiedades del material del poliuretano como se menciona en los artículos citados. Las nanopartículas, al no tener un tratamiento previo que pueda hacer que se dispersen de manera uniforme, crean aglomeraciones en determinadas regiones del poliuretano. Esta consecuencia se ve en las pruebas in vitro, donde se presentan zonas cercanas a la muestra con menor crecimiento del hongo.

Con las pruebas in vitro realizadas se comprobó que la concentración y tamaños de partícula aplicados fueron deficientes para un tratamiento antifúngico para A. Brasiliensis, también se vio indicio del comportamiento de las nanopartículas de plata. Analizando los diferentes resultados y comportamientos, se recomienda aplicar diferentes métodos de dispersión (Mecánicos o ultrasónicos) y evaluar su eficiencia. Un punto importante puede ser la aplicación de pruebas para la inhibición de hongos dermatofitos, proyectándolo como un producto a industrias y tomando en cuenta las propiedades del producto final.

VI. Reconocimientos (o agradecimientos)

Agradezco el apoyo del ITSPR por el apoyo y las facilidades otorgadas, así como a mis asesores Dr. Armando Mares y Dr. José de Jesús Flores Sierra por el apoyo y la confianza brindadas durante el desarrollo de este trabajo. Dra. Anayansi Estrada, por su apoyo, soporte y guía en el transcurso del proyecto.

Referencias

[1] ASTM G21-15(2021)e1, Standard Practice for Determining Resistance of Synthetic
Polymeric Materials to Fungi, ASTM International, West Conshohocken, PA,
2021, www.astm.org

[2] Kim, T., Kim, M., Park, H., Shin, U., Gong, M., & Kim, W. (2012). Size-dependent cellular toxicity of silver nanoparticles. J. Biomed. Mater. Res, 1033-1043.

[3] Pourjavadi, A., & Soleyman, R. (2011). Novel silver nano-wedges for killing microorganisms. Mater. Res. Bull, 1860-1865.

[4] Sadeghi, B., Garmaroudi, F., Hashemi, M., Nezhad, H., Nasrollahi, A., & Ardalan, S. (2012). Comparison of the anti-bacterial activity on the nanosilver shapes: Nanoparticles, nanorods and nanoplates. Advanced Powder Technology, 22-26.

[5] Slawson, R., Trevors, J., & Lee, H. (1992). Silver accumulation and resistance in pseudomonas stutzeri. Arch. Microbiol, 398-404.

Mecanismo de Extracción de Piezas Automotrices Impresas en 3D

Valerio Pérez Erick Alexander
Universidad Politécnica de Querétaro El Marqués, Querétaro
019029940@upq.edu.mx

Zea Pérez José Marcos
Universidad Politécnica de Querétaro El Marqués, Querétaro.
marcos.zea@upq.mx

Resumen — En este artículo se presenta el diseño, fabricación e implementación de un mecanismo de eyección de piezas automotrices fabricadas mediante manufactura aditiva. El diseño de este mecanismo involucra conceptos de modelado 3D, electrónica y métodos de medición directa. El mecanismo es aplicado a una impresora ROBO 3D R1 PLUS para reducir los esfuerzos físicos durante la extracción de piezas evitando deformaciones en la pieza y daños a la cama de impresión. Finalmente se validó el diseño y el funcionamiento del mecanismo mediante la impresión de piezas de diferentes dimensiones teniendo una correcta extracción de las mismas.

Palabras clave — Diseño 3D, Impresión 3D, eyección de piezas automotrices.

Abstract — This paper presents the design, fabrication and implementation of a mechanism for the ejection of automotive parts manufactured by additive manufacturing. The design of this mechanism involves concepts of 3D modeling, electronics and direct measurement methods. This mechanism is applied to a ROBO 3D R1 PLUS printer to reduce the physical efforts during the extraction of parts avoiding deformations in the part and damages to the printing bed. Finally, the design and operation of the mechanism was validated by printing parts of different dimensions having a correct extraction of them.

Keywords — 3D design, 3D printing, automotive parts ejection.

I. Introducción

Desde la creación de la primera pieza en 3D en 1983, las tecnologías que han acompañado a la impresión 3D han ido evolucionando de modo que cada vez se tengan resultados más eficaces y precisos. Actualmente se han desarrollado diversas investigaciones referentes al control de parámetros de impresión [1], precisión dimensional [2] y análisis de defectos de impresión [3]. Sin embargo, dado que la impresión 3D es parte fundamental de las tecnologías 4.0, la automatización del proceso es esencial para lograr una integración dentro de la digitalización de procesos industriales. Es por esto que garantizar que las piezas impresas sean expulsadas de una forma sencilla y automatizada es primordial para las empresas del futuro.

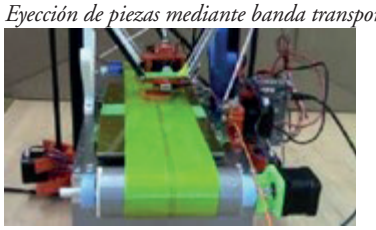
Sin duda alguna, la adherencia del material a la cama de impresión es un problema que va relacionado con el tipo de tecnología de impresión. Se trata de un juego de combinaciones que hay entre el tipo de cama de impresión y la tecnología usada en donde se pueden presentar eventos desafortunados como pérdida de la calidad de la pieza al momento de retirarla de la cama o incluso dañar la superficie de la cama al utilizar elementos mecánicos de extracción.
Por lo anterior, se plantea el diseño y construcción de un sistema flexible de banda que pueda ser acoplado a una impresora "Robo 3D R1 PLUS" de modo que la pieza pueda ser retirada con facilidad sin presentar daños al material o a la impresora siendo una alternativa económica y eficiente.

II. Materiales y métodos

A.Estudio del arte

Para conocer qué camino tomar en el diseño del sistema primeramente fue necesario hacer una investigación de los trabajos previamente realizados con la misma idea de eyección de piezas. En particular se analizó un sistema el cual se describe a continuación:
La figura 1 muestra un sistema de eyección denominado Automatic 3D Printing Ejection
[4] el cual es un proyecto que busca la automatización de la producción de piezas impresas tomando en cuenta que una impresora no puede imprimir una segunda pieza inmediatamente después de terminar de imprimir la primera y un operador debe remover la pieza manualmente. En este sistema se implementa una banda que al terminar la impresión avanza hasta tener la expulsión de la pieza terminada, además, la banda funciona como la cama de impresión y realiza los movimientos necesarios para el diseño de la pieza. Este sistema implica tener un control más robusto de los motores y un cambio total en el sistema de la impresora con la que se va a trabajar; sin embargo, la idea de que la banda eyecte la pieza resulta una gran alternativa ya que en esencia solo se debía controlar un motor una vez terminada la impresión.

Figura 1 Eyección de piezas mediante banda transportadora

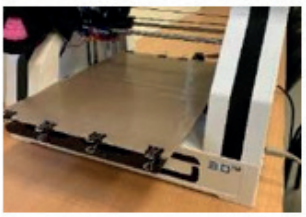


B. Selección y prueba de banda

En esta etapa se seleccionó el material de construcción de la banda transportadora considerando principalmente: una resistencia a la temperatura superior a la temperatura típica de extrusión de la impresora, la cual es de 210°C, y que tuviera la adherencia suficiente para mantener el material al momento de la impresión, pero que una vez terminada la impresión sea fácil de remover.
Para comprobar la resistencia a la temperatura y la adherencia del material seleccionado para la banda se imprimieron 2 triángulos equiláteros de 30mm de lado por 2mm de alto (ver figura 2) a una temperatura de extrusión de 210°C, una temperatura de la cama de impresión en 50° y una calidad de impresión baja. El modelo CAD de las piezas fue diseñado mediante SolidWorks®, posteriormente se exportó el archivo con extensión STL para su impresión por medio del software de la impresora denominado MatterControl®.

Figura 2 Pieza de prueba

Figura 3 Preparación de la cama de impresión



Para la prueba de la banda una hoja de teflón de 260mm por 380mm fue colocada sobre la cama de impresión, como se muestra en la figura 3, la cual fue sujeta de cada esquina con clips para tensarla y no tener una superficie irregular que afectara la impresión de la pieza.

C. Propuesta de diseño

Se diseñó un tipo de banda transportadora con dos ejes, uno con movimiento libre y otro que debía ser accionado por un motor de CD. Por lo tanto, se debían de tener cuatro soportes, dos para un eje y dos para el otro. El tipo de acoplamiento se propuso de forma que quedaran justos los soportes, esto para evitar que se movieran de lugar con los movimientos generados al momento de la impresión.

1) Modelo 3D del sistema

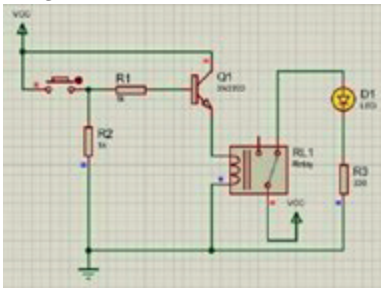
La figura 4 muestra el diseño CAD del sistema propuesto, el cual cuenta con soportes impresos en PLA en los extremos y en las laterales. Para dar mayor soporte y asegurar una rigidez suficiente para evitar el pandeo de la base de impresión se colocaron barras de apoyo y un cristal de 6mm de ancho. Adicionalmente, el diseño muestra la posición del motor.

D. Diseño eléctrico

Figura 4 Diseño de ensamble final en SolidWorks

La figura 5 muestra el diseño del circuito para la activación y desactivación de la banda transportadora. El circuito fue diseñado en Proteus y contempla el uso de un push button, un relevador a 5V, un transistor 2n2222, 1 LED, 1 resistencia de 330 Ω y otras dos de 1K Ω.

Figura 5 Diseño del circuito de control

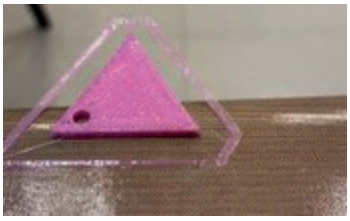


III. Resultados

A. Simulación de la eyección de la pieza impresa

Se imprimieron las piezas triangulares y se observó una buena adherencia de las capas de impresión. Una vez concluida la impresión de la pieza se procedió a simular la forma en cómo sería removida. Esto se realizó, en la esquina de una mesa en la cual se deslizó la hoja de teflón simulando los movimientos de una banda transportadora, en la figura 6 se muestra como la pieza se va despegando uniformemente.

Figura 6 Simulación de eyección



B. Ensamble y pruebas con piezas finales

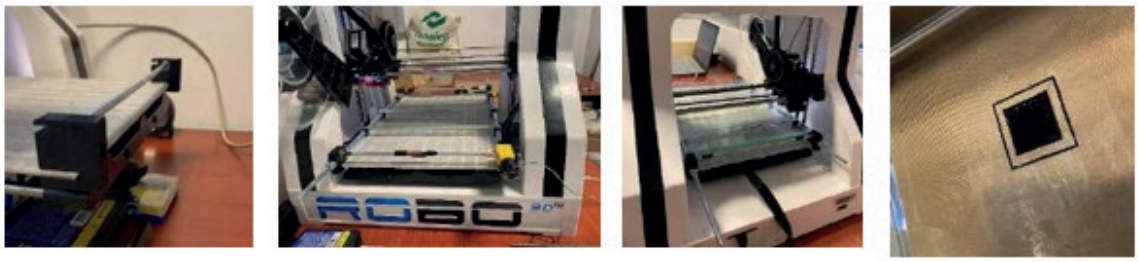
Para ensamblar el sistema se consiguieron 2 barras de acero inoxidable de 23.4cm de largo por 5mm de espesor. El ensamble de un par de soportes se muestra en la figura 7 a, para el eje del motor fue necesario hacer un cople el cual se hizo con un tubo de cobre de 6mm con una longitud de 10mm para que entrara 5mm en el eje del motor y 5mm en el eje de la banda.

Teniendo ambos soportes con su respectivo eje se colocaron los espárragos de cada lado (ver figura 7 b), posterior a estos se colocaron los soportes intermedios sobre el esparrago, 3 de cada lado y sobre cada par de esto se colocó una varilla de acero inoxidable de 252mm de largo por 5mm de espesor, la cual ayuda a darle mayor rigidez y soporte al vidrio del sistema.

Se colocó el cristal sobre los soportes, cómo se muestra en la figura 7 c, para evitar que quedara suelto y que alguno de los movimientos generados por la cama de impresión hiciera que se saliera de su lugar se colocó un poco de cinta doble cara en cada soporte para mantener el vidrio fijo.

Una vez ensamblado en su totalidad el sistema se realizó una impresión de prueba de un cuadrado de 30mm de lado por 3mm de ancho (ver figura 7 d).

Figura 7 Ensamble a) Ensamble de soporte con eje, b) Montaje de soportes con eje, c) Montaje del vidrio y d) Impresión de pieza prueba



C. Prueba final

En la figura 8 y 9 se muestra la prueba del sistema con 2 piezas de diferentes dimensiones, en la figura 8 se muestra la impresión de un cuadro de 30mm de lado por 3mm de ancho y en la figura 9 la impresión de un cubo de 20mm de lado.

Figura 8 Prueba final con cuadro de 20mm x 3mm a) Pieza impresa, b) Pieza al final de la banda, c) Pieza parcialmente despegada y d) Pieza eyectada.

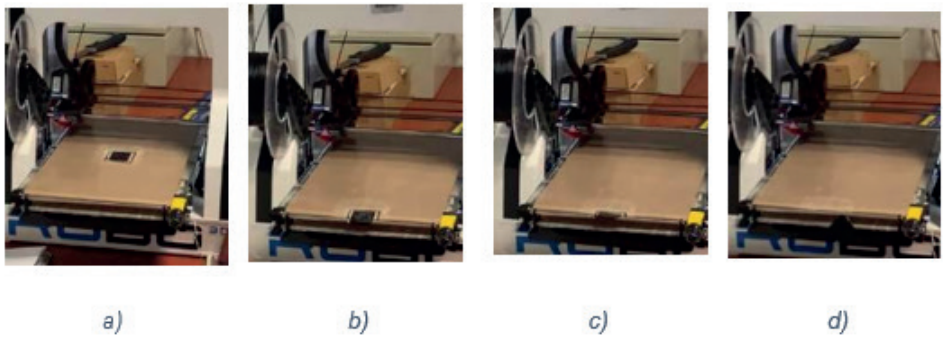
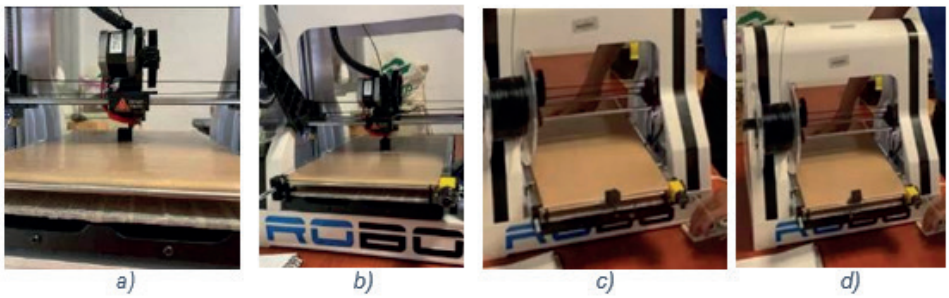


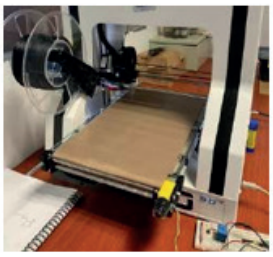
Figura 9 Prueba con cubo de 20mm a) impresión del cubo, b) impresión terminada, c) eyección parcial de la pieza y d) eyección total



Finalmente, como principales resultados se obtuvo el modelo CAD del sistema elaborado en SolidWorks (ver figura 10), el sistema construido (ver figura 11) el cual es flexible ya que permite ser instalado como un accesorio de la impresora porque se puede instalar y desinstalar fácilmente.

Figura 10 Imagen renderizada del sistema

Figura 11 Sistema implementado



IV. Conclusiones

Este sistema permitió comprobar que se puede tener un sistema de eyección de piezas que reduce los esfuerzos mecánicos además de que permitió probar nuevos materiales para la implementación en este sistema. Este trabajo fue una gran oportunidad de explotar la imaginación ya que permitió diseñar, probar y analizar cada idea que se proponía, además de que fue una gran experiencia poder ver materializadas las ideas y verlas interactuar en un sistema funcional.

V. Reconocimientos

Primeramente, quiero agradecer al programa de Verano de la Ciencia por la oportunidad de permitirme participar y explorar el área de investigación aplicada dentro de una universidad. También quiero agradecer a la univer-

sidad politécnica y en especial a la dirección de mecatrónica por el apoyo brindado en cuanto a la disponibilidad de las instalaciones y uso de la impresora 3D. Finalmente, quiero agradecer a mi familia por el apoyo brindado.

VI. Referencias

[1] G. Hernández, G. Sánchez, and J. Luis, "Desarrollo de un sistema de control de una impresora 3D" Accessed: Jul. 16, 2021. [Online]. Available: https://core.ac.uk/download/pdf/211096887.pdf.
[2] M. Uya Muntaña, "Estudio comparativo de la precisión dimensional de diferents impresoras 3D," Treball Final de Grau, UPC, Escola d'Enginyeria de Barcelona Est, 2017.
[3] "Defectos de impresión 3D en FDM y cómo solucionarlos," Abax Innovation Technologies, Jan. 13, 2021. https://abax3dtech.com/2021/01/13/defectos-de-impresion-3d-en-fdm-y-como-solucionarlos/ (accessed Jun. 18, 2021).
[4] "| Details | Hackaday.io," Hackaday.io, 2018. https://hackaday.io/project/114738-automatic-infinite-3d-printer/details (accessed Jun. 24, 2021).

Aplicación de las espumas metálicas en el sector automotriz

Salma Denisse Medina García
Universidad Politécnica de Querétaro
Carretera Estatal 420 S/N, El Rosario, 76240, 76240 Santiago de Querétaro, Qro
019033015@upq.edu.mx

Alondra Anahí Verdín Verdín
Universidad Politécnica de Querétaro
Carretera Estatal 420 S/N, El Rosario, 76240, 76240 Santiago de Querétaro, Qro
alondra.ortiz@upq.mx

Resumen — En el presente trabajo se describen algunas técnicas existentes y que han marcado la historia de la investigación para la obtención de las espumas metálicas. Haciendo un análisis en base a las necesidades de la industria automotriz con las técnicas propuestas por diversos investigadores para exponer un modelo de materiales como el aluminio, cobre y bronce de manera positiva por sus propiedades, así como que estos tengan un buen desempeño, además de ser resistentes a pruebas que se someterán en los sectores en los que se busca implementar tanto el material como la técnica para asegurar de forma estratégica el cómo funcionan y como crearlas en base a la comparación, para obtener un complemento entre calidad-precio sobre estos materiales avanzados e innovadores.

Palabras clave: materiales, espumas metálicas, sector automotriz.

Abstract — The following work describes some existing techniques that have marked the history of research for obtaining metal foams. Making an analysis based on the needs of the automotive industry with the techniques proposed by various researchers to expose a model of materials such as aluminum, copper and bronze in a positive way for their properties, as well as that these have a good performance, besides being resistant to tests that will be subjected in the sectors in which it seeks to implement both the material and the technique to seek strategically to know how they work and how to create them based on the comparison, to obtain a complement between quality-price on these advanced and innovative materials.

Keywords: materials, metal foams, automotive sector.

I. Introducción

En los últimos años la industria automotriz en México y el mundo ha tenido un crecimiento exponencial y con ello se crea la necesidad del sector automotriz para el desarrollo constante de nuevos materiales ligeros y resistentes. Todo ello representa una nueva oportunidad para la innovación y desarrollo de nuevos materiales atendiendo las necesidades de la industria manufacturera de autopartes. Por lo anterior las espumas metálicas se perfilan para ser una opción en la aplicación del sector automotriz.

Las espumas metálicas son materiales celulares que están constituidas por una aleación o un metal, con propiedades de un sólido convencional. Las espumas metálicas pueden presentarse como aquellas que cuentan con una estructura de poros cerrados o abiertos y estos tendrán un tamaño (poro) en unidades de µm (Micrómetro). [1]

En el caso de las espumas de poro abierto o esponjas, la estructura consiste exclusivamente en una red de bordes (similares a vigas), que son las aristas del poliedro que define la forma de cada celda, y que se conectan en nodos o vértices. Las espumas de poro cerrado presentan una estructura similar, pero existen además las caras o paredes que, conectadas a los bordes, separan completamente cada poro de su vecino inmediato. [2]

Propiedades generales que caracterizan a las espumas metálicas:

Se presentan como una innovación, ya que estas contienen una gran cantidad de aplicaciones debido a sus propiedades y características como:

Propiedades físicas

Dentro de las propiedades físicas se la densidad, esta dependerá del material con el que se busca fabricar, pero principalmente en el caso de las espumas metálicas de aluminio se tiene una densidad muy baja, lo que permite que al momento de su producción exista una estructura ligera y muy bien conformada, lo que asegura como resultado final obtengan una resistencia elevada junto a la rigidez. [3]

Propiedades acústicas

Las espumas de aluminio poseen la capacidad de absorber o rechazar parte de la energía sonora que les llega. La incidencia de una onda acústica en un paramento recubierto con este material, permite definir el coeficiente de absorción sonora por unidad de superficie (α) a la relación entre la energía sonora absorbida por un material y la energía sonora incidente sobre dicho material. [4] [3]

II. Marco teórico

Dentro de su funcionalidad las espumas metálicas tienen mayor aplicación en las áreas de la industria automotriz y aeronáutica. Permitiendo que este tenga una gran reducción de consumo de combustible y contaminación. Se han realizado muchas investigaciones con el objetivo de que en su proceso de producción pueda estar elaborado de aluminio y magnesio por lo cual puedan tener esta estructura homogénea, uniforme de la espuma y con un precio más bajo por la producción. Las aplicaciones y propiedades dependerán de la densidad, su tamaño y distribución de las partículas en la estructura por ende la morfología de los poros de la espuma. Suele tener varios términos que logran clasificar a este nuevo tipo de material siendo así; Espuma metálica, metal celular, esponja metálica y metal poroso. [1] [2]

Métodos de fabricación de las espumas metálicas

Existen diferentes métodos para su producción que son considerados como los principales, así como que existe una subclasificación entre estos y se mencionan a continuación:

- Por metal líquido.
- Por metal solido en forma de polvo.
- A partir de (vapor) deposición por compuestos metálicos gaseosos.

• Solución de iones de metal.
A continuación, se realizará una breve descripción de dos métodos de los cuales suelen ser de los más usados por parte de los investigadores que se mostraran más adelante:

Por la pulvimetalurgía o metal solido en forma de polvo

Este método es característico por la compactación de aquellos polvos metálicos, así como que en este caso se utiliza otro compuesto importante llamado "agente espumante" el cual es una sustancia química con propiedades surfactantes (tensoactivo) que cuando se encuentra presente en pequeñas dosis en una disolución facilita la generación de espuma. Como es mencionado en el artículo de Lecturas de Ingeniería Espumas metálicas de M. en I. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez "El material es montado en una espuma, y después es calentado para formar un sólido con estructura porosa." [4]. Así como al aplicar este método directamente con espumas de aleación de aluminio tiene una proximidad de porosidad de entre un 63% y 89%. En este método existen variantes o alternativas al momento de mezclar los polvos ya que puede estar compactada en caliente a una temperatura por debajo de la que provoca la descomposición del agente espumante o una extrusión en frio. Los autores J.A. Gutiérrez Vázquez y J. Oñoro en su artículo de espumas de aluminio, fabricación, propiedades y aplicaciones. Establecen sobre el mismo método una aplicación sobre otros materiales como son; bronce y cobre, con 0,5 y 1 % de hidruro de titanio o bicarbonato sódico como agentes espumantes. [3] Como resultado se comprende que este método al ser utilizado para la producción de las espumas tendría por un bajo porcentaje de porosidad que este ya dependerá del material a usar, así como las aplicaciones y características que se busquen, pero este suele no ser una opción muy usada debido a que tiene un costo elevado por la constante producción, mezclado y utilización de polvos metálicos finos.

Por deposición del metal

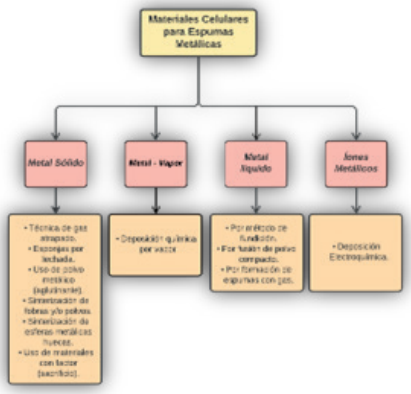
El procedimiento CVD (Chemical Vapor Deposition) o como ya mencionamos deposición química por evaporización o electrodeposición, consiste en un tratamiento de recubrimiento a partir de la reacción de una mezcla de gases que es llevada a cabo en una cámara de vacío para dar así la creación de una capa delgada sobre el material o compuesto sometido al proceso. En la mayoría de los casos de experimentación del proceso se ha utilizado un polímero de células abiertas en donde a este es al que se le aplique la deposición de un metal. Como en el caso de (INCO) DEPOSITACIÓN DE METAL EN PREFORMAS CELULARES POR EVAPORACIÓN. En el artículo de Lecturas de Ingeniería Espumas metálicas de M. en I. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez toma el tema en donde hace mención que "En el proceso de INCO, el níquel se deposita por la descomposición de carbonato de níquel Ni (CO)4. En el proceso de INCO un precursor de polímero es introducido dentro de un reactor CVD y es aplicado el carbonato de níquel, a los 100 ° C." [4] Teniendo como resultado un desfase sobre el monóxido de carbón y níquel, así como que utilizando un láser logrando calentar las preformas y así se obtiene las uniones dentro del proceso de la espuma metálica con un poro variando alrededor 100 - 300 μm.
También dentro de las investigaciones en comparación a los resultados anteriores tenemos el caso de la producción de espumas metálicas por el proceso de electrodeposición, donde de la misma forma el objetivo es colocar una capa fina o película sobre otro material metal, pero el proceso tiene un giro ya que el fenómeno se rige a partir de una electrósis donde el principal elemento es por la electricidad se emplea para producir cambios químicos; mediante una reacción redox no espontánea, donde se hace pasar una corriente eléctrica.
Como es apreciable en los resultados vistos por parte de J.A. Gutiérrez-Vázquez y J. Oñoro en el artículo llamado Espumas de aluminio. Fabricación, propiedades y aplicaciones. Donde "La electrodeposición se realiza sobre una espuma de poliuretano de poro abierto, la cual es sumergida en un fluido coloidal de negro de carbono.

Se calienta para remover el polímero, dejando una red de poro abierto con canales huecos. Este proceso se usa, comercialmente, para producir espumas de níquel de poro abierto con el 95 % de porosidad y tamaño de poro entre 400 y 5.000 µm." [3] [6] Es notable el alcance y resultados que tienen los diferentes procesos o métodos que son usados para la producción de espumas metálicas, cada uno tiene un valor potencial distinto sobre los demás así como las necesidades sobre las cuales se buscan trabajar, ya que a lo largo de la historia del estudio de las espumas metálicas y sus aplicaciones por las áreas tecnologías, se ha buscado introducir la interacción de diferentes materiales, sus propiedades y precios, así como su comportamiento en base a la calidad y efectividad de los mismos procesos.

III. Materiales y métodos

En la figura 1 se muestra un esquema de los materiales celulares para la creación de espumas metálicas, de forma que se hace un esquema estructurado con una clasificación general de los materiales por los que se procede su creación. Así como una subclasificación de los métodos por los cuales se pueden trabajar los antes mencionados.

Fig. 1. Esquema de materiales y métodos para la fabricación de espumas metálicas.



En la figura 2 se muestra un esquema general de fabricación de las espumas metálicas por el método de (INCO) DEPOSITACIÓN DE METAL EN PREFORMAS CELULARES POR EVAPORACIÓN, donde el níquel se deposita por la descomposición de carbonato de níquel Ni (CO)4. siendo este uno de los métodos retomados en específico por ser uno de los más usados por los investigadores e ingenieros mencionados.

Fig. 2. Esquema del proceso de producción de espumas metálicas por el método de (INCO) DEPOSITACIÓN DE METAL EN PREFORMAS CELULARES POR EVAPORACIÓN.

IV. Resultados

En las pruebas y experimentos realizados por algunos investigadores a lo largo de los años las espumas metálicas de aluminio representan una alta rigidez con respecto a la masa del componente. Haciéndolo más ligero, permitiendo tener un control del calor y el impacto del ruido. Las necesidades dentro de la industria de la automotriz abarcan la seguridad, reducción del consumo de combustible, elementos absorbedores de impactos, reducción de emisiones acústicas y componentes de alta emisión del calor, hacen de las espumas de aluminio un material idóneo para muchas aplicaciones. El uso de espumas de aluminio en la estructura de los automóviles es un fenómeno bastante reciente. La empresa Cymat fabrica Cymat SmartMetal, espuma de aluminio. Este material ofrece una mejor relación propiedades: resistencia-peso, absorción de energía, aislamiento térmico y acústico, reciclabilidad y un relativo bajo coste de producción y son aplicadas en partes absorbentes de impacto, vigas laterales de puestas, cajas de impacto, cierres de partes de motor, turbinas, etc. [3] Así como que en específico con el producto de amortiguadores en base a las espumas metálicas en su aplicación logran hacerlo más ligero, permitiendo tener un gestión del calor y el impacto del ruido. [7]

Suele tener una gran resistencia por lo que es utilizada en componentes con fines de absorción de energía (mecánica). Soportando así grandes deformaciones por someterlas en un régimen de esfuerzo contantes. Se logra generar una permeabilidad a diferentes fluidos. [8]

Paneles: Estos con funcionalidad de absorción de energía y una resistencia a la corrosión, presenta una capa porosa y dos paneles sólidos. Con un diseño especial en base a el espesor de los paneles secundarios y densidad de la porosidad necesaria. [9]

V. Conclusiones

En base a al análisis bibliográfico que se realizó de las espumas metálicas se concluye que son materiales con un alto potencial para ser utilizados en la industria automotriz. El material para fabricar espumas que presenta una alta probabilidad de aceptación en el sector manufacturero de autopartes es el basado en el aluminio por las excelentes propiedades que reportan los investigadores, sin embargo, es importante y necesario la fabricación y caracterización físico química y mecánica de las espumas de aluminio para ser propuestas como una alternativa viable de acuerdo a los resultados que obtengan.

VI. Agradecimientos

A la Universidad Politécnica de Querétaro por la beca otorgada a Salma Denisse Medina García para la realización de la estancia de investigación en el verano de la ciencia región centro 2021. A la Dra. Alondra Anahí Verdín Verdín por otorgar la oportunidad, confianza y compartir sus conocimientos a través de su trayectoria profesional con la estudiante Salma Denisse Medina García con la que realizo el trabajo seleccionado por parte de la investigación en el verano de la ciencia región centro 2021.

Referencias

[1] F. J. Fernández, «Diseño y simulación de espumas a escala microscópica.,» 2017-2018.

[2] C. G. Bernabé, «EFECTOS DE LA ESTRUCTURA CELULAR SOBRE EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE ESPUMAS DE ALUMINIO DE PORO CERRADO OBTENIDOS POR FUSIÓN. APLICACIÓN EN ABSORBEDORES DE ENERGÍA.,» 2015.

[3] J. Gutierres Vasquez y J. Oñoro , «Espumas de aluminio. Fabricación, propiedades y aplicaciones.,» REVISTA DE METALURGIA , pp. 8-10.

[4] I. F. Díaz del Castillo Rodríguez, «Espumas Metalicas,» Lecturas de ingeniería, 2009.

[5] X. Shenming, Y. Ran , W. Yupeng y X. Jublong , «The esperimental study of a novel metal foam heat pipe

riator.,» 2018-2019.
[6] P. C. L. C. J. Fernández, «Procesos de fabricación de metales celulares. Parte II: Vía Sólida,» REVISTA DE METALURGIA , pp. 10-15.
[7] F. J. d. D. Fernández, «"Diseño y simulación de espumas a escala micróscopica",» 2017- 2018.
[8] I. A. Irausquín Castro, «CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DE ESPUMAS METÁLICAS Y SU APLICACIÓN EN SISTEMAS DE ABSORCIÓN DE ENERGÍA.,» 2012.
[9] I. A. N. P. ,. O. &. L. R. ,. G. Á. Figueroa Vargas, « Espumas Metálicas y sus aplicaciones.,» Materiales Avanzados., Vols. %1 de %224-27.

Implementación de mejora en el proceso de pegado de piezas de calzado y evaluación estadística fase i: Análisis de métodos y control estadístico

Laura Fabiola Núñez Romero
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. Del Valle #2301 Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413
LRS18110150@purisima.tecnm.mx

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 desarrolla el uso de herramientas de control estadístico para comparar los tiempos con tres técnicas diferentes en que tarda en realizarse el proceso de pegado en el área de revolteado en la empresa de calzado "Wisking". Se pudo desarrollar la toma de tiempos, para posteriormente realizar el análisis de varianza y cartas de control individuales y poder comparar y analizar los tiempos que se ocupan en cada técnica. Vincular el análisis anterior con la necesidad de encontrar la mejor técnica en tiempo y calidad para la empresa se genera la conclusión acerca de que técnica es mejor utilizar en cuanto a mejor control del tiempo utilizado en desarrollarse.

Palabras clave — Control estadístico, toma de tiempos, cartas de control individuales.

Abstract — The use of statistical control tools is developed to compare the times with three different techniques in which it takes to carry out the gluing process in the revolving area in the shoe company "Wisking". It was possible to develop the time taking, to later carry out the analysis of variance and individual control charts and be able to compare and analyze the times that are occupied in each technique. Linking the previous analysis with the need to find the best technique in time and quality for the company generates the conclusion about which technique is better to use in terms of better control of the time used to develop.

Keywords — Stadistic Control, making times, individual control charts.

I. Introducción

La industria del calzado, como cualquier otra industria tiene estructurado las fases de su proceso de fabricación, sin embargo, dependiendo del modelo que se produce algunas veces el calzado pasa varias veces en una misma área o tarda más tiempo por todo lo que se tiene que realizar en la misma. Pieza clave para tener un producto de calidad es que durante su proceso se utilice una buena materia prima que aporte lo fundamental al calzado y dentro del área de pegado y revolteado se es indispensable el uso de adhesivo para poder pegar piezas importantes que le dan firmeza al calzado.

En la empresa Wisking SA de CV con anterioridad se usaba un pegamento fuerte para pegar las piezas que le dan soporte al calzado, sin embargo, notaron que el utilizar este pegamento era muy difícil de despegar las piezas por algún mal acomodo haciendo que se dañara el calzado y que tardara en salir del área, posteriormente se ha utilizado una técnica en la cual se rebaja el pegamento fuerte con quita rayas para que sea más fácil de utilizarlo, previo a estas técnicas se utilizó de igual forma un pegamento económico.

En esta industria este producto (pegamento) en el área de pegado y revolteado hace que el empleado se atrase debido a que no es muy manipulable y en otros casos hasta hace que piezas no pasen debido a que se vuelven defectuosas. Es aquí donde está la parte de poder observar y decidir qué adhesivo con que técnica es mejor en el proceso de producción o bien en áreas específicas.

II. Marco teórico

A. Toma de tiempos

Para poder conocer información acerca de un proceso de producción en el que se tienen varias técnicas y saber cuál es la mejor, es necesario el conocer y tener muestras de la toma de tiempos ya que nos permitirá conocer si la técnica es buena en cuestión del tiempo. Alzate Guzmán & Sánchez Castaño mencionan que la toma de tiempos se puede hacer utilizando un instrumento para la medición del tiempo observado. De la tarea o movimiento que se está estudiando, se valora la velocidad con la cual el operario realiza la tarea o movimiento. [1] Allauca Vizuete relata que el cronometraje con vuelta a cero consiste en tomar los tiempos de manera directa de cada operación, es decir, al acabar cada operación se hace volver el reloj a cero, y se lo pone de nuevo en marcha inmediatamente para cronometrar la operación siguiente. [2]

B. Análisis de varianza

El diseño completamente al azar (DCA), que es el más simple de todos los diseños que se utilizan para comparar dos o más tratamientos, dado que sólo consideran dos fuentes de variabilidad: los tratamientos y el error aleatorio. El análisis de varianza (ANOVA) es la técnica central en el análisis de datos experimentales. La idea general de esta técnica es separar la variación total en las partes con las que contribuye cada fuente de variación en el experimento. El objetivo del análisis de varianza en el DCA es probar la hipótesis de igualdad de los tratamientos con respecto a la media de la correspondiente variable de respuesta:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \cdots = \mu_k = \mu \qquad (1)$$
$$H_A: \mu_1 \neq \mu_j \; para \; algún \; i \neq j$$

la cual se puede escribir en forma equivalente como:

$$H_0: T_1 = T_2 = \cdots = T_k = 0 \qquad (2)$$
$$H_A: T_i \neq 0 \; para \; algún \; i$$

donde T es el efecto del tratamiento i sobre la variable de respuesta. Si se acepta H se $i0$ confirma que los efectos sobre la respuesta de los k tratamientos son estadísticamente nulos (iguales a cero), y en caso de rechazar se estaría

concluyendo que al menos un efecto es diferente de cero. [3]

Tabla 1: Tabla ANOVA para DCA

FV	SC	GL	CM	F_0	Valor-p
Tratamientos	$SC_{TRAT} = \sum_{i=1}^{k} \frac{Y_{i\bullet}^2}{n_i} - \frac{Y_{\bullet\bullet}^2}{N}$	$k-1$	$CM_{TRAT} = \frac{SC_{TRAT}}{k-1}$	$\frac{CM_{TRAT}}{CM_E}$	$P(F > F_0)$
Error	$SC_E = SC_T - SC_{TRAT}$	$N-k$	$CM_E = \frac{SC_E}{N-k}$		
Total	$SC_T = \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 - \frac{Y_{\bullet\bullet}^2}{N}$	$N-1$			

C. Carta de control individuales

La carta de individuales se emplea en procesos lentos, es un diagrama para variables de tipo continuo, pero en lugar de aplicarse a procesos semimasivos o masivos, se emplea en procesos lentos, en los cuales para obtener una muestra de la producción se requerirían periodos relativamente largos, de aquí que lo más razonable sea hacer el control basándose directamente en las mediciones individuales. [4]

$$LCS = \bar{X} + 3\frac{\bar{R}}{d_2} \quad (3)$$

$$LC = \bar{X}$$

$$LCI = \bar{X} - 3\frac{\bar{R}}{d_2}$$

$$LCS_R = D_4\bar{R}$$

$$LC = \bar{R}$$

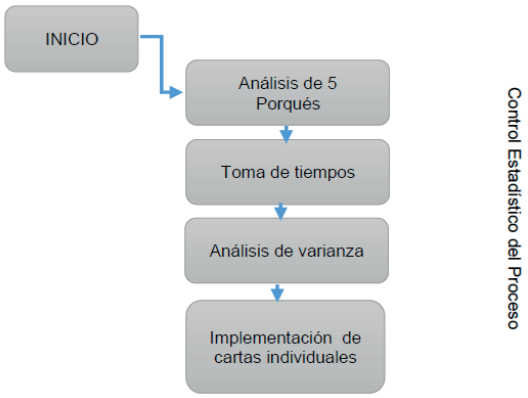
$$LCI_R = D_3\bar{R}$$

D. Pruebas de Nelson Rules

Las reglas Nelson son un método en el control de proceso de determinar si alguna variable medida está fuera de control. Son reglas, para la detección de "fuera de control". Las reglas se aplican a un gráfico de control en la que se representa la magnitud de una variable contra el tiempo.[5] Las reglas se basan en el valor medio y la desviación estándar de las muestras. [6]

III. Metodología

Figura 1. Metodología del Control Estadístico del Proceso



1. Se realizó una visita a la empresa en dónde conocimos el proceso y se nos compartió la información y la necesidad de escoger una de las tres técnicas de pegado de piezas de calzado.

Figura 2. Análisis del proceso de fabricación

2. Teniendo la idea principal para realizar el análisis en la empresa se procedió a realizar la técnica de los 5 Porqués.

Tabla 2. Análisis de los 5 porqués

ANÁLISIS DE LOS 5 PORQUÉS					
	Causas Potenciales				
PROBLEMA	1. ¿Por qué ?	2. ¿Por qué?	3. ¿Por qué?	4. ¿Por qué?	5. ¿Por qué?
La empresa Wisking SA de CV no sabe si la tecnica de pegado que utiliza es la mejor en cuestión de calidad y tiempo.	Durante un tiempo la empresa ha utilizado tres técnicas diferentes de pegado de piezas.	Se utilizo algun tiempo un pegamento ecónomico debido a que era de bajo coste, pero al momento del pegado este no aportaba gran firmeza al calzado.	No aportaba firmeza debido a su baja calidad, se opto por comprar un pegamento fuerte para el pegado de las piezas que al poco tiempo se decidió rebajar.	Se rebaja debido a que cuando se utilizaba solo el pegamento fuerte y se requeria el despegado de piezas por algun mal acomodo, las piezas se dañaban.	Actualmente se utiliza una técnica de pegado que consiste en pegamento fuerte rebajado con quita rayas.

3. Posteriormente se nos permitió el realizar la toma de muestras a 2 lotes por cada técnica. Cada lote consta de 24 pares. La técnica 1 es utilizar un pegamento económico, la técnica 2 es el pegamento fuerte y la técnica 3 es pegamento fuerte rebajado con quita rayas.

Figura 3. Toma de tiempos

4. Se realizo un análisis de varianza para poder analizar la variación de tiempos entre las técnicas.
5. Por último, la toma de tiempos se llevó a gráficos de control individuales para analizar y compara los tiempos de las tres técnicas y llegar a conclusiones.

IV. Resultados

Se obtuvierón los siguientes tiempos de cada lote respecto a cada técnica y desde el total de tiempo utilizado en los 24 pares se puede observar que cada técnica utiliza tiempos diferentes.

Tabla 3. Recolección de toma de tiempos

Día	24/06/2021
Lote 1: Pegamento rebajado (económico)	
Hora inicio = 1:40 pm	
Hora finalización = 2:15 pm	
Par de calzado	Tiempo
1	1.47
2	1.44
3	1.46
4	1.45
5	1.47
6	1.46
7	1.45
8	1.44
9	1.46
10	1.45
11	1.47
12	1.44
13	1.46
14	1.45
15	1.44
16	1.48
17	1.47
18	1.48
19	1.46
20	1.45
21	1.47
22	1.46
23	1.45
24	1.47
Tiempo total	35

Día	29/06/2021
Lote 2: Pegamento rebajado (económico)	
Hora inicio = 12:00 pm	
Hora finalización = 12:35 pm	
Par de calzado	Tiempo
1	1.43
2	1.46
3	1.44
4	1.47
5	1.45
6	1.46
7	1.47
8	1.45
9	1.43
10	1.46
11	1.45
12	1.44
13	1.45
14	1.46
15	1.44
16	1.47
17	1.46
18	1.48
19	1.45
20	1.5
21	1.48
22	1.48
23	1.45
24	1.47
Tiempo total	35

Día	24/06/2021
Lote 3: Pegamento fuerte (Reactor)	
Hora inicio = 3:25 pm	
Hora finalización = 4:16 pm	
Par de calzado	Tiempo
1	2.11
2	2.12
3	2.13
4	2.12
5	2.11
6	2.12
7	2.11
8	2.1
9	2.13
10	2.12
11	2.14
12	2.12
13	2.12
14	2.13
15	2.12
16	2.11
17	2.13
18	2.15
19	2.14
20	2.11
21	2.14
22	2.15
23	2.13
24	2.14
Tiempo total	51

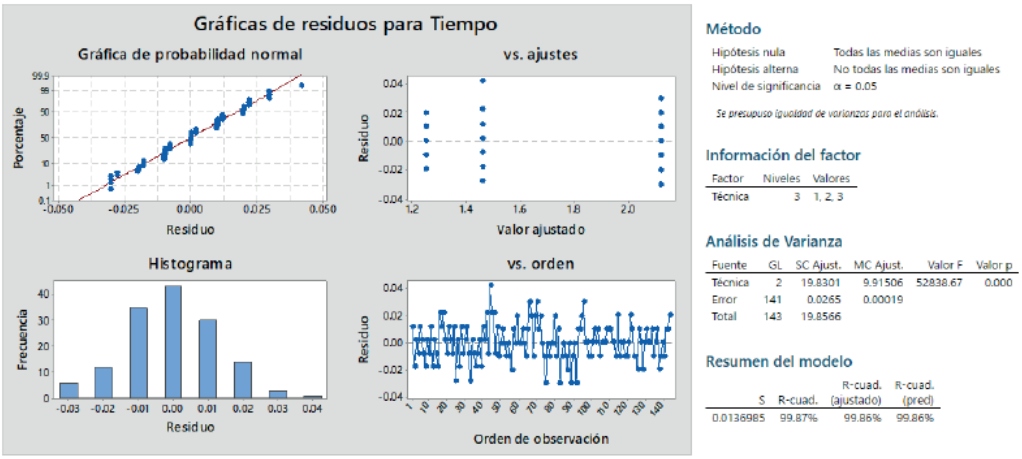
Día	29/06/2021
Lote 4: Pegamento fuerte (Reactor)	
Hora inicio = 2:05 pm	
Hora finalización = 2:55pm	
Par de calzado	Tiempo
1	2.12
2	2.12
3	2.12
4	2.12
5	2.12
6	2.12
7	2.12
8	2.12
9	2.12
10	2.12
11	2.12
12	2.12
13	2.12
14	2.12
15	2.12
16	2.12
17	2.12
18	2.12
19	2.12
20	2.12
21	2.12
22	2.12
23	2.12
24	2.12
Tiempo total	50.88

Día	25/06/2021
Lote 5: Pegamento fuerte (Reactor) con técnica	
Hora inicio = 3:36 pm	
Hora finalización = 4:06 pm	
Par de calzado	Tiempo
1	1.25
2	1.25
3	1.24
4	1.24
5	1.25
6	1.26
7	1.25
8	1.26
9	1.24
10	1.25
11	1.25
12	1.25
13	1.26
14	1.26
15	1.26
16	1.25
17	1.25
18	1.24
19	1.27
20	1.24
21	1.25
22	1.25
23	1.24
24	1.24
Tiempo total	30

Día	30/06/2021
Lote 6: Pegamento fuerte (Reactor) con técnica	
Hora inicio = 11:38 am	
Hora finalización = 12:08 pm	
Par de calzado	Tiempo
1	1.25
2	1.27
3	1.26
4	1.24
5	1.24
6	1.23
7	1.26
8	1.25
9	1.23
10	1.25
11	1.26
12	1.25
13	1.25
14	1.26
15	1.24
16	1.25
17	1.26
18	1.23
19	1.24
20	1.25
21	1.24
22	1.26
23	1.26
24	1.27
Tiempo total	30

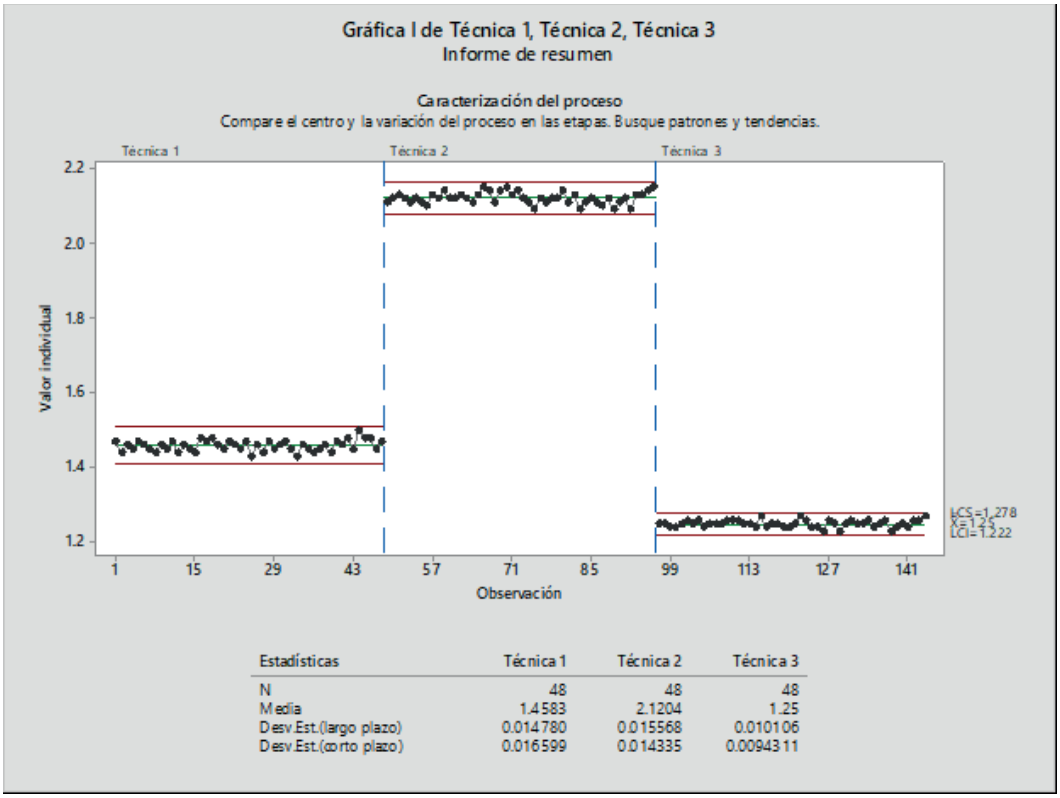
Después de obtener los tiempos de cada muestra y realizar el análisis de varianza se pudo que comprobar el valor p es 0.000 lo cual es menor que el nivel de significancia de 0.05 lo cual quiere decir que hay diferencia significativa entre las técnicas o métodos. El modelo de regresión se ajusta puesto que R-cuadrado es alto (99.86%).
En la verificación de los supuestos con ayuda de las gráficas se obtiene que en la gráfica de normalidad de los residuos se cumple el supuesto, ya que los datos de residuos se ajustan a la recta y esto se puede confirmar con el histograma que se sigue una distribución normal.
El gráfico de varianza constante no se cumple tanto puesto que no se distribuyen de forma aleatoria, sin embargo, esto no genera tanto problema.
La independencia se cumple puesto que al graficar el orden en que se colecto cada tiempo contra el residuo correspondiente no existe tendencia es decir es aleatorio al eje horizontal por lo que el supuesto también se cumple. Se concluye entonces con el análisis de varianza que hay diferencias significativas entre los tiempos de cada técnica.
Después de poder comprobar que cada técnica es diferente se pudo realizar un gráfico de cartas de control individuales el cual nos ayudará a saber que técnica cuenta con un mejor control en cuestión de tiempo y así esta será más apta de utilizar en la empresa.

Figura 4. Análisis de Varianza



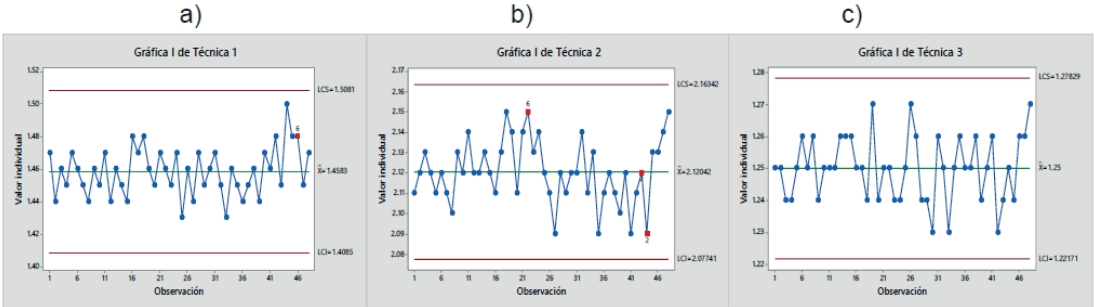
Como se muestra en la Figura 5 hay diferencias entre cada técnica tal como se visualizó en el Análisis de Varianza y a simple vista se observa que cada técnica está dentro de los límites de control de tiempo respectiva de cada técnica.

Figura 5. Análisis de gráficos de control



Para seguir con el análisis de técnicas se obtuvo que las primeras dos técnicas de pegado las cuales son con el pegamento económico y con el pegamento fuerte sin ser rebajado tienen errores en las pruebas de Nelson.

Figura 6. Pruebas de Nelson a) Técnica 1 b) Técnica 2 y c) Técnica 3



En la técnica 1 se encuentra el error 6 ya que cuatro (o cinco) de cinco puntos seguidos son más de 1 desviación estándar de la media en la misma dirección (cambio o tendencia).[7]
En la técnica 2 falla la prueba 2 ya que nueve (o más) puntos seguidos están en el mismo lado de la media (desplazamiento) y falla la prueba 6 igual que en la técnica 1.[7]
En la técnica 3 se muestra que no hay errores en las pruebas de Nelson y que también utiliza el tiempo mínimo en las tres técnicas es por eso que esta se considera la más factible de utilizar en la empresa, ya que los tiempos muestran normalidad y aleatoriedad.[7]

V. Conclusiones

Después de analizar los tiempos con ayuda de los gráficos de control, se determinó que, aunque todos están dentro del control existen errores en el desarrollo de las dos primeras técnicas, pudiendo concluir que realmente es factible el seguir desempeñándose en la técnica 3 la cual consiste en utilizar pegamento del fuerte rebajado con quita rayas. Esto ayuda al operador a realizar la actividad de pegado de la mejor manera, ya que se desenvuelve en un tiempo constante y dentro de un control estadístico. De igual forma la técnica no muestra ninguna prueba de Nelson lo cual nos ayuda a confirmar que la "técnica 3" es la mejor a utilizar, puesto que ninguna variable medida está fuera de control.
En general se arrojó que el tema de investigación y análisis tiene muchas áreas de oportunidad, sin embargo, en este caso solo se muestra el control estadístico vinculado con los tiempos de cada técnica.

VI. Reconocimientos

Expreso mi agradecimiento a la empresa Wisking SA de CV, al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón por permitir el desarrollo de la presente investigación, análisis y toma de tiempos, al Dr. Armando Mares Castro por contribuir al desarrollo del proyecto y por permitirme formar parte de este proyecto y equipo de trabajo. Al 23° Verano de la Ciencia Región Centro que fue el punto central para desarrollar el presente proyecto.

Referencias

Alzate Guzmán, N., & Sánchez Castaño, J. E. Estudio de métodos y tiempo de la línea de producción de calzado tipo "Clásico de dama" en la empresa de calzado Caprichosa para definer un nuevo método de producción y determiner el tiempo estándar de fabricación. Universidad Tecnológica de Pereira, (2013)
Allauca Vizuete, E.M. Análisis de la cadena de valor del kit de hornos turbo de 110 Volt, 10 bandejas, en la empresa Inox Industrial: Elaboración del manual de procedimientos. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, (2014).
De la Vara Salazar, R., & Gutiérrez Pulido, H. (2008). Análisis y diseño de experimentos. México, DF: McGraw-Hill.

Gutiérrez Pulido, H., & de la Vara Salazar, R. (2013). Control estadístico de la calidad y Seis Sigma. México, D.F: McGraw-Hill.
Manual de Control Estadístico de los Procesos Segunda Edición. (Marzo de 2005). Obtenido de https://es.slideshare.net/Gus567/manual-spc-2da-edicin-2005-espaol
Romero Obón, M. (2017). Aplicación racional de las Nelson Rules en el Control Estadístico del Proceso. PHARMATECH. Obtenido de https://www.pharmatech.es/articulos/20170925/aplicacion- racional-nelson-rules-en-control-estadistico-proceso#.YOgCEmhKjIU
Minitab. (s.f.). Obtenido de https://www.minitab.com/es- mx/products/minitab/?utm_campaign=BFO+-+Mexico+- +ES&utm_medium=ppc&utm_term=minitab%20online&utm_source=adwords&hsa_net=adwords &hsa_mt=p&hsa_ver=3&hsa_grp=77026274877&hsa_ad=474427700808&hsa_tgt=kwd-310956304296&hsa_cam=64478383

Optimización en el proceso de pegado de piezas de calzado y evaluación estadística

Yuliana Hernández Hernández
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. Del Valle #2301, Guardarrayas, Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413
LRS18110078@purisima.tecnm.mx

Asesor: Dr. Armando Mares Castro
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. Del Valle #2301, Guardarrayas, Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413
armando.mc@purisima.tecnm.mx

Resumen — Se aplicaron técnicas estadísticas en el proceso de pegado de piezas de calzado deportivo, el cual se desempeñó en la empresa WISSKING S.A. DE C.V., cuyo propósito fue identificar si la técnica de rebaje de adhesivo que actualmente utilizan es más conveniente que la sustitución de su adhesivo por otro más económico (más baja calidad) y así lograr una optimización del proceso. Por lo cual, se identificó el tamaño de muestra ideal, sus medidas de tendencia central, los intervalos de confianza y se aplicaron pruebas de hipótesis para seleccionar la mejor alternativa. Esta toma de decisión se logró mediante 3 rubros importantes calidad, tiempos de producción y costos.

Palabras clave — Técnicas estadísticas, optimización del proceso, tamaño de la muestra, medidas de tendencia central, intervalos de confianza, pruebas de hipótesis.

Abstract — Statistical techniques were applied in the process of gluing sports shoe parts, which was carried out in the company WISSKING S.A. DE C.V., whose purpose was to identify if the adhesive lowering technique that they currently use is more convenient than replacing their adhesive with a more economical one (lower quality) and thus achieve an optimization of the process. Therefore, the ideal sample size, its measures of central tendency, the confidence intervals were identified, and hypothesis tests were applied to select the best alternative. This decision-making was achieved through 3 important items: quality, production times and costs.

Keywords — Statistical techniques, process optimization, sample size, measures of central tendency, confidence intervals, hypothesis tests.

I. Introducción

En la actualidad, la industria del calzado se enfrenta a un reto comercial "la competencia", por lo que deben encontrar la manera de reducir los costos sin ver perjudicada la calidad de su producto al igual que aumentar su producción simplificando procesos o reduciendo actividades, todo con el fin de bajar el precio de su producto y así asegurar un lugar en el mercado comercial. Con esta afirmación, podemos identificar que una manera de lograr esta reducción de costos es mediante el ahorro de insumos y el aumento de la producción. Uno de los insumos más utilizados en esta industria es los "Adhesivos", y actualmente existe una gran variedad en el mercado, con precios similares, pero calidad preocupante. Por lo cual, es importante identificar cual es la mejor opción para nuestra empresa y de esta manera asegurar obtener el más barato, pero al mismo tiempo no poner en riesgo la calidad del producto. Para lograr esto podemos apoyarnos de diversas técnicas estadísticas y mediciones de control, para asegurar obtener la opción con menor costo, mayor productividad y máxima calidad.

II. Marco teórico

Técnicas estadísticas

Cálculo del tamaño de la muestra

Es importante determinar el tamaño de la muestra adecuado para el estudio de nuestro proyecto, debido a que si son pocos los individuos estudiados seguramente no se podrán obtener datos confiables, por el contrario, si son más de los necesarios podemos derrochar recursos de la empresa. Por lo tanto, optamos por la siguiente técnica:

Cálculo del tamaño de la muestra para estimar una media:

A partir de la fórmula del IC de la media se obtiene la fórmula para calcular el tamaño de la muestra necesario para estimar una media: $IC\ al\ 95\% = \bar{x} \pm Z_{\propto} = \frac{DE}{\sqrt{n}}$

Donde la precisión es: $d = Z_{\propto} \frac{DE}{\sqrt{n}}$

Por tanto, la fórmula resultante para el cálculo del tamaño será :

$$n = \frac{Z_{\propto}^2 * DE^2}{d^2}$$ (Isaz Gallego, 2004)

Técnicas de muestreo

Una vez que se han definido las características de los sujetos del estudio y se ha calculado el número necesario, sólo queda determinar la manera en que serán seleccionados de la población a la que pertenecen. Se denomina muestreo al procedimiento mediante el cual se obtiene una muestra de la población. Existen dos tipos de muestreo:

• Probabilístico: Todos los sujetos tienen la misma probabilidad de entrar a formar parte del estudio. La elección se hace al azar.

• No probabilístico: Es aquel en el que no todos los sujetos tienen la misma probabilidad de formar parte de la muestra de estudio.

Para la realización de este proyecto se optó por el tipo de muestreo probabilístico, más específicamente la siguiente técnica de muestreo:

• Muestreo aleatorio simple: Para poder realizar este tipo de muestreo, todos los individuos de la población deben estar numerados en un listado. Normalmente, se hace a partir de un listado de números aleatorios, disponible en casi todos los libros de estadística, con un programa estadístico, o con alguno de los programas para calcular el tamaño de la muestra que tenga la opción de generar listados de números aleatorios. Si no se dispone del listado de individuos, no se podrá utilizar esta técnica de muestreo, por lo que se debe recurrir a otro tipo de muestreo que no precise tener a los individuos identificados. (Isaz Gallego, 2004)

Técnicas de la estadística inferencial

Para una mejor planeación en la propuesta de optimización de producción es necesario el empleo de técnicas estadísticas las cuales se ocupan de aquellos fenómenos no deterministas donde es imposible predecir los resultados. Dentro de estas técnicas estadísticas se encuentran:

• Intervalo de confianza: El intervalo de confianza describe la variabilidad entre la medida obtenida en un estudio y la medida real de la población (el valor real). Corresponde a un rango de valores, cuya distribución es normal y en el cual se encuentra, con alta probabilidad, el valor real de una determinada variable. Esta alta probabilidad se ha establecido por consenso en 95%. Así, un intervalo de confianza de 95% nos indica que dentro del rango dado se encuentra el valor real de un parámetro con 95% de certeza. (Candia B & Caiozzi A., 2005)

• Prueba de Hipótesis: Las pruebas de hipótesis evalúan la probabilidad asociada a la hipótesis nula (H0) de que no hay efecto o diferencia. La hipótesis nula (Ho) es la que se somete a prueba y sobre ella se hace la decisión. Para los propósitos de la prueba se asume como verdadera y se rechaza ó no se rechaza como resultado del proceso de análisis. Por su parte, la hipótesis alternativa se plantearía de tal forma que indique que el nuevo método es mejor que el utilizado actualmente. (Fallas, 2012)

III. Metodología

3.1 Describir el proceso de producción

3.1.1 Identificación de los insumos utilizados:

• Identificación de la marca y precio de los adhesivos propuestos y el líquido quitarayas que actualmente utilizan.

3.1.2 Determinación de la calidad y el tiempo de las piezas pegadas con Adhesivo "Reactor" (calidad máxima), Adhesivo económico y Adhesivo "Reactor" + quitarayas (técnica de rebaje):

• Realización de las bitácoras de calidad con ayuda del encargado de área:

Ilustración 1: Bitácora de calidad

BITÁCORA DE CALIDAD						
Lote ____ : Adhesivo ____						
Hora inicio =				Hora finalización =		
Número de par	Tiempo	Pegado firme	Corte limpio	Despegado fácil	Material liso	Puntuación total

Número 3: Excelente calidad

Número 2: Calidad regular

Número 1: Mala calidad (no pasa)

• Identificación de costos y tiempo de producción:

Ilustración 2: Preguntas clave (Adhesivo Reactor)

Preguntas clave a responder:	
1. ¿Cuánto pegamento se gasto?	
2. ¿Cuál es la fuerza de adhesión al tacto?	
3. ¿Tiempo total de producción?	
4. ¿Costo total del adhesivo usado?	
1 lata (15 lts) = $930.00 solo se vende por lata	

Ilustración 2: Preguntas clave (Adhesivo Reactor)

Ilustración 3: Preguntas clave (Adhesivo económico)

Preguntas clave a responder:	
1. ¿Cuánto pegamento se gasto?	
2. ¿Cuál es la fuerza de adhesión al tacto?	
3. ¿Tiempo total de producción?	
4. ¿Costo total del adhesivo usado?	
1 lt = $52.00	

Ilustración 4: Preguntas clave (Adhesivo Reactor + quitarayas "con técnica")

Preguntas clave a responder:	
1. ¿Cuánto pegamento se gasto?	
2. ¿Cuánto quitarayas se gasto?	
3. ¿Cuál es la fuerza de adhesión al tacto?	
4. ¿Tiempo total de producción?	
5. ¿Costo total del adhesivo usado?	
6. ¿Costo total del quitarayas usado?	
1 lata (15 lts) = $930.00 solo se vende por lata	
1 llitro = $28.00	

3.2 Aplicar técnicas de estadística.
3.2.1 Demostración de distribuciones muéstrales:
• Cálculo de las medidas de tendencia central • Determinación del tamaño de la muestra
3.2.2 Identificación de intervalos de confianza
Determinación de los intervalos de confianza de un 95% de acuerdo a la puntuación de calidad.
3.2.3 Aplicación de pruebas de hipótesis:
• Determinación de las diferencias significativas entre las tres alternativas posibles.
3.3 Selección de la mejor alternativa
3.5.1 Comparación de datos estadísticos
• Medidas de tendencia central
3.5.2 Comparación de pruebas de hipótesis:
• Identificación de la menor diferencia significativa.
3.5.3 Justificación de la alternativa seleccionada:
Identificación de los siguientes argumentos para justificar la alternativa seleccionada:
• Puntuación de calidad, varianza y desviación estándar, total de insumos y total de tiempo de producción.

IV. Resultados

Ilustración 5: Adhesivo Reactor

Adhesivo Reactor
Costo = $930.00
Capacidad = 15 litros

Ilustración 6: Adhesivo económico

Adhesivo Económico
Costo = $52.00
Capacidad = 1 litro

Ilustración 7: Liquido quitarayas

Líquido Quitarayas
Costo = $28.00
Capacidad = 1 litro

Se aplicaron las bitácoras de calidad:

Tabla 1: Bitácora lote 1 "Pegamento Económico"

BITÁCORA DE CALIDAD						24/06/2021
Lote 1: Adhesivo rebajado (económico)						
Hora inicio = 01:40 pm				Hora finalización = 12:15 pm		
Número de par	Tiempo	Pegado firme	Corte limpio	Despegado fácil	Material liso	Puntuación total
1	1.47	1	3	3	2	9
2	1.44	2	3	3	1	9
3	1.46	1	3	3	2	9
4	1.45	2	3	3	2	10
5	1.47	2	3	3	2	10
6	1.46	1	3	3	1	8
7	1.45	2	3	3	1	9
8	1.44	2	3	3	2	10
9	1.46	2	3	3	2	10
10	1.45	1	3	3	2	9
11	1.47	2	3	3	1	9
12	1.44	1	3	3	3	10
13	1.46	1	3	3	3	10
14	1.45	1	3	3	3	10
15	1.44	2	3	3	2	10
16	1.48	2	3	3	1	9
17	1.47	2	3	3	2	10
18	1.48	2	3	3	3	11
19	1.46	2	2	3	1	8
20	1.45	1	2	3	1	7
21	1.47	1	2	3	3	9
22	1.46	1	2	3	2	8
23	1.45	1	2	3	1	7
24	1.47	1	2	3	2	8
Totales:	35	36	66	72	45	219

Tabla 2: Bitácora lote 2 "Pegamento Económico"

BITÁCORA DE CALIDAD						29/06/2021
Lote 2: Adhesivo rebajado (económico)						
Hora inicio = 12:00 pm				Hora finalización = 12:35 pm		
Número de par	Tiempo	Pegado firme	Corte limpio	Despegado fácil	Material liso	Puntuación total
1	1.43	2	3	3	2	10
2	1.46	2	3	3	2	10
3	1.44	2	3	3	2	10
4	1.47	2	3	3	1	9
5	1.45	1	3	3	1	8
6	1.46	2	3	3	1	9
7	1.47	1	2	3	1	7
8	1.45	2	2	3	2	9
9	1.43	1	2	3	2	8
10	1.46	1	3	3	2	9
11	1.45	1	3	3	2	9
12	1.44	1	3	3	2	9
13	1.45	1	3	3	2	9
14	1.46	1	3	3	3	10
15	1.44	2	3	3	3	11
16	1.47	1	3	3	3	10
17	1.46	2	3	3	3	11
18	1.48	2	3	3	2	10
19	1.45	2	2	3	1	8
20	1.5	2	2	3	2	9
21	1.48	1	2	3	1	7
22	1.48	2	2	3	2	9
23	1.45	1	2	3	1	7
24	1.47	2	2	3	2	9
Totales:	35	37	63	72	45	217

Tabla 3: Bitácora lote 3 "Adhesivo Reactor"

BITÁCORA DE CALIDAD						29/06/2021
Lote 2: Adhesivo Reactor (Máxima calidad)						
Hora inicio = 02:05 pm				Hora finalización = 02:55 pm		
Número de par	Tiempo	Pegado firme	Corte limpio	Despegado fácil	Material liso	Puntuación total
1	2.12	3	3	2	2	10
2	2.12	3	3	2	2	10
3	2.12	3	1	2	2	8
4	2.12	3	3	2	2	10
5	2.12	3	1	2	2	8
6	2.12	3	3	2	2	10
7	2.12	3	3	2	2	10
8	2.12	3	1	2	2	8
9	2.12	3	3	2	2	10
10	2.12	3	3	2	2	10
11	2.12	3	3	2	1	9
12	2.12	3	3	2	1	9
13	2.12	3	1	2	1	7
14	2.12	3	2	2	2	9
15	2.12	3	1	2	2	8
16	2.12	3	2	2	2	9
17	2.12	3	1	1	1	6
18	2.12	3	1	1	1	6
19	2.12	3	2	1	1	7
20	2.12	3	2	1	1	7
21	2.12	3	1	2	1	7
22	2.12	3	1	1	2	7
23	2.12	3	1	1	1	6
24	2.12	3	1	2	2	8
Totales:	50.88	72	46	42	39	199

Tabla 4: Bitácora lote 4 "Adhesivo Reactor"

BITÁCORA DE CALIDAD						24/06/2021
Lote 3 Adhesivo Reactor (Máxima calidad)						
Hora inicio = 03:25 pm				Hora finalización = 04:16 pm		
Número de par	Tiempo	Pegado firme	Corte limpio	Despegado fácil	Material liso	Puntuación total
1	2.11	3	3	2	2	10
2	2.12	3	2	1	2	8
3	2.13	3	1	1	3	8
4	2.12	3	2	1	2	8
5	2.11	3	1	2	2	8
6	2.12	3	2	2	2	9
7	2.11	3	2	2	3	10
8	2.1	3	1	2	2	8
9	2.13	3	2	2	3	10
10	2.12	3	1	2	2	8
11	2.14	3	2	2	1	8
12	2.12	3	1	1	1	6
13	2.12	3	1	1	1	6
14	2.13	3	2	2	2	9
15	2.12	3	1	1	3	8
16	2.11	3	2	2	2	9
17	2.13	3	1	1	3	8
18	2.15	3	1	2	1	7
19	2.14	3	2	1	1	7
20	2.11	3	2	1	3	9
21	2.14	3	1	2	1	7
22	2.15	3	1	1	2	7
23	2.13	3	1	1	1	6
24	2.14	3	2	2	3	10
Totales:	51	72	37	37	48	194

Tabla 5: Bitácora lote 5 "Adhesivo más técnica"

BITÁCORA DE CALIDAD						25/06/2021
Lote 4: Adhesivo Reactor más quitarayas (aplicación de la						
Hora inicio = 3:36 pm				Hora finalización = 4:06 pm		
Número de par	Tiempo	Pegado firme	Corte limpio	Despegado fácil	Material liso	Puntuación total
1	1.25	3	3	2	2	10
2	1.25	3	3	2	2	10
3	1.24	3	3	2	2	10
4	1.24	3	3	2	2	10
5	1.25	3	3	2	2	10
6	1.26	3	3	2	2	10
7	1.25	3	3	2	2	10
8	1.26	3	3	2	2	10
9	1.24	3	3	2	2	10
10	1.25	3	3	2	2	10
11	1.25	3	3	2	3	11
12	1.25	3	3	2	3	11
13	1.26	3	2	2	3	10
14	1.26	3	2	2	3	10
15	1.26	3	2	2	3	10
16	1.25	3	2	2	3	10
17	1.25	3	2	2	3	10
18	1.24	3	2	2	3	10
19	1.27	3	2	2	3	10
20	1.24	3	2	2	3	10
21	1.25	3	2	2	3	10
22	1.25	3	2	2	3	10
23	1.24	3	2	2	2	9
24	1.24	3	2	2	2	9

Tabla 6: Bitácora lote 6 "Adhesivo más técnica"

BITÁCORA DE CALIDAD						30/06/2021
Lote 6 : Adhesivo Reactor más quitarayas (aplicación de la						
Hora inicio = 11:35 am				Hora finalización = 12:08 pm		
Número de par	Tiempo	Pegado firme	Corte limpio	Despegado fácil	Material liso	Puntuación total
1	1.25	3	3	2	2	10
2	1.27	3	2	2	3	10
3	1.26	3	3	2	3	11
4	1.24	3	2	2	3	10
5	1.24	3	2	2	3	10
6	1.23	3	3	2	2	10
7	1.26	3	3	2	2	10
8	1.25	3	3	2	2	10
9	1.23	3	3	2	2	10
10	1.25	3	3	2	2	10
11	1.26	3	3	2	3	11
12	1.25	3	3	2	3	11
13	1.25	3	3	2	3	11
14	1.26	3	2	2	3	10
15	1.24	3	2	2	2	9
16	1.25	3	2	2	2	9
17	1.26	3	3	2	3	11
18	1.23	3	2	2	2	9
19	1.24	3	2	2	3	10
20	1.25	3	2	2	2	9
21	1.24	3	2	2	3	10
22	1.26	3	2	2	2	9
23	1.26	3	3	2	2	10
24	1.27	3	3	2	3	11
Totales:	30	72	61	48	60	341

Se identificaron los costos y tiempo de producción:

Tabla 7: Costos y tiempos "Adhesivo Económico"

LOTE 1			
1. ¿Cuánto pegamento se gasto?			250 ml
2. ¿Cuál es la fuerza de adhesión al tacto?			Débil
3. ¿Tiempo total de producción?			35 min
4. ¿Costo total del adhesivo usado?			$13.00
1 lt = $52.00			
LOTE 2			
1. ¿Cuánto pegamento se gasto?			255 ml
2. ¿Cuál es la fuerza de adhesión al tacto?			Débil
3. ¿Tiempo total de producción?			35 min
4. ¿Costo total del adhesivo usado?			$13.26
1 lt = $52.00			
Maxima cálidad =	576	Gasto de adhesivo =	505 ml
Puntuación calidad =	436	Costo total =	$26.26
% de calidad =	76%	Tiempo total =	70 min

Tabla 8: Costos y tiempos "Adhesivo Reactor"

Lote 3			
1. ¿Cuánto pegamento se gasto?			210 ml
2. ¿Cuál es la fuerza de adhesión al tacto?			Fuerte
3. ¿Tiempo total de producción?			50 min
4. ¿Costo total del adhesivo usado?			$ 13.02
1 lata (15 lts) = $930.00 solo se vende por lata			
Lote 4:			
1. ¿Cuánto pegamento se gasto?			200 ml
2. ¿Cuál es la fuerza de adhesión al tacto?			Fuerte
3. ¿Tiempo total de producción?			51 min
4. ¿Costo total del adhesivo usado?			$ 12.40
1 lata (15 lts) = $930.00 solo se vende por lata			
Maxima cálidad =	576	Gasto de adhesivo =	410 ml
Puntuación calidad =	393	Costo total =	$ 25.42
% de calidad =	68%	Tiempo total =	101 min

Tabla 9: Costos y tiempos "Adhesivo Reactor + Técnica"

Lote 5:		Lote 6:	
1. ¿Cuánto pegamento se gasto?	235	1. ¿Cuánto pegamento se gasto?	232
2. ¿Cuánto quitarayas se gasto?	15 ml	2. ¿Cuánto quitarayas se gasto?	12 ml
3. ¿Cuál es la fuerza de adhesión al tacto?	Pegajosa	3. ¿Cuál es la fuerza de adhesión al tacto?	Pegajosa
5. ¿Costo total del adhesivo usado?	$ 14.57	4. ¿Tiempo total de producción?	30 min
6. ¿Costo total del quitarayas usado?	$ 0.81	5. ¿Costo total del adhesivo usado?	$ 14.38
1 lata (15 lts) = $930.00 solo se vende por lata		6. ¿Costo total del quitarayas usado?	$ 0.33
1 litro = $28.00		1 lata (15 lts) = $930.00 solo se vende por lata	
		1 litro = $28.00	

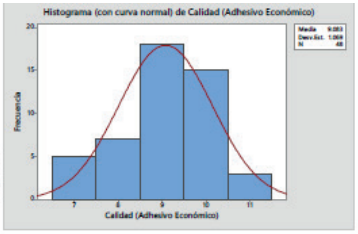
Maxima cálidad =	576	Gasto de adhesivo =	467 ml
Puntuación calidad =	481	Costo total =	$ 30.09
% de calidad =	84%	Tiempo total =	60 min

Se calcularon las medidas de tendencia central:

Estadísticos descriptivos: Calidad (Adhesivo Económico)

Estadísticas

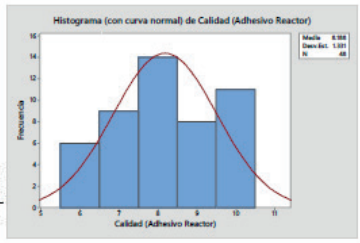
Variable	Conteo total	Media	Error estándar de la media	Desv.Est.	Varianza	Mediana	Modo	N para moda
Calidad (Adhesivo Económico)	48	9.083	0.154	1.069	1.142	9.000	9	18



Estadísticos descriptivos: Calidad (Adhesivo Reactor)

Estadísticas

Variable	Conteo total	Media	Error estándar de la media	Desv.Est.	Varianza	Mediana	Modo	N para moda
Calidad (Adhesivo Reactor)	48	8.188	0.192	1.331	1.773	8.000	8	14

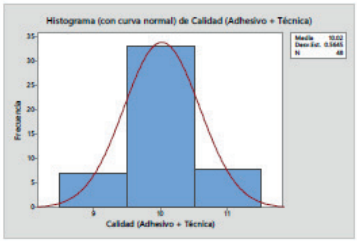


Estadísticos descriptivos: Calidad (Adhesivo + Técnica)

Estadísticas

Variable	Conteo total	Media	Error estándar de la media	Desv.Est.	Varianza	Mediana	Modo
Calidad (Adhesivo + Técnica)	48	10.021	0.0815	0.565	0.319	10.000	10

Variable	N para moda
Calidad (Adhesivo + Técnica)	33



Se identifico el tamaño de la muestra:

Tamaño de la muestra para estimación

Método

Parámetro	Media
Distribución	Normal
Desviación estándar	10.15 (estimación)
Nivel de confianza	95%
Intervalo de confianza	Bilateral

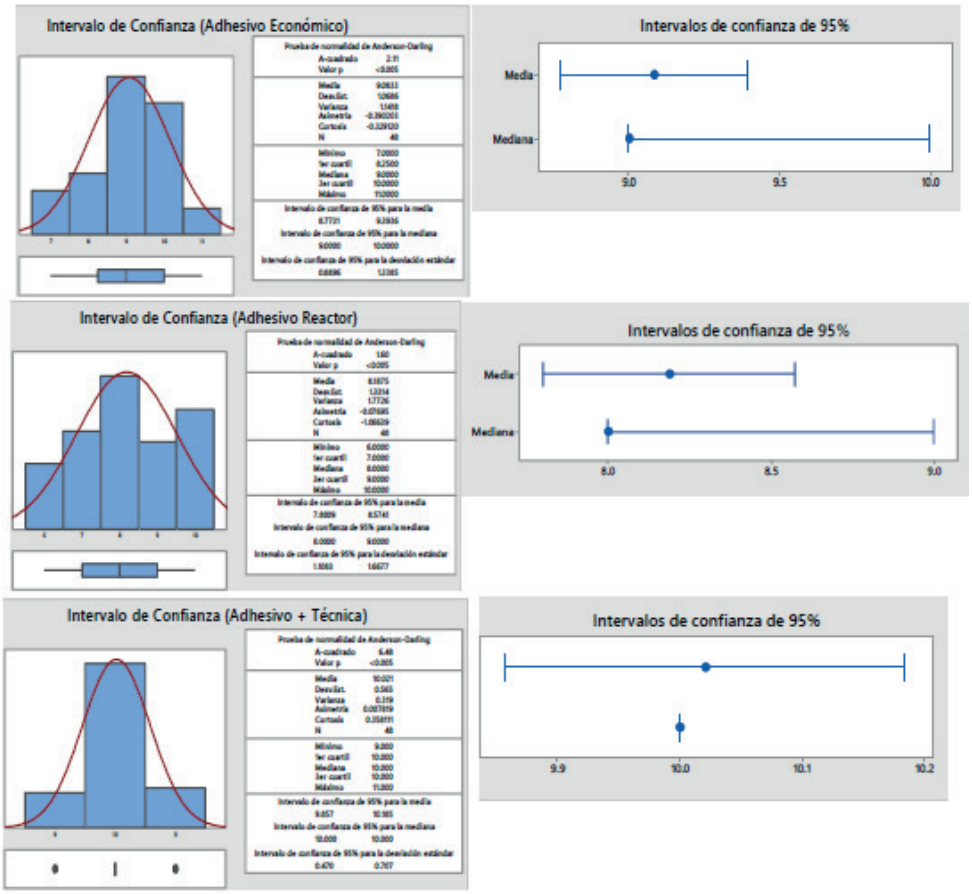
Resultados

Margen de error	Tamaño de la muestra
3	47

Se determina un nivel de confianza del 95% y una precisión de 5 (la diferencia entre la media de calidad de la población y la de la muestra, será ≤ 3 puntos); y una DE poblacional 10.15.

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * DE^2}{d^2} = \frac{(1.96^2)(10.15^2)}{3^2} = 46.95 \sim 47\ pares.$$

Se identificaron los intervalos de confianza:



Se aplicaron las pruebas de hipótesis:

Alternativa	Varianza	Desviación Estándar	Porcentaje de calidad	Total de costos	Total de tiempo de producción
Adhesivo "Económico"	1.14	1.06	76%	$26.26	70 min
Adhesivo "Reactor"	1.77	1.33	68%	$25.42	101 min
Adhesivo "Reactor" + Técnica	0.31	0.56	84%	$30.09	60 min

Se compararon todas las alternativas y se seleccionó la mejor:

V. Conclusiones y recomendaciones

Analizando los estadísticos anteriores podemos identificar que la opción más viable para la empresa es "Adhesivo Reactor + Técnica", debido que presenta el cumplimiento de 4 rubros en comparación de los 5 que se pretenden cumplir. Es verdad que el factor "precio" es importante, pero se compensa perfectamente con factores como: reprocesamiento y devoluciones (mala calidad), atraso de entregas (mucho tiempo en producción) incluso existe un ahorro en energía eléctrica; esto debido a que, si el adhesivo es muy espeso, este necesitar mayor fuerza de aire comprimido, lo que significa que la compresora encenderá más veces. Al seleccionar esta alternativa se opta por un adhesivo menos denso, por lo tanto, baja drásticamente el aire necesario para trabajar. Lo mejor de todo es que se respeta un nivel de calidad optimo y el tiempo de en producción se optimiza notoriamente.

VI. Reconocimientos (o agradecimientos)

Expreso mi agradecimiento a la empresa Wisking SA de CV, al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón por permitir el desarrollo de la presente investigación, al Dr. Armando Mares Castro por contribuir al desarrollo del proyecto y por permitirme formar parte de este proyecto y equipo de trabajo. Al 23° Verano de la Ciencia Región Centro que fue el punto central para desarrollar el presente proyecto.

Referencias

• Minitab. (s.f.). Obtenido de: https://www.minitab.com/es-mx/products/minitab/?utm_campaign=B-FO+-+Mexico+- +ES&utm_medium=ppc&utm_term=minitab%20online&utm_source=adwords&h-sa_n et=adwords&hsa_mt=p&hsa_ver=3&hsa_grp=77026274877&hsa_ad=474427700808 &hsa_tg-t=kwd-310956304296&hsa_cam=64478383

• Candia B, R., & Caiozzi A., G. (2005). Intervalos de Confianza. Revista médica de Chile.

• Fallas, J. (2012). Repositorio. Obtenido: https://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-05/BLO-QUE- ACADEMICO/Unidad-2/complementarias/prueba_hipotesis_2012.pdf

•Gallego, I., 2004. Cálculo del tamaño de la muestra. [online] Federacion- matronas.org. Obtenido: <https://www.federacion-matronas.org/wp- content/uploads/2018/01/vol5n18pag5-13.pdf> [Accessed 12 July 2021].

Annyeong: Aplicación móvil como herramienta contra el acoso callejero

Valeria Sthepanía García Hotema
Universidad Autónoma de Coahuila Facultad de Ciencias Políticas y Sociales Carretera Torreón - Matamoros km. 7.5. Ejido El Águila. Ciudad Universitaria. C.P. 27087. Torreón, Coahuila.
valeria.hotema@uadec.edu.mx

Estefanía Cerrillo Andrade
Universidad Autónoma de Coahuila Facultad de Ciencias Políticas y Sociales Carretera Torreón - Matamoros km. 7.5. Ejido El Águila. Ciudad Universitaria. C.P. 27087. Torreón, Coahuila.
estefaniacerrillo@uadec.edu.mx

Resumen — En este trabajo se presenta el desarrollo de un prototipo de aplicación móvil que contribuirá a la prevención del acoso callejero, la cual tiene como objetivo ayudar a sus usuarios en situaciones de peligro. En primera instancia, la aplicación móvil está dirigida al área de La Laguna, en municipios como Torreón, Gómez, Lerdo y Matamoros, y empleada por cualquier persona, que alguna vez han sufrido acoso callejero y se sienten inseguros en las calles. Se muestra el trabajo del análisis de la aplicación, el cual se obtuvo, a través de entrevistar a la población para la que va dirigida, se diseñó la interfaz en relación con las aportaciones de los futuros usuarios y se eligió el nombre y la imagen de la aplicación.

Palabras clave — Acoso Callejero, Aplicación Móvil, Prototipo, Prevención.

Abstract —This work presents the development of a mobile application prototype that will contribute to the prevention of street harassment, which aims to help it́ s users in dangerous situations. In first instance this mobile application is aimed at the La Laguna area in municipalities such as Torreón, Gómez, Lerdo and Matamoros, and used by people of both sexes, who have at some time suffered street harassment and feel unsafe on the streets. The work of the analysis of the application is shown, which was obtained through interviewing the population for which it is directed, the interface was designed in relation to the contributions of future users and the name and image were chosen of the application.

Keywords — Street harassment, Mobile Application, Prototype, Prevention.

I. Introducción

El acoso sexual callejero es una problemática social que ha estado presente en el mundo desde hace décadas, sin embargo, en los años recientes este fenómeno ha incrementado notablemente, afectando principalmente a mujeres, aunque también existen casos donde hombres y niños sufren de este tipo de acoso.

En la Encuesta Nacional de Seguridad Pública Urbana (ENSU), durante el segundo semestre de 2020, se estima que 14.3% de las personas de 18 años fueron víctimas de al menos un tipo de acoso sexual en lugares públicos, a la vez, el 10.6% de las personas de 18 años fueron víctimas de piropos groseros u ofensas de tipo sexual en lugares públicas. [1].

A pesar de las cifras, muy pocas veces se denuncia el acoso callejero o se toman medidas respecto a este. Según las Naciones Unidas, menos del 40% de las mujeres que sufren violencia buscan algún tipo de ayuda. Entre las mujeres que lo hacen, la mayoría recurre a la familia o amistades y muy pocas confían en instituciones y mecanismos oficiales, como la policía o servicios de salud. [2]

Teniendo en consideración los datos anteriores, surge la necesidad de difundir las herramientas e información ya existente que apoya a las víctimas de violencia y a la vez crear herramientas con Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) innovadoras, más completas y de fácil empleo para apoyar y controlar esta problemática de gran magnitud social.

Ante esto, se tiene la hipótesis de que el uso de una aplicación móvil contribuirá a la prevención, sensibilización y disminución del acoso sexual callejero. Asimismo, se tiene como objetivo el desarrollar una aplicación móvil interactiva que contribuya a la sensibilización y disminución del acoso sexual callejero a través del fomento del lenguaje constructivo, la información preventiva, el reporte y el seguimiento a los casos.

Son tres los objetivos planteados para esta investigación, el primero, consiste en analizar los requisitos que debe contemplar la aplicación móvil para prevenir el acoso callejero. El segundo, es diseñar la aplicación móvil en su primera etapa para Sistema Operativo Android; y el tercer objetivo tiene como finalidad diseñar estrategias comunicativas para la divulgación de contenidos, beneficios y usos de la aplicación móvil para prevenir el acoso callejero.

II. Materiales y métodos

Para el cumplimiento del primer objetivo: Analizar los requisitos que debe contemplar la aplicación móvil para prevenir el acoso callejero, se indago en las diferentes aplicaciones ya existentes.

Según, Marissa Revilla, la aplicación de Tux Sin Acoso fue diseñada por el gobierno municipal y desarrollada por el departamento de sistemas de la información de la Coordinación de TIC de Tuxtla Gutiérrez. [3]

En un artículo de la Jornada Maya [4], se exponen las siguientes aplicaciones para reportar la violencia digital hacia las mujeres: Sister-Seguridad mujeres, informa a las comisarías más cercanas, también tiene un modo de prevención que utiliza el GPS.

Entre los servicios para acceder en forma confidencial a mecanismos de denuncia, recibir asesoría sobre temas de violencia de género y acceder a ayuda jurídica y psicológica se encuentran: Caminemos Juntas, de Perú; Ellas App, de Colombia.

Aplicaciones como Hollaback, Sekura y Mapa de acoso, tienen la función de que las mujeres puedan denunciar la situación de acoso o violencia en el transporte o espacios públicos. Para funcionar, requiere acceso a información como la ubicación, la cámara y los contactos, así como un registro del usuario. A través de ella se puede calificar las zonas a partir del nivel de seguridad que las usuarias sienten, con características como la iluminación, la cantidad de personas que pasan o están ahí, la vigilancia, etcétera. También ofrece un apartado en el que se pueden hacer denuncias especificando dónde ocurrió el altercado, en camiones, metros, metrobús o taxis, etcétera. La parte específica en que pasó y la manera en que se presentó: silbidos, comentarios, fotografías u otro tipo de intimidación.

De esta investigación se desarrolla y presenta en la siguiente tabla comparativa:

Fig. 1. Comparación de aplicaciones móviles contra el acoso callejero. Fuente: Elaboración Propia

Tabla comparativa de aplicaciones de acoso callejero													
Nombre	Inicio de sesión	Celular	Email	Registro de acosos previos	Ayuda en situación de emergencia	Contactos de emergencia	Ayuda profesional o asesoría	Números de emergencia de la región	Fácil acceso a la app	Información sobre el funcionamiento de la app	Disponible en celular	Área geográfica	Población a la que va dirigida
#TuxSinAcoso	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✓	Tuxtla Gutiérrez	Mujeres
Hollaback	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	Estados Unidos	Cualquier persona
ZeroAcoso	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	colegios registrados	Estudiantes
Sekura	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	Cualquier lugar	Mujeres
Mapa de acosos	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	Cualquier lugar	Cualquier persona
Caminamos Juntas	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✓	Cualquier lugar	Mujeres
Sister	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Cualquier lugar	Mujeres
App·Elles	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Países registrados	Mujeres

En el aporte de, Serrato Mares, Villegas Téllez y Torres Frausto, una aplicación móvil, es un software diseñado para utilizarse en teléfonos inteligentes, tabletas, gadgets y otros dispositivos móviles. Estas aplicaciones pueden venir preinstaladas en los teléfonos celulares desde su manufactura, pueden ser descargadas por usuarios desde las distintas plataformas de aplicaciones móviles (Android, iOS, Windows Phone), también se puede acceder a ellas a través de la web. La creación de aplicaciones móviles comprende desde concebir la idea hasta los resultados posteriores a su publicación en las tiendas. [5]

Para el cumplimiento del segundo objetivo planteado en esta investigación: Diseñar la aplicación móvil en su primera etapa para Sistema Operativo Android.

Al realizar comparaciones entre aplicaciones previas se pueden observar los requerimientos que debe contemplar la aplicación móvil, dando como resultado los siguientes puntos:

1. Tener un inicio de sesión sencillo, sin muchos pasos a seguir, en donde se pueda tener acceso a la aplicación solamente con el número de celular y especificar la zona geográfica a la que se pertenece.
2. Poder brindar información de porque se creó la aplicación, las funciones que esta ofrece y como utilizarla, para poder sacar provecho a la aplicación y entender su funcionamiento rápidamente.
3. Un inicio de sesión único permanente, de esta manera no se tiene que iniciar sesión cada vez que se abra la aplicación, y esto facilita el acceso a la misma y en caso de estar en una situación de riesgo, entrar a las funciones de la aplicación rápidamente.
4. La aplicación en su inicio podría estar disponible para el área de "La Laguna", aunque no solo para los municipios de Torreón, Gómez y Lerdo, sino también incluir a Matamoros.
5. Funciones que debería tener la aplicación:

a. Poder registrar lugares en donde se presentaron acosos previos.
b. Fingir recibir una llamada.
c. Hacer sonar una alarma estruendosa que pueda alertar a personas cercanas.
d. Realizar llamada rápidamente, a través del comando de voz
e. Enviar un mensaje de texto (sms o WhatsApp) con la ubicación real o mensajes predeterminados pidiendo ayuda.
f. Tener una lista con contactos de emergencia.
g. Contar con los números de emergencia de cada región: policía, cruz roja,
bomberos y telmujer.

h. Consejos o asesoría sobre qué hacer cuando se encuentran en una situación de acoso o riesgo.

Se empleo el software justmind para el diseño de las interfaces que se mostraran en la sección de resultados.

El prototipo de aplicación móvil en su primer Sprint cuenta con 10 funciones principales, a continuación, se describen:

1. Bienvenida: Ventana con el logo y nombre de la aplicación, es lo primero que se ve al abrir la aplicación móvil.
2. Inicio de sesión: Se abre después de la bienvenida, en esta ventana se da el acceso para abrir las funciones, se necesita registrar un número de teléfono y una contraseña, esta interfaz tiene dos botones, el primero para iniciar la sesión con los datos proporcionados y lanza al usuario a la ventana de menú, y el segundo para registrarse si es la primera vez utilizando la aplicación.
3. Registro: Si es la primera vez dentro de la aplicación es necesario registrarse para abrir una cuenta, en esta interfaz se necesitan proporcionar datos como nombre, teléfono, correo electrónico, municipio de residencia y contraseña, esta pantalla también tiene un botón para guardar el registro, y manda al usuario a la ventana de menú.
4. Menú: En esta ventana se despliegan todas las funciones disponibles en la aplicación, se muestran con los nombres de llamada, mensaje, alarma, llamada falsa, reporte, contactos, líneas de ayuda, consejos y asesorías e información. Cada función despliega otra ventana.
5. Llamada de Emergencia: Realiza una llamada rápida a tus contactos previamente configurados como de emergencia.
6. Mensaje de Emergencia: Envía un mensaje rápido a tus contactos previamente configurados como de emergencia, también cuenta con respuestas predeterminadas pidiendo ayuda y la opción de enviar la ubicación.
7. Reporte de Acosos: Se registran los lugares en donde se presentaron acosos previos, se agrega el lugar, la situación y todos los detalles que podrían ser útiles para advertir a otras personas.
8. Contactos de Emergencia: Se registran los contactos a los que se desea llamar o enviar mensaje en caso de encontrarse en una situación de peligro.
9. Líneas de Ayuda: se muestran los números de emergencia como 9-1-1 y telmujer, esta ventana cuenta con dos botones que se enlazan a la ventana de llamada de emergencia.
10. Consejos y Asesorías: Esta ventana cuenta con cuatro botones que se enlazan sitios externos, de YouTube y páginas web, se brindan consejos sobre defensa personal, primeros auxilios, que hacer en casos de agresión física y asalto sexual o violación.
11. Información: Se muestran un resumen de lo que hace cada función de la aplicación, también se muestran las redes sociales de la aplicación (Facebook e Instagram).
12. Las interfaces de alarma y llamada falsa no cuentan con una pantalla, ya que emiten un sonido, al momento de hacer clic sobre ellas.

En el cumplimiento del tercer objetivo que se presenta en esta investigación: Diseñar estrategias comunicativas para la divulgación de contenidos, beneficios y usos de la aplicación móvil para prevenir el acoso callejero.

Se llevo a cabo el diseño de la imagen de la aplicación, se buscaron estrategias de divulgación para alcanzar al público deseado, optando por emplear las redes sociales como principal medio para la difusión de la aplicación móvil, para llevar a cabo este paso es necesario abrir cuenta de Facebook, Tik-tok e Instagram en donde se subirá información y actualizaciones que podrían ser de interés para los usuarios. A la vez se busca hacer promoción de la aplicación por medio de campañas en escuelas y lugares públicos.

III. Resultados

Para desarrollar la imagen de la aplicación se tomaron en cuenta diferentes elementos, partiendo de la idea del valor de unidad entre las personas. El nombre de la aplicación viene del coreano ““안녕” que se lee como Annyeong, y traducido al español significa hola y adiós, se utilizó esta palabra con la intención que los usuarios de la aplicación puedan salir y regresar a sus hogares a salvo, y puedan decir a las personas que los esperan en casa las palabras hola y adiós, por lo que en
el logotipo se ven dos manos entrelazadas.

Fig. 2. Logo de aplicación móvil Annyeong. Fuente: Elaboración Propia.

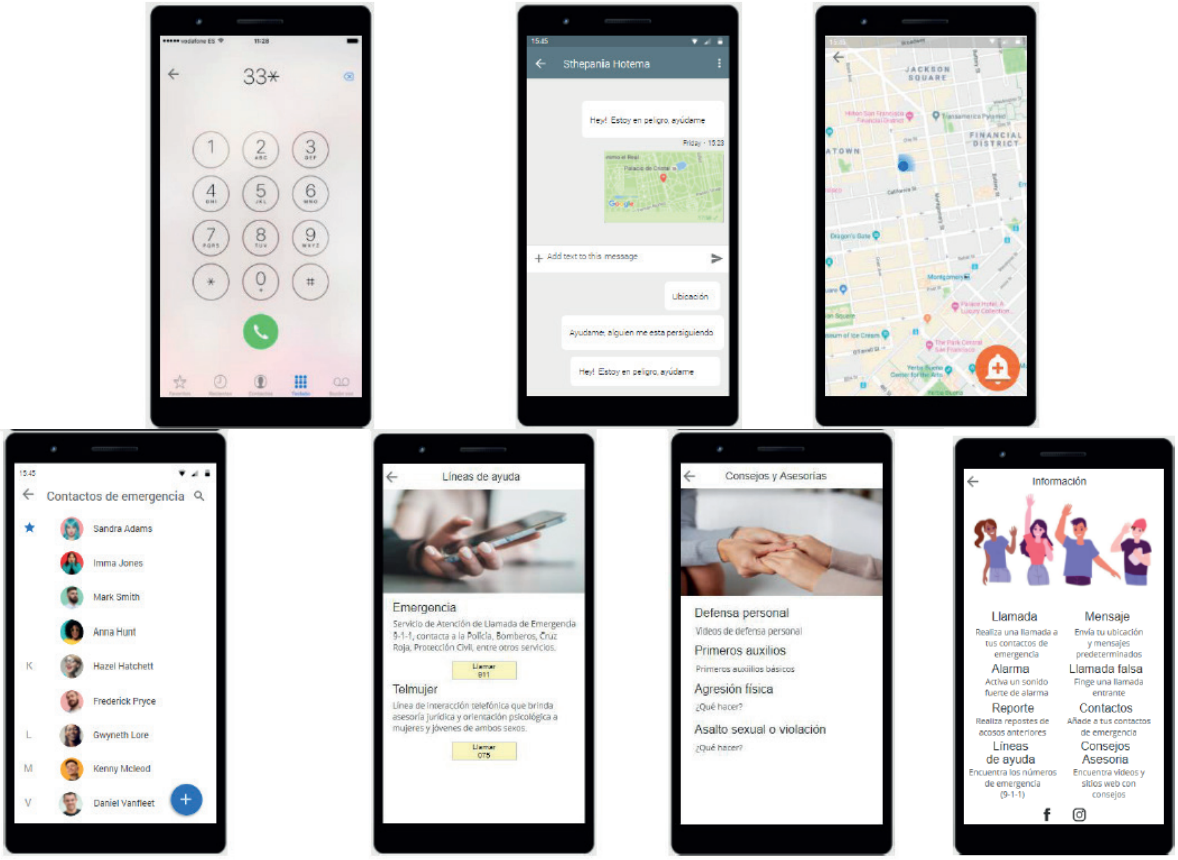
Se muestran a continuación la interfaz diseñada en el primer Sprint:

Fig. 3. Ventana de Home y de Inicio de Sesión. Fuente: Elaboración Propia.

Fig. 4. Ventana Principal de Funciones. Fuente: Elaboración Propia.

Fig. 5. Ventana de Nuevo Registro. Fuente: Elaboración Propia.

Fig. 6. Interfaces de diferentes funciones. Fuente: Elaboración Propia.



Dentro de los resultados de esta investigación se encuentra el favorable apoyo en la suma a la cultura del prevención, sensibilización y disminución del acoso callejero, que presento la aplicación entre sus usuarios y la aceptación de esta.

IV. Conclusiones

En este proyecto se propuso y realizó el prototipo de una aplicación móvil para prevenir el acoso sexual callejero que cualquier ser humano puede llegar a sufrir. Con la finalidad de ser de ayuda para las personas que sufren de este tipo de problemas se realizó el diseño de interfaces con los que cuenta la aplicación con las funciones necesarias para la prevención del acoso o situaciones de peligro.

En comparación con otras aplicaciones móviles que siguen el mismo objetivo, el prototipo cuenta con una alta gama de funciones que fueron solicitadas por los futuros usuarios, por lo tanto, se espera que en la aplicación continúa siendo desarrollada y utilizada para prevenir el acoso callejero.

V. Reconocimientos

Expreso mi agradecimiento al Comité del 22° Verano de la Ciencia Región Centro, por la oportunidad de participar, a la Universidad Autónoma de Coahuila, a las personas que aportaron sus ideas para el diseño de este prototipo.

Referencias

[1] I. N. d. E. y. G. (INEGI), «Encuesta Nacional de Seguridad Pública Urbana (ENSU),» 2021.

[2] Nations United, The World's Women 2015: Trends and Statistics., New York: Department of Economic and Social Affairs, Statistics Division., 2015, p. 159.

[3] M. Revilla, «Global Press Journal International News, Reimagined,» Team, 2018.

[4] L. J. Maya, «Aplicaciones para reportar la violencia digital hacia mujeres,» 2020.

[5] L. A. Serrato Mares, R. Villegas Téllez y D. A. Torres Frausto, «APLICACIÓN MOVIL PARA EL CONTROL DE ASISTENCIA A EVENTOS APLICANDO TECNOLOGIA RFID,» JÓVENES EN LA CIENCIA. REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA, vol. 3, pp. 156-159, 2017.

Despacho óptimo ambiental de sistemas eléctricos de potencia: minimización de las emisiones de CO_2 mediante la integración de fuentes de energía renovables

Ulises Galeana Padilla
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, 36821 Irapuato, Gto.
LIS17110304@irapuato.tecnm.mx

José Miguel García Guzmán
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, 36821 Irapuato, Gto.
jose.gg@irapuato.tecnm.mx

Resumen — En este trabajo se analiza el impacto que tiene la integración de las fuentes de energía renovables en la operación económica y ambiental de los sistemas de potencia (SEP). La función de emisiones de Dióxido de Carbono (CO2) y los modelos de las fuentes de energía renovable se integran en una formulación de Flujos de Potencia Óptimos (FPO), esto para obtener un despacho económico y medioambiental que considera el impacto de este tipo de fuentes de energía. Diversos casos de estudio se realizan para visualizar el efecto que tiene la integración de las fuentes de energía renovable en la operación de los SEP. Los resultados obtenidos muestran que las fuentes renovables reducen el coso de generación y las emisiones de CO2.

Palabras clave — Sistemas potencia, despacho óptimo medioambiental, fuentes de energía renovables.

Abstract — This paper analyzes the impact of the integration of renewable energy sources in the economic and environmental operation of power systems (EPS). The emissions function of Carbon Dioxide (CO2) and the renewable energy sources models are integrated in an Optimal Power Flows (OPF) formulation, in order to obtain an economic and environmental dispatch that considers the impact of this type of energy sources. Several case studies are carried out to visualize the effect of the integration of renewable energy sources in the operation of the SEPs. The results obtained show that renewable sources reduce generation costs and CO2 emissions.

Keywords — Electric power systems, environmental optimal dispatch, renewable energy sources.

I. Introducción

En los últimos años, el cuidado del medio ambiente ha cobrado gran importancia en las actividades cotidianas y productivas de la sociedad alrededor del mundo. De modo que, en nuestros días es de gran importancia llevar a cabo tales actividades con la afectación mínima del medioambiente y garantizando la sustentabilidad ambiental. En los sistemas eléctricos de potencia (SEP) las centrales de generación termoeléctricas son una fuente de contaminación considerable, ya que emiten grandes cantidades de gases de efecto invernadero a la atmosfera. En este sentido, se realiza un estudio en el cual se reduce el impacto ambiental negativo que tienen las centrales de generación termoeléctricas a través de la reducción de dióxido de carbono (CO2) en el ambiente. El CO2 es el gas contaminante que se considera en el estudio porque es el gas de efecto invernadero que se produce en mayor cantidad [1].

El análisis de Flujos de Potencia Óptimos (FPO) permite optimizar una función objetivo sujeta a distintas restricciones, con lo que se determina el estado óptimo de operación en estado estacionario del sistema eléctrico de potencia. Las funciones objetivo pueden considerar aspectos económicos, de seguridad o ambientales del sistema eléctrico [2].

La integración de fuentes de energía renovable en el sistema de generación de potencia activa ofrece energía limpia, de modo que, no emiten gases de efecto invernadero, por lo tanto, contribuyen a satisfacer la demanda eléctrica del SEP reduciendo la huella de carbono que producirían, si únicamente la demanda fuera satisfecha por centrales termoeléctricas.

De acuerdo al escenario antes descrito, en este trabajo se presenta un análisis del impacto que tiene la integración de los modelos de las fuentes de energía renovable en la operación económica y ambiental de los sistemas eléctricos de potencia.

II. Generación de potencia mediante fuentes de energía renovable

A. Generación de potencia mediante energía eólica

En general, la energía eólica será producida por turbinas o molinos de viento. La energía cinética que existe en el aire en movimiento se convertirá en energía mecánica por la rotación de las palas del aerogenerador y en energía eléctrica por el generador eléctrico. La potencia disponible que es convertida por el aerogenerador es [3],

$$P_{Wind} = 0.5 \times \rho \times A \times v^3 \times C_P$$

Donde ρ es la densidad del viento con un valor de 1,221 kg/m3, A es el área de barrido de las aspas de la turbina de viento en m2 y v es la velocidad del viento en m/s. El término CP es la constante de Betz o coeficiente de potencia, cuyo valor es igual a 59.3% [4].

B. Generación de potencia mediante energía solar

La energía solar es una de las más abundantes en el planeta, no genera emisiones que contaminan el medio ambiente, requieren menos mantenimiento y su tiempo de duración es largo. Uno de los puntos importantes para la generación de energía solar es la radiación del sol, la cual es captada por un panel solar que se utiliza para convertir la radiación del sol en energía eléctrica. Una típica celda solar está formada por un diodo semiconductor de unión P-N [5], que trabaja con el principio del efecto fotovoltaico. Cuando la insolación solar es conocida, la potencia de salida generada por una planta solar PSolar puede ser calculada, en KW, cómo sigue [3],

$$P_{Solar} = PR \times GHI \times A_S \times \eta_{PV} \times S_Z$$

Donde, PR es la relación de rendimiento, cuyo valor se encuentra entre 0.5 y 0.9, el valor por defecto es de 0.75, GHI es la irradiación global horizontal en kW/m2, AS es el área superficial del panel solar en m2, ηPV es

la eficiencia del panel solar cuyo valor es alrededor de 0.15 y SZ es el número de paneles solares que contiene la planta solar.

III. Formulación de FPO multi-objetivo considerando energías renovables

Las dos funciones a minimizar en el FPO multiobjetivo son el costo de generación de potencia activa y la de emisiones de CO2, las cuales se minimizan de forma simultánea. Enseguida se presentan los modelos matemáticos de la formulación de FPO que considera aspectos económicos y ambientales, incluyendo las fuentes de energía renovable.

A. Modelo matemático del problema de flujos de potencia óptimos multiobjetivo

La función global multiobjetivo a minimizar se expresa mediante la Ec. (3) como sigue [6, 7],

$$F_T\left(P_{g,i}\right) = w_C * F_C \times \left(P_{g,i}\right) - w_E \times h \times F_E\left(P_{g,i}\right) \qquad (3)$$

En (3) FC es la función de costo de generación y FE la función de emisiones, las cuales se detallan explícitamente en [2]. Los términos wC y wE son los coeficientes de ponderación para las funciones costo y emisiones, en forma respectiva, mientras que el termino h es el factor de penalización que permite combinar ambas funciones objetivo en una función global.

$$h_i = \frac{F_{Ci}\left(P_{gi}^{\max}\right)/P_{gi}^{\max}}{F_{Ei}\left(P_{gi}^{\max}\right)/P_{gi}^{\max}}$$

Donde Pgimax es la potencia máxima del generador i, de modo que las funciones FCi y FEi son evaluadas en este valor de la potencia generada en el i-ésimo generador.

1) Restricciones de igualdad

Las restricciones de igualdad que permiten modelar el balance de potencia activa considerando las fuentes de energía renovables son dadas enseguida,

$$P_{g,k} + \sum_{i=1}^{Nw} P_{Wind,i} + \sum_{i=1}^{Ns} P_{Solar,i} - P_{D,k} - \sum_{m=1}^{Nb} P_{iny,k} = 0 \qquad Q_{g,k} - Q_{D,k} - \sum_{m=1}^{Nb} Q_{iny,k} = 0 \qquad (5)$$

Donde {Pg,k, Qg,k}, {PD,k, QD,k} y {Piny,k, Qiny,k} son la potencia activa y reactiva generada, demandada e inyectada en el nodo k, en forma respectiva. El término PWind representa la potencia activa generada por las Nw centrales eólicas y Psolar es la potencia generada por las Ns centrales fotovoltaicas.

2) Restricciones de desigualdad al sistema eléctrico

Las restricciones de desigualdad modelan los límites físicos y operativos del sistema eléctrico, las cuales se modelan mediante las expresiones siguientes,

$$\delta_k^{\min} < \delta_k < \delta_k^{\max}$$
$$V_k^{\min} < V_k < V_k^{\max}$$
$$P_{g,i}^{\min} < P_{g,i} < P_{g,i}^{\max}$$
$$Q_{g,i}^{\min} < Q_{g,i} < Q_{g,i}^{\max}$$
$$P_{Wind} = 0; \quad v_{nom} < v_{\min}$$
$$P_{Wind} = 0.5 * \rho * A * v^3; \quad v_{\min} < v < v_{\max}$$
$$P_{Wind} = P_r; \quad v > v_{\max}$$
$$P_{Solar} = 0; \quad GHI < GHI_{\min}$$
$$P_{Solar} = PR * \eta * A_S * S_Z; \quad GHI > GHI_{\min}$$

Las restricciones de desigualdad (10) y (11) corresponden a las fuentes de energía renovable [3]. La variable Pr es la potencia nominal del aerogenerador, vmin es la velocidad mínima del viento de 3.5 m/s y vmax es la velocidad máxima del viento de 20 m/s. Se debe mencionar que la velocidad nominal del viento es de 11 m/s. La variable GHImin es la irradiancia mínima del sol mínima cuyo valor es de 5.5 kW/m2 [8].

IV. Caso de estudio

En esta sección se presentan diversos casos de estudio que permiten analizar el efecto que tiene la integración de los modelos de la fuente de energía solar y eólica en las emisiones de CO2 y en el costo de generación de potencia activa de un sistema eléctrico de potencia. En los casos de estudio se emplea el sistema eléctrico de potencia de 9 nodos [9], el cual consta de tres generadores, seis líneas de transmisión y tres transformadores. Los coeficientes de las funciones de costo y de emisiones de dióxido de carbono de las unidades de generación de este SEP se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Coeficientes de las funciones de costo y emisiones del SEP de 9 nodos.

Generador	a ($/h)	b ($/MWh)	c ($/MW²h)	d (lb/h)	e (lb/MWh)	f (lb/MW²h)
1	140	2.0	0.0060	137.3701	-1.2488	0.0138
2	120	1.5	0.0075	137.3701	-1.2488	0.0138
3	80	1.8	0.0070	363.7048	0.8051	0.0077

Los límites de tensión utilizados en los casos de estudio presentados con este SEP son de 0.95 pu para los límites inferiores y de 1.05 pu para los superiores. Mientras que los valores iniciales de los ángulos de fase de tensión son de 0°. Los límites utilizados para la potencia activa y reactiva para el generador 1 son, en forma respectiva, 0 ≤ PG1 ≤ 200 MW y -100 ≤ QG1 ≤ 150 MVAR; para el generador 2 de 0 ≤ PG2 ≤ 150 MW y -100 ≤ QG2 ≤ 300 MVAR; y para el generador 3 de 0≤PG3≤100 MW y -100 ≤ QG3 ≤ 300 MVAR.

Para analizar el comportamiento de la operación económica y ambiental de los sistemas eléctricos de potencia se realizan cuatro análisis de flujos de potencia óptimos multiobjetivo con el sistema de 9 nodos. En el primer análisis se obtiene la solución de FPO multiobjetivo sin considerar las fuentes de energía renovable; para el segundo análisis se añade una central de generación eólica en el nodo 7, la cual tiene una generación de 35.7250 MW de potencia activa. En el tercer análisis de FPO se incorpora una central de generación fotovoltaica en el nodo 9, que genera una potencia activa de 48.0942 MW, y finalmente, en el cuarto análisis se incluyen los dos tipos de centrales de generación con fuentes de energía renovable en los nodos antes mencionados. Es importante mencionar que en los análisis de FPO realizados se combina la función de costo y la función de emisiones en la función global con el mismo factor de peso, esto con la finalidad de analizar la operación del SEP dando la misma importancia al aspecto económico y ambiental. Un resumen de los resultados obtenidos de los cuatro análisis de FPO mencionados antes se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Resumen de resultados de los análisis e FPO multiobjetivo.

Parámetros	Sin P_{wind} y P_{solar}	Con P_{wind}	Con P_{solar}	Con P_{wind} y P_{solar}
P_G (MW)	318.001	282.586	270.284	234.806
Q_G (MVAR)	5.818	3.379	2.775	0.329
$P_{pérdidas}$ (MW)	3.001	3.311	3.378	3.625
$Q_{pérdidas}$ (MVAR)	-109.182	-111.620	-112.225	-114.671
Costo ($/h)	1134.055	1024.099	987.661	885.517
Emisiones (lb/h)	845.603	778.677	757.324	702.705

A partir de los resultados mostrados en la Tabla 2, se puede observar que al añadir una fuente energía renovable al sistema eléctrico de potencia ocurre una disminución en el costo de generación debido a que se demanda menos potencia a los generadores para satisfacer la carga y las pérdidas de potencia activa en los elementos de transmisión. Lo mismo ocurre con las emisiones, al producir una menor cantidad de potencia mediante los generadores las emisiones de CO2 tienden a disminuir, ya que estas dependen de la potencia generada por las centrales de generación termoeléctrica. En forma similar y de acuerdo con la Columna 4 de la tabla en mención, cuando se integran las dos formas de generación de potencia con las fuentes de energía renovable se presenta una disminución aún mayor en el costo de generación y las emisiones de CO2. Por otro lado, con la inclusión de las fuentes de energía renovable se disminuye la generación y las pérdidas de potencia reactiva, lo cual se traduce en una mejora del perfil de tensión nodal del sistema de potencia. También se debe notar que las pérdidas de potencia activa son mayores al añadir fuentes de energía renovables al sistema de potencia.

V. Conclusiones

Un análisis del despacho óptimo ambiental, donde se minimizan las emisiones de CO2 y el costo de generación de potencia activa mediante la integración de los modelos de la fuente de energía eólica y solar, se ha presentado. De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede concluir que al integrar los modelos de las fuentes de energía renovable se presenta una reducción en las emisiones de dióxido de carbono y en el costo de generación, por lo que, se mejora la operación económica y ambiental del SEP, a pesar del aumento de las pérdidas de potencia activa. De igual manera, se concluye que al integrar las fuentes de energía renovable se presenta una mejora en el perfil de tensión nodal del sistema a causa de una disminución de la generación y pérdidas de potencia reactiva

Referencias

[1] Oceana. (2008) “Gases de efecto invernadero”. [Online]. Disponible: https://eu.oceada.org/es/
[2] D. Corona, H. Elizarraraz, J. A. Márquez y J. M. García, “Flujos de Potencia Óptimos multi-objetivo: Análisis de la operación de sistemas de potencia considerando las emisiones de CO2”, Identidad Energética, vol. 2, No. 1, Dic. 2019.
[3] S. S. Mahaboob, S. V. Chintalapudi, S. Sirigiri, “Optimal Power Flow Solution in the Presence of Renewable Energy Sources”, Iran J Sci Technol Trans Electr Eng, vol. 45, pp. 61–79, March 2021.
[4] T. Ackerman, Wind Power in Power System, 1st. Ed. New York: John Wiley & Sons Inc Print on, 2005.
[5] M.R. Patel, Wind and solar power systems: design, analysis, and operation, 1st. Ed. New York: CRC Press, 1999.
[6] P. S. Kulkarni, A. G. Kothari, and D. P. Kothari, “Combined Economic and Emission Dispatch Using Improved Backpropagation Neural Network,” Electric Machines and Power Systems, vol. 28, No. 1, pp. 31-44, Nov., 2010.
[7] Y. Demirel and A. Demiroren, “Economic and minimum emission dispatch,” in International Conference on Electrical and Electronics Engineering, Bursa, Turkey, 2003, pp. 1-5, 2003.
[8] Deloitte México. (2019) “En energía, México debe apuntar al sol”. [Online]. Disponible: https://www2.deloitte.com/mx/es/pages/dnoticias/articles/energia-solar-en-mexico.html.
[9] P. W. Sauer and M. A. Pai, “Power System Dynamics ans Stability”, Champaign, Illinois, USA, Stipes Publishing L.L.C., 1997.

Modulaciones de un convertidor CD-CA multinivel

Diana Geraldine Castañeda Rubalcaba
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Irapuato Carretera Irapuato-Silao km 12.5, El Copal, 36821 Irapuato, Guanajuato, México.
gery.rubalcaba@gmail.com

José Miguel Sosa Zúñiga
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Irapuato Carretera Irapuato-Silao km 12.5, El Copal, 36821 Irapuato, Guanajuato, México.
jose.sz @ irapuato. tecnm.mx

Resumen — Este documento presenta el diseño e implementación de diferentes modulaciones de ancho de pulso sinusoidales, con desplazamiento de nivel y de fase, para un convertidor de puente H en cascada de cinco niveles de voltaje. La implementación se realizó en la tarjeta de desarrollo FPGA Terasic DE0-Nano de donde se obtienen las señales

de conmutación del convertidor en lazo abierto, con tiempos muertos y con frecuencias de conmutación de 1 kHz y 16 kHz. Los resultados muestran la correcta generación de las señales de conmutación. Los FPGAs permiten la implementación de diferentes estrategias de conmutación para convertidores multinivel en lazo abierto en un rango amplio de frecuencias de conmutación.

Palabras clave — Inversor multinivel, SPWM, VHDL.

Abstract — This document presents the design and implementation of different sinusoidal pulse width modulations, with level and phase shiftings, for a five voltage level cascaded H- bridge converter. The implementation was carried out on the Terasic DE0-Nano FPGA development board from which the switching signals of the open-loop the converter are obtained with dead times and with switching frequencies of 1 kHz and 16 kHz. The results show the correct generation of the switching signals. FPGAs allow the implementation of different switching strategies for open-loop multilevel converters over a wide range of switching frequencies.

Keywords — Multilevel inverter, SPWM, VHDL.

I. Introducción

Los convertidores de electrónica de potencia de corriente directa a corriente alterna, llamados convertidores CD-CA o inversores, requieren una etapa encargada de la conmutación de los dispositivos semiconductores. En esta etapa se implementan diferentes técnicas de conmutación para generar un voltaje de salida del convertidor con ciertas características. Estas técnicas se implementan generalmente en sistemas embebidos como en microcontroladores. Sin embargo, su principal limitante es la ejecución secuencial de comandos, y esto puede ocasionar retardos que afecten al desempeño del convertidor. Una alternativa es usar una matriz de puertas lógicas programable en campo (FPGA), ya que su procesamiento es en paralelo, son reconfigurables y proporcionan una frecuencia de ejecución en el orden de los Mega Hertz (MHz) [1]. Este documento presenta el diseño de un circuito generador de las señales de conmutación que utiliza la técnica de modulación por ancho de pulso sinusoidal (SPWM) para un convertidor puente H en cascada de cinco niveles de voltaje. La técnica SPWM es el método que más se implementa en los convertidores CD-CA de alta o media potencia porque el voltaje de salida tiene menos distorsión armónica y por su fácil implementación. La técnica se basa en la comparación de una señal moduladora a baja frecuencia y una señal portadora triangular a alta frecuencia, que genera secuencias de pulsos para la conmutación de los interruptores en el convertidor. En la práctica los interruptores de un convertidor no son ideales y existen retardos de tiempo en su activación y desactivación por lo que se deben implementar tiempos muertos ya sea mediante hardware o software [2]. El diseño consideró tiempos muertos de 5 µs para evitar cortocircuitos debido a la conmutación no ideal de los dispositivos semiconductores reales. Un parámetro significativo de la SPWM es el índice de modulación $m \leq 1$ que se define como la relación entre las amplitudes de la señal moduladora y portadora. La SPWM se puede clasificar en técnicas con desplazamiento de nivel (LS-SPWM) y con desplazamiento de fase (PS-SPWM) [3], [4].

II. Marco téorico

A. Convertidor puente H en cascada

El convertidor puente H en cascada (CHB) está compuesto por la conexión en cascada de dos o más convertidores puente H y el voltaje de salida está determinado por la conmutación de los dispositivos semiconductores [5]. En la Fig. 1 a) se muestra el convertidor CHB de cinco niveles (5L-CHB) formado por los convertidores HB1 y HB2. Una apropiada secuencia de conmutación de los dispositivos semiconductores S , $\overline{S}$, S y 112$\overline{S}$ para el convertidor HB1 y S , $\overline{S}$, S y $\overline{S}$ para el convertidor HB2, generan en cada 2 3344 convertidor tres niveles de voltaje diferentes $+V$, 0 V y $-V$. El voltaje total del CHB es la $DC\ DC$ suma de los voltajes de los convertidores HB1 y HB2 resultando en cinco diferentes niveles devoltajeenlasalida,$+2V$,$+V$,0V,$-V$y$-2V$.

$DC\ DC\ DC\ DC$

B. Técnica de modulación por ancho de pulso sinusoidal con desplazamiento de nivel (LS-SPWM)

La técnica de modulación LS-SPWM se caracteriza por tener $N - 1$ señales portadoras triangulares de amplitudes iguales $2/(N - 1)$, desplazadas vertical y uniformemente en el intervalo de amplitud [–1,1], donde N representa el número de niveles de voltaje. La frecuencia de las portadoras es la misma y determinará la frecuencia de conmutación del convertidor. La señal moduladora es una sinusoidal centrada en cero y de amplitud pico en el intervalo [0, 1]. La frecuencia de la señal moduladora será la frecuencia fundamental del voltaje de salida. La técnica compara la señal moduladora con las señales portadoras para generar una secuencia de conmutación por cada señal portadora. La modulación LS-SPWM puede a su vez dividirse en tres, por disposición de fase (PD), por disposición de oposición de fase (POD) y por disposición de oposición de fase alternada (APOD). En la técnica PD todas las señales portadoras están en fase. En la técnica POD las señales portadoras por encima del eje cero están en fase entre ellas, pero en oposición, es decir, con fase desplazada 180°, con respecto a las que están

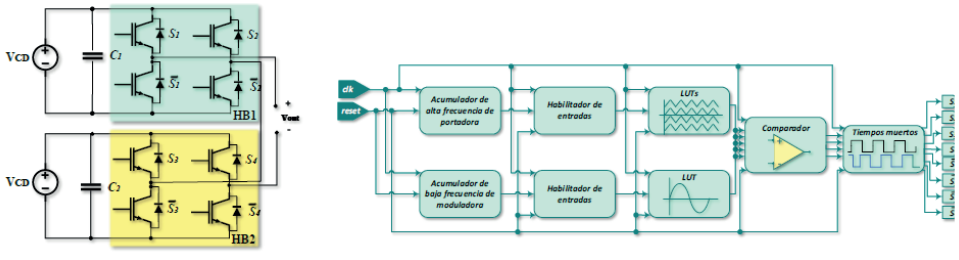
por debajo de cero. En la técnica APOD las señales portadoras tienen un desplazamiento de fase de 180° entre portadoras consecutivas [6], [7], [8].

C. Técnica de modulación por ancho de pulso sinusoidal con desplazamiento de fase (PS-SPWM)

La técnica de modulación PS-SPWM utiliza la comparación de una señal moduladora con $N - 1$ portadoras triangulares que tienen su fase desplazada entre sí, generando una secuencia de conmutación por cada señal portadora [5]. La señal moduladora es una sinusoidal centrada en cero, de amplitud pico en el intervalo [0, 1] y su frecuencia determina la frecuencia fundamental del voltaje de salida. Las señales portadoras tienen amplitudes picos unitarias y valores promedios cero y están desplazadas consecutivamente un ángulo de $360°/(N - 1)$, donde N representa el número de niveles de voltaje [8].

III. Materiales y métodos

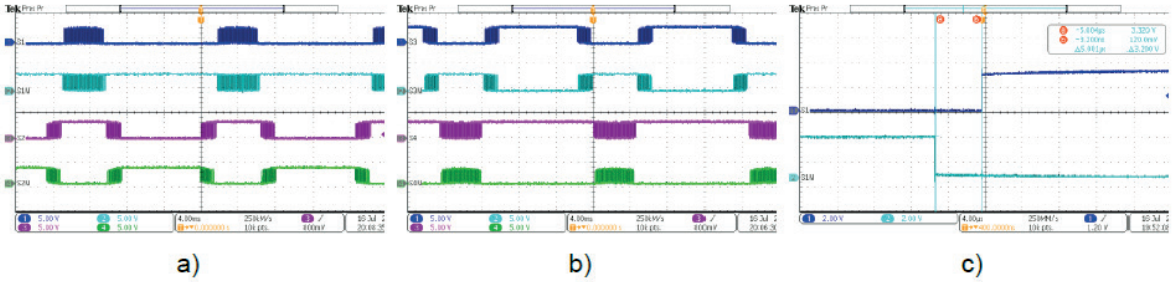
En la Fig. 1 b) se muestra un diagrama a bloques del circuito propuesto para el desarrollo de la modulación PD, diseñado con el software Quartus II. El circuito consta de cinco etapas sincronizadas a partir de dos entradas de un bit: un reloj (clk) y una señal de reinicio (reset). En la primera etapa se encuentran dos acumuladores de frecuencia cuyas salidas son trenes de pulsos de diferentes frecuencias que permiten generar las señales portadoras y moduladora. Su funcionamiento radica en la generación de una frecuencia de referencia $F = F/(2MF) - 2$, donde F denota la frecuencia deseada, F la frecuencia de $ref\ FPGA\ ww\ FPGA$ reloj del FPGA y M el número de bits de resolución [9], [2]. En seguida se encuentran los habilitadores de entradas cuyas salidas son todos los valores en el rango 0000h y FFFFh que se generan a partir de un contador de 16 bits. Los bloques de la tercera etapa generan las señales portadoras y moduladora a través de tablas de valores LUTs indexadas por los habilitadores de entradas. Las LUTs contienen valores discretizados para el argumento y su correspondiente valor de la función, en un periodo de cada señal, descritos en VHDL. Las LUTs se crearon usando MATLAB mediante el cálculo del valor normalizado de las funciones seno y triangular, con 256 valores para el argumento en el intervalo de $[0, 2\pi]$ y con una resolución de 16 bits en el formato $2QN$; dos bits son para el entero y el signo, y los catorce bits restantes son de valores decimales [9]. En la creación de las LUTs se especifican la amplitud, fase y offset de las funciones, lo que genera una LUT para la señal moduladora y cuatro LUTs para las señales portadoras. La cuarta etapa es un comparador que, a partir de condicionales, compara la amplitud de las cinco señales y genera las cuatro señales de conmutación para los semiconductores $S1$, $S2$, $S3$ y $S4$ en la Fig. 1 a). La última etapa se encarga de generar los tiempos muertos de 5 µs a través de operaciones lógicas y retardos. Las salidas de la etapa de tiempos muertos son las señales de conmutación de todos los semiconductores en el convertidor de la Fig.1 a). En este diseño se incluyen tiempos muertos como una medida de seguridad para evitar el solapamiento de los tiempos de conducción. El diagrama de la Fig. 1 b) sirve de referencia para la implementación de cada una de las técnicas POD, APOD y PS. Las diferencias están en la etapa tres y corresponden a las diferentes LUTs de las señales portadoras para cada una de las técnicas. Las LUTs se diseñan según las características de las señales portadoras descritas previamente.



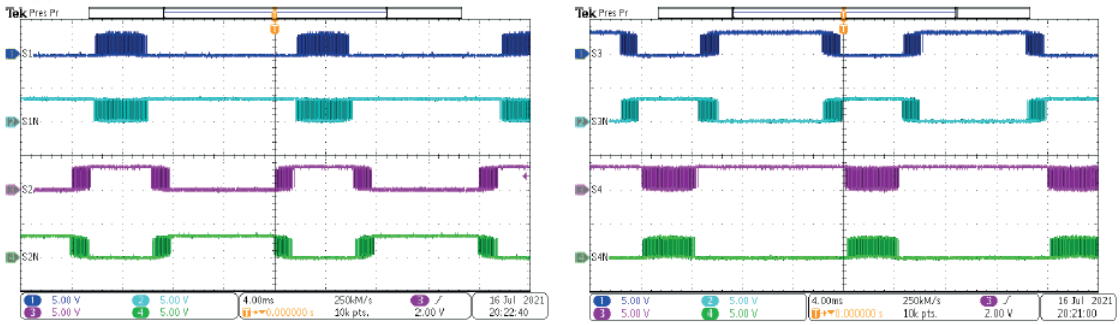
IV. Resultados

El diseño del circuito se implementó en la tarjeta de desarrollo Terasic DE0-Nano. Los resultados se obtuvieron con dos diferentes frecuencias de conmutación, 1 kHz y 16 kHz, con tiempos muertos de 5 µs, en donde se estableció el índice de modulación en 0.8. Los oscilogramas de las Fig. 2 a Fig. 5 muestran los resultados de cada modulación para la frecuencia de conmutación de 16 kHz.

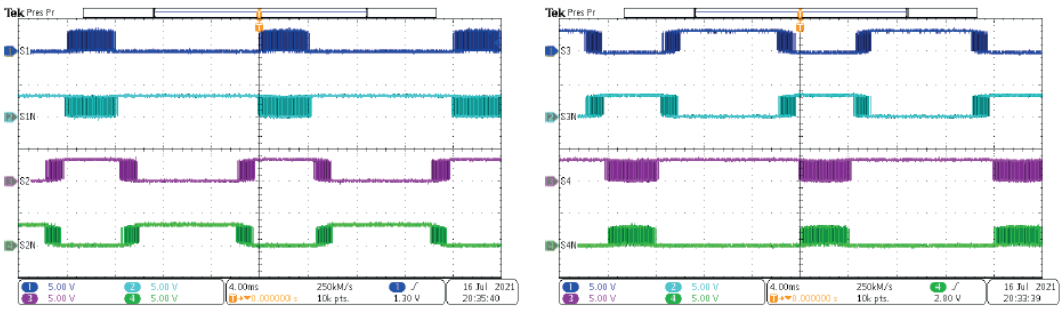
La Fig. 2 corresponde a la modulación PD. En los incisos a), b) de dicha figura se muestran las señales de conmutación de los semiconductores del convertidor HB1 y HB2, respectivamente. La Fig. 2 c) muestra un acercamiento de las señales de conmutación de S y $\bar{S}$ que hace posible observar el tiempo muerto de 5 µs. Para las modulaciones POD, 11 APOD y PS los resultados se encuentran en la Fig. 3 a Fig. 5. Las gráficas correspondientes al inciso a) de dichas gráficas corresponden a las señales de conmutación de los semiconductores del convertidor HB1 mientras que las gráficas del inciso b) muestran las señales de conmutación para el convertidor HB2.



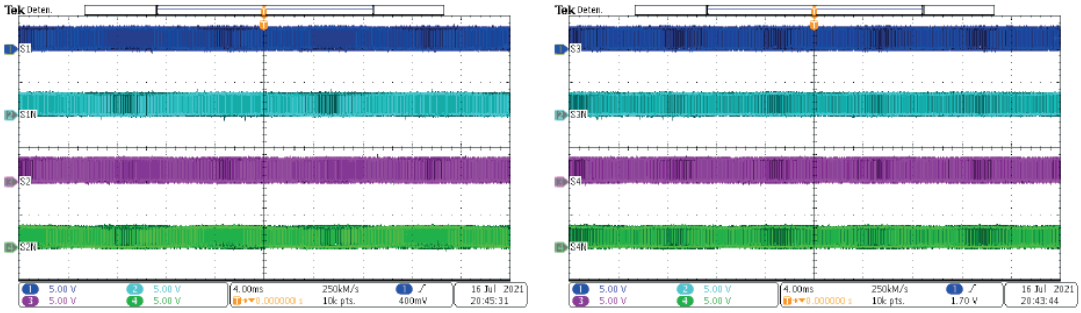
a) b) c)



a) b)



a) b)



a) b)

V. Conclusiones

Este documento presenta la implementación en un FPGA de un circuito generador de diferentes estrategias de conmutación basadas en la modulación por ancho de pulso sinusoidal, para un convertidor puente H en cascada. El uso de la FPGA permitió el diseño e implementación de manera rápida y flexible, lo que brinda una alternativa eficiente y capaz de ser implementada para la operación en lazo abierto de convertidores con mayor número de niveles de voltaje y diferentes estrategias de conmutación. Un diseño de lazo cerrado podría basarse en el diseño presentado, pero usando una señal moduladora que es el resultado de la acción de un controlador.

VI. Reconocimientos

Expreso mi agradecimiento a Instituto Tecnológico Superior de Irapuato y a los coordinadores del 23° Verano de la Ciencia de la Región Centro por el apoyo otorgado, al profesor J. Sacramento Solorzano Lujano por gestionar el ingreso al Laboratorio de Electrónica de Potencia y principalmente al profesor José Miguel Sosa Zúñiga.

Referencias

[1] B. D. Chavarría, F. D. Chavarría, I. J. Jiménez, L. F. Alvarez. “Desarrollo y programación de señales de conmutación para un inversor trifásico basadas en técnicas SPWM e implementadas en una FPGA”. Revista de Tecnología Informática” Vol. 3, no. 8, pp. 17-23. 2019.

[2] G. D. Velázquez “Implementación digital en FPGA de modulaciones SPWM para un inversor monofásico puente H” Tesis de grado de licenciatura. Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. Irapuato, Gto. 2015.

[3] A. Belkheiri, M. Belkheiri, S. Aoughellanet and A. Rabhi, “FPGA implementation of configurable three-phase SPWM module,” CCCA12, 2012, pp. 1-5.

[4] B. A. Valdez, A. J Aguayo. “FPGA-Based Digital Implementation of PWM Technique for Cascaded Multi-level Inverter” 2020, Ingeniería Investigación y Tecnología volumen XXI, pp. 1-9.

[5] J. Rodriguez, S. Bernet, B. Wu, J. O. Pontt and S. Kouro, “Multilevel Voltage-Source-Converter Topologies for Industrial Medium-Voltage Drives,” in IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 54, no. 6, pp. 2930-2945, Dec. 2007.

[6] E. H. E. Aboadla et al., “A comparative study between SPWM and SHE-PWM modulation techniques for DC-AC inverters,” 2017 IEEE 3rd International Conference on Engineering Technologies and Social Sciences (ICETSS), 2017, pp. 1-5.

[7] L. G. Franquelo, J. Rodriguez, J. I. Leon, S. Kouro, R. Portillo and M. A. M. Prats, “The age of multilevel

converters arrives," in IEEE Industrial Electronics Magazine, vol. 2, no. 2, pp. 28-39, June 2008.
[8] R. Bekhouche, F. Khoucha, A. Benrabah, K. Benmansour and M. E. H. Benbouzid, "Comparison of PWM Techniques for Modular Multilevel Converter: A Comparison Based on Different Voltage Level Waveforms," 2020 1st International Conference on Communications, Control Systems and Signal Processing (CCSSP), 2020, pp. 460-465.
[9] R. de J. R. Troncoso, "Electrónica digital y lógica programable" Primera edición. México: Universidad de Guanajuato, 2007.
[10] DE0-Nano, User manual. Obtenido de: https://www.terasic.com.tw/cgi-bin/page/archive.pl?Language=English&No=593&PartNo=4

Análisis de Carga de un Vehículo Eléctrico.

Heber Isidro Morales Lugo
Universidad Politécnica de Querétaro
Ingeniería Mecatrónica
Carretera Estatal 420 s/n C.P. 76240, El Rosario, Querétaro, Qro.
019030419@upq.edu.mx

Brenda Santa Dublan Barragán
Universidad Politécnica de Querétaro
Ingeniería Mecatrónica
Carretera Estatal 420 s/n C.P. 76240, El Rosario, Querétaro, Qro.
brenda.dublan@upq.mx

Resumen — En este trabajo se demuestra el análisis de carga de un vehículo eléctrico teniendo como base los modelos de carga convencionales existentes, así como los efectos obtenidos debido al gasto mínimo de batería durante la carga. Del mismo modo, se planteó el modelo matemático, con un valor de tensión de entrada, para obtener un valor de corriente en la salida que brinde información del comportamiento del motor deseado. Todo llevado a cabo mediante la implementación de funciones análogas ajustadas a los modelos existentes de carga, así como la aplicación de las leyes de voltaje en circuitos eléctricos conocidas dando como resultado modelos de fácil comprensión para una persona que desee experimentar con los parámetros de los sistemas de manera práctica.

Palabras clave — Sistema de carga, modelo matemático, voltaje, Simulink, Vensim.

Abstract — In this work, the load analysis of an electric vehicle is carried out based on the existing conventional charging models, as well as the effects obtained due to the minimum battery consumption during charging. In the same way, the mathematical model was proposed, with an input voltage value, to obtain a current value at the output that provides information on the behavior of the desired motor. All carried out through the implementation of analogous functions adjusted to existing load models, as well as the application of voltage laws in known electrical circuits, resulting in models that are easy to understand for a person who wishes to experiment with the parameters of the systems. in a practical way.

Keywords —Charging system, mathematical model, voltage, Simulink, Vensim.

I. Introducción

A finales del siglo XIX y a inicios del siglo XX, se definió por completo la segunda revolución industrial siendo el surgimiento de la industria automotriz lo que complementó a dicho evento. Las principales características que presentó esta revolución se centran en el establecimiento de la producción en serie, siendo implementado por primera vez a nivel industrial por Henry Ford en la producción del Modelo Ford T. Con base a ello, se logró obtener una gran producción de vehículos en menores tiempos. No solo se logró satisfacer la demanda existente de vehículos, sino que también se incrementó debido a que ahora un vehículo costaba menos producirlo con el modelo de producción en serie. [1 - 2]

Es necesario mencionar que el primer vehículo eléctrico apareció en 1889, ¡El vehículo eléctrico era la alternativa para dejar atrás la movilidad impulsada por animales! Sin embargo, al mismo tiempo apareció el vehículo de motor de combustión interna, siendo el inicio de la producción en serie la que dejó atrás las investigaciones sobre el vehículo eléctrico debida la baja autonomía relativa que presentaban. A pesar de ello, jamás se dejó completamente en el olvido las investigaciones sobre los vehículos eléctricos, habiendo logrado grandes avances hasta la fecha del día de hoy. [3-4]

Indudablemente, el mayor problema de los vehículos eléctricos era la autonomía en kilometraje respecto a la capacidad y recarga de la propia batería, hoy en día esto es una realidad. En este trabajo se abordará un análisis de la carga de batería de un vehículo eléctrico en función de un modelo de carga ideal para un vehículo eléctrico, así como la consideración de un modelo matemático que defina el comportamiento de la corriente demandada por el motor dado su voltaje de entrada.

II. Marco teórico

Diagrama de carga.

El diagrama de carga que usan la gran mayoría de cargadores de baterías se muestra en la figura 1. A continuación. El modelo de carga típico de una batería no es lineal, se suele tener diferentes fases (en este caso 3) con un comportamiento exponencial.

III.Metodología

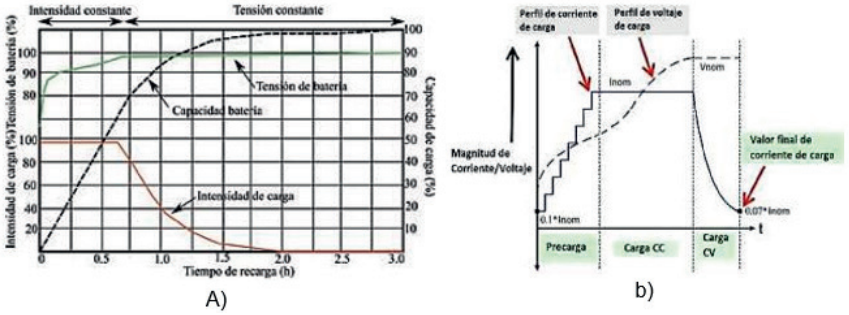
Tomando el modelo de carga de la figura 1 como referencia:

Se establece una función matemática que sea análoga al modelo de carga establecido obteniendo un comportamiento exponencial, por tanto se hará uso de un software de graficación en línea. La función (Ec. (1)) para usar se muestra a continuación:

$$f(x)=(-100*e^{(-2x)})+100 \qquad (1)$$

Ahora se usará Excel para la obtención de valores con una razón de cambio de 0.2 como se muestra en la Tabla 1.

Figura 1. A) modelo de carga de batería con comportamiento exponencial en un tiempo de 3 horas. B) Segmentación por fases o etapas de los sistemas de carga. [5, 6]



Una vez teniendo el software Vensim instalado en la computadora, se abre para dar paso a interactuar con la Interfaz de usuario, en donde primero se seleccionará la opción de File > New Model. Y se abrirá un menú de opciones y parámetros, los cuales se deberán modificar como se muestra a continuación en la figura 2.
Posterior a ello se seleccionará la opción Stock Tool ubicada en la barra de herramientas superior y se coloca dentro del área de trabajo nombrando a la variable como BATERÍA. Y de manera análoga se hará lo mismo, pero se nombrará la nueva variable como MOTOR. Y se unirán mediante el uso de Arrow Tool. Ver figura 3.
Ahora se colocarán 3 recuadros de la función de Variable Tool donde 1 deberá llamarse "Gasto durante la carga" y debe ser de tipo constante con un valor de 0. La siguiente variable se llamará "CARGA" y debe ser de tipo auxiliar normal, y, por último, debe haber otra variable llamada "TIPO DE CARGA" de tipo Auxiliar With Lookup. Ver figura 4.
Dentro del cuadro de edición de la variable "TIPO DE CARGA" se dará click en la opción As Graph, y se seleccionará la opción Show Table en la ventana emergente que aparecerá. Al mostrarse la tabla en la parte izquierda se procederá a vaciar los datos obtenidos con la tabla de Excel dependiendo la razón de cambio que se haya seguido como se muestra a continuación. (Ver figura 5.)
Ahora se procede a editar de la misma manera las demás variables, empezando por dándole un valor constante igual a cero a la variable "Gasto durante la carga" en el espacio de edición Equations. Así mismo, en la variable "CARGA" se hará uso del cuadro de edición Equations para establecer la siguiente operación: "TIPO DE CARGA-Gasto durante la carga" quedando de la siguiente forma como se muestra en la figura 6.

Figura 2. Configuración del modelo.

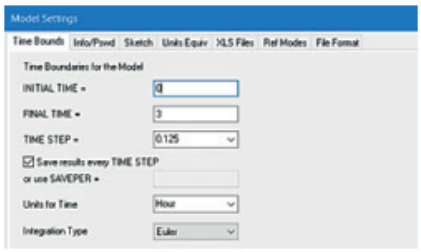


Figura 3. Variables de Batería y motor.

Tabla 1. Tabulación de valores de salida de la función dada la razón de cambio de 0.2.

Tiempo	Carga=	100 * e^ 2x + 100
0	Carga=	0
0.2	Carga=	32.9679954
0.4	Carga=	55.06710359
0.6	Carga=	69.88057881
0.8	Carga=	79.8103482
1	Carga=	86.46647168
1.2	Carga=	90.92820467
1.4	Carga=	93.91899374
1.6	Carga=	95.9237796
1.8	Carga=	97.26762776
2	Carga=	98.16843611
2.2	Carga=	98.77226601
2.4	Carga=	99.1770253
2.6	Carga=	99.44834356
2.8	Carga=	99.63021363
3	Carga=	99.75212478

Figura 4. Edición de variable.

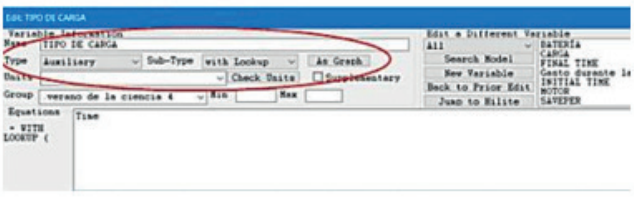


Figura 5. Inserción de los datos a la tabla.

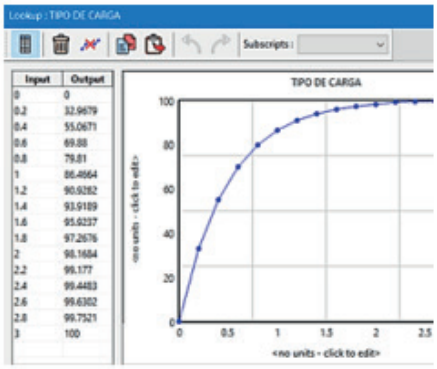


Figura 6. Configuración de la variable CARGA.

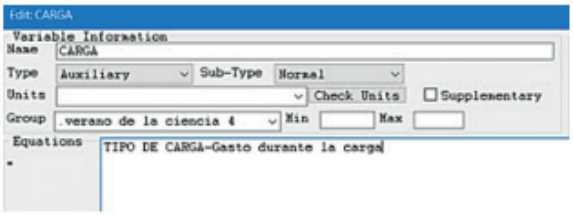
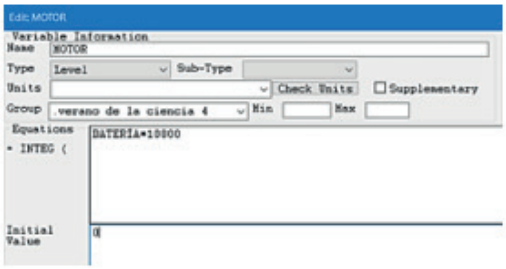
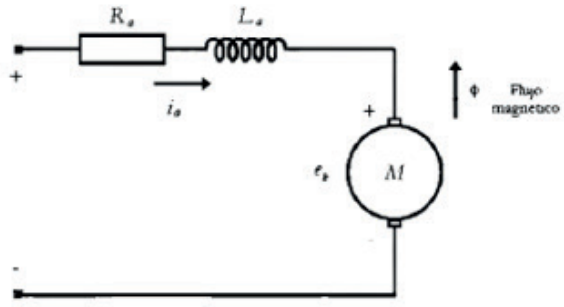


Figura 7. Configuración de la variable MOTOR.

Figura 8. Circuito equivalente por fase del motor de inducción trifásico.





Por último, se editará la variable con el nombre de MOTOR como se muestra en la figura 7.
Se estará usando la función de carga obtenida en la BATERÍA para multiplicarlo por un factor de 10800 definido en función de la siguiente conversión:
3 horas ×(3600 segundos)/(1 hora)=10800 segundos
Posterior a ello, se tiene el modelo matemático del consumo de corriente del motor de inducción. Para eso se tomó en consideración el análisis mediante la ley de Kirchhoff del circuito equivalente del motor. Ver figura 8.
Donde; L es la inductancia; di/dt, Diferencial de corriente; R, resistencia; i(t), corriente; e(t), fuerza electromotriz; e(t)=K*Ω(t), donde Ω(t), es la velocidad del motor y Ω(t)=(1-e^(-t)).

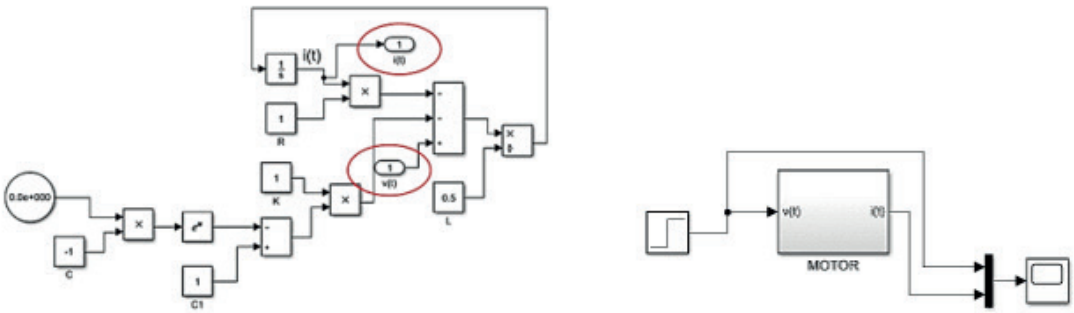
$$v(t)=L*di/dt+R*i(t)+e(t) \qquad (2)$$

∴

$$di/dt=(v(t)-R*i(t)-K*(1-e^(-t)))/L \qquad (3)$$

Con base a la ecuación anterior, se definió el modelo matemático en Simulink para la obtención del valor de la corriente en función del tiempo y los parámetros constantes establecidos (figura 9.).
Posteriormente, se agrupó todo ese sistema para dar paso a la obtención de un bloque de funciones que tiene como parámetro de entrada el voltaje y una salida expresada en términos de corriente. (Figura 10.)

Figura 9. Modelo matemático elaborado en Simulink. De rojo se encierran las tomas de salida y entrada para convertir el modelo en un bloque de funciones
Figura 10. Sistema final y simplificado en Simulink.



III. Resultados

Vensim.

Se obtuvieron las gráficas del comportamiento de la carga de la batería en función del modelo de carga seleccionado. Debido a que usualmente el gasto durante la carga de la batería es mínimo, las afectaciones son casi imperceptibles. Por otra parte, se tiene un modelo lineal del incremento en el desplazamiento angular del rotor del motor. Ver figura 11.

Figura 11. Gráficas de las variables principales del sistema de carga.

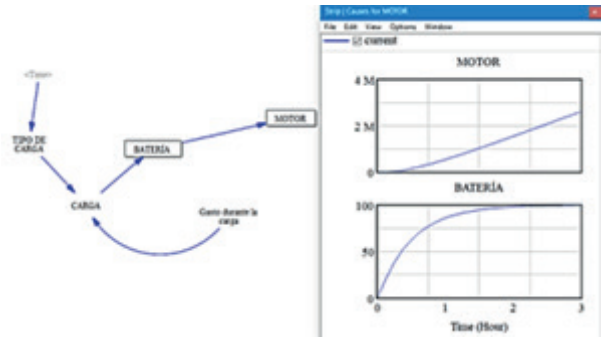
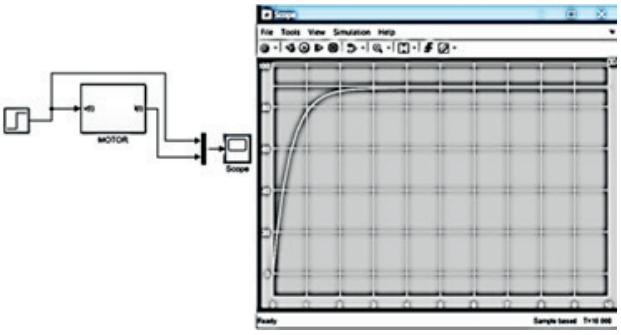


Figura 12. Gráfica de consumo de corriente en función de los parámetros del motor.



La batería expresa una carga total del 100% en un tiempo de 3 horas, mientras que el motor tiene un desplazamiento de casi 2.5 Millones de radianes durante esas 3 horas, lo cual, mediante conversiones, se puede obtener un aproximado de:

(2.5×10^6 radianes)/(3 horas)×(1 rev)/(2ϖ radianes)×(1 hora)/(60 min)=2,210.48 RPM

Simulink.
La gráfica de consumo de corriente por parte del motor en función de los parámetros del circuito equivalente según el tipo de motor a usar, así como el voltaje de entrada inducido por fase dan como resultado un comportamiento lineal en la mayor parte del tiempo analizado. Véase figura 12. Al jugar con los parámetros configurables, se obtiene que el comportamiento sigue siendo exponencial, sin embargo, la demanda de intensidad tardará en alcanzar el valor máximo.

IV. Conclusiones

En este trabajo se logró establecer un sistema dinámico para el análisis del modelo de carga para una batería del vehículo eléctrico con ayuda del software Vensim, dando las bases para establecer nuevas condiciones dependiendo de las características para un sistema en particular. Así mismo, se logró determinar el modelo matemático del circuito equivalente por fase del motor eléctrico a usar mediante la herramienta Simulink, permitiendo tener una interacción con los datos de entrada, así como los parámetros de ajuste del motor. Así, se promueve la interacción didáctica en este tipo de modelos a fin de facilitar el análisis, la comprensión y el razonamiento mediante el movimiento de las variables de estado.

V. Reconocimientos

Expreso mi impoluto agradecimiento a la Universidad Politécnica de Querétaro, así como al Verano de la Ciencia Regional, por brindar las facilidades y apoyos para la realización de la estancia. A la maestra Brenda Dublan por todo el apoyo y confianza durante el periodo de la estancia.

Referencias

González, I., 2021. Revolución Industrial: Aprendiendo a Evolucionar. [online] Predictiva21. Available at: https://predictiva21.com/revolucion-industrial-mexico/.
González Martínez, J., 2003. La producción en serie y la producción flexible. México, D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, pp.19 - 20.
Hyundai.com. 2021. El primer coche eléctrico. [online] Available at: https://www.hyundai.com/es/zonaeco/eco-drive/tendencias/primer-coche-electrico.
Circutor.es. 2021. El coche eléctrico, el transporte del futuro. [online] Available at: http://circutor.es/es/formacion/vehiculo-electrico/el-coche-electrico-el-transporte-del-futuro.
G. Patricia, Principios Básicos del Vehículo Eléctrico. [Grado de Ingeniería]. Universidad de Valladolid, Valladolid, Es, 2019.
Irurueta A. Lima J. Moreno N. Modelado y simulación de Baterías en Auto Eléctricos. [Grado de Ingeniería]. Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

Normatividad del uso de Agua Residual

Edith Karina Pérez Lara
Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón
División de Ingeniería Industrial
Blvd. del Valle No. 2301, Guardarrayas,C.P. 36413, Purísima del Rincón, Gto
lrs17110235@purisima.tecnm.mx

Nayeli Montalvo Romero
Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón
División de Ingeniería Industrial
Blvd. del Valle No. 2301, Guardarrayas, C.P. 36413, Purísima del Rincón, Gto.
nayeli.mr@purisima.tecnm.mx

Resumen — El agua contaminada trae consigo efectos negativos como enfermedades, escasez de alimentos degradación de los ecosistemas, alteraciones en el ciclo hidrológico entre otras, la situación grave es que el agua disponible para el consumo humano es poca. En esta investigación se analizó, sintetizo y se caracterizó el agua residual junto con las Normas Mexicanas que hay sobre el agua residual, se buscó en fuentes confiables para asegurar bridar información segura. Las normas son suficientes, aunque se debe de dar a conocer a todos los agricultores. Una manera de ayudar al medio ambiente es reusando el agua que tenemos en casa en otras palabras el agua residual doméstica, una vez conociendo los parámetros para su reusó correcto.

Palabras clave — Agua residual, agua contaminada, normas mexicanas.

Abstract — Contaminated water brings with it negative effects such as diseases, food shortages, degradation of ecosystems, alterations in the hydrological cycle, among others, the

serious situation is that the water available for human consumption is little. In this investigation, the wastewater was analyzed, synthesized and characterized along with the Mexican Standards on wastewater, it was sought from reliable sources to ensure safe information is provided. The standards are sufficient, although they must be made known to all farmers. One way to help the environment is by reusing the water that we have at home in other words, domestic wastewater, once the parameters for its correct reuse are known.

Keywords — Waste water, contaminated water, Mexican standards.

I. Introducción

La presente investigación es en torno a la insuficiencia de alimentos, a la contaminación y escases del agua dos temas importantes de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030. La escasez de alimentos es un problema mundial que requiere solución ya que ha ido aumentando en los últimos años, según la UNU las estimaciones actuales indican que cerca de 690 millones de personas en el mundo padecen hambre, es decir, el 8.9 por ciento de la población mundial si a esto le sumamos que hay alimentos, pero no son saludables para mantener una alimentación balanceada se vuelve difícil de atender, otro problema que requiere solución es que el recurso más importante del planeta "el agua" se ha ido acabando o contaminando gracias al desperdicio, al mal uso de las empresas como son industrias de cuero y textiles, a la sobreexplotación de mantos acuíferos, con la escases del agua limpia los agricultores optan por reusar el agua residual para el cultivo ya sean aguas negras o aguas grises las cuales no son analizadas a pesar de los índices contaminantes que suele tener el agua residual [1-2].

El crecimiento poblacional junto con la migración y la urbanización, aumenta el consumo del agua, crece en actividades como producción agrícola para tratar de abastecer de alimentos a la población, uso doméstico, industria entre otros, los efectos ambientales son que causan es la contaminación del agua, salinización del suelo, degradación de los ecosistemas, alteraciones en el ciclo hidrológico; puesto que hay evidencia indicando que las aguas residuales y los residuos sólidos no tratados con frecuencia transmiten enfermedades [3]. Esta investigación tiene como objetivo saber cuáles son las normas que regulan el uso de agua residual en el cultivo, cuáles son los parámetros que deben tener dicha agua.

II. Marco teórico

El agua es el recurso más importante de la humanidad sin el agua, la vida en el planeta no existiría, con ella se originó la vida y aún en nuestros días se sigue dependiendo de ella, el agua está compuesta por la combinación de dos átomos de hidrogeno y un átomo de oxígeno, inodora sin sabor, incolora sin color y liquida en temperatura ambiente, recurso limitado constituyente de todos los organizamos vivos todas las células dependen de ella tanto animales como vegetales tan solo el cuerpo humano se compone 70% de agua en promedio [2].

El agua disponible para ser usada por el hombre representa el 0.001% del agua estimada del planeta y equivale a entre 9000 y 14000 km3 al año, pero solo en algunas zonas, en México hay carencia de agua potable como es en el Valle de México [4]. Por lo que, la agricultura es el sector económico de mayor consumo de agua, ya que su gasto alcanza alrededor del 70% del agua total utilizada en el mundo. Las aguas contaminadas y la falta de saneamiento básico obstaculizan la erradicación de la pobreza extrema y de las enfermedades en los países más pobres según la ONU.

Las aguas residuales domésticas son aquellas que se obtienen de una casa-habitación después de que el agua potable es usada en actividades domésticas como la limpieza del hogar, cocina, sanitarios, preparación de alimentos entre otras. Las aguas residuales domesticas contienen materia orgánica como son proteínas, carbohidratos y lípidos provenientes de la cocina del hogar, también contienen materia inorgánica como lo son compuestos químicos como detergentes nitrógeno, fosforo, plomo, cobre entre otros.

Las aguas residuales domesticas se clasifican en dos aguas grises y aguas negras: las primeras son aguas provenientes de la cocina en la preparación de alimentos, lavado de utensilios, en el uso de la lavadora para lavar ropa, el uso de la ducha, entre otros. Las aguas grises se diferencian de las aguas negras por no tener bacterias fecales como Escherichia coli (E-Coli). Por otro lado, las aguas negras provienen directamente del excusado se alimentan de materia orgánica muerta generando descomposición y posteriormente aparición de malos olores y apariencia física objetable [6].

Por muchos años el agua residual domestica ha sido utilizada para el riego agrícola, aunque no es analizada se sigue usando, esto representa un riesgo para la salud pues constituyen una significativa fuente de agentes patógenos como virus, bacterias, protozoarios y helmintos que causan infecciones gastrointestinales en los seres humanos.

Las aguas residuales tratadas representan un potencial de aprovechamiento principalmente en regiones con escasez de agua, pero estas deben tener al menos un análisis para poder determinar si son aptas o no para su reusó en los cultivos para eso hay instituciones que regulan los parámetros con nomas como son: la Comisión Nacional del Agua, a través del Comité Técnico de Normalización Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales (COTEMARNAT); es la encargada de la elaboración de las Normas Mexicanas en materia de Análisis de Agua para aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas, lo anterior para fomentar el uso sustentable del agua y la calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento [7].

III. Materiales y métodos

En el presente estudio se realizó una búsqueda documental no experimental que consta de tres etapas, en las cuales se determinó la importancia de conocer la normatividad para el uso de agua reciclada, específicamente en el cultivo.

a) Etapa de análisis: En esta primera etapa se examinó los principales problemas los cuales son el mal uso del agua lo que lleva a su contaminación, una vez en agua contaminada en algunos lugares de México se usa en los cultivos, la primera búsqueda de información que se buscó en libros en línea la descripción y composición del agua, así como la importancia que tiene en los seres vivos esta información, posteriormente se buscó la escasez de agua en el país, esta búsqueda se realizó en Google encontrado en la página de Greenpeace México. También se realizó una búsqueda en la pagina oficial de la ONU debido a que se quería conocer más a fondo sobre la escasez de alimentos y contaminación del agua.

b) Etapa de caracterización: Para esta etapa se realizó la búsqueda de la caracterización del agua residual doméstica.

c) Etapa de normatividad: En esta última etapa se buscó información en Google en paginas oficiales como es la pagina del Gobierno de México y en documentos oficiales de México, la información de la investigación fue adquirida solo de México ya que se quieren conocer los parámetros tanto nacionales como regionales.

IV. Resultados

En la presente investigación se sintetizo la caracterización del agua residual domestica tomando los parámetros más importantes en la Tabla 1, podemos observar que algunos parámetros entre más concentración tengan el agua residual es mejor mas sin embargo muchos de ellos entre más concentración tengan el agua residual domestica causa un conflicto para poder tratarla, incluso si el agua residual es desechada en ríos el problema es mayor. Dentro de la investigación se encontraron varias normas sobre el agua residual, pero solo dos normas fueron encaminadas a el agua residual para el riego. En la tabla 2 se muestra las dos normas con su código, titulo y objetivo. Además la Fig. 1 se visualizan algunos de los parámetros encontrados en la norma NOM-CCA/032-ECOL/1993 de agua después de la limpiar una jerga, donde la demanda bioquímica no debe pasar los 120 mg/L, aluminio los 5 mg/L, el pH debe de estar entre 6.5 a 8.5, la conductividad eléctrica no debe pasar los 2000 micromhos/cm, el plomo de 0.5 mg/L, grasas y aceites 75 mg/L entre otros.

Finalmente, en la siguiente tabla 3 se muestran los parámetros con su rango o máximo permisible, el método que usan para la determinación de cada parámetro, la norma que establece dicho método y el o los instrumentos que usan para la identificación de cada parámetro.

Tabla 1- Parámetros fisicoquímicos del agua residual domestica [5,6]

Parámetros	Características
Solidos Totales	Tras una evaporación del agua 103-105°C, son aquellos que quedan como residuos
Solidos Sedimentables	Después de no agitarse una mezcla son aquellos que descienden fácilmente gracias a su peso y dimensión
Solidos disueltos	Son moléculas orgánicas, inorgánicas e iones disueltos en una mezcla
Color	El agua residual reciente suele ser gris; sin embargo, a medida que los compuestos orgánicos son descompuestos por las bacterias, el oxígeno disuelto en el agua residual se reduce y el color cambia a negro
Demanda Biológica de Oxigeno	Medida de la materia orgánica, se determina por la medición de oxígeno necesario para la degradación de la materia orgánica biológicamente
Demanda Química de Oxigeno	Mide la cantidad de un oxidante químico fuerte reducido por un residuo orgánico
pH	Cantidad de ion hidronio H+, expresada en moles por litro
Fosforo	Es un nutriente esencial para el crecimiento de las algas
Grasas y aceites	Compuestos orgánicos con mayor estabilidad, puede interferir en la vida biológica en aguas superficiales
Oxígeno disuelto	Es un gas que va siendo consumido por la actividad química y biológica. La presencia de oxígeno disuelto en el agua residual evita la formación de olores desagradables. La cantidad de oxígeno disuelto depende de muchos factores, como temperatura, altitud, movimientos del curso receptor entre otros

Tabla 2. Normas para el agua residual [7]

Norma	Titulo	Objetivo
NOM-001-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas.
NOM-CCA/032-ECOL/1993	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las aguas residuales de origen urbano o municipal para su disposición mediante riego agrícola.	Esta norma oficial mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las aguas residuales de origen urbano o municipal para su disposición mediante riego agrícola.

Fig.1. Parámetros de agua residual doméstica.

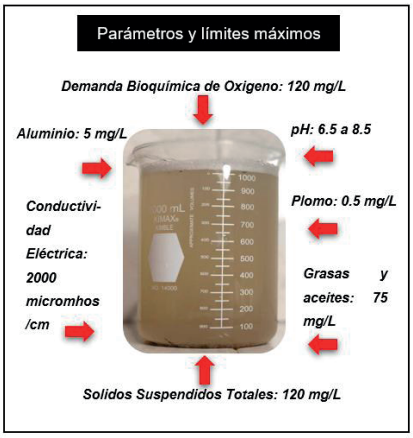


Tabla 3. Parámetros con rango, método, norma e instrumento de evaluación

Parámetro	Rango o máximo	Método	Norma	Instrumento
Sólidos sedimentables	75 mg/L	Método del cono Imhoff	NMX-AA-004-SCFI-2013	Cono de sedimentación tipo Imhoff
pH	6.5 a 8.5	Método de prueba (cancela a la nmx-aa-008-1980)	NMX-AA-008-SCFI-2000	Potenciómetro para determinación del pH
Temperatura	30 a 40 C°	Método de prueba (cancela a la nmx-aa007-1980)	NMX-AA-007-SCFI-2000	Termómetro
Nitrógeno total	40 mg/L	Método Kjeldah	NMX-AA-026-SCFI-2010	Sistema de digestión tipo Kjeldahl
Demanda bioquímica de oxígeno	120 mg/L	Método de incubación por diluciones	NMX-AA-028-SCFI-2001	Equipo de aireación con difusor
Fósforo total	20 mg/L	Métodos espectrofotométricos	NMX-AA-029-SCFI-2001	Espectrofotómetro

V. Analisis de resultados o discusión

A pesar de que el gobierno de México a elaborado normas para regular las aguas residuales, la mayoría de los agricultores siguen usando el sistema de canales de aguas negras o grises para el riego en sus campos que si bien en otros artículos no hacen mención sobre este problema hay que clarificarlo. Esta investigación solo documenta la información obtenida a través de artículos y paginas oficiales, al llevar a cabo la extracción de agua residual domestica se pudo observar que cada área de la casa tendría un proceso diferente para su reusó.

VI. Conclusiones y recomendaciones

Las normas establecidas por el gobierno de México están muy claras para llevarlas a cabo, aunque no todos los estados se involucran que sus agricultores realcen el análisis correcto. La información encontrada en artículos y paginas oficiales solo arrojaban datos de agua residual pero no de agua residual doméstica, considero que se debería hacer un análisis meticuloso sobre el agua residual domestica no en conjunto sino por áreas, una vez teniendo el análisis recomendar a las personas reusar, filtrar o tratar el agua con métodos sencillos para reusarla en algún huerto, ayudamos a la economía de las familias.

VII. Reconocimientos

Agradezco la oportunidad que me brindo mi asesora Nayeli Montalvo de poder participar en esta investigación y al Instituto Teológico de Purísima del Rincón por impartir el verano de la ciencia porque siempre podemos aprender algo nuevo todos los días.

Referencias

[1] G. Parada-Puig, (2012). El agua virtual: conceptos e implicaciones. Orinoquia, 16(1), 69-76.
[2] M. Guerrero El agua 5ta Edición Mexico: FCE, SEP, CONACyT, La ciencia 102 para todos, 2006
[3]
[Online] Available:
https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/23073/u281574.pdf?sequence=1
[4] J. Soto (2021, mayo 14) ¿Por qué en México hay escasez de agua? [Online] Available:
https://www.greenpeace.org/mexico/blog/10163/por-que-en-mexico-hay-escasez-de-agua/
[5] R.
[Online] Available:

https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/normas-mexicanas-83266
T. Sánchez, L. Alberto. Viabilidad de la reutilización de aguas grises en multifamiliares. BS thesis. Uniandes, 2006.
Rojas. "Sistemas de tratamiento de aguas residuales." Gestión integral de tratamiento de aguas residuales 1.1 (2002): 8-15.
[6]
Javeriana Facultad de Ciencias
[PhD Thesis] Pontificia Universidad [7] Página Oficial del Gobierno de México: Normas Mexicanas [Online] Available:
https://acortar.link/8I0Nqq
J. Córdoba- Gómez and L. A. García- Galindo. "Evaluación del efecto de los microorganismos eficaces (EM) sobre la calidad de un agua residual doméstica." (2008).

Importancia del uso de Plantas en la Purificación de Agua Residual

Graciela Escoto Zamudio
Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón
División de Ingeniería Industrial Blvd. del Valle No. 2301, Guardarrayas, C.P. 36413, Purísima del Rincón, Gto.
lrs18119007@purisima.tecnm.mx

Nayeli Montalvo Romero
Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón
División de Ingeniería Industrial
Blvd. del Valle No. 2301, Guardarrayas,
C.P. 36413, Purísima del Rincón, Gto.
nayeli.mr@purisima.tecnm.mx

Resumen — El uso de plantas es importante para la purificación de agua reciclada porque ayuda al ambiente a deshacer los desechos tóxicos que se pueden encontrar en el agua y que dañan el ambiente y por lo tanto a los seres humanos. Se cuenta con el beneficio de que algunas de esas plantas son de fácil acceso en los hogares, como son las ornamentales que se encuentran en los jardines como decoración y de forma inconsciente también depuran el agua. Se muestra una compilación de estas plantas con algunas de sus características físicas y químicas, su nombre común y la familia a la que pertenecen, también los metales que absorbe y una imagen que ayuda a identificarla fácilmente.

Palabras clave — Plantas purificadoras, fitorremediación, ornamental.

Abstract — The use of plants is important for the purification of recycled water because it helps the environment to get rid of the toxic waste that can be found in the water and that damages the environment and therefore human beings. It has the benefit that some of these plants are easily accessible in homes, such as the ornamental ones that are found in gardens as decoration and unconsciously also purify the water. A compilation of these plants is shown with some of their physical and chemical characteristics, their common name and the family to which they belong, also the metals that it absorbs and an image that helps to identify it easily.

Keywords — Purifying plants, phytoremediation, ornamental.

I. Introducción

El agua de ríos, mares y arroyos continuamente es expuesta a desechos químicos que pueden ser tóxicos para su vegetación y su suelo, esa agua algunas veces es utilizada para el riego de sembradíos de frutas o verduras destinadas para el consumo humano, que en gran medida resultan dañinas y trae consigo consecuencias negativas, es por eso que se han buscado alternativas para tratar de purificar esa agua que se expone, tratando de eliminar de ella metales que son nocivos, tanto para el ambiente como para las personas.

La finalidad de esta investigación es tratar de demostrar que existen plantas que cumplen con la función de absorber esos metales y desechos, ya que su composición física y química las hace perfectas para contar con esa capacidad, es necesario conocerlas para poder presentar alternativas que den solución al problema de la absorción de metales agresivos con la naturaleza.

II. Materiales y métodos

En el presente estudio se realizó una búsqueda documental no experimental, mediante la aplicación de 2 Fases, en las cuales se determinaron algunas de las plantas que pueden apoyar en la purificación de aguas residuales.

Fase 1: Búsqueda de la información; mediante una búsqueda por medio de internet, consultando artículos de revistas científicas, tesis e investigaciones de universidades de todo el mundo, especialmente en Latinoamérica.

Fase 2: Análisis de la información; la indagación se realizó en estudios de campo realizados humedales en los que se encontraban este tipo de plantas, las cuales, tiene la capacidad de absorber metales pesados y favorablemente las condiciones climáticas ayudan a que se desarrollen.

III. Resultados

En la Tabla 1 se muestran algunas de las plantas purificadoras de agua con su nombre común, nombre científico, características físicas y químicas, los metales que absorbe y su imagen. Así mismo en la Tabla 2 se muestran las plantas purificadoras de agua utilizadas en humedales artificiales con su nombre común, nombre científico, familia, características físicas y químicas, los metales que absorbe y su imagen.

Tabla 1- Plantas purificadoras de agua

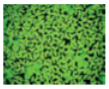
Nombre común	Nombre Científico	Familia	Características Físicas	Características Químicas	Metales que pueden absorber	Imagen
Junco	Juncus	Juncáceas	Planta con numerosos tallos cilíndricos, verdes, que llevan en la base, algunas vainas foliares. Las espiguillas están reunidas en agrupaciones densas y esféricas de color marrón.		Cromo, cadmio, níquel, cobre y zinc o compuestos orgánicos, incluyendo los derivados del petróleo.	
Enea	Typha	Typhaceae	Alcanza hasta 2 m de longitud, es propia de lugares palustres, y tiene largas hojas acintadas y tallos cilíndricos sin nudos, que llevan en el extremo innumerables florecitas formando una inflorescencia en espiga muy reconocible por su parecido con un puro.	Es una planta acuática, tolerante a la salinidad en el suelo, tiene un patrón de crecimiento alto por sus rizomas y es de alta capacidad competitiva. Es una planta ampliamente adaptable en zonas húmedas y afecta directamente los canales de riego y estanques de almacenamiento de agua.	Metales pesados, metales radioactivos, compuestos orgánicos y compuestos derivados del petróleo.	
Papiro	Cyperus papyrus	Cyperaceae	Planta herbácea de gran belleza. Su color puede variar entre un verde brillante y un color amarillento. Posee un rizoma grueso y poderoso que se extiende en el fango y del que surgen los esbeltos tallos que alcanzan los tres o cuatros metros, pudiendo en ocasiones llegar hasta cerca de cinco metros.	El papiro está compuesto de Celulosa, lignina, varios azúcares y minerales. Una planta acuática, está perfectamente adaptada para absorber y transferir agua y minerales. Debido a esto, el papiro tiene propiedades hidratantes, energizantes y revitalizantes.	Metales pesados	
Nenúfares	Nymphaea	Nymphaeaceae, Cabombaceae del orden Nymphaeales	Tiene un rizoma largo que llega a la superficie del agua, es carnoso, nudoso y feculento.	Se distingue del estrechamente emparentado nenúfar blanco boreal, *Nymphaea candida* JC.Presl 1822 , por el número de cromosomas en las células somáticas (2n = 84).	Hidrocraburos, plaguicidad, compuestos clorados.	
Lenteja de agua	Lemna minor	Araceae	Su tamaño es muy reducido, alcanzando de 2 a 4 mm de longitud y 2 mm de ancho. Es una de las especies de angiospermas más pequeñas que existen en el reino de las plantas	La lenteja de agua es una planta monoica, con flores unisexuales. Las flores masculinas están constituidas por un solo estambre y las flores femeninas consisten en un pistilo formado por un solo carpelo.	Ortofosfato, cadmio,selenio, cobre, cromo, níquel y plomo	
Salvinia	Salvinia	Salviniaceae	Es un helecho libre flotante con rizomas horizontales, la lanat se forma por internodos, nodos, un par de hojas flotantes, una raíz sumergida y brotes		Cadmio, cobre, plomo y zinc	

Tabla 2- Plantas purificadoras en Humedales Artificiales.

Nombre común	Nombre Científico	Familia	Características Físicas	Características Químicas	Metales que pueden absorber	Imagen
Enea	Typha	Typhaceae	Alcanza hasta 2 m de longitud, es propia de lugares palustres, y tiene largas hojas acintadas y tallos cilíndricos sin nudos, que llevan en el extremo innumerables florecitas formando una inflorescencia en espiga muy reconocible por su parecido con un puro.	Es una planta acuática, tolerante a la salinidad en el suelo, tiene un patrón de crecimiento alto por sus rizomas y es de alta capacidad competitiva.	Metales pesados, metales radioactivos, compuestos orgánicos y compuestos derivados del petróleo.	
Pasto Vetiver	sopogon zizanic	Gramínea	La hierba de la planta es de un color verde vibrante y crece recta y vertical. A diferencia de otros pastos, el sistema de raíces de Vetiver crece hacia abajo, lo que lo hace ideal para ayudar a prevenir la erosión y proporcionar estabilización del suelo.		Nitrógeno y fósforo	
Camalotes	chhornia crassip	Pontederiaceae	Las flores se disponen como espigas, son de color azul o violáceo y tienen una mancha amarilla en el tépalo superior. Esta hierba habita en arroyos y lagunas, y se distribuye en todo Uruguay.		N,S, P, Cu, Fe, Ni, Hg, Cd, Cr, Pd.	
Juncos	Juncus	Juncáceas	Planta con numerosos tallos cilíndricos, verdes, que llevan en la base, algunas vainas foliares. Las espiguillas están reunidas en agrupaciones densas y esféricas de color marrón.		Cromo, cadmio, níquel, cobre y zinc o compuestos orgánicos, incluyendo los derivados del petróleo.	
Carrizo	ragmites austra	Gramínea	Es una planta estolonífera rizomatosa de estación cálida que crece de dos a cuatro metros de altura, con limbos foliares lisos y planos, de 1 a 5 cm de ancho y 15 a 45 cm de largo.	Celulosa (42,5-45%), lignina (22-24%), pentosanos (24-27%), ceras grasa y resinas (1-5,6%) y sustancias minerales (4,7-5,6%).	Metales pesados	
Totoras	enoplectus califo	Cyperaceae	Es una planta de raíz acuática que crece en lagos y humedales, con una longitud promedio de 3.5m y diámetro de 2.5cm, su crecimiento es muy rápido y por lo tanto su capacidad de renovación, pudiendo volver a cosecharse cada seis meses.		N,S, P, Cu, Fe, Ni, Hg, Cd, Cr, Pd.	
Repollitos de agu	Pistia stratiotes	Araceae	Tiene un aspecto atractivo gracias a sus hojas de hasta 14 cm de largo dispuestas en roseta, ligeramente onduladas, de color verde claro y cubiertas con pelos cortos que atrapan burbujas de aire.	Es la variedad más habitual en las regiones donde no se da naturalmente la lechuga, puesto que puede cultivarse	Iones de cobre	
Espargamios	Sparganium	Sparganiaceae	Plantas vasculares que se reproducen mediante esporas en vez de semillas. Son perennes, generalmente herbáceas, que a menudo mueren en invierno, aunque en regiones templadas y tropicales siempre permanecen verdes.		N,S, P, Cu, Fe, Ni, Hg, Cd, Cr, Pd.	
Tezontle	Mammillaria		Es un material considerado inerte, con valores de pH cercanos a la neutralidad, baja CIC, buena aireación, y con capacidad de retención de humedad que es dependiente del diámetro de la partícula; adicionalmente no contiene sustancias tóxicas y tiene estabilidad física	Tiene valores de pH, CE, CIC y contenido de materia orgánica de 7.1, 0.08 dS/m, 2.7 cmol/Kg y 0 %, respectivamente.	N,S, P, Cu, Fe, Ni, Hg, Cd, Cr, Pd.	

En la Tabla 3 se muestran las plantas ornamentales utilizadas en humedales artificiales con su nombre común, nombre científico, familia, características físicas y químicas, los metales que absorbe y su imagen.

Tabla 3- Plantas Ornamentales en Humedales Artificiales.

Nombre común	Nombre Científico	Familia	Características Físicas	Características Químicas	Metales que pueden absorber	Imagen
Planta paraguas	cyperus alternifolius	Cyperaceae	Una planta perenne rizomatosa nativa de Madagascar que alcanza una altura de 50 hasta 150cm. De un rizoma corto y horizontal brotan los tallos, que crecen erguidos y son obtuso-trigonus, lisos y finamente escabrosos. Las hojas son acintadas, de 1cm de grosor o menos, y de color verde.	Buena adaptación dentro de los humedales artificiales	Metales pesados	
Lirio de Siberia	iris sibirica	Iridaceae	Planta de flores azul violeta, raramente blancas, normalmente 1-3 que brotan en tallos huecos de hasta 120 cm, normalmente con 3 hojas caulinares pequeñas. Flores de cabillo largo procedentes de espatas marrones.	Ideal para ornamentar jardines	Metales pesados	
Ave del paraíso	strelitzia reginae	Strelitziaceae	Es una planta perenne que no tiene tronco, sino varios tallos herbáceos de considerable grosor que "nacen" verticalmente de un rizoma grande y subterráneo. Las hojas miden entre 50 centímetros de longitud y 30 centímetros de anchura. Son verde oscuras, lustrosas y largas.	Sus inflorescencias asumen coloraciones amarillo-naranja	Sólidos Suspendidos Totales, Nitrógeno, Fósforo y Patógenos	
Anturios	Anthurium	Araceae	Presenta unas elegantes hojas de gran tamaño y de color verde muy intenso. Éstas son gruesas, ovales, por lo general acorazonadas y se desarrollan de forma altema.	Dispone de sustratos ligeramente ácidos con una densidad aparente aproximada de 0.60 kg.cm-3 y contenido aproximado de materia orgánica de 25 %	Aguas residuales	
aneas	Typha	Typhaceae	Alcanza hasta 2 m de longitud, es propia de lugares palustres, y tiene largas hojas acintadas y tallos cilíndricos sin nudos, que llevan en el extremo innumerables florecitas formando una inflorescencia en espiga muy reconocible por su parecido con un puro.	Es una planta acuática, tolerante a la salinidad en el suelo, tiene un patrón de crecimiento alto por sus rizomas y es de alta capacidad competitiva. Es una planta ampliamente adaptable en zonas húmedas y afecta directamente los canales de riego y estanques de almacenamiento de agua.	Metales pesados, metales radioactivos, compuestos orgánicos y compuestos derivados del petróleo.	
Iris	Iris ppl	Iridaceae	Poseen tallos florales largos y erectos, que pueden ser simples o ramificados, macizos o huecos y aplanados o con secciones circulares transversales. Las hojas, en número de 3 a 10, en forma de espada forman una densa masa en la parte basal de la planta. Las especies bulbosas tienen hojas basales cilíndricas.	Es una especie de la familia Iridaceae, es la variedad de jardín más común de los iris barbados. Es una planta bulbosa perenne que se considera invasiva por su facilidad de propagación.	14 metales y un metaloide	

IV. Discusión (o análisis de resultados)

Existe una gran variación de plantas que existe al tratamiento de aguas residuales que se pueden utilizar como una alternativas económica y muy ecológica, ya que algunas de ellas son fáciles de conseguir y mantener incluso en nuestras casas.

V. Conclusiones y recomendaciones

El uso de plantas purificadoras de agua para absorber metales y desechos agresivos con la naturaleza nos brinda una solución económica y sencilla ante los grandes problemas de contaminación, ya que en su mayoría este tipo

de plantas se reproducen de forma sencilla y abundan en las zonas donde existe mucha humedad lo que hace más fácil que cumpla con esa función de purificar y absorber. Es importante resaltar el uso de plantas ornamentales, ya que estas abarcan un campo más importante que es en el hogar, ya que además de decorar nos ayudan a purificar el agua de forma sencilla

VI. Reconocimientos (o agradecimientos)

Agradezco principalmente al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón por brindarme la oportunidad participar en este Verano de la Ciencia y brindarnos el apoyo necesario para realizarlo. A la M. I. I. Nayeli Montalvo por asesorarme e invitarme a formar parte de esta edición, sin ella esto no habría sido posible. A mis compañeras Karina Pérez y Ana Jasso por acompañarme de igual manera en este camino. Y a mi familia que me han brindado su apoyo y amor incondicional en todo momento.

Referencias

[1] C. Frers. (2008). El uso de plantasacuáticaspara el tratamiento de aguas residuales. [Online].Available:(11),301+. https://link.gale.com/apps/doc/A233503104/IFMEu=anon ~93040fd9&sid=googleScholar&xid=a996a609

[2] J. B. Díaz. (2004). Museo virtual de la ciencia.[Online].Available: http://museovirtual.csic.es/profesores/tecnologias/webenea/ene_1.htm

[3] M. B. Aretxabaleta. (2001, enero). Plantas para la eternidad. [Online]. Available: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-73562001000100026&script=sci_arttext

[4] Á. Canales. (2010, diciembre). Evaluación de la biomasa y manejo de Lemna gibba (lenteja de agua) en la bahía interior del Lago Titicaca, Puno. [Online]. Available: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162010000200004

[5]W. Llatance, J. Emiliani, D.Bergara, L. Salvatierra, L. Pérez. (2019). Caracterización de los mecanismos de fitorremediación de Salvinia sp. frente a la exposición a metales pesados y su impacto sobre la fisiología vegetal. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/343139982_Caracterizacion_de_los_mecanismos_de_fi torremediacion_de_Salvinia_sp_frente_a_la_exposicion_a_metales_pesados_y_su_impacto_sobre_la_fisiologia_vegetal

[6] C. Carrión, C. Ponce, S. Cram, I. Sommer, M. Hernández, C. Venegas. (2012, septiembre). Aprovechamiento potencial del lirio acuático (Eichhornia crassipes) en Xochimilco para fitorremediación de metales. [Online]. Available: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405- 31952012000600007

[7] D. A. Ramírez. (2007, febrero 22). Ecología del esparto (Stipa tenacissima L.) y los espartales de la Península Ibérica. [Online]. Available: http://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/458

[8] D. Torres, A. Cumana, O. Torrealba, D. Posada. (2010, junio) . Uso del vetiver para la fitorremediación de cromo en lodos residuales de una tenería. [Online]. Available: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342010000200005&script=sci_arttext

[9] P. Gerrisen, C. Ortíz, R. González. (2009, abril). Usos populares, tradición y aprovechamiento del carrizo: estudio de caso en la costa sur de Jalisco, México. [Online]. Available: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-84212009000100009

[10] E. García, E. Hernández, E. García, O. Acevedo (2010). Contenido y traslocación de plomo en avena (avena sativa, l.) y haba de un suelo contaminado. [Online]. Available: http://www.scielo.org.mx/pdf/rcscfa/v17n1/v17n1a3.pdf

[11] Torres, G. (2007). Revista Latinoamericana de Recursos Naturales. Obtenido de http://revista.itson.edu.

mx/index.php/rlrn/article/view/84
[12] S. Martín. (2000). Estudio preliminar de la fitoremediación de cobre divalente mediante Pistia stratioides (lechuga de agua). [Online]. Available: http://www.suelos.org.ar/publicaciones/vol_2n1/Mart%EDn.pdf
[13] J. F. Hidalgo. (2007). Aprovechamiento de la Totora como Material de Construcción. [Online]. Available: https://blogs.upm.es/ricsat/wp-content/uploads/sites/388/2017/04/T esis-T otora- Material-de-Construccion-JFHC-opt.pdf
[14] G. Torres. (2007, junio). Estudio preliminar de la fitoremediación de cobre divalente mediante Pistia stratioides (lechuga de agua) . [Online]. Available: http://revista.itson.edu.mx/index.php/rlrn/article/view/84
[15] A. Cruz, J. Campos, M. Vázquez. (2008, abril). Las colas de caballo: plantas únicas. [Online]. Available: https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol21num1/articulos/colascaballo/index.htm l
[16] A. Rivas, D. Paredes.(2014). Sistemas de humedales para el manejo, tratamiento y mejoramiento de la calidad del agua. [Online].Available: http://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros_html/sistemas- de-humedales/files/assets/common/downloads/publication.pdf
[17] F. Belmonte, A. Romero, J. Moreno. (2010). Contaminación ambiental por estériles mineros en un espacio turístico en desarrollo, la sierra minera de Cartagena-La Unión (Sureste de España). [Online]. Available: https://revistas.um.es/turismo/article/view/109551
[18] Á. M. Arango. (2013). Biosistema integral de tratamiento de aguas residuales domésticas. Diseño, construcción y evaluación. [Online]. Available: http://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/1054
[19] A. García, S. Martínez, M.A. Terrero, A. Faz, M.A. Muñoz, M. Gómez. (2019). Fitorremediación de aguas residuales industriales en humedales artificiales para uso agrícola. [Online]. Available: https://zaguan.unizar.es/record/84481/files/3439.pdf
[20] C. Carrión, C. Ponce, S. Cram, I. Sommer, M. Hernández, C. Venegas. (2012). Aprovechamiento potencial del lirio acuático (Eichhornia crassipes) en Xochimilco para fitorremediación de metales [Online]. Available: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405- 31952012000600007

Monitoreo de la humedad del suelo de plantas individuales mediante IoT

Carlos Antonio Muñoz Malpica
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato-Silao km. 12.5 Col. El Copal, Irapuato, Guanajuato
antoniomunozm16@gmail.com

Adolfo Rafael López Núñez
Carretera Irapuato-Silao km. 12.5 Col. El Copal, Irapuato, Guanajuato
adolfo.ln@irapuato.tecnm.mx

Resumen — En este trabajo se presenta el desarrollo de un sistema de monitoreo para la humedad de plantas individuales, dicho sistema consta del circuito, aplicación web y servidor, en el sistema se utiliza MQTT como protocolo de comunicación y una máquina virtual como servidor. Además, se presenta el desarrollo de un circuito electrónico que adecua las señales de los sensores y envía los datos de estos. Los resultados obtenidos muestran el correcto funcionamiento de un sistema que monitorea, muestra y respalda los datos obtenidos además de realizar un riego adecuado basado en límites que el usuario establece.

Palabras clave — IoT, Monitoreo de humedad, Riego controlado.

Abstract — In this work is presented the development of a monitoring system of the humidity of individual plants, this system consists on the circuit, the web application and a server, in the system, MQTT is used as a communication protocol and a virtual machine as a server, moreover, the design of the electronic circuit that is used for conditioning the signals of the sensors and sends data of the process is presented. The obtained results show the correct operation of a system that monitors, displays and backups the obtained data in addition to performing adequate irrigation based on limits that the user establishes.

Keywords — IoT, Humidity monitoring, Controlled irrigation.

I. Introducción

El internet de las cosas se entiende como la conectividad de un objeto físico individual a internet, dándole a este objeto una identidad única dentro de una red de dispositivos, donde puede compartir datos de interés a otros objetos inteligentes o a usuarios que precisan de dicha información, lo anterior mediante un protocolo de comunicación para posteriormente realizar un proceso, y aunque cotidianamente se piensa en conectar a internet dispositivos como celulares, computadoras o tabletas, se puede realizar la conexión de casas, ropa, electrodomésticos y lo que en este documento se pretende, plantas mediante sensores y actuadores [1-2] para poder controlar de manera precisa y automática el proceso de riego de una planta.

II. Metodología

La implementación del servidor se realizó mediante el uso de servicios web de Amazon, dicho servicio es una máquina virtual a la cual se le proporcionó como sistema operativo Linux Ubuntu debido a que este es gratuito, no hace uso excesivo de recursos de procesamiento y sobre todo porque el broker EMQTT, el cual es usado como broker en este trabajo, está disponible para dicha plataforma, además, para una rápida implementación se utilizó el panel de control Vesta para administración del servidor. La instalación de éste panel gratuito y todas las demás herramientas necesarias para instalar en el sistema operativo, se realizan mediante un cliente SSH conectado al servidor [3] y un paquete de archivos correspondiente a la herramienta a instalar, para el caso de Vesta, se puede descargar desde la página oficial junto con su documentación [4].

Después de haber instalado el panel de control y broker EMQTT [5] en Linux, es necesario configurar las bases de datos (para guardar datos de los dispositivos posteriormente), protocolos FTP y SFTP si se desea usarlos, un dominio asignado al servidor, opcionalmente certificados SSL, y configurar los puertos que se usarán.

Con el servidor listo, ya se tiene donde alojar la aplicación web y administrar los datos de los dispositivos IoT que se conecten; la aplicación web se desarrolló con base a una plantilla de panel de control (o también llamado dashboard) llamado FlatKit, existen muchas otras plantillas que se pueden usar para poder realizar una implementación más rápida.

Para editar la plantilla, se tiene que modificar el archivo dashboard.html, para editar el código de la página se usó Visual Studio Code. En este caso, como lo que se desea es monitorear la humedad de la tierra en una planta, en la interfaz gráfica de la aplicación web se añadieron indicadores de porcentaje de humedad en la tierra en tiempo real, por otro lado, se mostrará en la parte de abajo del indicador de porcentaje, una gráfica que muestra el valor promedio de humedad de los últimos siete días, y la cantidad de agua que se le ha administrado al regar la planta. Otras características que se añadieron a la interfaz, son el listado de los dispositivos vinculados y que es posible mostrar, dado que en este caso puede ser más de uno, sin embargo, para el desarrollo de este trabajo, solamente se implementó un prototipo físicamente, por otro lado, se agregó un espacio para definir las humedades máximas y mínimas de cada planta.

Terminada la interfaz, es necesario programar las funcionalidades de los elementos que interactuarán con el usuario, para esto se utilizó lenguaje PHP, dicha programación se realizó dentro del mismo fichero “dashboard.html”, y, para que se ejecute el código escrito en PHP, se tiene que cambiar la extensión del documento a “.php”, es decir, renombrar ahora al archivo “dashboard.php”

Cada acción se implementó en una función para su fácil uso, y, para poder implementar cambios en un objeto de la interfaz, es necesario realizarlo mediante una etiqueta asignada a cada uno de los elementos, esto con la finalidad de tener un mejor orden.

Las funciones que se implementaron se muestran en la figura 1, donde en la figura 1a se observa un vector de datos, éste será usado para definir los parámetros que se tomarán en cuenta al conectarse al broker. En la figura 1b se hace uso de los datos anteriores y se conecta al websocket del broker EMQTT, si se conecta satisfactoriamente, se procede a suscribirse al tópico “humidity”, a donde los dispositivos IoT publicaran los datos obtenidos.

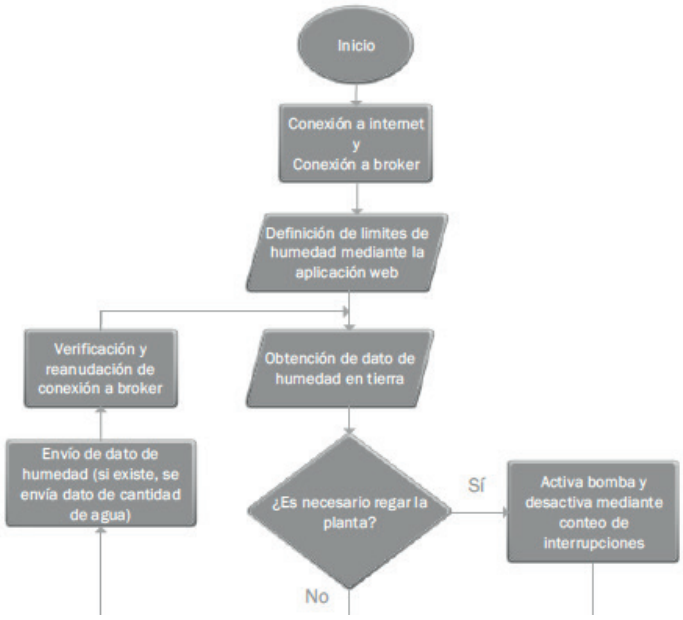
En la figura 1c se separan los datos separados por comas y se asignan a sus correspondientes variables, por último, se actualizan los valores mostrados en la interfaz, como se observa en la figura 1d.

Después de tener listos el servidor e interfaz se procede a programar el dispositivo IoT, para esta aplicación se optó por utilizar la placa NodeMCU ESP32, esta placa tiene integrado un módulo WiFi con el cual se realiza la conexión a internet y convertidores analógico-digital que son necesarios para hacer uso del sensor de humedad. El programa se realizó siguiendo el diagrama de flujo que se muestra en la figura 2, donde primeramente se realiza un enlace mediante WiFi y se conecta al broker mediante un websocket del broker EMQTT, si todo

sale bien, se definen los niveles de humedad en los que el usuario desea que se mantenga la planta, siendo un mínimo el nivel al cual se comenzará a regar la planta y un máximo el cual es el nivel al que se detendrá el riego. Posteriormente se procede a obtener el dato de humedad de la tierra mediante un sensor de humedad analógico, el valor obtenido se convierte a porcentaje de humedad, y se compara con los indicados por el usuario, si es necesario, se riega, al encender la bomba, se resetea un contador de pulsos que proporciona el caudalímetro y al nivel máximo de humedad indicado, la bomba se detiene, finalmente se calculan la cantidad de agua proporcionada, pulsos contados y se envían estos dos datos junto con el de humedad al servidor. Finalmente, debido a que es posible que el broker desconecte el dispositivo por inactividad, se renueva la validación para que esto no ocurra.

Fig. 1. Funciones PHP definidas.

Fig. 2. Diagrama de flujo para programa de ESP32.

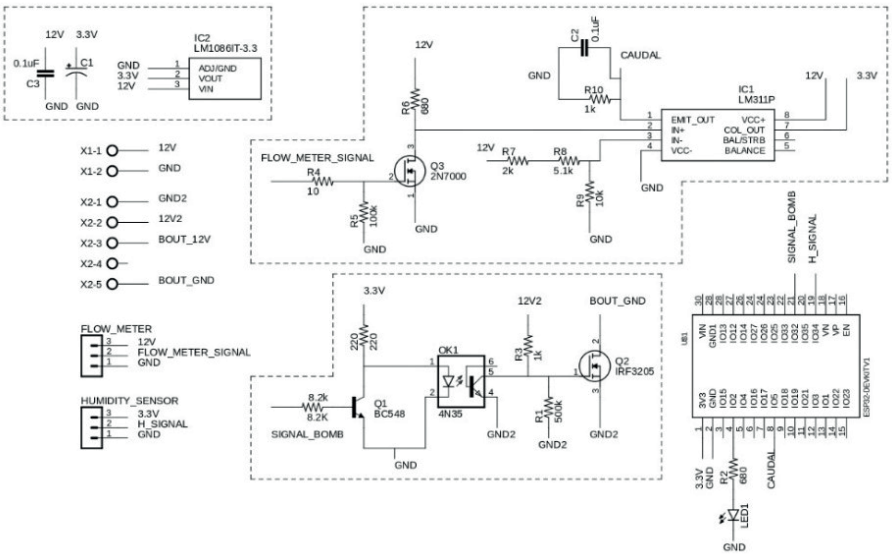


Por parte del prototipo, se realizó una caracterización del caudalímetro, esto debido a que el número de pulsos no es consistente al hacer pasar un líquido por este; la caracterización se realizó mediante el conteo de pulsos al hacer pasar un litro de agua por el caudalímetro, se realizaron 40 pruebas y en promedio se obtuvieron 534 pulsos por litro.

Por otra parte, se diseñó el circuito que se muestra en la figura 3, en dicho diagrama se muestran de manera separada las etapas del mismo. En la parte superior izquierda se muestra un regulador de voltaje junto con sus filtros capacitivos, debajo del regulador se observan las terminales necesarias para la conexión de fuentes, bomba, los sensores de humedad y caudalímetro. En la parte superior derecha se muestra la etapa de acondicionamiento para la señal del caudalímetro, debido a que este se energiza a 12ηy el ESP32 maneja voltajes de 3.3η en esta etapa la señal se acopla con un MOSFET de pequeña señal 2N7000 a un comparador LM311P, esto debido a que si se conecta la señal directamente en la terminal no inversora, el voltaje tiene una caída de tensión y la transición de un estado lógico bajo a alto es muy tardada, dicha señal se compara con un voltaje de 7η el circuito LM311P cuenta con una salida a colector abierto, esto se aprovecha para obtener una señal de salida de máximo de 3.3ηla cual es la señal que toma el ESP32 y realiza el conteo de pulsos mediante interrupciones.

En la parte inferior de en medio se observa la etapa de encendido para la bomba, el transistor de salida del optoacoplador adecua la señal a 12ηpara activar el MOSFET IRF3205, el cual controla el flujo de corriente de la bomba, cabe destacar que es posible hacer uso de bombas con voltajes de hasta 48mη o si se requiere, añadir un relevador para acoplar alguna bomba de AC. Por último, se observa en la parte inferior derecha la placa ESP32, y sus respectivas conexiones.

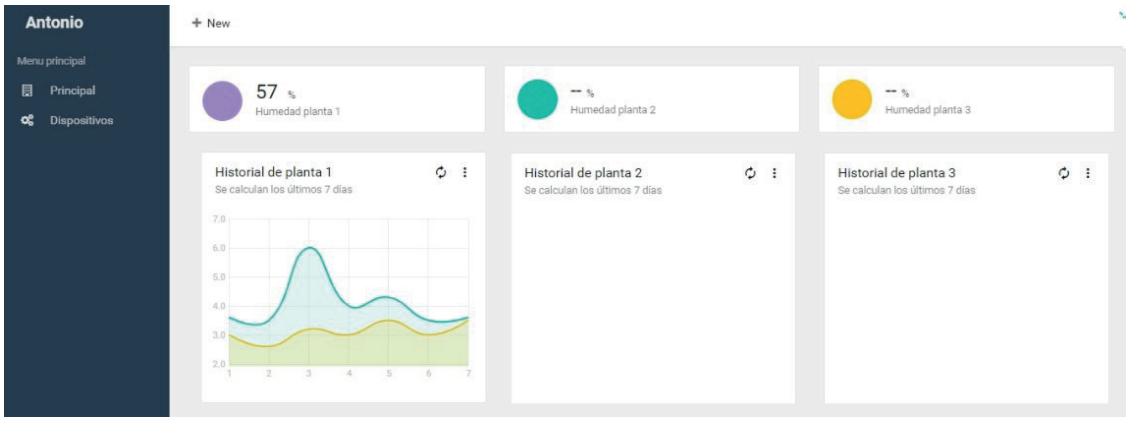
Fig. 3. Diagrama esquemático del circuito.



III. Análisis de resultados

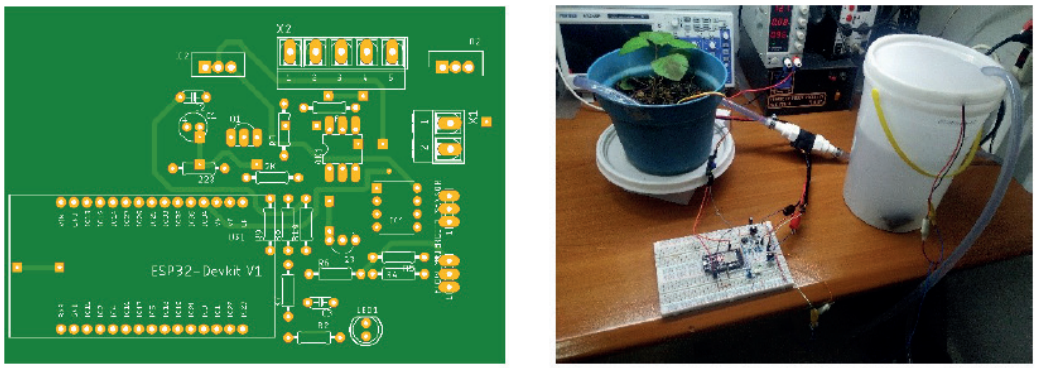
El tener una interfaz de usuario ya sea en una computadora o dispositivo móvil para el monitoreo de un sistema resulta muy útil al poder definir los parámetros deseados y observarlos desde cualquier equipo, la interfaz o panel de la aplicación web se muestra en la figura 4, la presentación de esta aplicación se puede adaptar a dispositivos móviles y computadoras, se pueden guardar los datos recabados y examinarlos mediante consultas de bases de datos, además se aprecia que se pueden añadir al sistema más dispositivos.

Fig. 4. Interfaz de usuario o panel del sistema de monitoreo.



La implementación realizada se observa en la figura 5, donde en 5a se muestra la PCB diseñada por ambos lados, dicha placa tiene las dimensiones de 10cm x 7.5cm, además en 5b se muestra el sistema implementado en una plantilla de pruebas.

Fig. 5. a) Circuito impreso diseñado para el sistema de monitoreo.



a) b)

IV. Conclusiones

Se logró el desarrollo de un sistema basado en IoT capaz de monitorear la humedad de plantas mediante actuadores y sensores. Este sistema no se limita a una sola planta, ni para un solo tipo de dato, sino que se puede expandir a un mayor número de plantas, esto como un trabajo a futuro. Además, es posible implementar el monitoreo de parámetros como el PH, temperatura, entre otros para plantas o un terreno.

V. Agradecimientos

Agradezco profundamente al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, a mi asesor Adolfo Rafael López Núñez por el apoyo y orientación que me brindó para la realización de esta investigación.

Referencias

[1] S. Madakam, R. Ramaswamy, and S. Tripathi, "Internet of Things (IoT): A Literature Review," J. Comput. Commun., vol. 03, no. 05, pp. 164–173, 2015, doi: 10.4236/jcc.2015.35021.
[2] M. Marinelli, M. Kurtz, R. Urquijo, and G. Wurm, "Control de cámara de germinación hidropónica me-

diante IoT, broker Mosquitto y placas SBC en invernaderos de la provincia de Misiones," in XXVI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC)(Modalidad virtual, 5 al 9 de octubre de 2020), 2020.
[3] Amazon, "Conectarse a la instancia de Linux con SSH," 2021. [Online]. Available: https://docs.aws.amazon.com/es_es/AWSEC2/latest/UserGuide/AccessingInstancesLinux.ht ml.
[4] Vesta, "Install Vesta," 2021. [Online]. Available: https://vestacp.com/install/.
[5] E. E. Team, "MQTT broker installation," V2.0. [Online]. Available: https://emqtt.io/docs/v2/install.html.

Automatización electroneumática de sistema dosificador por gravedad de productos granulados y en polvo

Sandra Jacqueline Martínez Gómez
Tecnológico Superior de Irapuato Carretera Irapuato-Silao Km. 12.5, Irapuato, Gto.
LIS17110064@irapuato.tecnm.mx

Juan Pablo Razón González
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Irapuato Carretera Irapuato-Silao Km. 12.5, Irapuato, Gto.
juan.rg@irapuato.tecnm.mx

Resumen — Con el paso de los años, se ha tenido la necesidad de diseñar un sistema que mejore el control de dosificación para productos granulados y en polvo, esto por las distintas problemáticas que se pueden presentar durante el proceso de dosificación de contenedores, lo cual por medio de estudios e investigaciones se pretende diseñar un sistema que elimine el margen de imprecisión que se presenta al momento de la dosificación de productos granulados y en polvo.

La tarea general de la dosificación es reunir distintos productos siempre en la proporción adecuada, lo cual permite controlar la concentración de los productos agregados, asegurando que la mezcla final del producto sea homogénea [1].

Palabras clave — electroneumática, palabra clave 2, palabra clave 3.

Abstract — Over the years, there has been the need to design a system to improve the dosing control for granular and powdered products, due to the various problems that may arise during the process of dosing containers, which through studies and research is intended to design a system that eliminates the margin of inaccuracy that occurs at the time of dosing of granular and powdered products.

The general task of dosing is to bring together different products always in the right proportion, which allows to control the concentration of the added products, ensuring that the final product mixture is homogeneous.

Keywords — electropneumatics, keyword 2, keyword 3.

I. Introducción

Durante la realización de algunos procesos industriales, se presenta con frecuencia diversos problemas como la falta de calidad en la realización del proceso lo que conlleva a tener desperdicios de material generados por el mal funcionamiento o aplicación del proceso, ya que para todo proceso industrial la planificación y programación de tiempos de producción, es fundamental para que reduzca el tiempo de cambio entre los ciclos de producción, minimice los materiales desperdiciados y se ejecuten prácticas de fabricación eficaces.

Entonces para mejorar el proceso y la minimización de desperdicios producidos durante la dosificación de a granel y/o polvo se realizará el diseño de un sistema electroneumático con el cual se pretende optimizar los tiempos de respuesta y tener un mejor control en la dosificación.

Para poder analizar el funcionamiento del nuevo sistema dosificador se utilizará el programa Festo Fluid-sim®, el cual nos permitirá simular y observar el comportamiento del sistema, y se podrá determinar si su funcionamiento es el adecuado para la aplicación requerida.

II. Marco teórico

El flujo másico, es la magnitud que expresa la variación de la masa en el tiempo. Esta característica es utilizada en sistemas como lo son tuberías, toberas, turbinas, compresores, difusores y para este caso las válvulas dosificadoras, actúan sobre un fluido o material siendo para este fertilizante en polvo lo que pasará a través del sistema. Su unidad es el Kg/s [2].

La presión representa la fuerza (F) aplicada o ejercida sobre una superficie (A), su fórmula está dada por:

$P = F\,(N/m2)\ (1)\ A$

Se puede expresar el flujo másico como la densidad (ρ), por un diferencial de volumen mostrado como se muestra en la Ecuación 1 [3] y [4].

Dónde:

m = Gasto másico

V = Velocidad del flujo

S = Área del tubo corriente

$m=(\ )(\ v)=(\ )(Q)\ (2)$

Donde se refiere al gasto del material que está fluyendo por el sistema y el cual se requiere controlar para la apertura y cierre de la válvula dosificadora. Es de suma importancia tener en consideración la importancia del cálculo del flujo del a granel y polvo que vaya a circular por el sistema en todo momento, ya que de no ser así el sistema dosificador se comportaría de una manera repetitiva o automática y en ciclos repetitivos, dando como resultado flujos de fertilizante de manera irregular y variable en cualquier momento en que este accionado nuestro sistema dosificador de productos granulados y en polvo, además de que se presentará un descontrol de la dosificación del producto. Por lo tanto, la razón por la que se debe de considerar también es la superficie del sistema por donde será transportado el fertilizante en polvo, por lo tanto, se debe utilizar de otra manera la Ecuación 2 donde el volumen es modificado como se muestra a continuación. Este volumen a su vez se puede expresar como el producto de una superficie (S) que representa el ancho de la tubería entrante, normalmente y en este caso se refiere a las tuberías que conectan al sistema dosificador con la válvula dosificadora, que también puede depender de la posición por un diferencial de longitud siendo este la porción de dicha tubería cuyo contenido entra en el sistema por unidad de tiempo y donde la expresión se modificará como se muestra en la siguiente Ecuación 3 [3] y [4].

$m=(\ )(S)(\ r)\ (3)$

En ocasiones es mucho más sencillo generalizar o realizar un análisis basándose en un modo ideal y que para el

diseño del sistema dosificador sirve de una manera más eficaz y para lo cual se utiliza. Normalmente se supone un flujo unidimensional, es decir, con unas densidades y secciones constantes e independientes de la posición lo que permite reducirlo y es mostrado en la Ecuación 4 [3] y [4].

m= VS (4)

ρ = Densidad del fluido o material

De acuerdo a las formulas se obtuvo una tabla de tiempos de acuerdo al peso del producto como se muestra a continuación.

Tabla 1. Tiempos de dosificación

Tiempo de dosificación	Peso despachado
1 minuto	2.3620 Kg/min
2 minutos	4.724 Kg/min
3 minutos	7.086 Kg/min
4 minutos	9.448 Kg/min
5 minutos	11.81 Kg/min
10 minutos	23.6206 Kg/min
15 minutos	35.4309 Kg/min

III. Materiales y métodos

Para la realización del diseño se inició con el desarrollo de varias simulaciones, esto con la finalidad de seleccionar el diseño más adecuado de acuerdo a las necesidades de nuestro sistema, las características con las que debe contar dicho sistema es que, mediante un temporizador el cual nos dara la pauta de cuanto tiempo debera estar abierto el sistema para dosificar una determinada cantidad de producto, y mediante un contador de ciclos nos dara la pauta de cuantas veces se repetira dicho proceso.

Los materiales con los que contara el diseño son los siguientes:

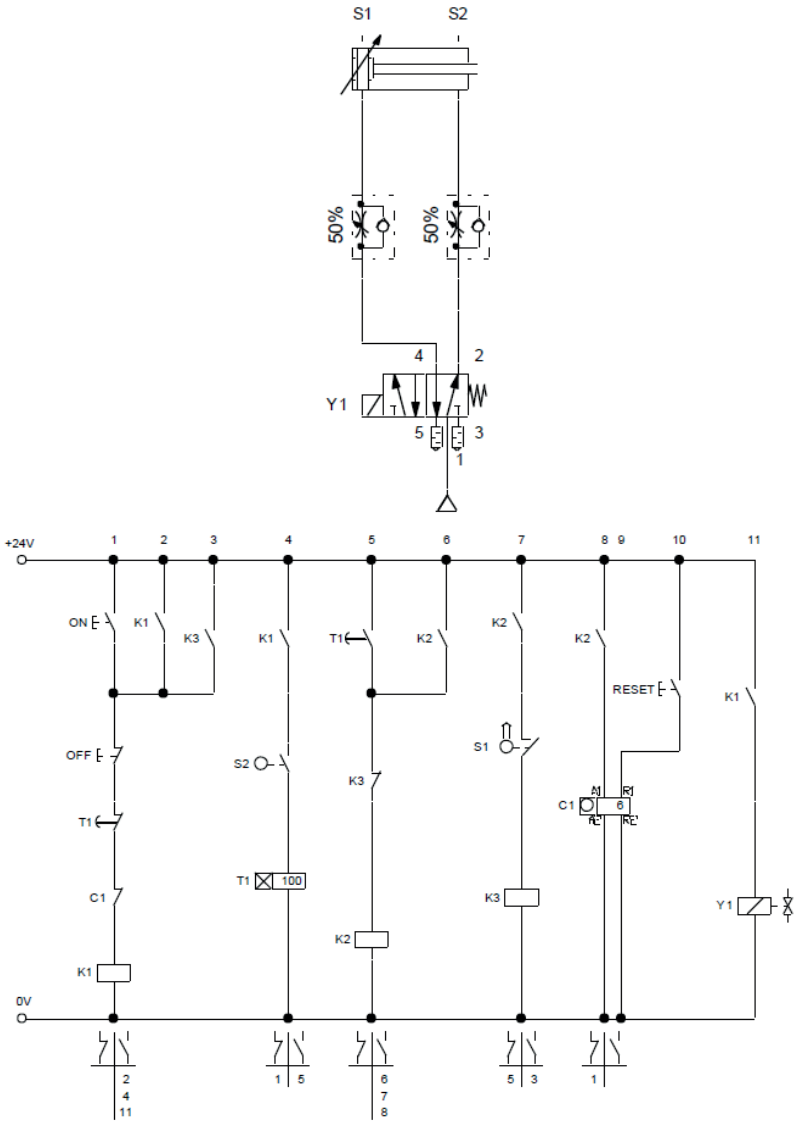
- 2 Valvulas antiretorno estranguladoras
- 1 Cilindro doble efecto
- Fuente de aire comprimido
- 1 Contador-selector eléctrico
- 1 valvula de 5/n vias
- Fuente de tension (24V) y (0V)
- 5 Contacto NA (Franqueador)
- 9 Contacto NC (Obturador)
- 1 Pulsador (Franqueador)
- 2 Pulsador (Obturador)
- Solenoide de valvula
- 3 Relé
- 1 temporizador

Donde se podrá apreciar que, mediante el temporizador, se puede lograr el control de cierre de la válvula y así controlar el flujo de producto y con el controlador de ciclos hacer una mejora en el proceso de realizar el proceso varias veces sin la necesidad de la intervención humana.

Pero para ello se necesita conocer el flujo másico del producto esto para saber la cantidad exacta del producto requerido que se dosificara en determinado tiempo y en la cantidad de ciclos.

IV. Resultados

Por medio del análisis de las ecuaciones mostradas en el marco teórico y en base a las investigaciones se logró hacer pruebas para poder hacer el control de los lapsos de tiempo definidos en base a la cantidad de producto. El sistema es presentado y simulado en Fluid-sim® donde se puede apreciar que nuestro sistema cumple con el proceso requerido.



V. Conclusiones y recomendaciones

En este proyecto se propuso la implementación de un sistema de control electroneumático que permite mejorar tanto los tiempos como la precisión de la dosificación lo cual cumple con el objetivo de reducir las pérdidas que se presentan al dosificar, ya que se dependía de un temporizador, el cual solo mantenía la compuerta abierta cierto tiempo, pero mediante el controlador de ciclos no solo se mantiene esta compuerta abierta sino que dosifica la cantidad de producto deseado y gracias a ello se elimina ese error de dosificación teniendo un mejor desempeño y rendimiento de productos granulador y en polvo.

Todo esto se pudo realizar gracias a los estudios realizados en electroneumática y a el manejo del software Fluid-sim®.

VI. Reconocimientos (o agradecimientos)

Quiero agradecer al ITESI por darme la oportunidad de participar en el 23° verano de investigación y por supuesto a mi asesor Juan Pablo Razón González por ser un excelente guía en el desarrollo de este artículo y haberme apoyado en las complicaciones que se presentaron a lo largo del desarrollo de esta. Por último, quiero agradecerme a mí por buscar nuevas formas de crecer académicamente.

Referencias

[1] «Dosificadores por gravedad,» [En línea]. Available: http://staitalia.com.
[2] C. Mataix., Mecánica de fluidos y máquinas hidraúlicas, Oxford University Press, 1982.
[3] P. Rafael., Introducción a la Mecánica de Fluidos, Bogotá: McGraw Hill, 1991.
[4] J. M. G. D. I. G. Juan Pablo R.G., «Automatización electroneumática de dispositivo dosificador por gravedad para productos granulados y en polvo,» Mujer en la Ciencia, 2020.

Despacho óptimo ambiental de sistemas eléctricos de potencia: minimización de las emisiones de CO_2 mediante la integración de fuentes de energía renovables

Martín García Barajas
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, 36821 Irapuato, Gto.
LIS17110878@irapuato.tecnm.mx

José Miguel García Guzmán
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, 36821 Irapuato, Gto.
jose.gg@irapuato.tecnm.mx

Resumen — En este trabajo se analiza el impacto que tiene la integración de las fuentes de energía renovables en la operación económica y ambiental de los sistemas de potencia (SEP). La función de emisiones de Dióxido de Carbono (CO2) y los modelos de las fuentes de energía renovable se integran en una formulación de Flujos de Potencia Óptimos (FPO), esto para obtener un despacho económico y medioambiental que considera el impacto de este tipo de fuentes de energía. Diversos casos de estudio se realizan para visualizar el efecto que tiene la integración de las fuentes de energía renovable en la operación de los SEP. Los resultados obtenidos muestran que las fuentes renovables reducen el coso de generación y las emisiones de CO2.

Palabras clave — Sistemas potencia, despacho óptimo medioambiental, fuentes de energía renovables.

Abstract — This paper analyzes the impact of the integration of renewable energy sources in the economic and environmental operation of power systems (EPS). The emissions function of Carbon Dioxide (CO2) and the renewable energy sources models are integrated in an Optimal Power Flows (OPF) formulation, in order to obtain an economic and environmental dispatch that considers the impact of this type of energy sources. Several case studies are carried out to visualize the effect of the integration of renewable energy sources in the operation of the SEPs. The results obtained show that renewable sources reduce generation costs and CO2 emissions.

Keywords — Electric power systems, environmental optimal dispatch, renewable energy sources.

I. Introducción

En los últimos años, el cuidado del medio ambiente ha cobrado gran importancia en las actividades cotidianas y productivas de la sociedad alrededor del mundo. De modo que, en nuestros días es de gran importancia llevar a cabo tales actividades con la afectación mínima del medioambiente y garantizando la sustentabilidad ambiental. En los sistemas eléctricos de potencia (SEP) las centrales de generación termoeléctricas son una fuente de contaminación considerable, ya que emiten grandes cantidades de gases de efecto invernadero a la atmosfera. En este sentido, se realiza un estudio en el cual se reduce el impacto ambiental negativo que tienen las centrales de generación termoeléctricas a través de la reducción de dióxido de carbono (CO2) en el ambiente. El CO2 es el gas contaminante que se considera en el estudio porque es el gas de efecto invernadero que se produce en mayor cantidad [1].

El análisis de Flujos de Potencia Óptimos (FPO) permite optimizar una función objetivo sujeta a distintas restricciones, con lo que se determina el estado óptimo de operación en estado estacionario del sistema eléctrico de potencia. Las funciones objetivo pueden considerar aspectos económicos, de seguridad o ambientales del sistema eléctrico [2].

La integración de fuentes de energía renovable en el sistema de generación de potencia activa ofrece energía limpia, de modo que, no emiten gases de efecto invernadero, por lo tanto, contribuyen a satisfacer la demanda eléctrica del SEP reduciendo la huella de carbono que producirían, si únicamente la demanda fuera satisfecha por centrales termoeléctricas.

De acuerdo al escenario antes descrito, en este trabajo se presenta un análisis del impacto que tiene la integración de los modelos de las fuentes de energía renovable en la operación económica y ambiental de los sistemas eléctricos de potencia.

II. Generación de potencia mediante fuentes de energía renovable

A. Generación de potencia mediante energía eólica

En general, la energía eólica será producida por turbinas o molinos de viento. La energía cinética que existe en el aire en movimiento se convertirá en energía mecánica por la rotación de las palas del aerogenerador y en energía eléctrica por el generador eléctrico. La potencia disponible que es convertida por el aerogenerador es [3],

$$P_{Wind} = 0.5 \times \rho \times A \times v^3 \times C_P$$

Donde ρ es la densidad del viento con un valor de 1,221 kg/m3, A es el área de barrido de las aspas de la turbina de viento en m2 y v es la velocidad del viento en m/s. El término CP es la constante de Betz o coeficiente de potencia, cuyo valor es igual a 59.3% [4].

B. Generación de potencia mediante energía solar

La energía solar es una de las más abundantes en el planeta, no genera emisiones que contaminan el medio ambiente, requieren menos mantenimiento y su tiempo de duración es largo. Uno de los puntos importantes para la generación de energía solar es la radiación del sol, la cual es captada por un panel solar que se utiliza para convertir la radiación del sol en energía eléctrica. Una típica celda solar está formada por un diodo semiconductor de unión P-N [5], que trabaja con el principio del efecto fotovoltaico. Cuando la insolación solar es conocida, la potencia de salida generada por una planta solar PSolar puede ser calculada, en KW, cómo sigue [3],

$$P_{Solar} = PR \times GHI \times A_S \times \eta_{PV} \times S_Z$$

Donde, PR es la relación de rendimiento, cuyo valor se encuentra entre 0.5 y 0.9, el valor por defecto es de 0.75, GHI es la irradiación global horizontal en kW/m2, AS es el área superficial del panel solar en m2, ηPV es

la eficiencia del panel solar cuyo valor es alrededor de 0.15 y SZ es el número de paneles solares que contiene la planta solar.

III. Formulación de FPO multi-objetivo considerando energías renovables

Las dos funciones a minimizar en el FPO multiobjetivo son el costo de generación de potencia activa y la de emisiones de CO2, las cuales se minimizan de forma simultánea. Enseguida se presentan los modelos matemáticos de la formulación de FPO que considera aspectos económicos y ambientales, incluyendo las fuentes de energía renovable.

A. Modelo matemático del problema de flujos de potencia óptimos multiobjetivo

La función global multiobjetivo a minimizar se expresa mediante la Ec. (3) como sigue [6, 7],

$$F_T\left(P_{g,i}\right) = w_C * F_C \times \left(P_{g,i}\right) - w_E \times h \times F_E\left(P_{g,i}\right)$$

En (3) FC es la función de costo de generación y FE la función de emisiones, las cuales se detallan explícitamente en [2]. Los términos wC y wE son los coeficientes de ponderación para las funciones costo y emisiones, en forma respectiva, mientras que el termino h es el factor de penalización que permite combinar ambas funciones objetivo en una función global.

$$h_i = \frac{F_{Ci}\left(P_{gi}^{\max}\right)/P_{gi}^{\max}}{F_{Ei}\left(P_{gi}^{\max}\right)/P_{gi}^{\max}}$$

Donde Pgimax es la potencia máxima del generador i, de modo que las funciones FCi y FEi son evaluadas en este valor de la potencia generada en el i-ésimo generador.

1) Restricciones de igualdad

Las restricciones de igualdad que permiten modelar el balance de potencia activa considerando las fuentes de energía renovables son dadas enseguida,

$$P_{g,k} + \sum_{i=1}^{Nw} P_{Wind,i} + \sum_{i=1}^{Ns} P_{Solar,i} - P_{D,k} - \sum_{m=1}^{Nb} P_{iny,k} = 0 \qquad Q_{g,k} - Q_{D,k} - \sum_{m=1}^{Nb} Q_{iny,k} = 0$$

Donde {Pg,k, Qg,k}, {PD,k, QD,k} y {Piny,k, Qiny,k} son la potencia activa y reactiva generada, demandada e inyectada en el nodo k, en forma respectiva. El término PWind representa la potencia activa generada por las Nw centrales eólicas y Psolar es la potencia generada por las Ns centrales fotovoltaicas.

2) Restricciones de desigualdad al sistema eléctrico

Las restricciones de desigualdad modelan los límites físicos y operativos del sistema eléctrico, las cuales se modelan mediante las expresiones siguientes,

$$\delta_k^{\min} < \delta_k < \delta_k^{\max}$$

$$V_k^{\min} < V_k < V_k^{\max}$$

$$P_{g,i}^{\min} < P_{g,i} < P_{g,i}^{\max}$$

$$Q_{g,i}^{\min} < Q_{g,i} < Q_{g,i}^{\max}$$

$$P_{Wind} = 0; \quad v_{nom} < v_{\min}$$

$$P_{Wind} = 0.5 * \rho * A * v^3; \quad v_{\min} < v < v_{\max}$$

$$P_{Wind} = P_r; \quad v > v_{\max}$$

$$P_{Solar} = 0; \quad GHI < GHI_{\min}$$

$$P_{Solar} = PR * \eta * A_s * S_Z; \quad GHI > GHI_{\min}$$

Las restricciones de desigualdad (10) y (11) corresponden a las fuentes de energía renovable [3]. La variable Pr es la potencia nominal del aerogenerador, vmin es la velocidad mínima del viento de 3.5 m/s y vmax es la velocidad máxima del viento de 20 m/s. Se debe mencionar que la velocidad nominal del viento es de 11 m/s. La variable GHImin es la irradiancia mínima del sol mínima cuyo valor es de 5.5 kW/m2 [8].

IV. Caso de estudio

En esta sección se presentan diversos casos de estudio que permiten analizar el efecto que tiene la integración de los modelos de la fuente de energía solar y eólica en las emisiones de CO2 y en el costo de generación de potencia activa de un sistema eléctrico de potencia. En los casos de estudio se emplea el sistema eléctrico de potencia de 9 nodos [9], el cual consta de tres generadores, seis líneas de transmisión y tres transformadores. Los coeficientes de las funciones de costo y de emisiones de dióxido de carbono de las unidades de generación de este SEP se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Coeficientes de las funciones de costo y emisiones del SEP de 9 nodos.

Generador	a ($/h)	b ($/MWh)	c ($/MW²h)	d (lb/h)	e (lb/MWh)	f (lb/MW²h)
1	140	2.0	0.0060	137.3701	-1.2488	0.0138
2	120	1.5	0.0075	137.3701	-1.2488	0.0138
3	80	1.8	0.0070	363.7048	0.8051	0.0077

Los límites de tensión utilizados en los casos de estudio presentados con este SEP son de 0.95 pu para los límites inferiores y de 1.05 pu para los superiores. Mientras que los valores iniciales de los ángulos de fase de tensión son de 0°. Los límites utilizados para la potencia activa y reactiva para el generador 1 son, en forma respectiva, 0 ≤ PG1 ≤ 200 MW y -100 ≤ QG1 ≤ 150 MVAR; para el generador 2 de 0 ≤ PG2 ≤ 150 MW y -100 ≤ QG2 ≤ 300 MVAR; y para el generador 3 de 0≤PG3≤100 MW y -100 ≤ QG3 ≤ 300 MVAR.

Para analizar el comportamiento de la operación económica y ambiental de los sistemas eléctricos de potencia se realizan cuatro análisis de flujos de potencia óptimos multiobjetivo con el sistema de 9 nodos. En el primer análisis se obtiene la solución de FPO multiobjetivo sin considerar las fuentes de energía renovable; para el segundo análisis se añade una central de generación eólica en el nodo 7, la cual tiene una generación de 35.7250 MW de potencia activa. En el tercer análisis de FPO se incorpora una central de generación fotovoltaica en el nodo 9, que genera una potencia activa de 48.0942 MW, y finalmente, en el cuarto análisis se incluyen los dos tipos de centrales de generación con fuentes de energía renovable en los nodos antes mencionados. Es importante mencionar que en los análisis de FPO realizados se combina la función de costo y la función de emisiones en la función global con el mismo factor de peso, esto con la finalidad de analizar la operación del SEP dando la misma importancia al aspecto económico y ambiental. Un resumen de los resultados obtenidos de los cuatro análisis de FPO mencionados antes se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Resumen de resultados de los análisis e FPO multiobjetivo.

Parámetros	Sin P_{wind} y P_{solar}	Con P_{wind}	Con P_{solar}	Con P_{wind} y P_{solar}
P_G (MW)	318.001	282.586	270.284	234.806
Q_G (MVAR)	5.818	3.379	2.775	0.329
$P_{pérdidas}$ (MW)	3.001	3.311	3.378	3.625
$Q_{pérdidas}$ (MVAR)	-109.182	-111.620	-112.225	-114.671
Costo ($/h)	1134.055	1024.099	987.661	885.517
Emisiones (lb/h)	845.603	778.677	757.324	702.705

A partir de los resultados mostrados en la Tabla 2, se puede observar que al añadir una fuente energía renovable al sistema eléctrico de potencia ocurre una disminución en el costo de generación debido a que se demanda menos potencia a los generadores para satisfacer la carga y las pérdidas de potencia activa en los elementos de transmisión. Lo mismo ocurre con las emisiones, al producir una menor cantidad de potencia mediante los generadores las emisiones de CO2 tienden a disminuir, ya que estas dependen de la potencia generada por las centrales de generación termoeléctrica. En forma similar y de acuerdo con la Columna 4 de la tabla en mención, cuando se integran las dos formas de generación de potencia con las fuentes de energía renovable se presenta una disminución aún mayor en el costo de generación y las emisiones de CO2. Por otro lado, con la inclusión de las fuentes de energía renovable se disminuye la generación y las pérdidas de potencia reactiva, lo cual se traduce en una mejora del perfil de tensión nodal del sistema de potencia. También se debe notar que las pérdidas de potencia activa son mayores al añadir fuentes de energía renovables al sistema de potencia.

V. Conclusiones

Un análisis del despacho óptimo ambiental, donde se minimizan las emisiones de CO2 y el costo de generación de potencia activa mediante la integración de los modelos de la fuente de energía eólica y solar, se ha presentado. De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede concluir que al integrar los modelos de las fuentes de energía renovable se presenta una reducción en las emisiones de dióxido de carbono y en el costo de generación, por lo que, se mejora la operación económica y ambiental del SEP, a pesar del aumento de las pérdidas de potencia activa. De igual manera, se concluye que al integrar las fuentes de energía renovable se presenta una mejora en el perfil de tensión nodal del sistema a causa de una disminución de la generación y pérdidas de potencia reactiva

Referencias

[1] Oceana. (2008) “Gases de efecto invernadero”. [Online]. Disponible: https://eu.oceada.org/es/
[2] D. Corona, H. Elizarraraz, J. A. Márquez y J. M. García, “Flujos de Potencia Óptimos multi-objetivo: Análisis de la operación de sistemas de potencia considerando las emisiones de CO2”, Identidad Energética, vol. 2, No. 1, Dic. 2019.
[3] S. S. Mahaboob, S. V. Chintalapudi, S. Sirigiri, “Optimal Power Flow Solution in the Presence of Renewable Energy Sources”, Iran J Sci Technol Trans Electr Eng, vol. 45, pp. 61–79, March 2021.
[4] T. Ackerman, Wind Power in Power System, 1st. Ed. New York: John Wiley & Sons Inc Print on, 2005.
[5] M.R. Patel, Wind and solar power systems: design, analysis, and operation, 1st. Ed. New York: CRC Press, 1999.
[6] P. S. Kulkarni, A. G. Kothari, and D. P. Kothari, “Combined Economic and Emission Dispatch Using Improved Backpropagation Neural Network,” Electric Machines and Power Systems, vol. 28, No. 1, pp. 31-44, Nov., 2010.
[7] Y. Demirel and A. Demiroren, “Economic and minimum emission dispatch,” in International Conference on Electrical and Electronics Engineering, Bursa, Turkey, 2003, pp. 1-5, 2003.
[8] Deloitte México. (2019) “En energía, México debe apuntar al sol”. [Online]. Disponible: https://www2.deloitte.com/mx/es/pages/dnoticias/articles/energia-solar-en-mexico.html.
[9] P. W. Sauer and M. A. Pai, “Power System Dynamics ans Stability”, Champaign, Illinois, USA, Stipes Publishing L.L.C., 1997.

Estudio y comparación de procesamientos poliméricos

Graciela Guerrero Lara
Instituto Tecnológico de Querétaro
Av. Tecnológico s/n, Centro, 76000 Santiago de Querétaro, Qro.
graciela.guerrerolara@yahoo.com.mx

Cynthia Graciela Flores Hernández
Instituto Tecnológico de Querétaro
Av. Tecnológico s/n, Centro, 76000 Santiago de Querétaro, Qro.
cynthia.fh@queretaro.tecnm.mx

Resumen — En el presente reporte se presentan los resultados de estudiar el método de casting para el desarrollo de biocompósitos de base almidón reforzados con fibra natural. Se diseñaron cinco formulaciones de películas de biocompósito, cada una por duplicado, con variaciones en la cantidad de la fibra natural. Se evaluaron las propiedades mediante el contenido de humedad, apariencia física y composición. La composición de las películas se examinó con un Espectrofotómetro de Infrarrojo de Transformada de Fourier (FTIR). Los resultados obtenidos mostraron grandes ventajas en cuanto a su procesamiento. De igual manera, se abre una línea de investigación muy interesante para apoyar el desarrollo de productos desechables amigables con el ambiente.

Palabras clave: Biocompósitos, fibra natural, método de casting, almidón.

Abstract — In this report we present the results about casting method to develop multiple formulations to obtain films of starch biocomposite reinforced with natural fibers. Five biocomposite film formulations were designed with variations in the composition of the natural fiber, each one did it twice. To evaluate their properties, we consider the moisture content, appearance, and composition. The composition of the films was examined with a Fourier Transform Infrared Spectrophotometer (FTIR). The obtained results were the expected, showing greats ventages about the processing method. In addition, this opens a very interesting line of research to support the development of environmentally friendly disposable products.

Keywords: biocomposites, natural fiber, casting method, starch.

I. Introducción

El desarrollo de nuevos materiales biopoliméricos incorporando fibras naturales como refuerzos se ha convertido en una gran área de interés, ya que mezclas apropiadas pueden mejorar sustancialmente sus propiedades mecánicas, conformando lo que se conoce como biocompuestos. biocompósitos o eco-compósitos [1]. A su vez, estos pueden competir en propiedades con los polímeros sintéticos, con la ventaja de presentar biodegradabilidad y reciclo [2].

Se han realizado investigaciones basándose en materiales que son de origen natural, tal como es el caso del almidón, que debido a sus propiedades físicas estas pueden compararse con productos elaborados de polímeros sintéticos [3,4].

Las principales características de la fibra natural utilizada (que por cuestiones de publicación y registro no será mencionada), es que cuenta con un uso extendido de sus extractos como colorante en productos de la industria alimentaria y farmacéutica. La fibra que resulta al obtener el extracto, no tiene un uso significativo, por lo que constituye un residuo de un producto secundario en el proceso de extracción [5].

Hasta el momento existen muy pocos desarrollos de materiales compuestos con que tengan una matriz y un refuerzo completamente natural. De igual manera, cabe mencionar que no existe en la literatura un estudio que involucre el reúso de este residuo en una matriz tan versátil como es el almidón.

Por otro lado, existen varios métodos para producir materiales compuestos, incluyendo el moldeo, la extrusión y la fabricación de películas y fibras. Las técnicas que se utilizan para conformar compósitos dependen en gran medida de la naturaleza del polímero que se incluya, en particular si es termoplástico o termoestable [6]. La mayor parte de las investigaciones en las películas basadas en polisacáridos utilizan el método "casting/moldeado" porque es simple, reproducible en la mayoría de los laboratorios y útil como una primera aproximación a la formación de películas comestibles [7].

La intención de este proyecto es estudiar que el método de casting sea una técnica óptima para el desarrollo de biocompósitos de base almidón reforzados con fibra natural.

II. Materiales y métodos

La metodología que se empleó para realizar el presente trabajo, según Flores-Hernández & col., en el 2014, fue la siguiente:

La fibra natural se obtuvo del residuo de la elaboración de bebidas caseras. Una vez seca la fibra, se trituró y tamizó con una malla de tamaño 60. Como siguiente paso, se agregó a una solución de almidón, la cual debía alcanzar una temperatura de entre 90 °C ± 5 °C, en agitación constante para alcanzar el punto de gelatinización durante un periodo de 10 minutos. Como agente plastificante se utilizó glicerol. Las soluciones de biocompósitos fueron vaciadas en moldes de teflón para obtener las películas, las cuales se secaron a temperatura ambiente entre 72 y 96 horas.

Se realizaron diversas formulaciones de biocompósitos de almidón y fibra natural, variando la cantidad de la fibra natural. Sin embargo, estas se encuentran como parte de un proceso de registro de formulaciones, por lo que no se mencionaran en este trabajo. Cada una de las muestras se realizó por duplicado.

Para evaluar las propiedades de los materiales desarrollados se consideraron los siguientes criterios: composición estructural, apariencia física y humedad.

El análisis de la composición de las películas se llevó a cabo utilizando el método de reflectancia total atenuada (ATR) en un Espectrofotómetro de Infrarrojo de Transformada de Fourier (FTIR) marca Bruker Optics Tensor 37, con 1 cm-1 de resolución y 32 escaneos en un rango de 4000-400 cm-1.

Este análisis permitió determinar cuáles son los grupos funcionales presentes en los materiales compuestos y con ello se comprobó la identidad de los materiales.
El análisis de la apariencia de los biocompósitos, que incluye la evaluación de la integración de las fases, se realizó de forma macroscópica a partir de una inspección visual directa de las muestras.
La humedad se calculó por un método termogravimétrico clásico, determinando la pérdida de masa de agua luego del secado. La temperatura elegida para las pruebas de humedad considera evitar la pérdida del plastificante. Todas las determinaciones se realizaron por duplicado. El contenido de humedad se determinó con el porcentaje en peso de la película inicial perdido durante el secado y se informó sobre la humedad en base a la siguiente ecuación:

$$\text{Humedad (\%)} = \frac{\text{masa inicial} - \text{masa final}}{\text{masa inicial}} * 100$$

II. Resultados y discusión

Apariencia física

De las películas de los biocompósitos de matriz almidón refuerzo de la fibra natural, por inspección visual se observa una película translucida, que logra una buena integración entre las fases matriz polisacárida y refuerzo (ver figura 1). De igual manera, se percibe una apariencia homogénea, no hay acumulaciones o aglomeraciones de los materiales. Debido a la presencia de la fibra natural, como un material de naturaleza antifúngica, no existe presencia de hongos o bacterias.

Figura 1. Biocompósito almidón con 4% de refuerzo de fibra natural.

Composición de los biocompósitos

Los espectros FTIR fueron utilizados para la confirmación de la estructura química de los biocompósitos de almidón reforzados con la fibra natural. En la figura 2 se pueden identificar los principales grupos funcionales de los biopolímeros, todos los espectros presentan las mismas señales ya que la composición cualitativa de las muestras es idéntica.
Alrededor de los 3300 cm-1 encontramos vibraciones de estiramiento O-H, que se relaciona a los grupos hidroxilos de los polisacáridos del almidón, de igual forma, sugiere la presencia de las antocianinas encontradas en la fibra natural utilizada [8]. La señal encontrada en los 2900 cm-1, hace referencia a la vibración asimétrica de C-H de los grupos metilo del polisacárido. En aproximadamente 1620 cm-1, tenemos un grupo alqueno C=C perteneciente a la fibra natural. La señal que aparece a los 1000 cm-1 corresponde a la vibración de los anillos aromáticos y al grupo =C-O-C de los flavonoides [9] (constituyentes de las antocianinas).

Figura 2. Espectros FTIR de muestras de biocompósitos almidón con refuerzo de fibra natural y glicerol.

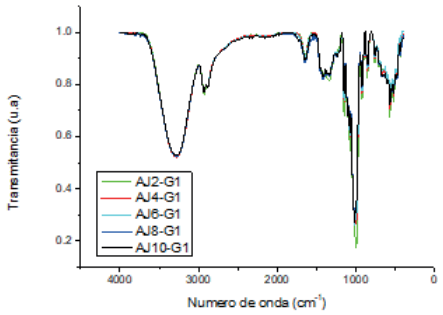


Figura 3. Estructura química fibra natural

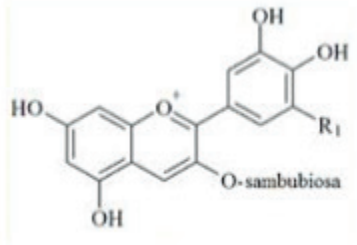
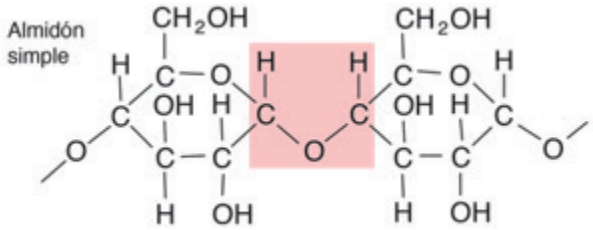


Figura 4. Estructura química del almidón



Las figuras 3 y 4, podemos observar la estructura química de la fibra natural y el almidón, respectivamente. Relacionando ambas estructuras con las señales obtenidas en FTIR se puede observar que nos indican que los grupos identificados son prácticamente los mismos, ya que al ser la fibra natural y el almidón productos de origen natural, la fibra natural tendrá grupos similares a los que tiene un polisacárido.

Contenido de humedad

En la tabla 1 se reportan los resultados del cálculo del contenido de humedad en las películas de biocompósitos.

Nombre de la muestra	%Humedad
Composición 1	0.0384%
Composición 2	0.1191%
Composición 3	0.1048%
Composición 4	0.1252%
Composición 5	0.2953%

El % de humedad se relacionará directamente con la capacidad de procesamiento, periodo de conservación, usabilidad y la calidad del producto, un alto contenido de humedad afectará las características antes mencionadas y por ello este dato es clave para garantizar la calidad de estos productos [10].

IV. Conclusiones y recomendaciones

Lo más importante de esta investigación fue la integración de la fibra natural como fase de refuerzo en la matriz de almidón, ya que no existen reportes del uso de esta y se considera un producto de residuo luego de la obtención de sus extractos.

Basándose en los resultados obtenidos de la técnica FTIR, se pudo comprobar la presencia y de los dos materiales,

los cuales comparten grupos funcionales similares. Lo que sugiere que es posible, que utilizando otro tipo de técnicas este proyecto pueda llevarse a mayor escala.
A través del método de casting, el cual fue de suma importancia, al ser una técnica que se desarrolla a nivel laboratorio, permitió llevar a cabo la investigación de forma sencilla y económica, a comparación de experimentos fallidos realizados con técnicas más complejas llevados a escala industrial. Así mismo, permitió comprobar que el método de casting es una buena técnica para el comienzo del desarrollo de alguna investigación que se puede escalar a nivel semi-industrial.

V. Reconocimientos (o agradecimientos)

Agradecemos el apoyo brindado por el 23° Verano de la Ciencia Región Centro, al Programa de Nuevos Talentos Científicos y Tecnológicos 2021 del Estado de Querétaro, por incentivar y promover la investigación en los estudiantes de nivel superior.
Agradecemos también al Tecnológico Nacional de México Campus Querétaro, a través del Departamento de Metalmecánica, la División de Posgrado e Investigación, el Laboratorio de Química y el Laboratorio de Materiales, por prestar sus instalaciones y equipos para el desarrollo de este proyecto.

Referencias

[1] Patel, Martin, Bastiolli, Catia, &Luigi.(2004).Environmental assessment of bio-based polymers and natural fibres. Biopolímeros, 33, 13. https://www.virtualpro.co/revista/biopolimeros [consultado en julio 2021]
[2] Barone, J.R. (2009). Lignocellulosic fiber-reinforced keratin polymer composites, Journal Polymer Environmental, 17, 143-151. [consultado en julio 2021]
[3] Lu, D.R., Xiao, C. M., Xu, S. J. (2009). Starch-based completely biodegradable polymer materials, eXPRESS Polymer Letters 3, 366-375. [consultado en junio 2021]
[4] Bello, L.A. y O. Paredes. (1999). El almidón: lo comemos, pero no lo conocemos, Perspectivas, 50 (3), 29-33. [consultado en julio 2021]
[5] Piovesana, A., Zapata, C. (2015) La flor de hibisco, Agenda química virtual. http://agendaquimica.blogspot.com/2015/09/la-flor-de-hibisco.html [consultado en julio 2021]
[6] Flores-Hernández, C.G. (2015). Plumas de ave de desecho como material alternativo de refuerzo de materiales compuestos biodegradables base almidón-quitosano. Tesis de doctorado. Universidad Autónoma del Estado de México. [consultado en julio del 2021]
[7] Hernández-Izquierdo, V.M., Krochta, J.M., 2008, Thermoplastics processing of proteins for film formation-A review, Journal of Food Science, 73, 30-39 [consultado en julio 2021]
[8] Flores-Hernández CG, Colin-Cruz A, Velasco-Santos C, Castaño VM, Rivera-Armenta JL, Almendarez-Camarillo A, Garcia-Casillas PE & Martínez-Hernandez AL. (2014). All green composites from fully renewable biopolymers: chitosan-starch reinforced with keratin from feathers. Polymers., 6, 686-705 [consultado en julio 2021]
[9] Regules-Carrasco, M., Hernández-Fuentes, J., Rojas-Valencia. O.G., Villagarcía-Chávez E., Estrada-Flores, M., Reza-San Germán, C.M. (2020). Síntesis y caracterización de puntos cuánticos de Carbono obtenidos a partir de Hibiscus Sabdariffa (Flor de Jamaica). https://www.esfm.ipn.mx/assets/files/esfm/docs/RNAFM/articulos-2020/XXVRNAFM059.pdf [consultado en julio 2021]
[10]. Cortés-Mendoza, A., Martínez-Rubio, M.A., Atanacio-Gelover, A.L., Rocha-Solache, S., Ortuño-López, M.B., Flores-Hernández, C.G., Pineda-Chacón, G. (2020). Biocompósitos reforzados con fibras de jamaica para bolsa eco-amigable [consultado en julio 2021]

Estudio de la síntesis de compuesto magnéticos a partir del mineral de celestita y sulfato ferroso por la técnica de coprecipitación

David Eliud Flores Hernández
UAdeC, Facultad de Metalurgia. Carretera 57 km 5, Monclova, Coahuila.
floresdavid@uadec.edu.mx

Ma. Gloria Rosales Sosa
UAdeC, Facultad de Metalurgia. Carretera 57 km 5, Monclova, Coahuila.
mrosales@uadec.edu.mx

Resumen — Cantidades estequiométricas de sulfato ferroso heptahidratado y sulfato de estroncio (celestita) fueron puestas a reaccionar por la técnica de coprecipitación química en relaciones 3:1, 2:1 y 1:1 respectivamente. Estas sales se mezclaron perfectamente en agua destilada, posteriormente fueron agregadas a una solución de hidróxido de amonio a 50 °C, con agitación magnética. El producto de la reacción se observa como un precipitado negro. Los productos obtenidos fueron caracterizados por la técnica de Difracción de rayos X, y Espectrómetro de fluorescencia de rayos X. Los resultados demuestran la presencia de hexaferrita de estroncio, pero no como fase predominante, pues también se observa que existen fases de magnetita, carbonato ce estroncio y sulfato de estroncio.

Palabras clave — Ferrita de estroncio, Sulfato ferroso, Imán

Abstract — Stoichiometric amounts of ferrous sulfate heptahydrate and strontium sulfate (celestite) were reacted by the chemical coprecipitation technique in 3: 1, 2: 1 and 1: 1 respectively. These salts were perfectly mixed in distilled water, later they were added to an ammonium hydroxide solution at 50 ° C, with magnetic stirring. The reaction product is observed as a black precipitate. The products obtained were characterized by the X-ray diffraction technique and X-ray fluorescence spectrometer. The results show the presence of strontium hexaferrite, but not as the predominant phase, since it is also observed that there are magnetite phases, strontium carbonate and strontium sulfate.

Keywords — Strontium Ferrite, Ferrous Sulfate, Magnet

I. Introducción

Los principales minerales del estroncio son la celestita (SrSO4) y la estroncianita (SrCO3). El estroncio es divalente en todos sus compuestos, que son, al igual que el hidróxido, el fluoruro y el sulfato, totalmente solubles. El estroncio es un formador de complejos más débiles que el calcio, formando unos cuantos oxicomplejos débiles con tartratos y citratos, entre otros. El estroncio puro es extremadamente reactivo y arde espontáneamente en presencia de aire considerándosele un riesgo de incendio, por lo que debe conservarse sumergido en queroseno. Reacciona rápidamente con el agua liberando el hidrógeno para formar el hidróxido. Es utilizado en la datación radiométrica de la investigación geológica [1]. La celestita, es un sulfato de estroncio (SrSO4) con peso específico de 3.9 a 4.0 Kg/m3; dureza de 3.0 a 3.5 Mosh; su color es ligeramente azul, puede ser blanco, amarillo y raras veces verde o rojizo; a veces es fluorescente. Los componentes del estroncio tienen una tendencia a precipitar o absorber pequeñas cantidades de manganeso, hierro y sílice de soluciones de sosa cáustica. El estroncio produce alta fuerza coercitiva y resistividad térmica y eléctrica, y al quemar produce una flama roja brillante única [2-3]. El estroncio es el 15° elemento en abundancia en el planeta. Dos minerales contienen suficiente estroncio para ser económicamente recuperables: celestita (sulfato de estroncio) y estroncianita (carbonato de estroncio). La celestita tiene mayor ocurrencia presentándose en depósitos sedimentarios de tamaño suficientemente atractivo para ser minado. Otro uso del estroncio es magnetos de cerámica, en forma de ferrita de estroncio. Tales magnetos fueron ampliamente usados en los pequeños motores de corriente directa de limpiadores de parabrisas de automóviles, altavoces, otros equipos electrónicos, juguetes y artículos decorativos sujetos magnéticamente. Los magnetos de ferrita de estroncio tienen una alta fuerza coercitiva y alta resistencia térmica y eléctrica y son químicamente inertes. Retienen muy bien su magnetismo, no son afectados adversamente por corriente eléctrica o altas temperaturas, no reaccionan con la mayoría de los solventes químicos y tienen una baja densidad [5].

II. Marco teórico

Las ferritas son una familia de óxidos de la forma MFe2O4, que se pueden considerar como derivados de la magnetita, cuya fórmula es Fe+2Fe+32O4. 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 [5].

La historia del magnetismo permanente es muy rica ya diferencia de muchos aspectos de la ciencia se remonta a decenas de siglos. Las primeras observaciones del magnetismo se remontan al filósofo griego Tales en el siglo VI A.C. Sin embargo, no fue hasta 1600 que la comprensión del magnetismo comenzó, lo que abrió el camino para el tratamiento moderno del magnetismo. Al principio de lo que se denominó como magnetita (óxido de un origen natural Fe3O4), contenida en rocas de origen natural, se encontró que se atraen entre sí. Debido a que la anisotropía es una parte integral de la magnetización, unas palabras sobre el tema se justifican. Propiedades magnéticas varían dependiendo de la dirección cristalográfica largo de la cual están alineados los dipolos magnéticos. Por ejemplo, la magnetita (de origen natural Fe3O4), que tiene una estructura de espinela, se puede magnetizado a lo largo del <111> como direcciones, la dirección fácil de la magnetización. La <100>, como indicaciones representan la dirección de la magnetización duro y <110>, como indicaciones son la dirección de la magnetización intermedia [5].Ferritas hexagonales de estroncio (SrFe12O19: SRM) tiene bastante alta la constante de anisotropía magneto- cristalina, excelente estabilidad química y resistencia mecánica. Las Ferritas hexagonales (MFe12O19, M = Ba, Sr, Pb) han atraído una atención considerable. En particular, hexaferrita de estroncio (SrFe12O19), como un miembro importante de ferritas hexagonales, muestra propiedades físicas y químicas únicas, como la temperatura relativamente alta Curie, de alta coercitividad y la magnetización de saturación, asociado con la buena corrosión resistencia, estabilidad química y bajo costo. SrFe12O19 se ha aplicado

ampliamente como materiales magnéticos permanentes, materiales de absorción de ondas electromagnéticas y medios de grabación magnética, etc. Por lo tanto, SrFe12O19 se están convirtiendo en un importante material, debido a su alta coercitividad y la anisotropía cristalina, propiedades magnéticas controladas y toxicidad nula [5].

III. Materiales y métodos

•Vaso de precipitado de 250 ml y 1000 ml
• Estufa
• Termómetro
• Agitador magnético
• Agua destilada

A. Equipo
• Imán
• Agitador
• Espátula
• Balanza granataria • Probeta
• Vaso desechable
• Parrilla de agitación magnética modelo cimarec thermo scientific.
• Difractor de rayos X, Bruker D8 Advance
• Espectrómetro de fluorescencia de rayos X

B. Coprecipitación

En un vaso de precipitado se añadieron 50 ml de agua destilada, la cual fue calentada hasta los 50 °C con agitación constante .En otro vaso de precipitado se colocaron 50 ml de Hidróxido de amonio. Dicha solución se añadió al agua caliente al llegar a los 50 °C, posteriormente se esperaron algunos minutos para que éste retomara la temperatura. En otro recipiente, se mezclaron las sales de sulfato ferroso y celestita, posteriormente se le vació al vaso de precipitado con el agua destilada y el hidróxido de amonio. En la Fig. 1 se ilustra el proceso de formación de ferrita de estroncio.

Fig. 1. Proceso de coprecipitación

Ya secado se pasó al vaso de plástico añadiéndose agua destilada para después decantar los residuos no magnéticos, repitiendo este proceso varias veces hasta obtener la máxima cantidad de ferrita posible. No olvidando poner el imán por debajo del vaso para observar la cantidad formada. Una vez obtenida, se deja reposar a temperatura ambiente formándose un sólido. Obteniéndose aproximadamente 30 gramos de ferrita.

Posteriormente se le llevo al espectrómetro de fluorescencia de rayos X para revisar si aparecieron nuevos elementos químicos y comparar con su estado mineral.

IV. Resultados

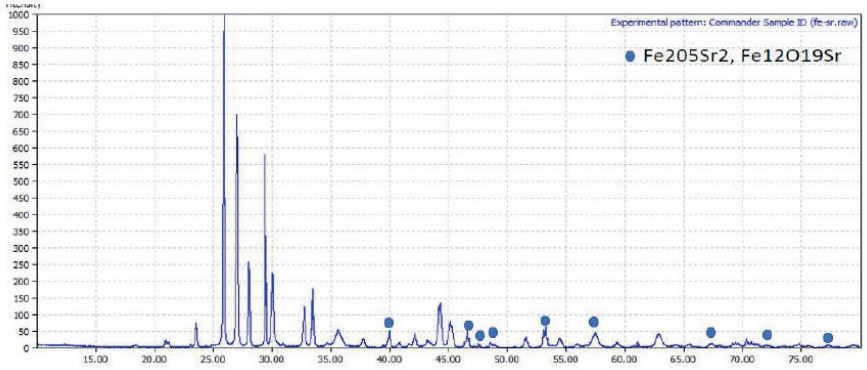
En la tabla 1 podemos observar los resultados de la composición química del mineral, antes de la coprecipitación química. Podemos observar que es un mineral de celestita de alta ley, pues el porcentaje de estroncio es del 61.657 %, Se observa también un contenido de azufre (S), del 13.94% y de calcio (Ca) es de 11.11%. Se aprecia también un contenido considerable de carbón (C), de 9.76%, esto puede ser debido a que el mineral contenga también carbonato de estroncio.

Tabla1. Composición química del mineral

Composición	Concentración	Unidad
S	13.94	%
Cl	0.42	%
K	0.05	%
Ca	11.11	%
Ti	0.009	%
Fe	0.346	%
Sr	61.657	%
Ba	2.39	%
Eu	0.03	%
U	0.282	%
C	9.766	%
	100	%

Los resultados de la difracción de rayos x, para la relación estequiométrica de 1:1, se pueden ver en la Fig. 2. Se puede apreciar picos atribuibles a la ferrita de estroncio, sin embargo, no es la fase predominante también se observan picos que indican la presencia de magnetita, compuestos de carbonato de estroncio y de sulfato de estroncio.

Fig. 2. Difractograma de los compuestos obtenidos por coprecipitación (1:1)



El análisis químico por fluorescencia de rayos x, después de la reacción de coprecipitación nos indica que en la coprecipitación se han aumentado los porcentajes de estroncio, que según el difractograma de rayos x está en forma de compuesto de hexaferrita de estroncio. Llama la atención la cantidad de carbón que trae la muestra, y que aun después de la coprecipitación sigue presentándose y en mayor cantidad, lo cual es debido a la cantidad de carbonato de estroncio que resultó en el difractograma después de la coprecipitación. Es decir, la reacción de coprecipitación, si produce hexaferrita de estroncio, pero no en su totalidad, pues aun queda una cantidad considerable del sulfato de estroncio sin descomponer y también la fase carbonato de estroncio.

V. Conclusiones

El mineral de celestita es una fuente muy valiosa de sulfato de estroncio, así lo indican los análisis de fluorescencia de rayos x.

La técnica de coprecipitación química es una técnica económica, muy sencilla y es amigable con el medio ambiente para producir compuestos magnéticos.

Fue posible obtener un material magnético, que contiene hexaferrita de estroncio, magnetita, pero los resultados de difracción de rayos x nos indican también la presencia de sulfato de estroncio y carbonato de estroncio.

Tabla 2. Composición química elemental del producto obtenido por coprecipitación (1:1)

Composición	Concentración	Unidad
S	7.153	%
Cl	0.319	%
K	0.027	%
Ca	7.547	%
Mn	0	%
Fe	22.426	%
Rb	0.05	%
Sr	42.343	%
Ce	0.632	%
Eu	0.178	%
C	19.325	%
	100	%

VI. 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 Dra. María Gloria Rosales Sosa por su tiempo dedicado a este proyecto, por su tiempo invaluable que dedico como guía para la realización de esta investigación.

Referencias

[1] secretaría de Economía http://www.economia.gob.mxP=1720

[2] Alex Golman “Handbook of modern ferromagnetic materials” (Microstructural aspects of ferrites) Kluwer Academic Publishers, 1999. Pág. 206,291,304.

[3] M. Sukiennik, J. Méndez. J. Torres, A. Flores, J. Escobedo, “Propiedades Termodinámicas y Cinéticas del Sulfato de Estroncio en una atmósfera de Co y CO2”, CINVESTAV-IPN, Saltillo, México. XV Congreso Mundial de Minería, España. Pp 799-808

[4] Javier Rivas Ramos, Eduardo Sánchez C, Daniel Meade M., “Obtención de Carbonato de Estroncio a partir de Celestita”, Departamento de Química, División de Ciencias y Humanidades, ITESM Campus Monterrey, México, 1987, pp 1-10

[5] http://www.investigacionyposgrado.uadec.mx/site/wp-content/uploads/2021/03/G8-Ilse- Contreras.pdf

[6] https://www.redalyc.org/journal/3090/309050434005/html/

Desarrollo de un apósito hidrosoluble electrohilado con aplicación en ingeniería de tejidos

Elia Lizbeth Nava Chávez
Instituto Tecnológico Nacional de México en Celaya, Campus I
Antonio García Cubas Pte. #600 esq. Av. Tecnológico. Celaya, Gto. México
18031363@itcelaya.edu.mx

Eduardo Arturo Elizalde Peña
Universidad Autónoma de Querétaro, Campus Aeropuerto
Aeropuerto Carretera a Chichimequillas s/n, Ejido Bolaños, Querétaro, Qro. C.P.76140
eelizalde@uaq.edu.mx

Resumen — En este trabajo se presenta el desarrollo de un apósito hidrosoluble con propiedades regenerativas, para el cual se tiene que generar fibras que se pueda hilar por el método de electrohilado compuesta por quitosano, aloe vera, triticum vulgare y PEO, los cuales los tres primeros junto con el activo compuestos son usados para que cumpla con el propósito de regeneración de tejidos, el PEO se utiliza con la finalidad de que tuviera un mejor resultado nuestro hilado. Se espera que el apósito propuesto tenga como aplicación dentro del campo de la nanomedicina principalmente en el uso de terapias para la regeneración de tejidos en los casos de las como son el tejido de varices, esperando que estas reduzcan la hinchazón así como la presión sanguínea.

Palabras clave — Apósito hidrocoloide, herida no curativa, triticum vulgare, PEO.

Keywords — Hydrocolloid dressing, non-healing wound, triticum vulgare, PEO.

Abstract — In this work, the development of a water-soluble dressing with regenerative properties is presented, for which it is necessary to generate fibers that can be spun by the electrospinning method composed of chitosan, aloe vera, triticum vulgare and PEO, the first three of which together With the active compounds they are used to fulfill the purpose of tissue regeneration, PEO is used in order that our yarn had a better result. The proposed dressing is expected to have an application within the field of nanomedicine mainly in the use of therapies for tissue regeneration in cases such as varicose vein tissue, hoping that these reduce swelling as well as blood pressure.

I. Introducción

Actualmente ha existido un gran interés en la investigación del campo de la nanomedicina por lo que se ha pensado enfocar la investigación en dicho campo tratando de hacer apósitos de fibras creadas por electrohilado, estos se pueden obtener con la creación de diferentes polímeros, así como las mezcla de estos; así como en diferentes morfologías, como puede ser el electrohilado. [1]

Las heridas no curativas afectan alrededor de 3 a 6 millones de personas en los Estados Unidos, y las personas mayores de 65 años representan el 85% de estos eventos, las cuales resultan en enormes gastos de atención médica, con un costo total estimado en más de $ 3 mil millones por año.

El proceso de cicatrización de heridas consta de cuatro fases altamente integradas y superpuestas. Hay muchos factores que pueden afectar la cicatrización de la herida que interfieren con una o más fases en este proceso, causando así una reparación inadecuada o deteriorada del tejido. [1]

La principal problemática que se trata de erradica es que las heridas que muestran una cicatrización deteriorada, generalmente no progresan en las etapas de curación. Tales heridas frecuentemente entran en un estado de inflamación patológica debido a un proceso de curación pospuesto, incompleto o no coordinado.

El desarrollo de una membrana de quitosano/aloe vera con Triticum vulgare ayudará a mejorar el tratamiento de heridas no curativas, promoviendo la regeneración celular y evitando infecciones en las mismas.

II. Marco teórico

A. Apósito hidrocoloide: es un apósito húmedo para recubrir heridas y ayudar a la cicatrización, está indicada para entrar en contacto directo con una herida y promover una cicatrización sana y libre de infecciones, absorbiendo el exudado (pus) filtrado desde los vasos sanguíneos hasta la herida, evitando cualquier tipo de infección. [2]

B. Herida no curativa: es aquella que no se cura a pesar de que se le da tiempo, también se denominan heridas crónicas. [1]

C. Quitosano: es un biopolímero de aminopolisacáridos. Se ha autorizado recientemente en Europa y Estados Unidos como procoagulante tópico en vendajes y otros agentes antihemorrágicos. Últimamente el quitosano se ha utilizado para la ingeniería de tejidos. [1]

D. Aloe vera: es muy utilizado en la medicina regenerativa como agente antinflamatorio promoviendo el crecimiento celular en combinación con el quitosano. Estas gracias a que es un auxiliar en lesiones y el cuidado de la piel.[1]

E. Triticum vulgare: es extraído del germen de trigo, es de gran interés por su alto nivel de vitamínico, este se usa para no generar infecciones en la herida por lo que tiene grandes aplicaciones en la medicina regenerativa. [1]

F. Polímero PEO: es un polímero sintético biodegradable y biocompatible, soluble en agua en cual se usa para mejorar la habilidad para el proceso de electrohilado.[1]

G. Electrohilado: este proceso utiliza fuerzas electroestáticas para generar fibras poliméricas; al aplicar un campo electroestático de alto voltaje, las gotas de polímero son sometidas a una inestabilidad, formándose fibras al ser superada la tensión superficial de la gota de solución polimérica. [3]

III. Materiales y métodos

Para la realización de este proyecto se usaron distintos materiales, así como también la metodología que depende de cada proceso y en qué etapa del desarrollo se esté trabajando.

A. Soluciones:sehacensolucionesprimarias(semuestranenlaTabla1),lasolución de quitosano y aloe vera son disueltas en nuestra solución de ácido acético. Una vez teniendo estas soluciones podemos crear nuestras mezclas

de soluciones primarias, para formar la muestra para el electrohilado (Tabla 2). Todas las soluciones necesitan estar en una plancha a una temperatura de 30°C y un tiempo de agitación de casi 3 horas como se muestra en la Figura 1.

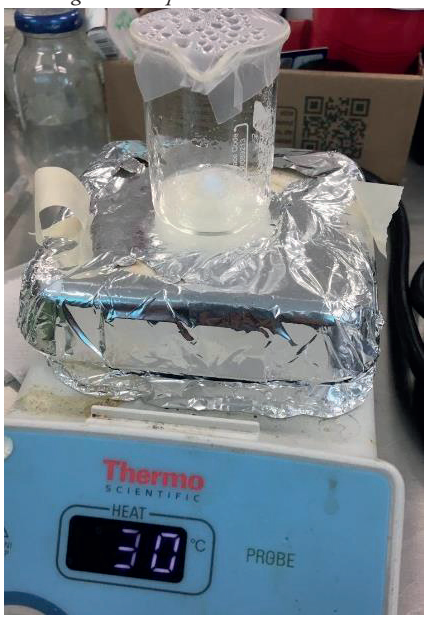
Tabla 1. Soluciones primarias

Reactivo	Ácido acético	Quitosano	Aloe vera
Porcentaje m/v	70%	1%	2.5%

Tabla 2. Mezcla de soluciones

Solución	A		B	
Reacción	Quitosano	PEO	Quitosano-PEO	Aloe vera
Relación	9	1	5	1

Figura 1. Preparación de las muestras



B. Electrohilado: para este procedimiento determinamos los parámetros que se muestran en la Tabla 3 y en la Figura 2.

Tabla 3. Parámetros del electrohilado

Parámetro	Diámetro de la aguja	Flujo	Distancia	Voltaje
Medida	10 mm	0.5 ml/hr	10 cm	22 V

Figura 2. Proceso de electrohilado

IV. Resultados

En esta etapa de la investigación solo se ha llegado a la parte del electrohilado, donde se puede medir que tan uniforme es la recolección de la fibra creada.

El apósito que se recolectaba lograba tener un grosor determinado para hacer una buena caracterización como se muestra en la Figura 3, ya que estas fibras que obtenemos las necesitamos primeramente para hacer pruebas de IR, UV y SEM, las cuales ya se mandaron muestras.

Figura 3. Muestra del apósito

V. Discusión (o análisis de resultados)

En base a lo que se presenta al inicio del reporte en la hipótesis y objetivos sabemos que lo que se buscaba en este punto de la investigación es la creación de un apósito a por el método de electrohilado, que podemos decir que se logró gracias a la inclusión del polímero PEO llegando a la solución indicada para el uso en el electrohilado ya que se obtiene una fibra con una mejor consistencia para el uso deseado. Por lo que en este punto podemos decir que los resultados obtenidos hasta el momento son favorables ya que tenemos las concentraciones de nuestras soluciones primarias, así como los parámetros adecuados para que nuestro apósito sea lo más uniforme posible, gracias a todo este desarrollo es que se ha logrado generar en cierta forma los principios de apósitos con los cuales se está trabajando en los procesos de caracterización.

VI. Conclusiones y recomendaciones

Conforme a los resultados que se han obtenido en las distintas muestras podemos ver que se ha llegado a las concentraciones de las soluciones y a los parámetros correctos de electrohilado, ya que se observa uniformidad

en estos puntos; aunque se debe se estar al tanto de los resultados de caracterización ya que el principal objetivo es que funciones para la reducción de varices.
El proceso se ve afectado por la pandemia ya que en este momento en la Universidad Autónoma de Querétaro solo se puede hacer uso de del laboratorio una semana y se descansan dos por consecuencia se ve un poco atrofiado el proceso de investigación.

VII. Reconocimientos (o agradecimientos)

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, así como también al Dr. Eduardo Arturo Elizalde Peña por la oportunidad de trabajar con su equipo de trabajo conformado por el Ing. José Mario Garcidueñas Torres, Fausto Sanabria Romero y Diana Vargas Romero, y solo quedaría agradecer por el gran apoyo y recibimiento brindado por estas personas.

Referencias

[1]. J. M. Garcidueñas Torres, “Desarrollo de un apósito hidrocoloide electrohilado con potencial aplicación en ingeniería de tejidos”, Universidad Autónoma de Querétaro, México, presentación, 2021.
[2]. N. Perez. (2021, julio). Apósito Hidrocoloide: ¿Qué es y para qué sirve? [Online]. Available: https://prixz.com/salud/aposito- hidrocoloide-que-es-y-para-que-sirve/
[3]. Anonimo, (2021, julio) “Proceso de electrohilado” [Online]. Available: http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/20837/Antecedentes.pdf

Estudio de la Síntesis de ferrita de calcio por la técnica de coprecipitación química.

Andrea Carrillo Santellana
Facultad de Metalurgia, UAdeC Carretera 57, km. 5 Monclova Coah.
andrea.carrillo@uadec.edu.mx

Ma. Gloria Rosales Sosa
Facultad de Metalurgia, UAdeC Carretera 57, km. 5 Monclova Coah.
mrosales@uadec.edu.mx

Resumen — En el presente trabajo se hace un estudio termodinámico y practico de la síntesis de ferrita de calcio a partir de sulfato de calcio y sulfato ferroso por la técnica de coprecipitación química. Las mezclas de sulfato de calcio y sulfato ferroso se hicieron diferentes relaciones en presencia de un medio básico (hidróxido de amonio) a una temperatura de 50oC, con agitación magnética hasta precipitar la fase magnética. Mediante la aplicación de un campo magnético externo fue posible separar el precipitado, para posteriormente ser lavado con agua destilada para eliminar residuos, se dejó secar durante 3 días. El objetivo es sintetizar la ferrita de calcio, a partir de sulfato de calcio y sulfato ferroso mediante la técnica de coprecipitación química.

Palabras clave — Sulfato de calcio 1, sulfato ferroso 2, ferrita 3.

Keywords — calcium sulfate 1, ferrous sulfate 2, ferrite 3.

Abstract —In this work, a thermodynamic and practical study of the synthesis of calcium ferrite from calcium sulfate and ferrous sulfate is done by chemical coprecipitation technique. Mixtures of calcium sulfate and zinc sulfate were made in the presence of basic medium (ammonium hydroxide), at a temperature of 50°C, with magnetic stirring until the magnetic pase precipitated. By applying an external magnetic field, it was possible to separate said precipitate which was subsequently washed with distilled wáter to remove residues, allowed to dry for 3 days. The objective is to synthesize calcium ferrite, from calcium sulfate and ferrous sulfate using the technique of chemical coprecipitation.

I. Introducción

Las partículas de ferritas, cuya fórmula general es MFe2O4, 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, comparada con las películas de aleaciones metálicas y sus altas magnetizaciones de saturación y temperaturas de Curie. Actualmente los componentes tipo ferrita en forma de aditamentos cerámicos se emplean en dispositivos

discretos para manipular frecuencias de microondas, pero no son compatibles con sus bajas pérdidas eléctricas. En la actualidad, las ferritas en forma de aditamentos cerámicos se emplean en dispositivos discretos para manipular frecuencias de microondas; pero no son compatibles con el diseño de ciertos circuitos. Las ferritas son cerámicas magnéticas que contienen el óxido de hierro, Fe2O3, como componente magnético básico. Cristalográficamente se dividen en cuatro subgrupos: Espinela, Magnetoplimbita, Granadas y Perovskita. Las ferritas magnéticas se distribuyen principalmente dentro de dos grupos con estructura cristalina diferentes las cubicas, que tienen la estructura molecular general MO. Fe2O3, donde M es un catión metálico de valencia 2+, tales como: Fe2+, Co2+, Ni2+ y Mn2+. Las ferritas son compuestos iónicos, y sus propiedades magnéticas están relacionadas con los iones magnéticos que contiene La formación de ferrita de Calcio estudiada en este trabajo pertenece al subgrupo de las ferritas con estructura perovskita siendo de gran interés científico y tecnológico en razón de sus propiedades magnéticas, ópticas y eléctricas, para su obtención se usó el método de coprecipitación química, empleando como precursores sulfato de calcio y sulfato de zinc en presencia de un medio básico, con agitación magnética a una temperatura de 50oC.

II. Marco teórico

La estructura de las ferritas se basa en la organización de una espinela inversa, es decir los iones A2+ ocupan 8 posiciones octaédricas y los 16 iones Fe3+, 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.

La ferrita de calcio, (CaFe2O4) es un sólido de color rojo ladrillo con alta estabilidad térmica que también ha sido objeto de síntesis por el método de Pechini, modificado con etilenglicol; esta técnica ha permitido la obtención de polvos monofásicos por calcinación de los precursores a temperaturas comprendidas entre 800 y 1100oC; el sólido así tratado presentó las características bandas de adsorción del color rojo en la región de 650 a 750 nm.

III. Materiales y métodos

-Sulfato de calcio di hidratado
-Hidróxido de amonio.
-Termómetro
-Probeta.
-Agitador

A. Equipo
• Parrilla Cimarec Thermo Scientific
• Difractor de rayos x
-Sulfato ferroso heptahidratado
-Vaso de precipitado 250 ml y 100 ml.
- Agua destilada
-
-Imán
B. Metodología de la reacción de coprecipitación

Como primer paso incorporamos en un vaso de precipitado el hidróxido de amonio, a su vez se colocó en una parrilla de agitación para que junto con un agitador magnético se sometieran a calor hasta ganar 50° C de temperatura. Mientras lo anterior estaba en proceso de incremento de calor se preparó la solución de las sales; sulfato de calcio (CaSO4) y sulfato ferroso (FeSO4), en un vaso de precipitado se colocaron 50 ml de agua destilada y se añadieron ambas sales, estas se diluyeron al mismo tiempo con ayuda de un agitador hasta que se obtuvo una solución con aspecto cristalino (solución de sales). Cuando el hidróxido de amonio llegó a su temperatura ideal, se le incorporo por goteo la solución de sales. Se dejo precipitar el material con un magneto de neodimio en el fondo del vaso. Se lavó por varias ocasiones hasta retirar el olor del hidróxido de amonio y se dejó secar por 3 días. Los productos obtenidos se caracterizaron por la técnica de difracción de rayos x.

IV. Resultados

Los resultados del estudio termodinámico correspondientes a la reacción de coprecipitación se hicieron alimentando la reacción al software HSC Chemistry 6.0 y se muestran en la tabla 1. Podemos observar, que para esta reacción los valores de energía libre empiezan a dar valores negativos a la temperatura de 115 ° C. Desde esa temperatura la reacción empieza a ocurrir.

Tabla 1. Datos termodinámicos de reacción de sales de sulfato ferroso y sulfato de calcio

$CaSO_4(ia) + 4NH_4OH(l) + 3FeSO_4(ia) = CaO*Fe_2O_3 + 4NH_4HSO_4(ia) + Fe$					
T	deltaH	deltaS	deltaG	K	Log(K)
C	kcal	cal/K	kcal		
25.000	80.026	210.910	17.143	2.708E-013	-12.567
35.000	80.070	211.056	15.033	2.172E-011	-10.663
45.000	80.155	211.325	12.922	1.327E-009	-8.877
55.000	80.278	211.707	10.807	6.341E-008	-7.198
65.000	80.441	212.197	8.687	2.426E-006	-5.615
75.000	80.644	212.785	6.562	7.589E-005	-4.120
85.000	80.885	213.468	4.431	1.976E-003	-2.704
95.000	81.164	214.238	2.293	4.354E-002	-1.361
105.000	81.483	215.091	0.146	8.233E-001	-0.084
115.000	81.840	216.023	**-2.009**	**1.354E+001**	**1.131**

En la tabla 2, se muestran los valores de energía libre de las especies químicas que pudieran resultar en este sistema con las variables de pH y temperatura. Al ver estos valores nos da,os cuenta que la mayoría de las fase son posibles que se se lleven acabo pues todas tienen enrgías libres negativas, pero llama la atención que la energía libre de la ferrita de calcio(CaFe5O7 -509 kcal/mol) es más negativa es decir es el valor mas pequeño, por lo que se puede esperar que esta fase sea la resultante a la hora de identificar los resultados por difracción de rayos x.

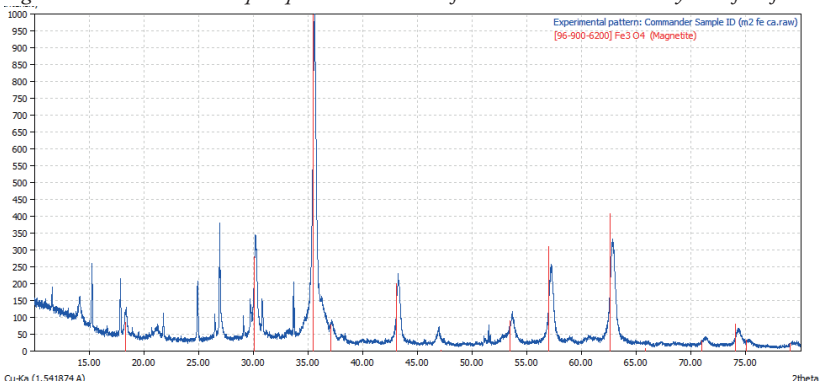
Tabla 2. Energía libre de los compuestos del sistema Fe-Ca-N-S-H2O

Especies	DeltaG(kcal/mol)
$CaFe_3O_5$	-394.565
$CaFe_5O_7$	-509.512
$CaO*Fe_2O_3$	-327.847
$*2CaO*Fe_2O_3$	-477.065

$CaSO_3$	-257.147
CaSO4	-316.716
CaSO4(A)	-314.000
NH4HSO4	-187.672
(NH4)2SO4	-215.489
(NH4)2SO4*3NH3	-223.573
HS2O7(-a)	-328.057
S7O6(-2a)	-295.261

En la figura 1, podemos apreciar el difracto grama obtenido de la reacción de coprecipitación entre el sulfato de calcio dihidratado y el sulfato ferroso heptahidratado por la reacción de coprecipitación. Haciendo el análisis de las fases presentes, nos damos cuenta que según el software match, 5,.1, las fases presentes corresponden a la fase magnetita,(carta de entrada 969013530), sin embargo cuando se hace el análisis para la ferrita de calcio, no nos da ninguna coincidencia como tal, pero haciendo el análisis para compuestos de CaO, hay coincidencia con los picos donde se observa hay magnetita (carta de entrada 969016746) por lo que pudiera pensarse que en ese punto están los dos compuestos y que quizá con un aumento en la temperatura de reacción sea suficiente para llegar a formar el compuesta de ferrita de calcio.

Figura 1. Difractograma de la reacción de coprecipitación entre el sulfato de calcio dihidratado y el sulfato ferroso heptahidratado



V. Conclusiones

El estudio termodinámico nos dice que la ferrita de calcio es posible formarla a temperaturas mayores de 100°C.
La ferrita de calcio se obtiene parcialmente con variaciones estequiométricas de sales de calcio y fierro con la técnica de coprecipitación química.
Se obtuvo un material magnético, puesto que es atraído por un imán, pero esto es debido en gran medida por la magnetita presente.

VI. Agradecimientos

Agradezco a la Facultad de Metalurgia por permitirme el uso de sus instalaciones, de igual manera a la Dra. Ma. Gloria Rosales Sosa que hizo posible con su guía la realización de este proyecto y por estar siempre dispuesta a resolver dudas y a apoyar en lo que necesitemos.

Referencias

1. FORMACION DE FERRITA- PERLITA- GRAFITO- LAMINAR
http://ley.exam-10.com/other/26813/index.html
2. COPRECIPITACION
https://glosarios.servidor-alicante.com/quimica/coprecipitacion

3. Bueno Saber. (2014-2017). Las propiedades magnéticas de ferrita. Bueno Saber, http://bueno-saber.com/aficiones-juegos-y-juguetes/ciencia-y-naturaleza/las- propiedades-magneticas-de-ferrita.php
4. Jasso-Terán, Rosario Argentina; Cortez-Hernández, Dora Alicia; Sánchez-Fuentes, Héctor Javier; Reyes-Rodríguez, Pamela Yajaira; de León-Pardo, Laura Elena. (mayo-agosto 2016). nanopartículas magnéticas de zinc y calcio para aplicaciones en hipertermia magnética. En facultad de ingeniería (vol. 25, 42 pp.89-98). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia Tunja, Colombia: redalyc.org

Análisis de estudio de respuesta a la frecuencia en transformadores de potencia.

Jorge Rubén Bustos Aguilar
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, 36821 Irapuato, Gto.
lis17110423@irapuato.tecnm.mx

Fernando Jurado Pérez
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, 36821 Irapuato, Gto.
fernando.jp@irapuato.tecnm.mx

Resumen — El análisis de estudio de prueba respuesta a la frecuencia en transformadores en fábrica o sitio cuyo propósito es detectar desplazamientos o cambios en la geometría de los devanados y núcleos, derivados de impactos que este pueda sufrir durante el transporte de la fábrica al sitio donde estos estarán instalados de manera que, al tener la traza de arranque de un transformador, pueda ser una herramienta de diagnóstico muy valiosa en la realización de pruebas de respuesta en frecuencia, así como también en mantenimientos programados, luego de una falla, o durante el cambio de ubicación de un transformador. Desde que se ha implementado este tipo de prueba en fábrica ha favorecido los diagnósticos rápidos y confiables en estos tipos de máquinas eléctricas.

Palabras clave — Respuesta en frecuencia, transformadores, procesamiento de señales.

Abstract — The frequency response test study analysis in factory or site transformers whose purpose is to detect displacements or changes in the geometry of the windings and cores, derived from impacts that this may suffer during transport from the factory to the site where they will be. installed in such a way that, having the starting trace of a transformer, it can be a very valuable diagnostic tool in the performance of frequency response tests, as well as in scheduled maintenance, after a fault, or during the change of location of a transformer. Since this type of test has been implemented in the factory, it has favored rapid and reliable diagnoses in these types of electrical machines.

Keywords — Frequency response; transformers; signals processing.

I. Introducción

El transformador de potencia (TP) es uno de los equipos con mayor importantes en los sistemas eléctricos de potencia (SEP) debido a su fiable funcionamiento en el entorno de una subestación eléctrica, es capaz de llevar acabo la transmisión de energía eléctrica, por lo tanto, es importante monitorear continuamente y evaluar su estado para garantizar la confiabilidad y disponibilidad del suministro de energía eléctrica. El tren de pruebas

que se deben realizar a los TP es muy basto dada la importancia de este la generación eléctrica, a continuación, se mencionan algunas pruebas típicas de este tren. Relación de transformación comúnmente llamada TTR, resistencia de aislamiento, resistencia de contactos, factor de potencia en devanados, corriente de excitación, gases disueltos, etc., no obstante los casos de estudios presentados en el presente trabajo se enfocan en la prueba de Análisis de Respuesta a la Frecuencia (ARF) es una prueba común, típica, eficiente dado su bajo costo, simplicidad y efectividad, pero no existe un código estándar y confiable para la interpretación de las deformaciones mecánicas de las trazas según indica [1].

Algunos estudios demuestran que el efecto del núcleo del transformador puede ignorarse cuando la frecuencia supera los 1000 Hz, el devanado de un transformador puede ser equivalente a una red de dos puertos que comprende resistencias, condensadores e inductores, como se ilustra en la Fig. 1. Las variaciones entre estas respuestas de frecuencia pueden potencialmente revelar la gravedad y tipo de falla, que es el principio fundamental de los métodos de ARF según indica [1].

Fig. 1 Red típica de dos puertos

II. Marco teórico

La experimentación del análisis de la prueba no arroja un resultado igual para todos los transformadores, los espectros que se obtienen dependen de las características propias de cada tipo de transformador estos son: Tipo de bobinas, porcentaje de impedancia (Z%), capacitancias acopladas, conexión de los devanados, interconexiones internas, posición del cambiador de derivaciones, etc., por lo que la cada huella depende directamente de los materiales empleados, calidad del diseño y la mano de obra en la construcción. Por lo que es posible comparar de manera general un banco de transformadores monofásicos dado que refieren al mismo diseño, construcción y prototipo.

Tipos de Mediciones.- Las pruebas se pueden realizar en una o más de las siguientes formas, ver tabla 1: Circuito abierto (CA).- Esta medición con CA se realiza desde el extremo de un devanado hasta otro, con todas las demás terminales flotando, esta prueba se puede realizar a transformadores monofásicos o trifásicos y autotransformadores. La prueba a circuito abierto está influenciada principalmente por las propiedades del núcleo a frecuencias iguales o cercanas a 60 Hz y se puede usar en conjunto con la prueba de corriente de excitación para determinar modos de falla que afecten en el circuito magnético del transformador.

ηCorto Circuito (CC).- Esta medición en CC se realiza desde un extremo del devanado de alta tensión hasta el otro, mientras que el devanado de baja tensión esta cortocircuitado. Para propósitos de repetibilidad, se recomienda que todos los devanados de baja tensión de un transformador trifásico se cortocircuiten para crear un modelo trifásico equivalente cortocircuitado, esto asegura que las tres fases están igualmente cortocircuitadas y que den una impedancia consistente, cualquier conexión del neutro no debe ser incluida en el proceso de cortocircuitado. La prueba de corto circuito aísla la impedancia del devanado de los efectos del núcleo a frecuencias iguales o cercanas a 60 Hz. El resultado de la prueba en corto circuito ofrece información que se complementa con las pruebas de reactancia de dispersión y resistencia óhmica en los devanados.

Tabla 1 Conexiones transformador trifásico.

No.	Aplicación de señal	Referencia	Condición Corto circuito	Aterrizado
1	H1	H2	X2-X0	
2	H2	H3	X3-X0	
3	H3	H1	X1-X0	
4	X1	X0	H1-H2	
5	X3	X0	H2-H3	
6	X2	X0	H3-H1	
----	-----	-----	Circuito abierto	tanque
7	H1	H2		
8	H2	H3		
9	H3	H1		
10	X1	X0		
11	X3	X0		
12	X2	X0		

Para emitir un diagnóstico fiable es necesario contar con una medición y análisis de ARF previo, y por lo cual se obtiene huella digital la cual no debe de variar con los años de uso del transformador, si al efectuar la comparación de los espectros se encuentra que una de sus fases se observa una diferencia (si ambas pruebas estuvieron bien hechas), es muy seguro que el transformador haya sufrido un esfuerzo de tal manera que cambiaron sus parámetros de construcción internos y que el transformador se encuentra en un alto riesgo de falla [2].

III. Materiales y métodos

En la presente investigación se muestra la comparación de los espectros de respuesta en frecuencia entre fases, este banco de transformación (BT) es de 400 √3 / 115√3/34.5 kV. De 125 MVA, fecha de fabricación 2012. Se realizaron pruebas de diagnóstico al BT, instalado en la subestación Cerro de Oro. Las pruebas se realizaron en la posición nominal (11) del cambiador de derivaciones estando sin aceite aislante los transformadores.

Las pruebas al BT se requirieron, debido a que en los registradores de impacto de los transformadores designados como; T-3 y T-4 se mostraron registros de impacto del orden de 5.9 g y 8.9 g, respectivamente. Lo mínimo permitido para transporte es una aceleración o impacto de 3g [3].

Se obtuvo la siguiente información estas pruebas:

ηMedición de impedancia del devanado.

Los valores obtenidos en la medición de impedancia y la comparación con el dato de placa tienen una diferencia del orden 1.3% y está dentro del ±3% indicado en la estándar [4] [5], ver Tabla II.

Tabla II. Medición de Impedancia a 60 Hz

Transformador	***Devanado***	***IMPEDANCIA (Ω) A 60 Hz***		***Diferencia en % (Medición actual VS Dato de placa)***
		Dato de placa	***Medición 60 Hz***	
T.P. T-1		z (Ω)	z (Ω)	%
	H1H0- x1x0cc	41.515	41.345	0.41%
	H1H0- y1y2cc	109.312	108.586	0.66%
	X1X0-y1y2cc	13.292	13.1191	1.30%

Resistencia Óhmica

En la prueba de resistencia óhmica presentada se observó que son similares las mediciones obtenidas en la fase B, siendo este un trasformador común del banco y por consiguiente del mismo diseño. Por lo que los resultados

fueron satisfactorios Ver tabla III.

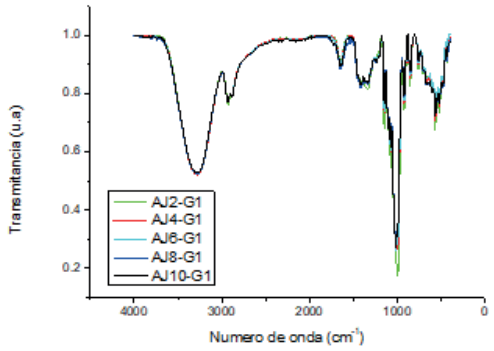
Tabla III Medición de resistencia de los devanados temperatura ambiente.

Devanado Temperatura ambiente @ 17°C	T1	T2
H1H0	266.1 mΩ	263.4 mΩ
X1X0	25.12 mΩ	25.01 mΩ
Y1Y2	24.62 mΩ	24.45 mΩ

ηRespuesta a la Frecuencia.

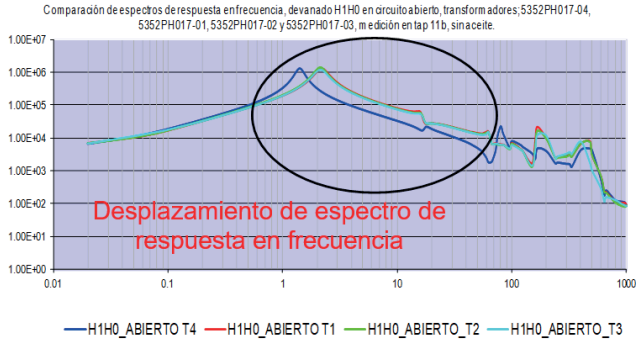
En la Figura 2 se muestra la comparación de los espectros de respuesta en frecuencia, alta vs baja tensión en CC de las mediciones realizadas a los transformadores del banco T1, T2, T3 y T4 en la posición del cambiador número 11b sin aceite.

Fig. 2.Espectros de respuesta en frecuencia medición en corto circuito T1, T2, T3 y T4



En la Figura 3 se muestra la comparación de los espectros de respuesta en frecuencia, alta tensión en CA de las mediciones realizadas a los transformadores del banco T1, T2, T3 y T4 en la posición del cambiador número 11b sin aceite.

Fig. 3.Espectros de respuesta en frecuencia medición en circuito abierto T1, T2, T3 y T4



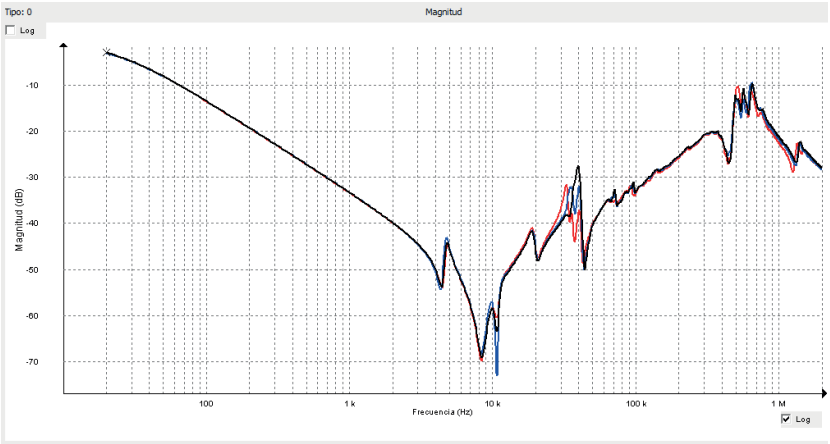
En la comparación de los espectros de respuesta en frecuencia en corto circuito, en la posición 11, del cambiador de las mediciones en planta contra las realizadas en sitio se observa lo siguiente; los espectros del transformador T-4, no presenta la misma forma ni frecuencia de resonancia que la obtenida en planta. Por lo anterior el transformador T-4 presenta un cambio en su geometría, debido al esfuerzo mecánico ocasionado durante su trasladó. En este caso particular, lo más recomendable es realizar una inspección interna en fábrica con el fin de encon-

trar la causa de las desviaciones encontrados en los espectros de impedancia. Además de realizar las pruebas de rutina y prototipo especificadas para este tipo de transformadores con el fin de garantizar la confiabilidad de su funcionamiento.

IV. Resultados

Se obtuvieron los siguientes datos de las estas pruebas:
ηRespuesta a la frecuencia
ηImpedancia de Dispersión
ηFactor de potencia del aislamiento en devanados ηCorriente de excitación
ηRelación de transformación
ηResistencia óhmica en devanados
ηFactor de potencia a terciario
Se muestran los resultados obtenidos de las pruebas
ηRESULTADOS DE LAS MEDICIONES DE RESPUESTA A LA FRECUENCIA
En las siguientes figuras se muestran las gráficas obtenidas de la prueba de ARF. Las cuales describen a continuación.
En la presente figura 4 sobre la prueba de alta tensión vs baja tensión se observan diferencias en la cuarta frecuencia de resonancia, aunque no son significativas para determinar una falla, más aún porque no se cuenta con la medición de fábrica para poder realizar la comparación fase por fase.

Fig.4 .Prueba de ARF corto en baja, medición en H1H0 corto x1x0 (rojo) H2H0 corto x2x0(azul) H3H0 corto x3x0 (negro) tap 17 en alta y 3 en baja.



En la figura 5 se mide baja tensión y se pone en corto la alta tensión y aquí si se observa un cambio significativo de frecuencia de resonancia y desplazamiento de la fase x3x0-h3h0 con respecto a las otras dos fases, este cambio se aprecia en la primera frecuencia de resonancia a 2 kHz y ya es indicativo de una posible falla interna que puede ser una falla entre devanados.
En la figura 6 se hace evidente la falla de la fase X2X0 se ve también afectada la tensión en baja, se observa un cambio de frecuencia de resonancia con respecto a las otras dos fases, además un cambio de impedancia lo que indica un cambio en la geometría interna.

Figura 5. Prueba de ARF corto en alta, medición en x1x0 corto H1H0 (rojo) x2x0 corto H2H0 (azul) x3x0 corto H3H0 (negro) tap 17 en alta y 3 en baja.

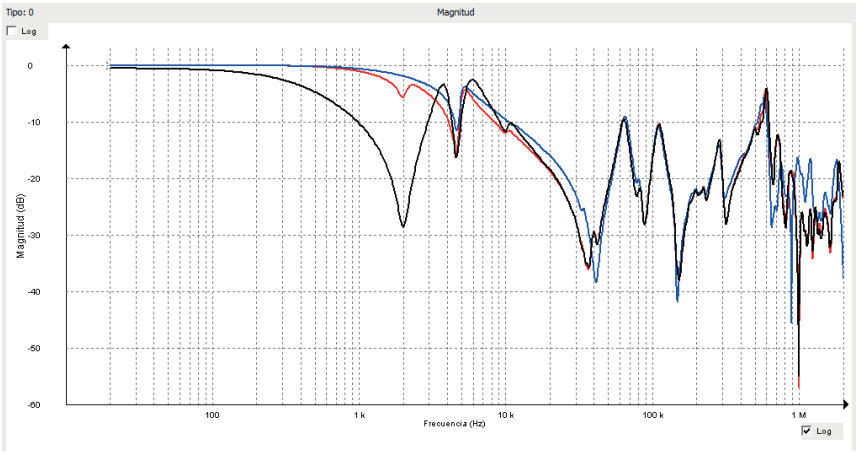
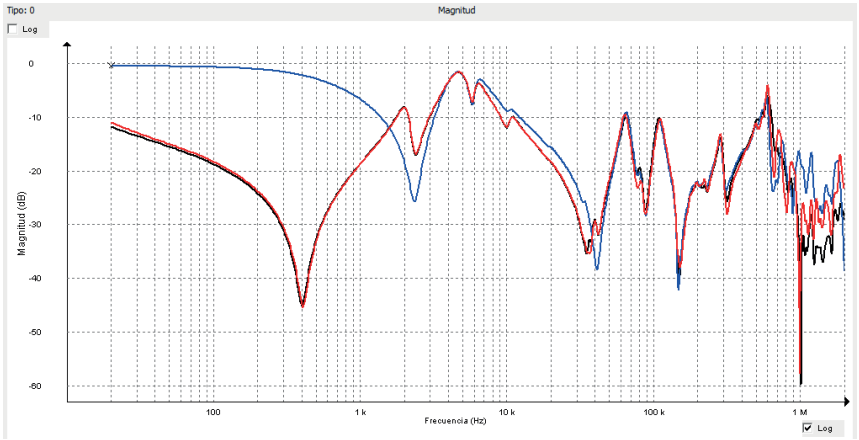


Fig. 6. Prueba de ARF en circuito abierto, medición en x1x0 (rojo) x2x0 (azul) y x3x0 (negro) tap 17 en alta y 3 en baja.



En cada una de las figuras previas las fallas son causales en el mismo punto, esta figura se aprecia claramente la falla de la fase X2X0, en bajas frecuencias se aprecia la falla en devanados y en altas frecuencias del orden de MHz se observan diferencias en los espectros de los devanados lo cual es indicativo de desplazamiento de colillas y elementos de sujeción derivados de los esfuerzos electrodinámicos ocurridos durante la falla.

V. Conclusiones

En un Sistema eléctrico de potencia, el excelente funcionamiento del transformador de potencia determina en gran medida la calidad del suministro de energía. Por lo tanto, es muy importante monitorear y evaluar periódicamente el estado del TP para garantizar su confiabilidad y disponibilidad en la red. Es de suma importancia la detección oportuna de condiciones de falla en el TP, ya que si no se detectan a tiempo pueden provocar fallas catastróficas y la interrupción del suministro de energía, así como desestabilización del sistema de potencia, lo que se traduce en pérdidas económicas muy elevadas.

La prueba de ARF es una herramienta muy útil y sensible a las condiciones físicas del objeto bajo prueba, es un método confiable y repetible, se puede usar de forma rutinaria o bajo condición de emergencia después de un evento que afecte al transformador, además que permite realizar un diagnóstico confiable evitando en algunos casos lo costos tan altos de realizar una inspección interna.

Prueba	Conclusión
Respuesta a la frecuencia	Al realizar la comparación entre fases de los espectros obtenidos en las mediciones realizadas se observan diferencias significativas entre fases al inicio de las gráficas de respuesta a la frecuencia y además cambio en la primera resonancia natural, lo cual es indicativo que hubo un desplazamiento de las bobinas debido a la falla ocurrida.
Impedancia de dispersión	No Cumple. Valores fuera de tolerancia de ±3% en la posición 17 de lata y 3 de baja de los cambiadores de derivaciones.
Factor de potencia del aislamiento en devanados	NO Cumple. Valores de factor de potencia en la medición de baja contra alta modo GST y GSTg del orden de 80 %, que es indicativo de falla a tierra. Deben de estar del orden del 0.5%
Corriente de excitación	No cumple. Indicaba sobre corriente en la fase H2H0 indicativo de falla. La fase central debe ser un poco menor a las fase A y C y esa relación debe permanecer en el cambio de taps
Relación de transformación	No Cumple. En la bobina H2H0-X2X0 en todos los taps la relación esta 25% arriba de la relación teórica indicativo de espiras en corto. Debe ser menor al 0.5%
Resistencia óhmica en devanados	No Cumple. En la bobina de baja tensión X0-X2 la resistencia con respecto a las otras dos fases tiene un 22% de desviación indicativo de espiras en corto.
Factor de potencia a devanado terciario	No cumple. Se obtuvo un valor de 1.81% debe ser menor al 0.5%

VI. Reconocimientos

Expreso mi más grande agradecimiento a la Empresa CFE en particular al LAPEM y muy en particular a los Ing. Enrique E. Gutiérrez, Ing. Filiberto Zazueta, y al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato y a mi asesor el profesor Fernando Jurado Pérez.

Referencias

[1] Z. Z. T. S. C. Y. Y. C. T. C. Ni Jianqiang, «The actual measurement and analysis of transformer winding deformation,» Elsevier, pp. 1-11, 2020.
[2] V. Behjat, «Sweep frequency response analysis for diagnosis of low level short circuit faults on the windings of power transformers: An experimental study,» germany, 2012.
[3] LAPEM K3422-002-2013, «Informe de pruebas K3422-002-013,» LAPEM, IRAPUATO, 2013.
[4] IEEE, «STD IEEE 62-1995 Guide for diagnostic field testing of electrical power apparatus part 1,» IEEE, USA, 1995.
[5] I. E. U. P. n. I. 60076-5:2000.USA Patente IEC 60076-5, 2000.

Diseño e implementación del sistema de control por LabVIEW para la cámara de eventos múltiples (temperatura, ultravioleta, infrarrojo, humedad) para caracterización de envejecimiento acelerado de estructuras poliméricas

Patiño Jaramillo José Guadalupe
Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato-Silao k.m. 12.5, C.P. 36821, Irapuato, Gto.
guadalupejose500@gmail.com

Javier Gustavo Cabal Velarde
Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato-Silao k.m. 12.5, C.P. 36821, Irapuato, Gto.
javier.cv@irapuato.tecnm.mx

Resumen — En el presente trabajo de investigación trata del control para una cámara de envejecimiento acelerado para la caracterización de polímeros, se explica cómo se logró hacer un control mediante el software LabVIEW y la tarjeta Arduino uno para la temperatura y humedad, donde se puede controlar el tiempo al que se quiere mantener expuesto los polímeros, estas pruebas se realizaron sin estar montadas en el dispositivo, ya que este se encuentra en la institución y el acceso a este todavía no es permitido por la Pandemia, mediante leds indicadores se logra ver un funcionamiento deseado y correcto de las salidas, con el apoyo de graficas en el programa se puede ver en tiempo real los cambios que ocurren así como el tiempo de respuesta del control PID, este es una parte fundamental en el proceso de control así estos datos son guardados en una base de datos para corroborar el funcionamiento deseado o para analizar estos datos.

Palabras clave — Control, Automatización, LabVIEW.

Abstract — In the present research work it deals with the control for an accelerated aging chamber for the characterization of polymers, it is explained how a control was achieved through the LabVIEW software and the Arduino uno board for temperature and humidity, where the time can be controlled. to which the polymers are to be kept exposed, these tests were carried out without being mounted on the device, since it is located in the institution and access to it is not yet allowed by the Pandemic, by means of indicator LEDs it is possible to see a desired and correct operation of the outputs, with the support of graphics in the program, you can see in real time the changes that occur as well as the response time of the PID control, this is a fundamental

part of the control process, so this data is saved in a database. Data to corroborate the desired performance or to analyze these data.

Keywords — Control, Automation, LabVIEW.

I. Introducción

En la actualidad hablar del lanzamiento de un producto o avance científico en el ámbito referido a los materiales sin conocer sus características y condiciones para un óptimo y viable funcionamiento es algo inconcebible. Ya que las condiciones climáticas pueden ser naturales o artificiales, por lo que se debe garantizar que el producto tendrá una vida útil en un entorno adecuado.

La degradación es cualquier cambio indeseable en las características, que pasa luego de que el material fue puesto en servicio, en la situación de los polímeros la degradación puede afectarlos química y (o) mecánicamente, se puede dialogar de efectos separados como por ejemplo el calor, la radiación, sustancias químicas, empero al estar en la intemperie o exposición al aire exterior.[1]

Las cámaras de envejecimiento acelerado (QUV) permiten lograr en menor tiempo los cambios que se presentan en un material por una exposición natural prolongada, porque simula condiciones de radiación UV, temperatura y humedad relativa, y a su vez estas pueden ser controladas, garantizando la repetibilidad y evaluación a diferentes tiempos de exposición.[2]

La cámara QUV expone los materiales a ciclos alternados de luz ultravioleta (UV) y humedad, simulando el envejecimiento, teniendo un control completo sobre la temperatura.

Los efectos de la luz solar se simulan mediante el uso de lámparas fluorescentes UV especiales. El rocío y la lluvia se simulan mediante la condensación de humedad y/o la pulverización de agua.

La luz ultravioleta (UV) es la mayor responsable de casi toda la degradación de los materiales durables expuestos a la intemperie. Las lámparas fluorescentes de la cámara QUV simulan la crítica radiación UV de ondas cortas y reproducen de manera realista el daño a las propiedades físicas causado por la luz solar. Algunos de los tipos de daño son: cambios de color, pérdida de brillo, cuarteamiento, agrietamiento, turbidez, formación de ampollas, fragilidad, pérdida de resistencia y oxidación [3].

II. Marco teórico

Los polímeros son moléculas de gran tamaño, constituidas por eslabones orgánicos denominados monómeros, unidos mediante enlaces covalentes. Los eslabones están formados, fundamentalmente, por átomos de carbono y pueden poseer grupos laterales o radicales con uno o más átomos. Estas moléculas orgánicas son las que constituyen los materiales plásticos que conocemos y también los tejidos de los seres vivos (piel, músculos, tela de araña, seda, etc.).[1]

La cámara de envejecimiento acelerado Se usa este término para nombrar a los dispositivos en el laboratorio utilizados para simular diversas posibilidades climáticas, con el fin evaluar la conducta del objeto de prueba en dichas condiciones específicas del medio ambiental permitiendo controlar distintos parámetros estos pueden ser temperatura, humedad, intensidad luminosidad, rayos ultravioletas, infrarrojo, presión atmosférica etc. El envejecimiento del objeto se da por la constante exposición a una condición climática.[4]

Existen diferentes equipos de Cámaras de envejecimiento acelerado que se clasifican de acuerdo con las condiciones climáticas que reproducen, se pueden destacar las siguientes

•Cámara por temperatura. - Controla la temperatura y humedad, esto permite conocer el comportamiento del

material cuando es sometido a las condiciones determinadas en su aplicación.
•Cámara de envejecimiento solar. - El envejecimiento acelerado de materiales por radiación ultravioleta permite conocer la resistencia a la radiación solar con el fin de conocer posibles deformidades de los componentes
•Cámara de investigación científica. - Esta clase de cámaras permiten simular ambientes con atmosferas de gases controlados, tóxicos, explosivos y sus mezclas.
•Cámara climobáricas. - Para la simulación espacial a escalas de laboratorio, así como en otros campos de la averiguación aplicada como por ejemplo en aeronáutica, defensa, electrónica, química, etcétera., en especial en todos los casos en los que se ocupe conocer la conducta de los productos a diferentes alturas, o en diferentes condiciones barométricas.[4]
Un sistema de control es aquel que compara la salida real retroalimentada con el valor que se requiere y ajusta su salida de acuerdo con el resultado. El término retroalimentación se usa porque las señales se retroalimentan desde la salida para modificar la entrada.[5]

III. Materiales y métodos

El prototipo de la cámara de envejecimiento acelerado o cámara de eventos múltiples es hecho en casa como se muestra en la Figura 1, con unas dimensiones de 90cm de largo por 70 cm de ancho y una altura de 90 cm, la manera de cerrar la cámara es con una abertura en la parte superior que abarca toda el área , para garantizar que no afecte el clima externo o las condiciones internas se puedan filtrar esta cuenta con un aislante plástico resistente a altas temperaturas en el contorno de la tapa, las paredes de este están recubiertas por un aplanado de cemento y yeso que funcionan como aislante para que las variaciones internas no sean perjudicadas por las condiciones externas.
Para la realización de este proyecto se utilizó la tarjeta de Arduino uno, un termopar tipo k, un sensor resistivo de humedad este se escogió porque tiene una mayor eficiencia cuando se trabaja a distancias considerablemente amplias.

Fig. 1. Prototipo de la cámara de eventos múltiples

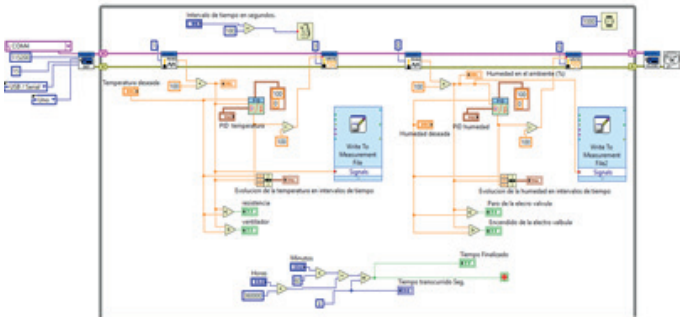
En el panel frontal (ver Figura 2) el control de este consta de ocho partes, el panel frontal es la parte que el usuario está viendo e interactuando durante todo el tiempo que se esté ejecutando el programa.
a)En la primera parte se designa el tiempo estimado que durara la simulación de las condiciones climáticas.
b)En la segunda parte se colocará el rango que se desea en la temperatura en centígrados y la humedad.
c)En la tercera parte se indicará el tiempo en que se desea tomar muestras, estas serán mostradas en forma de gráfica que cambia en el transcurso del tiempo (segundos), se representara en los paneles correspondientes de cada medición.
d)En la cuarta parte los indicadores muestran el momento en que son accionadas las diferentes salidas en este caso para la temperatura sería la resistencia para elevar la temperatura y un ventilador para disminuir la temperatura, para la humedad se accionará una electroválvula que se abrirá para el paso de agua.

e) En la quinta parte las mediciones en tiempo real se mostrarán en los indicadores del lado derecho correspondiente a cada una de estas las graficadoras.
f) En la sexta parte las graficadoras se mostrarán tres valores, el valor leído, el valor deseado, y la respuesta del control PID, esto con el fin de apoyar de manera visual el comportamiento de este control para una corrección o un ajuste.
g) En la séptima parte los controladores de ganancias PID, con el fin de mejorar la respuesta y la estabilidad al momento de ejecutarse el programa.
h) Octava parte Indicador del fin de la Simulación.

Fig. 2. Panel frontal de la cámara de envejecimiento acelerado

En el panel secundario (ver Figura 3) es donde se realizó la programación de lo que se muestra en el panel frontal (ver Figura 2), y en esta consta de diferentes partes y este se lee de forma descendente empezando por la parte superior de izquierda a derecha.
a)En la primera parte se tiene un delay (parte superior izquierda) de tiempo para que las interacciones del ciclo while sucedan cada segundo así de esta manera se podrá observar de manera clara el avance en el tiempo del panel frontal, del otro lado se tiene el arreglo para sincronizarse al delay y ver los datos cada cierto lapso en las gráficas.
b)En la segunda parte del lado izquierdo se ve la iniciación del arduino seleccionando, el puerto de comunicación se ve de color morado oscuro, posteriormente dentro del ciclo while se seleccionan las entadas, estas son análogas por lo tanto se pueden seleccionar las entradas de la A0-A5 del arduino, las salidas van a ser señales PWM por lo tanto son los puertos 3 y 5, ya que estos tienen esta característica de mandar esta señal, al final está el bloque que cierra el programa de arduino y el bloque de error, este último se activa cuando exista un problema.
c)En la tercera parte se tiene el control de las variables, así como los indicadores y la representación de estos en las gráficas, se utilizó el mismo principio para las dos variables a controlar, que en este caso es la temperatura y la humedad.
d)Al final se tiene el contador, cuando el número de interacciones sea igual al resultado de la suma de las horas y minutos se detendrá de manera automática el programa y a su vez ya no captura más datos, las interacciones suceden cada segundo.

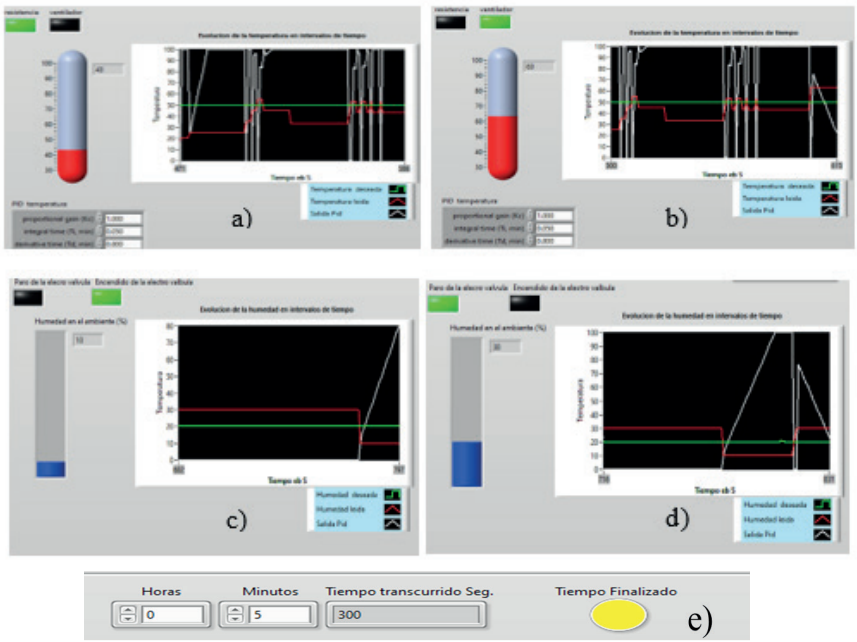
Fig. 3. Panel secundario de programación.



IV. Resultados

Con la finalidad de comprobar el funcionamiento del programa se aplicaron algunas pruebas logrando que la temperatura fuera inferior y superior a los 50°C y la humedad fuera inferior y superior a 20% estos cambiaron en el transcurso del tiempo (ver figura 4), se observó que los indicadores se activaban con las condiciones especificadas y el paro fue en el momento exacto cuando se cumplió el tiempo propuesto, los datos de la temperatura y humedad se lograron guardar en una base de datos con la correcta fecha de las pruebas.

Fig. 4. a) temperatura menor de la indicada, resistencia activada, b) temperatura mayor de la indicada, ventilador encendido y resistencia apagada, c) humedad menor de la indicada, encendido de la electroválvula, d) humead superior de la indicada, paro de la electroválvula, e) Paro de la captura de datos y de la simulación.



V. Discusión (o análisis de resultados)

Los resultados obtenidos son los esperados, pero con las observaciones que los sensores utilizados ya hacen la conversión a las unidades correspondientes, los datos obtenidos se guardaban cada segundo como se indicó en la barra del intervalo de tiempo, esto puede ayudar mucho cuando son lapsos de tiempo relativamente cortos, ya que en lapsos más grandes serian demasiados datos para esto sería conveniente capturarlos, pero en un lapso de tiempo más amplio.

VI. Conclusiones y recomendaciones

El desempeño del programa es el esperado, hipotéticamente estaría en un rango aceptable y fiable, el control PID se accionaba solo cuando la temperatura era menor o mayo, igualmente para la humedad, como recomendación seria tener la función de transferencia de los motores o actuadores a utilizar para tener valores exactos en las ganancias del PID para tener una respuesta más estable y rápida, los sensores utilizados son los indicados para este tipo de proyectos en el caso del termopar da una lectura precisa a los cambios, ya que en el proceso de pruebas se le acercó una fuente de calor de manera este fue muy capaz de notar los cambios de temperatura. Cabe mencionar que debido a la pandemia no fue posible la caracterización de polímeros.

VII. Reconocimientos (o agradecimientos)

Quiero agradarse al CONACYT y al verano de la ciencia región centro, así como al ITESI por esta gran oportunidad de poder participar en un verano, y tener esta gran experiencia.

Referencias

[1] Beatriz posada Bustamante La degradación de los plásticos [consultado en julio 2021].
[2] Camacho-Tauta, J., Reyes-Ortiz, Ó. J., & Mayorga-Antolínez, C. (2008). Curado natural y acelerado de una arcilla estabilizada con aceite sulfonado. Ingeniería y desarrollo.
[3] Fowler, S., Gauntner, J. y Quill, J. (2011, enero). Ensayos de estabilidad a la luz y a la intemperie de materiales impresos. En NIP & Digital Fabrication Conference (Vol. 2011, No. 1, págs. 271-277). Sociedad de Ciencia y Tecnología de la Imagen.
[4] Daniel Orozco Espinosa, Diseño y construcción de una cámara de envejecimiento acelerado por temperatura para polímeros, México, D.F. diciembre DE 2007) [consultado en julio2021].
[5] W. Bolton, “MECATRÓNICA SISTEMAS DE CONTROL ELECTRÓNICO EN INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA”, 2ª Edición, Editorial Alfaomega, México, 2001 [consultado en julio2021]

Impresión 3D de un vehículo AGV Escala 1:10

Elmer Uriel Pérez González
Universidad Politécnica de Querétaro Carretera estatal 420 SN El Marqués, Querétaro
019032652@upq.edu.mx

Carlos Fuentes Silva
Universidad Politécnica de Querétaro
Carretera estatal 420 SN El Marqués, Querétaro
carlos.fuentes@upq.mx

Resumen — Es bien sabido que la industria día tras día sufre cambios evolutivos, prueba de esto es que hoy nos encontramos bajo el resultado de una cuarta revolución industrial la cual ha traído consigo mejoras para que la humanidad pueda ser mas eficiente en sus procesos. La intención de este trabajo es diseñar y fabricar componentes para obtenerlos de una manera más económica y que sean funcionales, con el uso de software CAD como lo es SolidWorks para modelar los componentes y en adición el uso de impresión 3D.

Palabras clave — Vehículo AGV, Software CAD, Impresión 3D.

Abstract — It is well known that industry day by day is under evolutive changes, proof of that is that today we are living the fourth revolutions results which bring us improvements for humanity can be more efficient in their process. The intention of this work is design and manufacture components to get them in a cheaper way and they can be functional, all this by using CAD software as SolidWorks for components modeling and in addition the use of 3D print.

Keywords — AGV Vehicle, CAD Software, 3D print.

I. Introducción

Es una realidad que conforme ha pasado el tiempo en la industria se busca automatizar aquellos procesos en los cuales un humano puede cometer un error con facilidad, además de no contar con una constante actividad lo cual siempre es reflejado en productividad. Por ello hoy en día se observa una mejora continua en la realización de actividades industriales, todo esto con ayuda de máquinas automáticas programables capaces de realizar determinadas tareas de manera autónoma y a su vez sustituir a los seres humanos, especialmente en tareas pesadas, repetitivas o peligrosas. Es por eso por lo que el presente trabajo explica el diseño y fabricación de componentes de un prototipo a escala de un vehículo AGV, el cual puede ser programado para realizar determinadas tareas de manera autónoma y eficaz. El presente diseño del prototipo que tendrá fines educativos fue tomado de una plataforma de uso libre5, la idea fue partir de este prototipo para lograr diseñar y fabricar piezas más accesibles que nos permitan adaptar componentes más resistentes y ser capaces de ensamblar nuestros prototipos que tienen como fin la educación.

La propuesta es diseñar componentes de un prototipo a escala de un vehículo con ayuda de SolidWorks para modelarlos e imprimirlos, componentes que en realidad existen, pero pueden alcanzar costos muy más elevados y con menos resistencia, por lo que para fines educativos no sería rentable y en la mayoría de los casos reduciría el número de prototipos que podemos fabricar, por lo que se podría optar por no continuar con un determinado proyecto. Es ahí donde toma lugar este tipo de fabricaciones que ayudan a estudiantes universitarios a comprender y tener una mejor visión de lo que se podría realizar con un vehículo de estas características.

II. Marco teórico

Un vehículo de Guiado Autónomo (AGV por sus siglas en inglés) no requiere de un conductor, este tipo de vehículos realizan el suministro de materiales en procesos secuenciados. Con esto la logística de la industria será más segura y casi sin errores que disminuyan la productividad y eficacia. Que este tipo de transporte sea autónomo permite que en el interior de una nave se transporten cargas hasta su ubicación de una manera más eficiente sin fallas causadas por errores humanos2.

El software CAD SolidWorks es una aplicación de diseño mecánico que permite croquizar ideas, experimentar con operaciones y cotas, modelar y dibujar1.

La manufactura por adición o mejor conocida como impresión 3D, es el conjunto de procesos que producen objetos a través de la adición de material en capas en secciones transversales de un modelo 3D. Los materiales más usados para impresión 3D son los plásticos y las aleaciones de metales, sin embargo, se puede utilizar cualquier material, desde hormigón hasta tejido vivo3.

III. Materiales y métodos

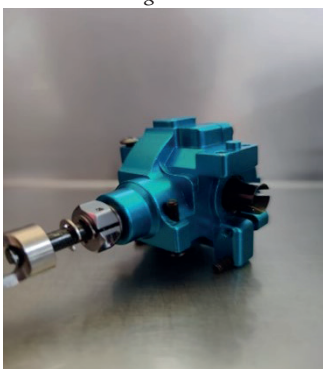
Materiales

- Software CAD SOLIDWORKS
- Impresora 3D
- Diferencial
- Vehículo AGV

Métodos

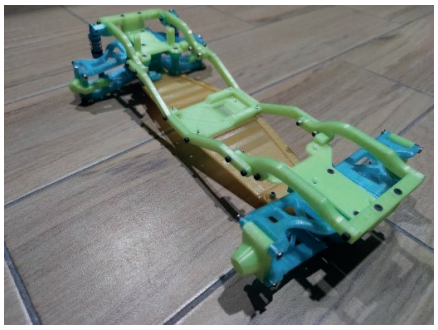
En primer lugar, se inicia por tomar medidas del componente que se tiene que adaptar al trabajo en curso del vehículo AGV que se muestra en la Fig. 1.

Figura 1



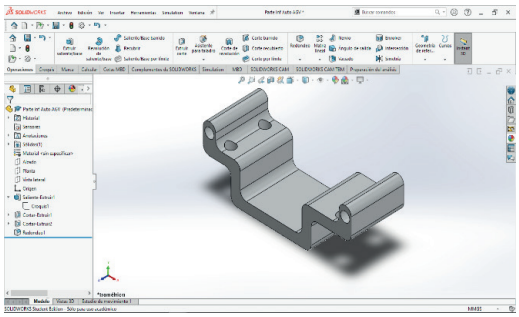
Seguido de esto de igual manera se tomarán medidas del vehículo AGV y de la sección en donde se colocará el soporte inferior para el diferencial que se observa en el Fig. 2.

Figura 2



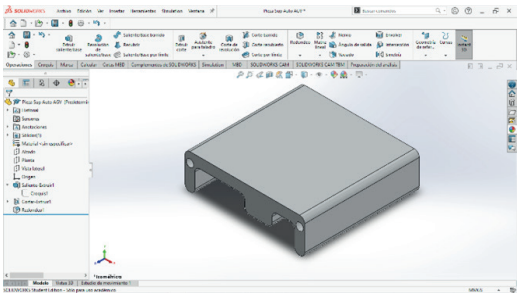
Se procede a croquizar y extruir la primera pieza, luego se le agregan detalles funcionales para finalmente verse como en la Fig. 3.

Figura 3



Luego procedemos ahora a medir de igual manera el diferencial para el vehículo AGV en la sección superior para modelar y manufacturar el soporte superior.
De regreso en el software realizamos el croquis para el soporte superior y lo vamos a extruir como se muestra en la Fig. 4.

Figura 4



Continuando con el modelado, se tendrá que diseñar una especie de tapa para ayudar al soporte superior.
Procederemos a tomar las medidas necesarias y comenzaremos a croquizar y extruir el diseño para obtener algo como se muestra en la Fig. 5.
Para concluir con ayuda de la manufactura por adición imprimiremos las tres secciones en plástico que podemos ver en la Fig. 6.

Figura 5

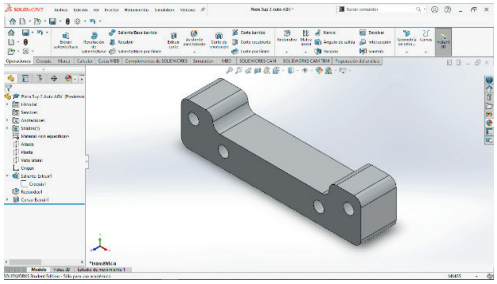
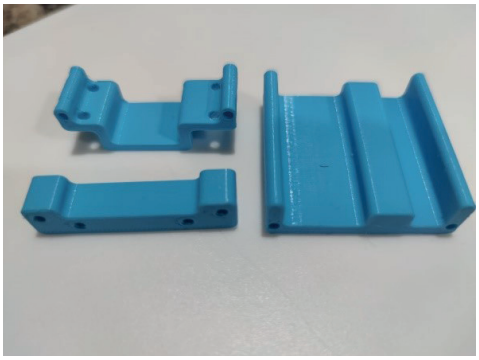


Figura 6



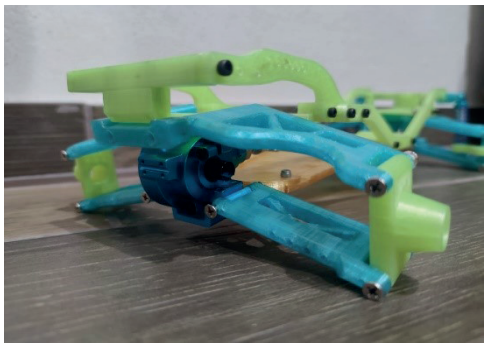
En este caso específico con la manufactura de estas tres secciones se concluye con el proceso de adaptar el diferencial al vehículo AGV.

IV. Resultados

El objetivo buscado se logró, las tres secciones permiten adaptar el diferencial al vehículo AGV el cual, para este caso en específico, estaba pensado para utilizar otro tipo de diferencial que tiene una durabilidad menor y un costo mayor al que pudimos adaptar, logrando así mayor durabilidad a un menor costo favoreciendo la educación.

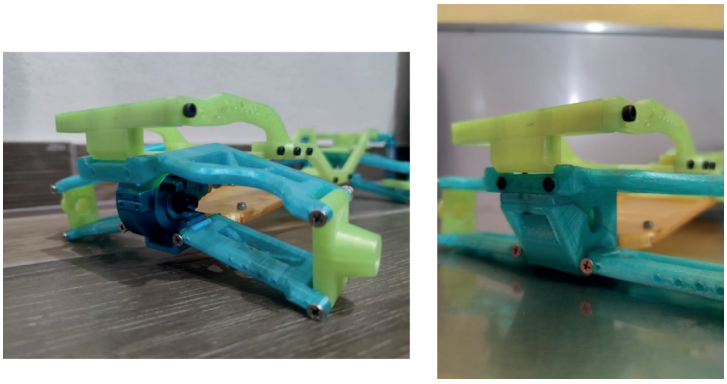
El vehículo AGV es capaz de utilizar el nuevo diferencial ya que las modificaciones lo permiten. El resultado se observa en la Fig. 7.

Figura 7



El resultado se puede apreciar en la siguiente Fig. 8 donde ponemos en comparativa la mejora a la que llegamos, del lado izquierdo el prototipo impreso en 3d y del otro lado el mismo prototipo, pero con mejoras para poder utilizar partes como el diferencial que son mas durables gracias a los materiales de los que este fabricado.

Figura 8



V. Discusión (o análisis de resultados)

Si bien hablamos del diseño de un prototipo a escala de un vehículo AGV, la idea nació de tomar un diseño de un prototipo real que se encuentra en foros de internet4, este diseño es de uso libre. Nuestro trabajo consistió en mejorar la resistencia, reducir costos y adaptar en este caso el sistema de tracción por uno que en cuestiones de durabilidad y precio son mucho mejor a los que se establecen en el diseño original, lo cual nos lleva que para términos educativos es más accesible para nosotros.

VI. Conclusiones y recomendaciones

Como pudimos darnos cuenta, es relativamente sencillo plasmar una idea basada en un dibujo gracias a la implementación de un software CAD en este caso SOLIDWOKS, debido a que las herramientas con las que cuenta son suficientes para manufacturar la pieza deseada. Además, fue muy importante tener conocimientos en el área de modelado y fabricación. Por otro lado, logramos adaptar una pieza con mejores propiedades como lo pueden ser la durabilidad y el costo, todo esto favoreciendo la educación. Finalmente es bueno siempre verificar en este caso las características de los componentes como lo pueden ser sus dimensiones y propiedades. Siendo así que es posible fabricar componentes que no pueden estar a nuestro alcance de manera sencilla y económica, sin embargo, es posible fabricarlas como medida alternativa.

VII. Reconocimientos (o agradecimientos)

Me es un gusto expresar mi gratitud con mi profesor y asesor Carlos Fuentes Silva por todo su apoyo y motivación, a su vez a la Universidad Politécnica de Querétaro, institución con la que estoy muy agradecido por el apoyo y conocimiento brindado, así como las oportunidades y experiencias que vivo cada día.

Referencias

[1] Introduction a SOLIDWORKS, Dassault Systemes, 2021.
[2] Anónimo, Vehículos de guiado automático ¿Qué son y para que sirven?, TATOMATECH, 24 julio, 2019. Disponible en https://www.tatomatech.com/vehiculos-de-guiado-automatico-que-son-y-para-que-sirven/ [consultado en 2021].
[3] Anónimo, Software para impresión 3D, AUTODESK, 2020. Disponible en https://www.autodesk.mx/solutions/3d-printing [consultado en 2021].
[4] Foro prototipo 1 https://www.thingiverse.com/thing:3082041
[5] Foro prototipo 2 https://www.instructables.com/MyRCCar-110-MTC-Chassis-Updated-Customizable-Chass/

Estudio de factibilidad para la instalación de celdas fotovoltaicas que alimenten eléctricamente el Edificio uno del TecNM Campus Monclova

Valeria Estefanía Rendón Gómez
Instituto Tecnológico Superior de Monclova Carretera 57, S/N, Col. Los 90's, C.P. 25733
H18050538@monclova.tecnm.mx

Adriana Hernández Córdova
Instituto Tecnológico Superior de Monclova Carretera 57, S/N, Col. Los 90's, C.P. 25733
adriana.hernandez@monclova.tecnm.mx

Resumen — En este proyecto se analizó la factibilidad de instalar un sistema de energía limpia mediante celdas fotovoltaicas interconectadas a la red eléctrica para alimentar el consumo energético del edificio uno del TecNM Campus Monclova. Así mismo, se realizó un análisis de la cantidad de energía eléctrica consumida en el edificio mencionado, el cálculo del costo del suministro eléctrico y la captación de energía solar diaria promedio por metro cuadrado (m2) de superficie en este lugar. Con los datos anteriores se estimó el número de paneles óptimo para cubrir la demanda energética y se realizó una comparación del costo actual con el costo implementando las celdas fotovoltaicas.

Palabras clave —Celda fotovoltaica, Energía, Sistema fotovoltaico.

Abstract — The development of renewable energies has stood out as the central axis of the energy transition towards a more sustainable society. In recent decades, photovoltaic technologies have undergone enormous technological advancement. This paper presents a study on the different types of photovoltaic cells and their characteristics. In addition, an analysis was carried out of the amount of electrical energy consumed in building one of the TecNM Campus Monclova, the calculation of the cost of the electrical supply and the average daily solar energy capture per square meter (m2) of surface in this place. With the previous data, the optimal number of panels to cover the energy demand was estimated and a comparison of the current cost with the cost of implementing the photovoltaic cells was made.

Keywords — Photovoltaic cell, Energy, Photovoltaic system.

I. Introducción

En las últimas décadas, las tecnologías fotovoltaicas experimentaron un enorme avance tanto a nivel científico como tecnológico. La eficiencia de los diferentes tipos de celdas se ha incrementado cinco veces y, desde el punto de vista de la innovación, actualmente se cuenta con tres generaciones de celdas desarrolladas. Los costos y la cantidad de energía necesaria para la fabricación de paneles fotovoltaicos se han reducido en tal medida que la inversión se puede recuperar durante los dos primeros años de uso, mientras que la confiabilidad contra fallas y condiciones climáticas adversas otorga garantías que exceden los veinte años de vida útil.(PROMEXICO, 2017, p.26)

En el uso de las energías renovables, es importante tomar en consideración el dimensionamiento y diseño de una instalación solar fotovoltaica así como el conocimiento del funcionamiento de los paneles solares, los cuales proporcionan las bases para que los usuarios finales tengan la capacidad de decidir si genera o no su propia energía, a partir de su factura de luz. Una de las ventajas de la instalación de paneles, es que existen diversos tipos de esquemas de conexión. Una solución para disminuir estos costos de operación en la generación es estar en el esquema de autogeneración, y los sistemas de generación fotovoltaicos interconectados a la red son una alternativa a esta problemática futura para el usuario básico y actual para el usuario de alto consumo.(González León et al., 2018)

En este trabajo se realiza la estimación correspondiente al número de paneles que constituiría el Sistema Fotovoltaico que abastecería energéticamente al edificio uno del Campus Monclova tomando en consideración aspectos como el historial del consumo de energía eléctrica en este lugar, la irradiación solar, entre otros aspectos.

II. Marco teórico

Las celdas fotovoltaicas o paneles solares son celdas que convierten la energía proveniente de sol en energía eléctrica. Estas celdas están formadas normalmente por silicio (Si) con una eficiencia comercial promedio que va desde el 20% hasta el 30%; liberar un electrón sólo es una parte del proceso de cómo funcionan las celdas fotovoltaicas ya que se requiere mover los electrones de cierta forma para generar una corriente eléctrica. Esto se logra mediante un campo eléctrico el cual es producido por el efecto de dos capas semiconductoras “p” y “n”. Al combinar ambas capas se genera un campo eléctrico el cual no deja a los electrones moverse más que de una manera, generando así una corriente eléctrica la cual puede ser almacenada fácilmente en una batería. (Rocha Rojas y Morales Rodríguez, 2021)

III. Materiales y métodos

Para el desarrollo de este proyecto se realiza una revisión del historial del consumo mensual de energía eléctrica de todo el Campus Monclova en el año 2019, ya que en 2020 y lo que va de 2021, por cuestiones de pandemia se tomaron clases a distancia, por lo que no se usaron aparatos y equipos electrónicos en su totalidad, estimando así el consumo promedio diario en el período mencionado.

Así mismo se determinan las Horas Solar Pico (HSP) para la zona donde se ubica el Campus Monclova.

Con los datos de consumos energéticos y las HSP se determinan el número de paneles necesarios que puede abastecer la demanda de energía del edificio uno, así como también los costos e instalación del Sistema Fotovoltaico que incluye además de los paneles, solares, los inversores, materiales y mano de obra.

En esta misma línea, se calcula la energía eléctrica propuesta con los paneles fotovoltaicos, así como los costos por consumo.

Finalmente se calcula el tiempo, en que el sistema fotovoltaico tendrá una amortización económica así como la viabilidad del proyecto.

IV. Resultados

De acuerdo a la revisión del historial de facturas eléctricas emitidas por Comisión Federal de Electricidad (CFE), se obtuvieron los consumos mensuales (Kwh), así como el consumo promedio diario, los cuales se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Consumo de energía período febrero-diciembre 2019 en todo el Campus Monclova

PERÍODO	CONSUMO MENSUAL (Kwh)	CONSUMO PROMEDIO DIARIO (kW)
feb-19	39690	661.50
mar-19	204	3.40
abr-19	45029	750.48
may-19	93754	1562.57
jun-19	84294	1404.90
jul-19	49403	823.38
ago-19	96226	1603.77
sep-19	92737	1545.62
oct-19	75655	1260.92
nov-19	45753	762.55
dic-19	24776	412.93
TOTALES	647521.00	10792.02
PROMEDIO	58865.55	981.09

Los datos anteriores corresponden al consumo energético de todo el Campus Monclova. Para estimar el consumo del edificio uno, se analizaron la cantidad de equipos electrónicos, su potencia nominal, su utilización en horas, el consumo base de energía (kW) correspondiendo a este edificio el 48% de éste consumo promedio diario equivalente a 470.92 kW.

Así mismo, se obtuvieron las HSP, ésta es una unidad que mide la irradiación solar y se define como la energía por unidad de superficie que se recibiría con una hipotética irradiancia solar constante de 1000 W/m², el valor estimado promedio de HSP para esta zona es de 5 de acuerdo a los datos arrojados por la PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) Figura 1.

Fig.1 .Datos de irradiación solar

Con los datos anteriores se calculó el número de paneles necesarios para cubrir la demanda energética.

$$Número\ de\ paneles = \frac{(E)(1.3)}{(HSP)(Wp)}$$

Donde:
E = Consumo diario promedio en w (vatios)
HSP= Horas Solar Pico
Wp = Potencia del panel
1.3 = Factor de seguridad, significa sobredimensionar en un 30% más de consumo.
Tomando en consideración los datos correspondientes, E= 470.92 Kw = 470920 w, HSP=5, Wp= 450 w, se obtuvo lo siguiente:

$$Número\ de\ paneles = \frac{(470920)(1.3)}{(5)(450w)} = 272.08 = \mathbf{273}$$

Además de los paneles se consideró, los inversores, mano de obra, materiales y estructuras, se revisaron las cotizaciones de diferentes proveedores, de las cuales se determinaron los siguientes costos correspondientes a: 273 Paneles marca solar EGE-450W-144M: $2, 622,607.042, mano de obra y materiales: $8888.89, dos inversores: $159,360, lo anterior da un total de $2, 790,855.932 equivalente al costo del Sistema Fotovoltaico (SFV).
Por otra parte se calculó la energía propuesta con los 273 paneles, además del costo por consumo mensual.

$$Energía\ propuesta = \frac{(Wp)(No.Módulos)(HSP)(30)}{1000}$$

$$Energía\ propuesta = \frac{(450)(273)(5)(30)}{1000} = \mathbf{18,427.5\ kW}$$

$$Costo\ por\ consumo = (E)(Tarifa\ Promedio\ Mensual\ CFE)$$

$$Costo\ por\ consumo: (18{,}427.5\ kW)(2.3205\ \$kW) = \$42{,}761.01$$

Finalmente se obtuvo el tiempo en meses en el que el SFV tendrá una amortización económica.

$$Amortización: \frac{Costo\ del\ SFV}{Costo\ por\ consumo}$$

$$Amortización: = \frac{\$2{,}790{,}855.932}{\$42{,}761.01} = 65.26\ meses$$

V. Análisis de resultados

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos analizar la factibilidad de instalar el sistema de energía limpia en el edificio uno del Campus Monclova ya que la vida útil promedio de los paneles fotovoltaicos es de 25 años en condiciones normales, en este tiempo pueden generar 5,528,250 kW, que al costo medio actual de $2.3205 serian $12,828,304.13, el costo de instalación inicial aproximado es de $2, 790,855.932 puede parecer elevado sin embargo el tiempo de amortización es de 5.43 años, quedando de ganancia alrededor de 19.57 años, en este tiempo se podría ahorrar $10,037,448.07.

VI. Conclusiones y recomendaciones

El uso de las energías limpias hoy en día forma parte importante de la vida del ser humano, ya que estas sin duda garantizan el bienestar del medio ambiente.
Las celdas fotovoltaicas en la actualidad son una herramienta que suman a los importantes cambios en nuestro entorno, ya que contribuye a reducir la contaminación debido a que la energía solar no causa gases de efecto invernadero.

Se ha divulgado en diferentes partes del mundo que las celdas fotovoltaicas forman parte de proyectos interesantes y de gran impacto, por lo que se le considera atinadamente como la energía del futuro.
Aunado a lo anterior y referente a la parte económica también tiene grandes ventajas porque a pesar de que la inversión sea considerable se recupera en un determinado tiempo.
Es importante dar a conocer a los estudiantes la información referente a las energías limpias y motivarlos a desarrollar proyectos referentes a este tema.

Referencias

González León, C., Torres, J., Serrano, J. ., Rodríguez Alejandro, A. D. ., & González Cabrera, N. (2018). Estudio técnico económico de paneles solares interconectados a la red de distribución. Revista Iberoamericana de Ciencias, 5(3), 94–105. http://reibci.org/publicados/2018/jun/2800107.pdf
PROMEXICO. (2017). LA INDUSTRIA SOLAR FOTOVOLTAICA Y FOTOTÉRMICA EN MÉXICO (p. 16). https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/428621/La_industria_solar_fv_y_ft_en_M_xico-compressed.pdf
Rocha Rojas , D., y Morales Rodríguez, M. A. (27 de Agosto de 2021). IBERO FWD. La Mirada de la Academia. Obtenido de https://ibero.mx/prensa/que-son-y-como-funcionan-las-celdas-fotovoltaicas

Análisis de diferentes combustibles en motores de combustión interna

Zazil Gaspar Aranguré
Instituto Tecnológico de Querétaro
Av. Tecnológico s/n esq. Gral. Mariano Escobedo. Colonia Centro Histórico C.P. 76000, Querétaro, Querétaro.
Zazil.gaspar@gmail.com

Juan Manuel García Guendulain
Universidad Politécnica de Querétaro Carretera Estatal 420 SN, El Marqués Querétaro C.P. 76240
manuel.garcia@upq.edu.mx

Resumen — En este trabajo se presenta la implementación de un modelo termodinámico de bajo costo computacional desarrollado en el software de MATLAB® en el que se imita el proceso de un motor de combustión interna alimentado con gasolina; se simula un tipo de motor con ciertas características específicas de operación. El modelo termodinámico se emplea para llevar a cabo pruebas con distintos combustibles donde los resultados obtenidos muestran el desempeño del ciclo con cada uno de estos combustibles alternativos.

Palabras clave — Motores de combustión interna, combustible alternativo, modelo termodinámico.

Abstract — In this work the implementation of a low computational thermodynamic model simulated in MATLAB® software is presented, in which the process of gasoline fueled internal combustion engine is imitated; also is simulated with certain specific operating characteristics. Thermodynamic model is used to carry out tests with different fuels where the results obtained show the performance of the cycle with each of alternative these fuels.

Keywords — internal combustion engines, alternative fuel, thermodynamic model.

I. Introducción

En el sector de transporte la potencia para poder mover vehículos ligeros puede ser generada a través de diferentes formas de energía, una de ellas a través del proceso de combustión en motores de combustión interna alternativos (MCIA). Aunque se ha dado un crecimiento en la producción de coches que funcionan con baterías, pronósticos mundiales muestran que aun dentro de los próximos años los motores de combustión interna serán predominantes [1]. Esto implica que dichos motores deben ser más limpios y se debe promover el uso de combustibles alternativos. Ensayos experimentales para el análisis de combustibles alternos son de muy alto costo debido a la infraestructura y a los instrumentos empleados en la medición de los diferentes parámetros característicos de los MCIA, una

opción viable para el análisis del efecto de estos combustibles es mediante el uso de termodinámica aplicada a través de simulaciones de alto o bajo consumo de recurso computacional.
El objetivo de este trabajo es desarrollar un modelo termodinámico de bajo consumo computacional que permita evaluar los principales parámetros como presión dentro del cilindro, así como la potencia y presión media efectiva desarrollada al evaluar diferentes combustibles.

II.Marco teórico

A. Ecuación de Wiebe
Modelos de una sola zona se pueden representar a través de la liberación de energía en función del ángulo del cigüeñal con la función de wiebe [2], como se muestra a continuación:

$$X_{b(\theta)} = 1 - exp\left[-a\left(\frac{\theta(i)-\theta_0}{\theta_b}\right)^{K+1}\right]$$

Donde a y k son constantes ajustables, q(i) es el ángulo del cigüeñal, q _0 es el ángulo del inicio de la combustión y q_b es la duración de la combustión.
B. Parámetros geométricos [3]
Diámetro del pistón: D
Carrera del pistón: S
S=2a (2)
Cilindrada unitaria: V_d
V_d= ϖ/4 D^2 S (3)
Cilindrada total: V_t
V_t=z V_d (4)
donde z= número de cilindros
Volumen de la cámara de combustión: V_c
Volumen del cilindro en función de θ: V
V=V_c+ϖ/4 D^2 (l+a-s) (5)
Donde, s=acosθ+(l^2-a^2 sen ^2 θ)^(1/2)
Relación de compresión: En MEP de 8 a11 y en MEC de 12 a 24,
r=(V_d V_c)/V_c (6)
Relación carrera/diámetro: en motores pequeños y medianos de 0.6 – 1.2, en MEC de baja velocidad de 1.2 – 3.0.
R_SD= S/D (7)
Relación longitud de biela/radio de la manivela: en motores pequeños y medianos de 3 – 4, en MEC de baja velocidad de 5 – 10.
R=1/a (8)
Velocidad media del pistón: C_m=2Sn,
Donde, n= régimen de giro del cigüeñal.
C. Trabajo
El trabajo de bombeo (admisión y escape) normalmente no se considera como trabajo indicado (compresión, combustión y expansión) y se incluye dentro de las perdidas mecánicas.
Para motores de aspiración natural, el trabajo de bombeo será negativo, por lo que el trabajo efectivo será:
We=Wi-Wb (9)
En motores sobrealimentados, la presión de admisión puede ser mucho mayor que la de escape dando un trabajo

de bombeo positivo, por lo que:

$$We=Wi+Wb \quad (10)$$

D. Presión media y potencia

La presión media indicada se define como la presión constante que durante una carrera produce un trabajo igual al indicado del ciclo:

$$pmi= WI/V_d \quad (11)$$

La potencia indicada Ni (o potencia interna) de un motor (trabajo indicado por unidad de tiempo) será:

$$N_i=pmi*Z*V_d*n*i=pmi*V_(i)*n*i \quad (12)$$

Donde i= número de ciclos por vuelta.

La potencia efectiva Ne en el cigüeñal será menor que la potencia indicada debido a la potencia absorbida por perdidas mecánicas (N_pm):

$$N_e=N_i- N_pm \quad (13)$$

La potencia absorbida por pérdidas mecánicas incluye las pérdidas por fricción mecánica, las pérdidas de bombeo y la potencia necesaria para el accionamiento de los elementos auxiliares.

El par motor es un parámetro que indica la capacidad para realizar trabajo que tiene un motor particular, por lo que depende del tamaño de este. Un parámetro más adecuado para reflejar el comportamiento de un motor es la presión media efectiva, la cual se define análogamente a la presión media indicada.

$$pme=We/V_d \quad (14)$$

E. Torque

Par ejercido por el motor:

$$M=F*L \quad (15)$$

Potencia desarrollada por el motor y absorbida por el freno:

$$N=2\varpi nM \quad (16)$$

F. Relación combustible-aire (dosado)

Dosado estequiométrico:

$$F_(e)=((m_f)\dot{}/(m_a)\dot{})_e \quad (17)$$

III. Metodologia

La realización del proyecto consta de dos etapas principales.

a) En la primera etapa se desarrolla el modelo termodinámico para motores de combustión interna alternativos en el software de Engineering Equation Solver.

b) En la segunda etapa se llevan a cabo las pruebas con diferentes combustibles, calculando los principales parámetros involucrados

Tabla 1: Combustibles y sus características

Combustible	Hc (kJ/kg)	Fe	Referencia
Gasolina	44 000	1/15.13	[4]
Gasolina 10% de etanol	42 510	1/14.35	[5]
Metanol	20 000	1/6.47	[6]
Di-methyl ether (DME)	28 800	1/9	[7]

Los combustibles que se utilizaron y sus características se muestran en la tabla 1.

El modelo termodinámico desarrollado es el siguiente:

Características de operación del MCIA [2]:

1. Diámetro del pistón (D)= 0.101m

2. Carrera del pistón (S)= 0.088m
3. Número de cilindros (z)= 6
4. Relación de compresión (rc)= 9:1
5. Longitud de la biela (L)= 0.93
6. Poder calorífico inferior del combustible (Hc)
7. Dosado estequiométrico del combustible (Fe)

Las características de los combustibles seleccionados se agregan al modelo termodinámico, se obtienen los datos especificados y se generan las gráficas de presión, potencia y parámetros globales como potencia indicada y presión media efectiva.

IV. Resultados

En esta sección se muestran los resultados obtenidos con el modelo termodinámico programado en el software MATLAB. La figura 2 muestra la variación de la presión dentro del cilindro para diferentes combustibles analizados mientras que en la Tabla 2 se muestran los parámetros de operación obtenidos con el modelo.

Fig. 2. Presión dentro del cilindro

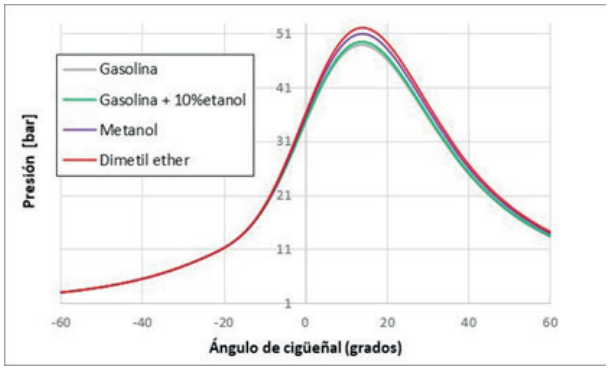


Tabla 2: Parámetros principales

	Gasolina	Metanol	Gasolina + 10% etanol	Dimetil ether
N (rpm)	4500	4500	4500	4500
Hc (kJ/kg)	44000	20000	42510	28800
Fe	15013	6.47	14.35	9
Ne (kW)	129.8	139.67	132.76	145.49
pme (bar)	8.05	8.66	8.22	9.02
torque (Nm)	275.444155	296.388945	281.72547	308.739369
We (J)	748.5	792.19	761.46	818.032

V. Discusión (o análisis de resultados)

Como se puede ver en la Figura 1, se muestra un incremento en la presión dentro del cilindro cuando se utilizan combustibles distintos a la gasolina, como lo es una mezcla de 10% etanol con gasolina, metanol y DME, siendo este último quien origina un mayor incremento de presión. Esto se traduce en el motor como un incremento en los parámetros efectivos de operación como lo son la presión media efectiva (pme) la potencia (Ne) y el torque cuando DME es utilizado, esto se atribuye principalmente a la alta concentración de combustible dentro de la mezcla a pesar de tener un poder calorífico mucho menor que el de la gasolina.

VI. Conclusiones y recomendaciones

En este trabajo se ha desarrollado un modelo termodinámico de bajo costo computacional el cual ha simulado de manera adecuada la predicción de la presión dentro del cilindro y con ello los parámetros efectivos del motor. El modelo desarrollado ayuda al análisis de diferentes combustibles alternativos y propicia información cualitativa del desempeño del motor ante estos. Como trabajo futuro queda la validación experimental del modelo, así como el desarrollo de análisis de otros tipos de combustible y mezclas entre ellos.

VII. Reconocimientos

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Politécnica de Querétaro por el uso de la licencia del software Matlab® y por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

Referencias

[1] BP Energy Economics. BP Energy Outlook, 2018 2018. https://www.bp.com/content/dam/bp-country/de_ch/PDF/Energy-Outlook-2018- edition-Booklet.pdf

[2] Y. G. Guez W H Tw -Zone Heat Release Analysis of Combustion Data and Calibration of Heat Transfer Correlation in an IC engine, SAE International, Warrendale, PA, SAE Technical Paper 1999-01-0218, Mar. 1999.

[3] J. Heywood, Internal Combustion Engine Fundamentals. Tata Mcgraw Hill Education, 2011.

[4] Mohsen Ghazikhani, Mohammad Hatami, Behrouz Safari, Davood Domiri Ganji, Experimental investigation of exhaust temperature and delivery ratio effect on emissions and performance of a gasoline–ethanol two-stroke engine, Case Studies in Thermal Engineering, Volume 2, March 2014, Pages 82-90, ISSN 2214-157X,

[5] M. Bahattin Celik, Experimental determination of suitable ethanol–gasoline blend rate at high compression ratio for gasoline engine, Applied Thermal Engineering, Volume 28, Issues 5–6, April 2008, Pages 396-404, ISSN 1359-4311.

[6] Avinash Kumar Agarwal, Himanshu Karare, Atul Dhar, Combustion, performance, emissions and particulate characterization of a methanol–gasoline blend (gasohol) fuelled medium duty spark ignition transportation engine, Fuel Processing Technology, Volume 121, May 2014, Pages 16-24, ISSN 0378-3820

[7] Seokhwan Lee, Seungmook Oh, Young Choi, Kernyong Kang, Effect of n-Butane and propane on performance and emission characteristics of an SI engine operated with DME-blended LPG fuel, Fuel, Volume 90, Issue 4, April 2011, Pages 1674-1680, ISSN 0016-2361

Diseño de un dispositivo inteligente para evaluar condiciones ergonómicas industriales.

Juan Gilberto Quintero López
Instituto tecnológico superior de Purísima del Rincón
Boulevard Del Valle #2301, guardarrayas C.P. 36413, Purísima del Rincón, Guanajuato
RS17110535@purisima.tecnm.mx

Guillermo García Rodríguez
Instituto tecnológico superior de Purísima del Rincón
Boulevard Del Valle #2301, guardarrayas C.P. 36413, Purísima del Rincón, Guanajuato guillermo.
gr@pirisima.tecnm..mx

Resumen — En el siguiente trabajo se presenta un análisis ergonómico de diferentes factores que pueden afectar al operador dentro de una empresa, se llevó a cabo el análisis ergonómico de diferentes áreas con aparatos especiales para hacer un estudio y posteriormente se realizó un prototipo que hace las mediciones en una aplicación móvil y aquí la diferencia es que los primeros estudios son seis equipos diferentes uno para cada medición y el prototipo realizado es uno solo el cual mide el campo de los seis instrumentos utilizados en el primer análisis y esto se realiza para que el operador tenga un mejor campo de trabajo y su desgaste personal sea el mínimo y sea más productivo en su área determinada.

Palabras clave — ergonomía, análisis ergonómico, operador.

Keywords — ergonomic, ergonomic analysis, operator.

Abstract — In the following work, an ergonomic analysis of different factors that can affect the operator within a company is presented, the ergonomic analysis of different areas was carried out with special devices to make a study and later a prototype was made that makes the measurements in a mobile application and here the difference is that the first studies are six different equipment, one for each measurement and the prototype carried out is only one which measures the field of the six instruments used in the first analysis and this is done so that the operator has a Better field of work and your personal burnout is minimal and you are more productive in your given area..

I. Introducción

Actualmente en la industria; sin importar el giro, se presentan una serie de enfermedades por la deficiencia de espacios laborales ergonómicos, lo que conduce a problemas de salud o incapacidades permanentes afectando la productividad de la industria. Por ello, surge la necesidad de evaluar y adecuar los espacios de trabajo mediante

el uso de un dispositivo, capaz de monitorear dichas condiciones mediante un dispositivo capaz de monitorearlas desde una perspectiva ergonómica en el sector industrial para mejorar las áreas de trabajo, usando una aplicación móvil.
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.

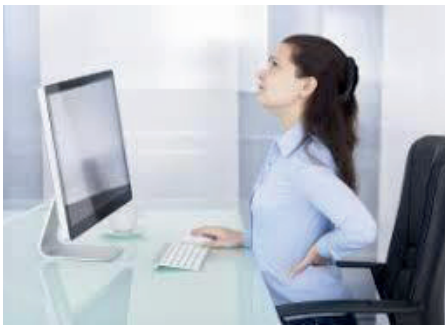
II. Marco teórico

¿Qué es la ergonomía?
Es el conjunto de conocimientos de carácter multidisciplinar aplicados para la adecuación de los productos, sistemas y entornos artificiales a las necesidades, limitaciones y características de sus usuarios, optimizando la eficacia, seguridad y bienestar. [1]

Fig. 1 ¿Que es la ergonomía?

La ergonomía ocupacional se basa en la adaptación del entorno laboral para conseguir el bienestar del trabajador, contribuir positivamente en su salud y facilitar la correcta realización de sus tareas y funciones. [2]

Fig. 2 ¿Que es la ergonomía ocupacional?



¿Qué es el estrés laboral?
El estrés es un fenómeno natural. Puede desencadenarlo cualquier factor emocional, físico, social o económico que requiera una respuesta o un cambio de una persona. [1]

Fig. 3 ¿Que es el estrés laboral?

Condiciones físicas:
ηIluminación, su norma es NOM-025-STPS-2008
ηTemperatura, su norma es NOM-015-STPS-2001
ηRuido, su norma es NOM-011-STPS-2001
ηHumedad, su norma es NOM-014-STPS-2000
ηVentilación, su norma es NOM-033-STPS-2015
Repetibilidad y Reproducibilidad
Los productos obtenidos en un proceso tienen un error admisible. Cualquier proceso de medición genera un error. Lo que se observa no es exactamente la realidad, "es la realidad más un error de medición".
Esto se traduce en que la variación total observada en unos datos es el resultado de la variación propia del producto más el error del proceso de medición.
Así, parte de la variabilidad observada en el producto se debe a la variabilidad de las mediciones y no a la variabilidad propia del producto.
En los estudios R&R se evalúa de modo experimental qué parte de la variabilidad total observada en los datos es atribuible al error de medición. [3]
• Repetibilidad (instrumento).
• Reproducibilidad (operador).

Fig. 4 Ishikawa de estudio R&R [4]

Se pueden separar en:
• RyR corto (Permite estimar el error del conjunto operador – instrumento de medición).
• RyR largo (Permite una mejor estimación y separar el error del operador y del instrumento).
Estudio R&R corto

Un estudio de repetibilidad y reproducibilidad corta (estudio R&R corto) permite estimar de manera rápida la variabilidad con la que contribuye el proceso de medición.
Con este estudio no es posible separar la repetibilidad (instrumento) de la reproducibilidad (operadores), sino que vienen de manera mezclada. Cada pieza se medirá sólo una vez por cada operador. [4]
Estudio RyR Largo
Análisis por medias y rangos:
Por lo tanto, el error o variabilidad de las mediciones debido a repetibilidad y reproducibilidad se obtiene con:
ηLa repetibilidad es la variación causada por el dispositivo de medición.
ηLa reproducibilidad es la variación causada por el sistema de medición.[4]

I. Materiales y métodos

1) Realizar análisis de método que permita conocer la secuencia y fases dentro del proceso productivo para detectar áreas de oportunidad.
2) Evaluar mediante diagnostico general de ergonomía e identificar las condiciones actuales de trabajo.
3) Diseñar carta de condiciones ergonómicas tomando como referencia el área con mayor oportunidad de mejora.
4) Realizar plan de desarrollo del diseño del monitor que evaluara las condiciones ergonómicas básicas.
5) Diseñar un dispositivo que monitoree condiciones ergonómicas básicas para el sector industrial.
6) Aplicación y prueba del dispositivo ergonómicos llamado AIS- ergonomic.
7) Estudio R&R aplicable al dispositivo AIS- ergonomic en la empresa Sarasti S.A.
de C
Materiales:
1) Luxómetro
2) Sonómetro
3) Termómetro
4) Vibro metro
5) Anemómetro
6) Termo higrómetro
7) AIS ERGONOMIC (sensores de cada uno de los anteriores).

II. Resultados

De acuerdo con las actividades desarrolladas en el presente verano de la ciencia se logró hacer un análisis de condiciones ergonómicas usando el dispositivo “AIS-ergonomic”, comprobando su funcionamiento mediante un estudio R&R, el cual fue diseñado por los alumnos, además se logró hacer un análisis de condiciones económicas en una empresa de la región y proponer acciones de mejoras a dichas condiciones basadas en las normas de la STPS aplicables a la parte de ergonomía.

Tabla 1 Tabla de resultados obtenidos

Áreas	RUIDO	ILUMIN	TEMP	HUMEDAD	VIBRACION	VENTILACION
1.Administrativos	57.75	697.10	24.26	69.51	0.00	0.00
2.Corte	34.43	218.05	26.70	62.75	0.00	0.00
3.Rayado	15.25	237.68	26.68	62.50	0.00	0.00
4.Pespunte	75.67	1150.79	19.79	68.75	4.50	0.00
5.Hulera MP	75.85	1665.97	19.01	69.10	0.22	0.00
6.Hulera prensista	81.90	775.58	26.26	57.80	0.65	0.25
7.Hulera PT	86.48	1010.53	26.87	53.03	0.51	0.00
8.Montado 1,2	75.11	1312.32	24.49	54.90	1.46	0.33
9.Montado 3,4	77.45	1104.95	23.90	42.53	1.46	0.30
10.Embarque	65.65	1681.63	24.07	56.55	0.00	0.00
Puntos Máximos	90	300	30	50	4	5

III. Conclusiones y recomendaciones

En la tabla 1 se muestra cada una de las áreas en las cuales se hicieron las mediciones con el dispositivo inteligente midiendo cada una de las condiciones y realizando un estudio R&R y ayudándonos de los datos obtenidos podemos determinar qué área es óptima o que área puede tener una mejora claro todo conforme a los resultados obtenidos.

Para darle continuidad al análisis se puede aplicar nuevamente en un futuro para ver qué cambios nuevos puede realizar y ver qué tan productivo es el sistema mejorado.

IV. Reconocimientos (o agradecimientos)

Quiero agradecer primero al ITSPR por el apoyo de nuestro asesor el maestro Guillermo
García por estar al pendiente del proyecto y por siempre apoyarnos a corregir nuestros errores, también quiero agradecerle a la empresa SARASTI por dejarnos usar sus instalaciones para poder llevar a cabo este proyecto en el "Verano de la Ciencia" y por ultimo a mis padres y amigos por apoyarme en cada momento y hacerme fuerte para seguir adelante con todos los proyectos en mi vida.

Referencias

[1] R. G. Criollo, «estudio del trabajo o ingenieria de metodos y mediciones del trabajo,» mexico, 2005.
[2] G. b. u., «introduccion a la ingenieria industrial,» mexico, grupo editrial patria, 2014.
[3] j. l. perlta, «estudio del trabajo una nueva vision,» mexico, grupo editorial patria, 2014.
[4] j. l. alvarez, «ergonomia y psicologia aplicada,» lex nova, 2007.

Determinación del nivel de producción de cultivos

Ana Karem Jasso Vázquez
Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón
División de Ingeniería Industrial Blvd. del Valle No. 2301, Guardarrayas,
C.P. 36413, Purísima del Rincón, Gto.
lrs18110017@purisima.tecnm.mx

Nayeli Montalvo Romero
Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón
División de Ingeniería Industrial Blvd. del Valle No. 2301, Guardarrayas,
C.P. 36413, Purísima del Rincón, Gto.
nayeli.mr@purisima.tecnm.mx

Resumen — La alimentación juega un papel importante en la vida de las personas, sin embargo, está es mermada por la vida sedentaria, las tareas cotidianas, el poder adquisitivo y el gusto por la comida rápida; por lo que, poder tener al alcance una alimentación rica en vitaminas y minerales apoya a la calidad de vida. Además, que las características propias de las áreas de cultivo hacen que se puedan desarrollar ciertos productos, generando con ello la dietética de cada región. Entonces, realizar una investigación sobre los principales cultivos se podrá proveer una visión sobre el desarrollo de proyectos en torno a estos cultivos. Ya que la selección de cultivos a sembrarse se debe realizar tomando en cuenta que deben proveer de una mejor alimentación y mantener una vida mayormente saludable, al alcancé de todos y más barato, esto es, porque al tener los vegétales, legumbres u hortalizas al alcance, favorece a la economía tanto del agricultor como a la comunidad. En el estudio se encontraron que el maíz y el frijol son los principales cultivos a nivel nacional, por lo que se debe enfocar los proyectos de investigación en torno a estos cultivos.

Palabras clave — alimentación, dietética, saludable

Abstract — Food plays an important role in people's lives, however, it is diminished by sedentary life, daily tasks, purchasing power and the taste for fast food; Therefore, being able to have a diet rich in vitamins and minerals within reach supports the quality of life. In addition, the characteristics of the growing areas make it possible to develop certain products, thereby generating the diet of each region. Then, conducting research on the main crops can provide insight into the development of projects around these crops. Since the selection of crops to be planted must be carried out taking into account that they must provide a better diet and maintain a mostly healthy life, available to everyone and cheaper, that is, because having vegetables, legumes or vegetables within reach, It favors the economy of both the farmer and the community.

The study found that corn and beans are the main crops nationwide, so research projects should focus on these crops.

Keywords — food, diet, healthy

I. Introducción

La alimentación se define como el proceso por el cual se toma del exterior sustancias que contienen los alimentos que definen la dieta y que son necesarios para la nutrición. Así mismo, la nutrición es el conjunto de procesos mediante los cuales, los seres vivos transformar los alimentos y obtienen sustancias con el objetivo de aportar energía, formación de tejidos y estructuras corporales y regular el organismo [1].

Por lo que, la alimentación no debe ser una tarea inconsciente, consumiendo "comida chatarra" que genera enfermedades crónico-degenerativas sino una actividad consiente.

La principal recomendación nutricional consiste en comer con diversidad y elegir bien los alimentos. Solo así se podrá garantizar una dieta equilibrada [2]. Aunado a ello, si se consumen alimentos propios de la región o de temporada, su costo de adquisición es menor lo que garantiza que el consumo sea diario.

La dietética es la combinación de los alimentos además que está debe garantizar las necesidades básicas de un organismo, aportar beneficios para la salud y hacer que la alimentación sea eficaz en la prevención de muchas enfermedades [3].

II. Materiales y métodos

La investigación se realizó en base una búsqueda de información documental del tipo explotaría, puesto que se desconoce los alimentos cultivados y que se consumen por la población; mediante la aplicación de 2 etapas:

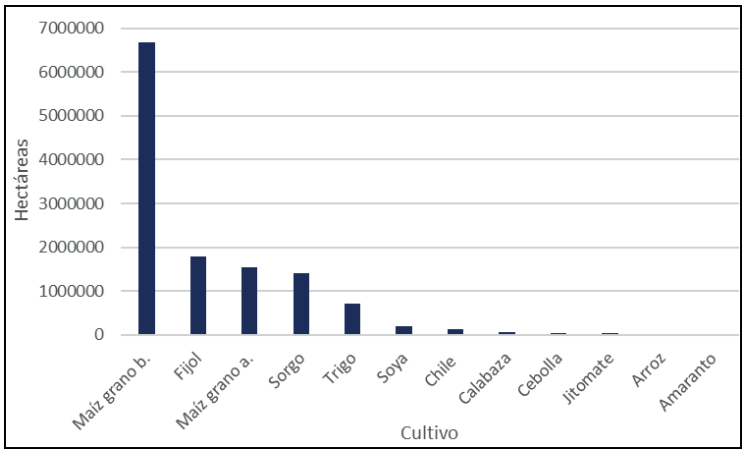
1. Estadístico de cultivos: en esta primera etapa se examinó los principales cultivos, en base a los datos históricos, esta búsqueda se realizó en Google encontrado en la página de INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) la mayor parte de la información.
2. Análisis de estadísticos: en esta segunda etapa se definió considerando los datos reportados en la primera etapa.

III. Resultados

A nivel nacional, la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) realizada en el 2019 presenta información de los principales productos agropecuarios de México (24 agrícolas y 5 pecuarios) [4] (véase figura 1). De los cuales el principal cultivo es el maíz de grano blanco, seguido por el frijol y el maíz de grano amarrillo, tal como se muestra en la Figura 2.

Figura 1. Principales productos agropecuarios (ENA, 2019).

Figura 2. Principales cultivos a nivel nacional (ENA, 2019).



Ahora bien, los productos agrícolas guanajuatenses aportan al país el 3.6 por ciento de la producción nacional [5]. En Figura 3 se muestra la superficie sembrada con agricultura protegida del 2013 a 2018, en base a ello al 2018 Guanajuato ocupa el quinto lugar en superficie bajo agricultura protegida, solo superado por del Estado de México (1,743.13 has); Sinaloa (1,670 has); Jalisco (1,467.13 has) y Puebla (1,214.47 has) [6]. En cuya superficie sembrada, se tiene que principalmente se cultiva es el jitomate y el chile verde (incluyendo el pimiento morrón y chile poblano), tal como se muestra en la Figura 4.

Aunado a lo anterior, en México apenas el 56% de los hogares puede consumir diariamente frutas y verduras [7], y de acuerdo con el portal social de Guanajuato la canasta básica es el "conjunto de alimentos cuyo valor sirve para construir la línea de bienestar mínimo" y este se determinan de acuerdo con el patrón de consumo de un grupo de personas que satisfacen con ellos sus requerimientos de energía y nutrientes, cuyos principales cultivos que forman parte son: maíz, trigo, tubérculos crudos y frescos, arroz, verduras y legumbres frescos, leguminosas, frutas frescas y otros productos cárnicos [8].

Figura 3. Superficie sembrada por AP (Ha).

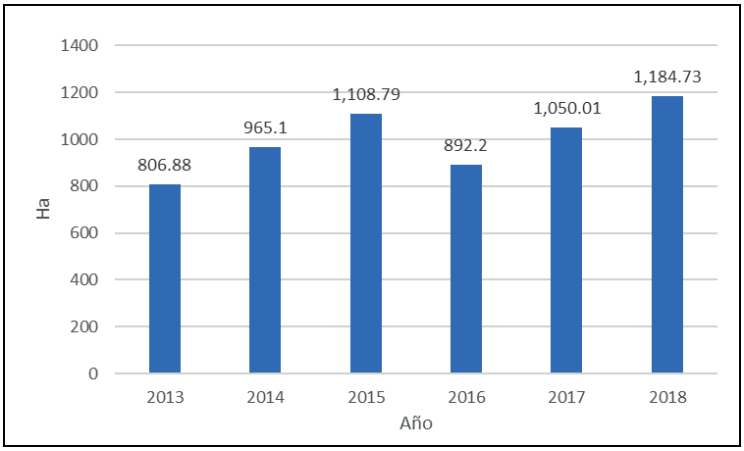
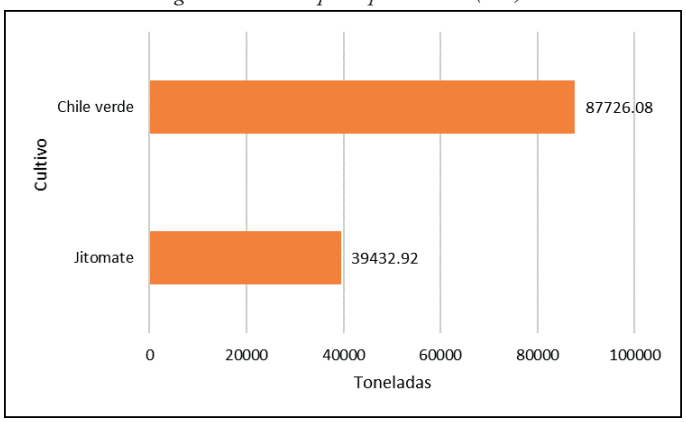


Figura 4. Cultivos principales en AP (Ton).



IV. Discusión (o análisis de resultados)

La agricultura ya sea a cielo abierto o protegida, es de vital importancia para garantizar la soberanía alimentaria en la población y solventar los requerimientos nutricionales básico en la dietética. Así mismo las estadísticas muestran que somo un país productor capaz de ofrecer una variedad de alimentos frescos y de calidad. Además, Guanajuato se puede considerar una potencia al estar dentro de los 5 grandes productores nacionales. Por lo que faltan estrategias que solvente el uso de la tecnología en los cultivos, tal como la agricultura de precisión.

V. Conclusiones y recomendaciones

El trabajo desarrollo muestra que los cultivos de mayor auge son el maíz y el frijol, siendo ricos en antioxidantes y ácido fólico, por lo que se debe apostar en el desarrollo de proyecto de investigación en torno a estos productos. Así mismo que en Guanajuato el chile verde y el jitomate son cultivos en agricultura protegido igual para realizar proyectos de investigación con herramientas actuales; en cuanto a la agricultura a campo abierto se conoce que el brócoli es el cultivo de mayor producción.

Ahora bien, el desarrollo de proyecto en torno a estos cultivos ayudará a las economías al tener una mayor producción al menor costo y sobre todo ofrecer productos frescos y sanos que sean parte de la dietética de la población.

VI. Reconocimientos (o agradecimientos)

Agradezco principalmente a la maestra Nayeli que me brindo la oportunidad de formar parte de este nuevo proyecto para mí, y a todas las personas que están detrás de todo este proyecto por ayudarnos y guiarnos, por seguirnos impulsándonos en nuestro, desarrollo profesional en los diferentes sentidos, y por enseñarnos que cualquier carrera se puede mezclar un poco en otros sectores.

Referencias

[1] G. Morcillo Ortega, Biotecnología y alimentación. Madrid: UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2013. [En Línea] Disponible en: https://elibro.net/es/ereader/bibliotecpurisima/48653?page=46

[2] I. Évora Capote y M. I. Lantero Abreu, Alimentación y salud. Editorial Universitaria, 2020. [En Línea] Disponible en: https://elibro.net/es/ereader/bibliotecpurisima/157438?page=6

[3] S. OCU Ediciones, Cuaderno de alimentación por una vida sana. Bogotá: Ediciones de la U, 2019. [En Línea] Disponible en: https://elibro.net/es/ereader/bibliotecpurisima/127082?page=76

[4] INEGI. Encuesta Nacional Agropecuaria 2019. Disponible en https://www.inegi.org.mx/programas/ena/2019/. 2019.
[5] SADER. Compendio de Indicadores 2018. En Programa de concurrencia con las entidades federativas. Disponible en https://www.agricultura.gob.mx/sites/default/files/sagarpa/document/2020/03/19/1894/19032020-guanajuato-pcef-compendio-2018.pdf. 2018.
[6] SDAYR. Evaluación específica del desempeño y resultados de los programas de SADAYR 2019. En Programa de Invernaderos en GTO. Disponible en https://iplaneg.guanajuato.gob.mx/wp-content/uploads/2020/12/Q0171-Informe-Evaluaci%C3%B3n-EDR-Invernaderos-GTO-2019-SDAyR.pdf. 2019.
[7] Forbes. Sólo 1 de cada 2 hogares en México puede comer diario frutas y verduras. Disponible en https://www.forbes.com.mx/economia-1-de-cada-2-hogares-mexico-comer-diario-frutas-verduras/. 8 octubre, 2020.
[8] Secretaria de Desarrollo Social y Humano. Canasta alimentaria. Disponible en https://portalsocial.guanajuato.gob.mx/content/canasta-alimentaria. 2021.

Determinación de Variables Agrícolas

José Rodrigo Vargas López
Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón
División de Ingeniería Industrial Blvd. del Valle No. 2301, Guardarrayas,
C.P. 36413, Purísima del Rincón, Gto.
lms18110387@purisima.tecnm.mx

Aarón Montiel Rosales
Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón
División de Ingeniería Industrial
Blvd. del Valle No. 2301, Guardarrayas,
C.P. 36413, Purísima del Rincón, Gto.
aaron.mr@purisima.tecnm.mx

Resumen — Para que un país pueda desarrollarse de una mejor manera, es necesario que la parte agrícola esté funcionando correctamente, ya que es la principal y mejor manera de obtener alimentos en muchísimos aspectos, empezando por brindar trabajo a familias campesinas y mantener el equilibrio en el medio ambiente. Este artículo tiene el objetivo de dar a conocer las variables agrícolas y climáticas necesarias para que, en este caso, determinados vegetales crezcan como se debe, alcanzando esto último gracias a un sistema inteligente de monitoreo de cultivos. Los resultados son muy fructíferos, ya que encontramos variables muy básicas que se pueden implementar, abonando al objetivo principal. Es importante difundir los hallazgos para que más personas puedan aplicar estas características en sus procesos y obtener mejores resultados.

Palabras clave — Variables climáticas, variables climáticas, vegetales, suelo, temperatura.

Keywords — Agricultural variables, climatic variables, plants, soil, temperature.

Abstract — For a country to develop in a better way, it is necessary to make sure the agricultural part is working correctly, since it is the main and best way in many aspects to obtain food, starting with providing work to peasant families and maintaining balance in the environment. This article aims to present the agricultural and climatic variables necessary, in this case, certain vegetables grow as they should, achieving the latter thanks to an intelligent crop monitoring system. The results are very fruitful, since we found very basic variables that can be implemented, contributing to the main objective. It's important to disseminate the findings, so that way, more people can apply these characteristics in their processes and obtain better results.

I. Introducción

En este artículose analizarán diversos tipos de variables climáticas y agrícolas que favorecen al buen desarrollo de algunos vegetales como la zanahoria, la cebolla, la caña de azúcar, entre otros, de esta manera, se prenetende monitorizar los cultivos para que gracias a las variables y/o características obtenidas de la investigación, puedan ser apliadas y el sistema nos permita observar el estado actual que el vegetal está llevando.

II. Marco teórico

¿Qué es una variable?

Una variable refiere, en una primera instancia, a cosas que son susceptibles de ser modificadas, de cambiar en función de algún motivo determinado o indeterminado.

¿Qué es una variable climática?

Las variables climáticas incluyen la lluvia, el agua, la luz, la temperatura, la humedad
relativa, el aire y el viento. También existen componentes abióticos incluyendo la topografía y el suelo que también influyen el ambiente.

III. Materiales y métodos

A. Revisión literaria

En esta fase una búsqueda de información se realiza para el análisis de las variables, ver Fig. 1.

Fig. 1. Índice de humedad. B. Análisis y comparación de plantas y vegetales

En Función de la Humedad			En Función de la Eficacia Térmica		
Tipo de Clima		Índice de humedad	Tipo de Clima		ETP en cm
A	Perhúmedo	> 100	A'	Megatérmico	> 114
B_4	Húmedo	80 ↔ 100	B'_4	Mesotérmico	99.7 ↔ 114
B_3	Húmedo	60 ↔ 80	B'_3	Mesotérmico	88.5 ↔ 99.7
B_2	Húmedo	40 ↔ 60	B'_2	Mesotérmico	71.2 ↔ 88.5
B_1	Húmedo	20 ↔ 40	B'_1	Mesotérmico	57 ↔ 71.2
C_2	Subhúmedo húmedo	0 ↔ 20	C'_2	Microtérmico	42.7 ↔ 57
C_1	Subhúmedo seco	-33 ↔ 0	C'_1	Microtérmico	28.5 ↔ 42.7
D	Semiárido	-67 ↔ -33	D	Tundra	14.2 ↔ 28.5
E	Árido	-100 ↔ -67	E	Hielo	< 14.2

Se realizó una búsqueda de información referente a las variables agrícolas, partiendo de los elementos químicos principales, haciendo la comparación de los macroelementos y cómo aportan a la nutrición mineral de las plantas (véase Fig. 2).

Fig. 2. Macroelementos en nutrición mineral.

MACROELEMENTOS	POR 100g DE MATERIA SECA
Carbono	45.0
Oxígeno	45.0
Hidrógeno	6.0
Nitrógeno	1.5
Calcio	0.5
Potasio	1.0
Azufre	0.1
Fósforo	0.2
Magnesio	0.2

¿Qué es una variable agrícola?
Las variables agrícolas incluyen el suelo, salinidad, abonado y algunos elementos químicos, que trabajan e influyen de la misma manera como las variables climáticas, cada una con su función específica.
C. Análisis y comparación de plantas y vegetales
Se realizó la recopilación de información básica y general que pule la investigación, añadiendo aspectos puntuales que aportan al resultado final.

IV. Resultados

Los resultados de la investigación se presentan en la siguiente matriz de información, presentándolos de una manera clara para el lector (ver Tabla 1 y Tabla 2).

Tabla 1. Matriz de variables agrícolas y climáticas.

Vegetal	Variables agrícolas	Variables climáticas
Jitomate	-Suelo: Tierra con buen drenaje. Ricos en materia orgánica. -Salinidad: 3.5 dS/m en extracto saturado. -Dióxido de Carbono: ronda los 360 ppm.	-Temperatura: día 20 y 25 ºC noche 15 y 18 ºC -Humedad relativa óptima: oscila entre un 60%y un 80% -Radiación: Demanda entre 8 y 16 hrs de luz diarias y una buena iluminación.
Zanahoria	-Suelo: suelos arcillo-calizos, aireados y frescos, ricos en materia orgánica. -PH: comprendido entre 5,8 y 7 -Abonado: Tierras pobres por hectárea: estiércol (30 T), nitrato amónico al 33,5 % (100kg), superfosfato de cal al 18 % (400 kg), cloruro potásico al 50 % (100 kg). Tierras ricas por hectárea: nitrato amónico al 33,5 % (100 kg), superfosfato de cal al 18 % (300 kg), cloruro potásico al 50 % (150 kg). -Profundidad del terreno: 25cm.	-Temperatura: La temperatura mínima de crecimiento está en torno a los 9ºC y un óptimo en torno a 16-18ºC - Humedad: Lo bastante húmedo hasta que llegue a los 25 cm de humedad.
Brócoli	-Suelo: Tierra con buen drenaje. -pH: entre 6 y 7 (neutro) -Profundidad del terreno: a 2cm directo al suelo. -Nutrientes: Potasio y Nitrógeno.	-Humedad: Tierra muy húmeda. -Temperatura: puede germinar incluso a temperaturas tan bajas como a 4ºC Clima: plantar en otoño.
Cebolla	-Suelo: Prefiere suelos sueltos, sanos, profundos, ricos en materia orgánica, de consistencia media y no calcáreos. -pH óptimo: 6 – 6.5 -Profundidad del terreno: 30-35 cm -Nitrógeno: no deben sobrepasarse los 25 kg por hectárea. -Fósforo: La necesidad en fósforo es relativamente limitada y se considera suficiente la aplicación en el abonado de fondo. -Potasio: Las cebollas necesitan bastante potasio. -Calcio: Endado caso de que el terreno no lo tenga.	-Climas: Templados -Humedad: la humedad del suelo debe mantenerse por encima del 60% del agua disponible en los primeros 40 cm. del suelo. Temperatura: 14 a 32ºC

Tabla 1. Matriz de variables agrícolas y climáticas (continuación).

Vegetal	Variables agrícolas	Variables climáticas
Caña de azúcar	-Suelo: pueden ser arenosos, arcillosos y suelos ácidos o alcalinos. -pH: 5-8.5 -Nitrógeno: La planta lo obsorve por las raíces o por las hojas en forma de NO-3 y NH+4 -Fósforo: La planta lo absorve en forma de H2PO4 y en menor proporción como H2PO4. -Potasio: Lo absorven en la forma elemental K+ -Calcio: Lo absorven de forma ionica Ca2+ -Magnesio: Al igual que el calcio, depende de la fracción intercambiable y de su balance. -Azufre: Lo absorven en la forma de SO4	-Clima: Tropical -Temperatura: 32 a 38ºC -Humedad relativa: Alta - Radiación solar: necesita y asimila la radiación solar llegando a conseguir una transformación de hasta el 2% de la energía incidente en biomasa. Riego: Los requerimientos hídricos son de 1200-1500mm anuales

V. Discusión (o análisis de resultados)

Los resultados obtenidos nos dan una idea de las características que debe tener, en este caso, cada vegetal en estudio, en este caso pudimos obtener las variables básicas que hacen que un vegetal crezca en óptimas condiciones, asegurando de esta manera su objetivo y dando paso a permitirnos cumplir el nuestro.

VI. Conclusiones y recomendaciones

Gracias a la información obtenida, se podrá tener un mejor rango de acertividad en nuestro sistema de monitoreo de cultivos, originando con esto, satisfacer de mejor manera las necsidades de a población en el ámbito de consumo nutrimental y disminuendo los desperdicios por el mal manejo durante el desarrollo de cualquier vegetal.

Con esta información, aunque algunas personas difieran en nuestro objetivo, pueden guiarse para atender sus huertos y acondicionarlos de tal manera que sus cultivos den mejores resultados, es decir, aumentar la optimización y de igual manera reducir al máximo los desperdicios.

VII. Reconocimientos (o agradecimientos)

Se agradece principalmente al programa de Verano de la Ciencia por continuar con actividades de aprendizaje como estas, sabiendo realizarlas a pesar de las circunstancias, velando por la seguridad de los interesados.

Por último, agradezco al maestro Aarón Montiel Rosales y a la maestra Nayeli Montalvo Romero por invitarme a esta nueva edición del Verano de la Ciencia.

Referencias

[1] M. E. Raffino, «concepto de» 26 mayo 2020. [En línea]. Available: https://concepto.de/variable/.

[2] E. A, «Induanálisis» 3 abril 2019. [En línea]. Available: https://www.induanalisis.com/publicacion/detalle/variables_climaticas_23.

[3] A. P, «Sembralia» 28 julio 2020. [En línea]. Available: https://sembralia.com/tomate-en- invernadero/#:~:text=La%20temperatura%20%C3%B3ptima%20para%20el,plantarlo%20en%20l as%20fechas%20justas.

[4] M. Jesus, «El Huerto de Urbano» 21 abril 2017. [En línea]. Available: http://www.huertodeurbano.com/como-cultivar/zanahoria/.

[5] R. Gómez, «Sembrar 100» 24 diciembre 2019. [En línea]. Available: https://www.sembrar100.com/coles/brocoli/.

[6] M. T, «InfoAgro» 18 abril 2020. [En línea]. Available: https://www.infoagro.com/hortalizas/cebolla.htm.

[7] Esther, «InfoAgro» 23 noviembre 2018. [En línea]. Available: https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_cana_azucar.asp.

Revisión e Identificación de los Cultivos que son parte de la Dieta Alimenticia

Ana Karla Rodríguez Padilla
Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón
División de Ingeniería Industrial Blvd. del Valle No. 2301, Guardarrayas,
C.P. 36413, Purísima del Rincón, Gto.
lms18110422@purisima.tecnm.mx

Aarón Montiel Rosales
Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón
División de Ingeniería Industrial Blvd. del Valle No. 2301, Guardarrayas,
C.P. 36413, Purísima del Rincón, Gto.
aaron.mr@purisima.tecnm.mx

Resumen — En esta investigación se expone datos acerca de revisión de cultivos que son

parte de la dieta alimenticia, así como los nombres de los vegetales que frecuentemente consumimos, tanto para canasta básica y cómo para cualquier comida mexicana. Presentando el diseño de un sistema inteligente de monitoreo de cultivos, dicho diseño está basado en variables, cómo Cuántas variedades hay de cultivos u hortalizas, que se consumen en casas mexicanas, pero, los necesarios ¿son?, la utilización del sistema puede proporcionar beneficios importantes a los usuarios entre ellos: incrementar el rendimiento y la productividad de sus huertos, incrementar la calidad en la toma de decisiones y

confiabilidad en los resultados de los nutrimentos y alimentos frescos.

Palabras clave — cultivos, alimentación, despensas mexicanas.

Abstract — In this investigation presents data about the revision of crops that are part of the diet, as well as the names of the vegetables that frequently consume, both for the basic basket and for any Mexican food. Presenting the design of an intelligent crop monitoring system, said design is based on variables, such as How many varieties are there of crops or vegetables that are consumed in Mexican homes, but are they necessary?, the use of the system can provide important benefits to users including: increasing the yield and productivity of their orchards, increasing the quality of decision making and reliability in the results of nutrients and fresh food.

Keywords — crops, food, Mexican pantries.

I. Introducción

La alimentación y la agricultura son de las más importantes y que se deben mantener sostenibles para poder seguir viviendo. Sin una alimentación adecuada, los niños no pueden aprender, las personas no pueden llevar una vida sana y productiva y las sociedades son incapaces de prosperar. Pero ¿se lleva a cabo diariamente una revisión de cultivos para llevar una dieta alimenticia sana? Si no cuidamos nuestras tierras y adoptamos una agricultura resiliente ante el clima, las generaciones futuras tendrán grandes problemas para alimentar a una población cada vez más numerosa.

Así que, para eso tenemos que tener en cuenta cuáles son los cultivos que frecuentemente consumimos para una dieta alimenticia básica. Ya que, la agricultura es actualmente el mayor empleador del mundo y el sector económico más grande para muchos países.

II. Marco teórico

La dieta alimenticia, es la suma de las comidas que realiza una persona u otro organismo, mientras que los hábitos dietéticos conforman el patrón de alimentación que sigue a diario. Ahora bien, la canasta básica alimentaria se define como el conjunto de diversos alimentos, expresados en cantidades para satisfacer las necesidades de calorías de un hogar promedio.

¿Qué son las frutas y verduras? Las frutas y verduras se consideran partes comestibles de las plantas (por ejemplo, estructuras portadoras de semillas, flores, brotes, hojas, tallos, brotes y raíces), ya sean cultivadas o cosechadas en forma silvestre, en estado crudo o en forma mínimamente elaborada.

III. Materiales y métodos

Los datos de este análisis de revisión provienen tanto de la página de La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), artículos, dónde nos señala cada una de las verduras que más son consumidas por cada casa- habitación o que no pueden faltar en una canasta alimenticia básica.

A. Búsqueda bibliográfica de cultivos que son parte de las dietas alimenticias

Se obtuvo información sobre cultivos cómo: Chile de diferentes especies, calabacitas, papas de varios tipos, aguacates, chilacayotes, nopales, epazote, jitomate, tomate, cebollín, ejotes, hongos, algas, verdolagas, zanahorias, lechuga, repollo, brócoli, coliflor, berenjena, pepinos, apio, y chayotes.

B. Definición de grupos de alimentos nutritivos recomendables para consumo cotidiano

Las verduras y hortalizas son imprescindibles en nuestra alimentación, así que tampoco pueden faltar en nuestras cocinas. Las cebollas y los ajos son fundamentales en muchas recetas, sofritos, salsas, sopas, etc. Las lechugas y los tomates, por ejemplo, te servirán para preparar una ensalada rápida, a la que, si añades queso, huevo cocido o bonito, por ejemplo, le añadirás proteínas y podrás convertirla en un plato único. Las patatas constituyen uno de los alimentos más importantes en muchas cocinas del mundo. Y es que más allá de las patatas fritas, puedes prepararlas en ensalada, saltearlas, cocerlas, gratinarlas o hacer unpurécomo acompañamiento. Perfectas también para estofados y guisos, nunca deben faltar en tu despensa.

Para éste, análisis se recabó la información general, y que no puede faltar en una despensa mexicana.

C. Definición de cuántas variedades existen

D. Identificación de qué es lo que se consume en general en México, hasta lo que no puede faltar en casa

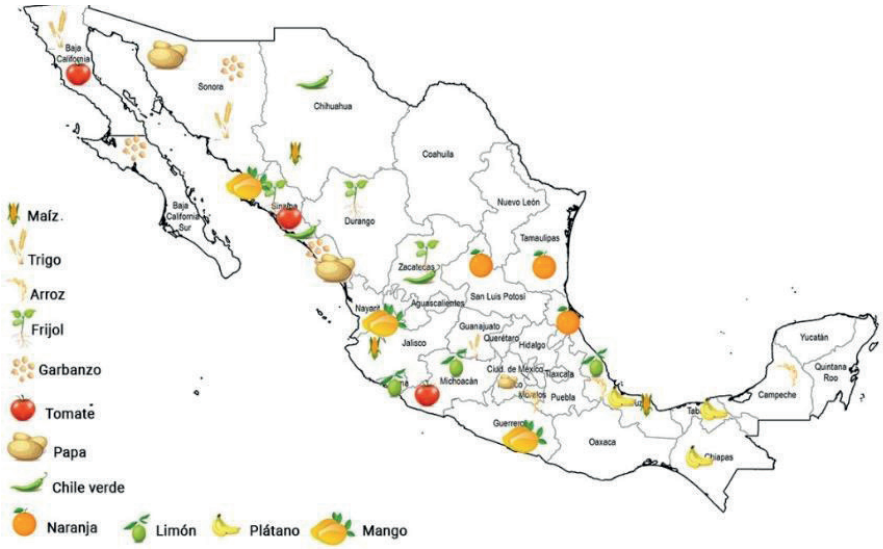
Las variedades existentes enMéxico son, 302 especies vegetales cultivables. El Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) registra 302 especies sembradas en México, que ocupan 21.5 millones de hectáreas. Siendo los que más se siembran y no pueden faltar en México; el aguacate y el tomate rojo (jitomate).

Las hortalizas tuvieron un valor de producción total de 567,283.5 millones de pesos (mdp) para el periodo 2011-2020. De entre 158 tipos distintos, el tomate rojo (saladette), el tomate verde, la cebolla blanca, el tomate rojo (jitomate) sin clasificar, el chile verde, el chile verde sin clasificar y el esparrago son los de mayor valor, en México. El tomate rojo (saladette) es la hortaliza con mayor valor de producción al proporcionar el 8.2% del total del grupo, y obtiene, en promedio, 4,207.3 mdp al año. El tomate verde proporciona el 5.7% del valor total y en promedio equivale a 3,214.3 mdp al año. Seguido de la cebolla blanca la cual proporciona el 5.2% del valor total y produce en promedio al año 3,042.4 mdp, el tomate rojo (jitomate) sin clasificar el 4.5% del valor total. Mientras que el chile verde jalapeño y el chile verde sin clasificar producen cada uno el 4.4% del valor total; seguidos por el esparrago que produce el 4.3% del valor total. Por otro lado, la
participación del país en la producción de zanahoria y jícama es mínima pues solo proporcionan el 1.0% y el 0.9% del valor del total del grupo, respectivamente.
Finalmente, el estudio permitió identificar que, en una casa típica mexicana, lo que no puede faltar es la cebolla, chile verde, y tomate rojo.

IV. Resultados

El tomate rojo (saladette) es la hortaliza con mayor valor de producción al proporcionar el 8.2% del total del grupo. El tomate verde proporciona el 5.7% del valor total. Seguido de la cebolla blanca la cual proporciona el 5.2% del valor total, el tomate rojo (jitomate) sin clasificar el 4.5% del valor total. Mientras que el chile verde jalapeño y el chile verde sin clasificar producen cada uno el 4.4% del valor total; seguidos por el esparrago que produce el 4.3% del valor total. Por otro lado, la participación del país en la producción de zanahoria y jícama es mínima pues solo proporcionan el 1.0% y el 0.9% del valor del total del grupo, respectivamente.
De acuerdo a La FAO, los vegetables que no pueden faltar en una dieta alimenticia de una casa mexicana, son: Cebolla, lechuga, espinaca, zanahoria, jitomate, berenjena, éstos para una dieta saludable. Y por consiguiente los más necesarios que se consumen a diario en una casa Mexicana son: Cebolla, chile verde, y tomate rojo. En la Fig. 1, se muestra la evolución y situación actual de la agricultura en México.

Fig. 1. Evolución y situación actual de la Agricultura en México.



Mientras que en la Fig. 2, se muestra la producción de hortalizas en México el año 2017.

Fig. 2 Porcentajes del total de producción de hortalizas en México.

V. Discusión (o análisis de resultados)

En este análisis se presenta el porcentaje de cultivos, hortalizas, y verduras más comunes, y producidas que se consumen desde en general en México hasta la canasta básica de una casa. Los resultados muestran que el consumo diario de frutas y verduras está presente en un porcentaje medio-bajo de la población, pero que para realizar cualquier comida son necesarios dichos vegetables cómo la cebolla, el jitomate rojo, tomate verde, y chile verde. Se encontraron también diferencias regionales en el que se manifiestan otros cultivos y hortalizas más producidas al año, cómo la papa, berenjena, pepino, etc. De igual manera, el análisis y revisión de los cultivos, muestran un gran porcentaje por año de las verduras más producidas como lo es el jitomate.

VI. Conclusiones y recomendaciones

La fortaleza de este estudio es que presenta información sobre grupos de alimentos clave, los más representativos de una dieta saludable como lo son las verduras, además ayudan a cumplir nuestro objetivo de acuerdo a la revisión, en cuánto al sistema de monitoreo para una mejor hortaliza, mejores resultados en calidad de verduras. En conclusión, porcentajes altos de la población mexicana consumen de manera cotidiana (cebolla, jitomate, chile verde, papas, tomate verde). Es necesario profundizar en el estudio del diseño del sistema para una mejor calidad en cuánto a 0 desperdicios, y sin que nadie se quede atrás en un futuro de comer saludable. Así cómo factores sociodemográficos relacionados con el acceso a alimentos saludables para el diseño de estrategias y políticas que incrementen su consumo.

VII. Reconocimientos (o agradecimientos)

Reconozco el esfuerzo y dedicación de mis compañeros, y mi asesor el profesor Aarón, que hicieron posible cada una de las etapas de este verano de la ciencia, es imprescindible agradecerles por su responsabilidad e ímpetu, queda de sobra agradecer más que nada al programa del Verano de la Ciencia que sigue impulsando cada una de estrategias importantes hacia jóvenes con ganas de indagar y encontrar una solución al problema, gracias por esto, por la oportunidad y por la enseñanza.

Referencias

[1] FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimnetación y la Agricultura. Obtenido de http://www.fao.org/food-systems/es/

[2] M. A. Gallardo. CIEP. Obtenido de Centro de Investigación Económica y Presupuestaria: https://ciep.mx/

posicion-de-las-principales-hortalizas-en-mexico-2000- 2011/#:~:text=Las%20hortalizas%20con%20la%20mayor,producci%C3%B3n%20total%20(Cuad ro%202).
[3] FAO. 2020. Frutas y verduras – esenciales en tu dieta: Año Internacional de las Frutas y Verduras, 2021. In Documento de antecedentes. Roma. https://doi.org/10.4060/cb2395es

Identificación y Análisis de los Sistemas de Control de Monitoreo Agrícola

Erick Alejandro López Maciel
Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón
División de Ingeniería Industrial Blvd. del Valle No. 2301, Guardarrayas,
C.P. 36413, Purísima del Rincón, Gto.
lms18110510@purisima.tecnm.mx

Aarón Montiel Rosales
Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón
División de Ingeniería Industrial
Blvd. del Valle No. 2301, Guardarrayas,
C.P. 36413, Purísima del Rincón, Gto.
aaron.mr@purisima.tecnm.mx

Resumen — En este articulo se presenta las diferentes herramientas que son implementadas en la agricultura que ayudan a monitoriar el comportamieto de variables ambientales, tales como la temperatura ambiental, la humendad, de la luz solar, para los cultivos agricolas, al igual que medidores de los cultivos como lo son el medidor de potasio, medidor de sodio, la madurez de los cultivos, la mayaria de estso sensores de medicion muestra la informacion capturada mediante los display de forma rapida. Estos sensores son de ayuda para la agricultura logrado asi una mejor calidad de cultivos y logrando evitar perdidas.

Palabras clave — Sensores, Cultivos, Monitoreo agrícola.

Keywords — Sensor, Crops, Agricultura monitoring.

Abstract — This article presents the different tools that are implemented in agriculture that help to monitor the behavior of environmental variables, such as environmental temperature, humidity, sunlight, for agricultural crops, as well as crop meters. As are the potassium meter, sodium meter, the maturity of the crops, most of these measurement sensors show the information captured by the displays quickly. These sensors are helpful for agriculture, thus achieving a better quality of crops and avoiding losses.

I. Introducción

Hoy en día se le da menos importancia a la agricultura, siendo este el sector importante para la humanidad. Debido al cambio climático los cultivos llegan a perder sus propiedades provocando así perdidas para el agricultor, ahora con la implementación de nuevas herramientas tecnológicas que permiten realizar un trabajo satisfactorio y al mismo tiempo ayuda al ciudadano del medio ambiente. Estas herramientas permiten controlar los cultivos mediante sensores, controladores y Arduino para la medición de estos.

II. Marco teórico

Algunos términos, empleados en el monitoreo y control de cultivos son:

• Sensor de Suelo: los sensores brindan información, recogida directamente del campo, que sirve de apoyo en la toma de decisiones.

• Humedad: la humedad constituye una parte integral del ciclo hidrológico, puesto que el vapor se genera de manera continua como resultado de la evaporación y se elimina tras la condensación.

• Sensor de temperatura: los sensores de temperaturas son componentes eléctricos y electrónicos que, en calidad de sensores, permite medir la temperatura mediante una señal eléctrica determinada. Dicha señal puede enviarse directamente o mediante el cambio de la resistencia.

• Monitoreo: es el proceso sistemático de recolectar, analizar y utilizar información para hacer seguimiento al progreso de un programa de la consecución de sus objetivos, y para guiar las decisiones de gestión.

• Medidor de pH: determinar de forma directa el valor pH del suelo, de forma rápida y precisa el valor pH del suelo o de una prueba tomada del suelo.

III. Materiales y métodos

El material implementado en las investigaciones se basó principalmente en fuentes de internet confiables. En el método de investigación la información empleada para el sector de la agricultura. Con el fin de lograr la optimización tanto de recursos, como de tiempo, ya que mediante los diferente herramienta que son utilizadas para medir la humedad de la tierra, madurez del cultivo, el pH, se logra obtener de manera muy precisa y simultáneamente los resultados del cultivo, mediante los resultados obtenidos ya se puede tomar alguna decisión que mejor convenga al agricultor, dentro de la las diferentes herramientas hay que visualizar cuáles son las mar certeras ya que hay algunas que cuenta con un poco grado de confiabilidad, esto también es derivado al precio del producto

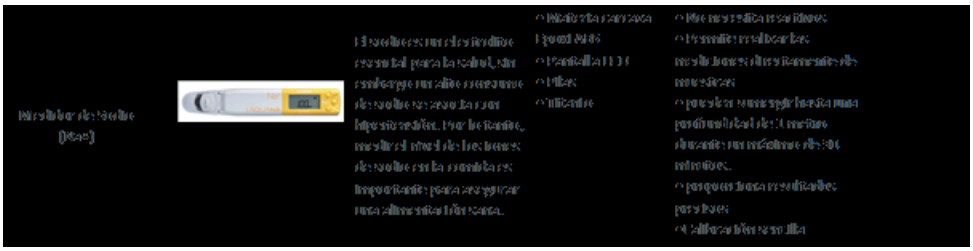
IV. Resultados

Los resultados del estudio se muestran el la Fig. 1, Fig. 2 y Fig. 3.

Fig. 1. Matriz de controles de monitoreo agrícola.

Fig. 2. Matriz de controles de monitoreo agrícola (continuación).

Fig. 3. Matriz de controles de monitoreo agrícola (continuación).



V. Discusión (o análisis de resultados)

Hoy en día el sector agrícola está muy descuidado, lo cual no tomamos conciencia de ellos siendo uno de los sectores más importantes ya que la humanidad depende de este sector alimenticio, con las nuevas tecnologías se han podido implementar nuevas herramientas lo que facilita un mejor trabajo a la agricultura, mediante estas herramientas se puede detectar, prevenir y solucionar problemas, tomando en cuenta la mejor decisión que convenga al agricultor, gracias a misma se visualiza un futuro con una producción de cultivo de calidad, tomando en cuenta que estas herramientas son muy eficaces a la hora de su medición.

VI. Conclusiones y recomendaciones

Con el paso del tiempo, el sector agrícola se ha visto sumamente afectado por el mal manejo de los recursos financieros y se cierto modo del descuido del humano, la problemática del medio ambiente, entre otras más, en el cual es considerando uno de los más importante para la humanidad ya que de esta depende la mayor parte de nuestra alimentación, aunque sea tenido un poco olvidado, gracias a las nuevas tecnologías se al podido implementar nuevas herramientas las cuales ayuden a facilitar el trabajo al agricultor, es por eso que mediante estas herramientas se puede detectar, prevenir y solucionar problemas para que en un futuro sea poca la probabilidad de que de un cultivo se pierda, logrando tomar la mejor decisión. Con la investigación realizada queda más que claro que el sector agrícola cada vez va fortaleciéndose con la ayuda de la tecnología.

VII. Reconocimientos (o agradecimientos)

La realización de este proyecto de investigación se llevó a cabo por el estudiante Erick Alejandro López Maciel, de la carrera de Ingeniería Industrial, se agradece el apoyo de las personas involucradas, por los sacrificios y vínculos de amistad tenemos que dar las gracias. En primer lugar, al curso de verano de la ciencia de la Región centro por brindarme esta oportunidad de participar en el proyecto de investigación, logrando ampliar mis conocimientos, los mismos que me ayudan para mi formación académica, profesional y de cierto modo personal. En segundo lugar, a mis compañeros con los que de la mano se logró la investigación a fondo. Por último, pero no menos importante, al profesor Aarón Montiel Rosales quien nos apoyó durante todo el proyecto compartiendo su conocimiento y transmitiéndolo, siendo estos útiles para la vida laboral y para la realización del proyecto

Referencias

[1]Marín, M. R., Padilla, L. S., & Gómez, J. G. (2016). Sistema De Monitoreo Agrícola Mediante Redes Inalámbricas De Sensores Para El Monitoreo De Variables Ambientales–Sismoagro. Ingeniería al Día, 2(2).

[2] Cuenca Cahuana, G. M. (2016). Implementación de un Sistema de Riego Automático y Manual para Optimización de recursos con Adquisición de datos de Sensor de Humedad en Computador, pp. 1-3.

[3] Garcés Villacís, J. S., & Torres Castro, H. O. (2002). Control y monitoreo de la humedad relativa y de la humedad del suelo en un ambiente de invernadero (Bachelor's thesis, Quito: EPN, 2002.).

[4] Cob, E. R., & Romero, H. G. (2011). Instrumentos económicos y de política pública para la asignación de agua subterránea para uso agrícola en México. Revista de Economía, Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Yucatán, 28(76), 41-41.

Diseño de un dispositivo biomimético para la evaluación fototérmica de nanoestructuras plasmónicas con potencial terapéutico

Perla Angélica Izaguirre Camargo
Universidad Autónoma de San Luis Potosí Facultad de Ciencias Químicas
Martínez #6, Av. Dr. Manuel Nava C.P. 78210, San Luis Potosí, S.L.P.
perla.izaguirre.camargo@outlook.com

Asesor: Daniela Edith Salado Leza
Cátedras CONACyT
Universidad Autónoma de San Luis Potosí Facultad de Ciencias Químicas
Martínez #6, Av. Dr. Manuel Nava C.P. 78210, San Luis Potosí, S.L.P.
daniela.salado@uaslp.mx

Resumen — La terapia fototérmica asistida con nanotecnología es una alternativa prometedora para combatir tumores superficiales, o de fácil acceso. Las nanopartículas plasmónicas funcionales pueden acumularse en el sitio enfermo, ser activadas con fotones de baja energía que no dañan el tejido sano, y aumentar la temperatura del tumor hasta causar su destrucción. El objetivo de este proyecto es diseñar un dispositivo experimental biomimético para realizar pruebas de concepto del uso de nanomateriales para terapia fototérmica. El diseño final es simple y está compuesto por materiales de fácil adquisición. Cuenta con un LED de alto brillo para 3 regiones espectrales, un gel comercial validado para cultivo celular en presencia de nanopartículas, una cámara termográfica portátil, y una chaqueta de metacrilato.

Palabras clave —Nanoestructuras plasmónicas, terapia fototérmica, biomimetización.

Abstract — Nanotechnology-assisted photothermal therapy is a promising alternative to combat superficial or easily accessible tumors. Functional plasmonic nanoparticles can accumulate in the tumor site, be activated with low-energy photons that do not damage healthy tissue, and to increase the temperature of the tumor until it is destroyed. The main goal of this project is to design a biomimetic experimental device to carry out the proof-of-concept of nanotechnology enhanced photothermal therapy. The final design is simple and is made up of accessible materials. It consists of a high brightness LED with 3 spectral regions, a commercial gel validated for cell culture in the presence of nanoparticles, a portable thermal imager, and a methacrylate jacket.

Keywords —Plasmonic nanostructures, photothermal therapy, biomimetization

I. Introducción

La nanomedicina es una herramienta muy valiosa para prevenir, diagnosticar y tratar enfermedades [1]. Su principal objetivo es brindar alternativas eficientes que mejoren el desempeño de la medicina tradicional. Por ejemplo, la terapia fototérmica asistida con nanotecnología busca aumentar la selectividad y el efecto terapéutico a partir del diseño y funcionalización de nanoestructuras fotoresponsivas. La denominada AuroLase Therapy desarrollada en 2008 por la empresa Nanospectra Biosciences (Houston, Texas) utiliza Auroshell, nanopartículas (NPs) que consisten en una cubierta de oro y un núcleo de sílice no conductor que absorben luz infrarroja y que, administradas vía intravenosa, se acumulan en el tumor convirtiendo la luz absorbida en calor para destruirlo [2].

En las últimas décadas la comunidad científica ha buscado explicar el comportamiento in vitro e in vivo de este tipo de nanoestructuras, y el aumento local de temperatura que inducen al interactuar con la luz incidente. Por ejemplo, Jon Withney et al., (2013) evaluaron el efecto fototérmico de nanocuernos de carbono de pared simple en un modelo in vitro tridimensional de alginato de sodio en presencia de células de cáncer de mama (MDA-MB-231). El modelo 3D fue irradiado con un láser de fibra de iterbio a una longitud de onda de 1064 nm y, a través de cámaras termográficas de la marca FLIR, registraron cada 2 segundos la temperatura, concluyendo en un efecto fototérmico espacio-temporal que debe ser considerado para mejorar los protocolos y aumentar la muerte celular [3]. En este sentido, el uso de geles que imiten un entorno biológico (microambiente tisular o tumoral) para contener células y albergar igualmente NPs plasmónicas, es una alternativa para introducir las 3Rs (Reemplazo, Reducción, y Refinamiento) del trabajo con animales de laboratorio, acortando la brecha entre los ensayos in vitro, in vivo y clínicos.

El objetivo de este proyecto virtual es, a través de una búsqueda sistemática de fuentes bibliográficas, fundamentar el diseño de un dispositivo experimental de terapia fototérmica. El diseño debe contener principalmente: fuente de excitación, gel biomimético para realizar cultivos 3D en presencia de NPs, y un equipo para medir el aumento de temperatura.

II. Marco teórico

A. Terapia fototérmica asistida con nanotecnología

La terapia fototérmica consiste en exponer una determinada parte del cuerpo a temperaturas superiores a 37°C mediante la incidencia de luz por un periodo de tiempo definido [4]. La terapia asistida con nanotecnología consta de una fuente de luz, y de un aceptor / receptor capaz de absorber la energía fotónica en el sitio blanco para liberarla en forma de calor e inducir daño a nivel molecular, celular y tisular. El tipo de daño causado por el aumento de temperatura en sistemas biológicos se clasifica por rangos de temperatura: mayor a 48 ºC se provocan daños irreversibles como muerte celular por necrosis, 41-48 ºC es conocido como hipertermia y en este caso se desnaturalizan las proteínas y se inactiva la replicacion del material genético, y por último menores a 41 ºC, llamado diatermia, en donde se incrementa el flujo sanguíneo para favorecer el ingreso de fármacos [4].

Las fuentes de luz incidente más utilizadas son tecnología láser, o la luz pulsada intensa. La elección se hace principalmente a partir de la longitud de onda, por ejemplo ultravioleta en 380 nm, visible 380-780 nm e infrarrojo superior a 780 nm, energía, potencia alta (decenas de W), mediana (W) y baja (mW), y duración del pulso [5]. Asimismo, dependerá de la NP plasmónica estudiada, es decir, de su capacidad para absorber la luz incidente y convertirla en calor. Adicionalmente, la radiación infrarroja (IR) que emite todo cuerpo cuya temperatura es mayor al cero absoluto, puede ser detectada a través de cámaras termográficas, dispositivos sin contacto que detectan esta radiación y la convierten en una señal en forma de imagen sobre la cual puede cuantificarse, por ejemplo, el rendimiento térmico de una terapia alternativa asistida con NPs plasmónicas.

B. Nanoestructuras plasmónicas

El LSPR (Localized Surface Plasmon Resonance), son oscilaciones coherentes agrupadas de electrones en la banda de conducción a una frecuencia específica y contenidas en volúmenes metálicos muy pequeños. Esta propiedad depende de las características físicas de la NP, como naturaleza del metal, tamaño y forma, las cuales definen el rango de longitud de onda en que los electrones pueden ser excitados (e.g. NPs esféricas de oro (530 nm), plata (390 nm), y cobre (640 nm)). Las más prometedoras son las que pertenecen a los metales nobles, ya que permiten trabajar en el infrarrojo cercano y entre más se encuentren en ese rango más útiles serán (e.g. nanobarillas de oro (650-950nm)) [6]. De esta manera al ser irradiadas con luz que pertenezca a una longitud de onda que se solape fuertemente con el LSPR se logra el aumento de temperatura, ya que son capaces de absorber y dispersar la luz que se incide sobre ellas [7].

C. Simulación de tejidos

El material que va a albergar a las nanoestructuras plasmónicas y a las células, es un gel que se denomina biomimético, esta palabra de biomimesis se considera una ciencia que estudia los modelos naturales para imitarlos, también utiliza sus diseños y procesos para resolver los problemas humanos [8].

III. Materiales y métodos

A. Búsqueda bibliográfica

Se realizó una revisión bibliográfica sistemática en bases de datos como PubMed y Google Académico usando las palabras clave "gel fantasma", "terapia fototérmica", "láser", y "nanoestructuras plasmónicas". Como criterio de inclusión, se analizaron artículos cuya metodología experimental destacara el uso de modelos in vitro e in vivo para la evaluación del efecto fototérmico. Como criterio de exclusión, se descartaron trabajos enfocados mayormente a la síntesis de las NPs.

B. Búsqueda de los materiales

Para el diseño del dispositivo, éste se seccionó en las siguientes partes esenciales: i) gel térmico, el cual a partir de sus propiedades permite mimetizar el microambiente tisular o tumoral; ii) fuente de luz incidente, la cual debe cumplir con ciertas características (longitud de onda y potencia) para excitar el plasmón de superficie de las NPs; iii) cámara termográfica, capaz de detectar la radiación IR emitida por el gel térmico y las NPs para cuantificar el aumento de temperatura; y iv) gabinete experimental, el cual debe impedir la entrada de radiación IR ambiental. La Tabla 1 presenta algunas materias primas con las cuales se puede fabricar el gel biomimético, e incluye modelos comerciales de fácil manipulación que permiten integrar cada componente para las pruebas de concepto (i.e. células y NPs) [8]. La Tabla 2 muestra fuentes de luz y sus características, las cuales son factibles para excitar NPs plasmónicas. Se buscó que brinden alto rendimiento, facilidad de uso y confiabilidad. Finalmente, interesantes modelos comerciales de cámaras termográficas se muestran en la Tabla 3.

Tabla 1. Descripción de materiales para la elaboración de geles térmicos [9]

Material	Descripción	Ventajas	Limitantes
TX-150	Resultado de una mezcla de ácido bórico, goma de guar y poliacrilamida.	Imitan tejidos con alto contenido de agua.	Vida útil de 2 semanas.
Agar	Polisacárido de membranas de algas.	Sus propiedades son modificables.	Inapropiados para microondas.
Hidroxietil celulosa	Agente gelificante derivado de la celulosa.	Fácil fabricación.	Estabilidad térmica variable.
RAFT™ 3D	Permite el autoensamble de células en un andamio de proteína natural.	Crea organoides similares en tamaño y forma a los tejidos.	Para placas de 24 y 96 pocillos.
Alvetex	Andamio de poliestireno altamente poroso.	Las células mantienen su morfología y capacidad de respuesta.	Tamaño reducido.
VitroGel	Equilibrio sobresaliente de funciones biológicas.	Las células cultivadas en este sistema se pueden recuperar.	Rendimiento máximo de 50 mL.

Tabla 2. Opciones de luz incidente

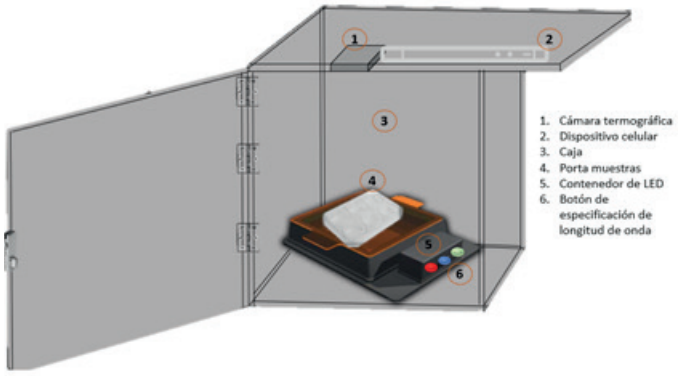
Aparato	Descripción	Longitud de Onda	Potencia	Imagen
Láser SOLSTIS	Onda continua de zafiro.	670-1050 nm	5W	
LED de alto brillo	Se acopla en rangos rojos, verdes y azules.	R: 625, G:525, B: 465 nm	4W	
LASERMATE	Láser de diodo y continuo en su disparo.	808 nm	20 mW	

Tabla 3. Opciones de cámaras termográficas comerciales

Cámara	Descripción	Visión de imagen	Dimensiones	Imagen
XEVA-1.7-320	Detecta longitud de onda de 400 a 1700 nm.	Conexión de puerto USB a una computadora.	10x10x10 cm, peso de 300 gr	
FLIR E40	Rango de Temperatura -20 a 120 °C	Pantalla táctil integrada, visión en tiempo real.	56x37x19 cm, peso de 5.3 kg	
FLIR T650sc	Longitud de onda de 750 a 1400 nm. Rango de Temperatura de -40 a 150°C	Pantalla táctil integrada, visión en tiempo real.	14.3x19.5x9.5 cm, peso 1.3 kg	
FLIR ONE PRO	Rango de temperatura -20 a 400 °C	Se adapta a los celulares con sistema operativo iOS.	6.8x3.4x1.4 cm, peso 36.5 g	

IV. Resultados

Fig. 1 Propuesta final de diseño de un dispositivo para la prueba de concepto del efecto fototérmico de nanoestructuras plasmónicas.



La Fig. 1 muestra el prototipo que más se apega a un dispositivo fácil de manipular, con ayuda de la recopilación de la información de los puntos anteriores. Complementando la información para el gabinete, se optó por aislar el dispositivo en una caja de metacrilato de color negro, porque es opaco al IR y ayuda a aislar el sistema para que no haya interferencia durante las mediciones. La cámara más accesible es la FLIR ONE PRO por ser compatible con dispositivos móviles. La fuente de luz con mejores características fue el LED de alto brillo que, como se mencionó en la Tabla 5, se puede regular entre tres regiones espectrales diferentes, haciéndola versátil para las pruebas de concepto con NPs de naturaleza química, tamaño y forma variables. Se propone que se irradia por debajo de la posición específica de cada pozo.

V. Discusión

Los requisitos clave para el gel térmico son: (a) biocompatibilidad, (b) propiedades de conducción y absorción de calor similares a los tejidos y (c) estabilidad térmica. El cambio de técnicas tradicionales como los cultivos 2D por geles en 3D, brindan información más precisa como de interacción entre célula-célula o matriz-célula, una representación más cercana a los tejidos biológicos [3]. Otro punto a considerar para elegir la mejor fuente de luz, es que las longitudes de onda se encuentren en la región de las ventanas biológicas que están en el rango de 700 a 980 nm y de 1000 a 1400 nm.

VI. Conclusiones y recomendaciones

La principal ventaja que presenta la terapia fototérmica es su simplicidad de operación, la rapidez en la aplicación, el reducido número de contraindicaciones, y su relativo bajo costo, mientras que su principal limitación reside en la baja penetración de la luz en los tejidos, la cual puede ser maximizada operando con agentes fototérmicos que puedan excitarse dentro de las ventanas biológicas. Como recomendación para réplicas futuras, se puede implementar un ambiente de temperatura controlada al momento de incidir el láser y el cambio en la cámara termográfica o la fuente de luz, esto va a depender de la aplicación que se le dé al dispositivo.

VII. Agradecimientos

Agradezco al programa Verano de la Ciencia Región Centro por brindarme la oportunidad de participar en un proyecto. Expreso mi especial agradecimiento a la Dra. Daniela Edith Salado Leza quien me compartió sus ideas y me fomentó la lectura e investigación. También agradezco al Dr. Edgar Guevara que al inicio de la estancia me brindó información necesaria para despegar la investigación.

Referencias

[1] Centros Públicos de Investigación CONACYT (s.f.). Nanomedicina, el futuro para atender las grandes enfermedades. [Online]. Disponible en: https://centrosconacyt.mx/objeto/nanomedicina-el-futuro-para-atender-enfermedades/

[2] Nanospectra (s.f.). Introducing the First Ultra-Focal Nanoshell Technology. [Online]. Disponible en: https://nanospectra.com/technology/

[3] Jon Whitney, Matthew Dewitt, Bryce M. Whited, et. al., 3D Viability Imaging of Tumor Phantoms Treated with Single Walled Carbon Nanohorns and Photothermal Therapy. Nanotechnology 24 (27). Disponible en https://doi.org/10.1088/0957-4484/24/27/275102

[4] María Belén Rivas Aiello, Síntesis de Nanopartículas de Oro y Plata para su aplicación en Terapias Alternativas de Cáncer: Terapia Fotodinámica y Terapia Fototérmica [Tesis Doctoral]. Universidad Nacional de la Plata, Argentina, 2018.

[5] Universidad Austral, (s.f). Láser y luz pulsada intensa – Manual Digital de Dermatología. [Online]. Disponible en: https://www.austral.edu.ar/cienciasbiomedicas/manual-dermatologia/terapeutica-dermatologica/laser-y-luz-pulsada-intensa/

[6] Pellas V, Hu D, Mazouzi Y, Mimoun Y, Blanchard J, Guibert C, Salmain M, Boujday S. Gold Nanorods for LSPR Biosensing: Synthesis, Coating by Silica, and Bioanalytical Applications. Biosensors (Basel). 10(10):146. doi: 10.3390/bios10100146

[7] Daniel A. Cruz, Miriam C. Rodríguez, Juan M. López, et. al., Nanopartículas y plasmones de superficie: Una relación profunda. Av. cien. Ing. 3(2) Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3962777.pdf

[8] Lualdi M, Colombo A, Farina B, Tomatis S, Marchesini R. A phantom with tissue-like optical properties in the visible and near infrared for use in photomedicine. Lasers Surg Med. 2001;28(3). https://doi.org/10.1002/

lsm.1044
[9] Ali Dabbagh, Basri Johan Jeet Abdullah, et. al., Tissue- Mimicking Gel Phantoms for Thermal Therapy Studies. Ultrasonic Imaging. 36(4). DOI: 10.1177/016173

Despacho óptimo ambiental de sistemas eléctricos de potencia: minimización de las emisiones de CO_2 mediante la integración de fuentes de energía renovables

Isaac Benjamín Hernández Medina
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, 36821 Irapuato, Gto.
LIS17111479@irapuato.tecnm.mx

José Miguel García Guzmán
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, 36821 Irapuato, Gto.
jose.gg@irapuato.tecnm.mx

Resumen — En este trabajo se analiza el impacto que tiene la integración de las fuentes de energía renovables en la operación económica y ambiental de los sistemas de potencia (SEP). La función de emisiones de Dióxido de Carbono (CO2) y los modelos de las fuentes de energía renovable se integran en una formulación de Flujos de Potencia Óptimos (FPO), esto para obtener un despacho económico y medioambiental que considera el impacto de este tipo de fuentes de energía. Diversos casos de estudio se realizan para visualizar el efecto que tiene la integración de las fuentes de energía renovable en la operación de los SEP. Los resultados obtenidos muestran que las fuentes renovables reducen el coso de generación y las emisiones de CO2.

Palabras clave — Sistemas potencia, despacho óptimo medioambiental, fuentes de energía renovables.

Abstract — This paper analyzes the impact of the integration of renewable energy sources in the economic and environmental operation of power systems (EPS). The emissions function of Carbon Dioxide (CO2) and the renewable energy sources models are integrated in an Optimal Power Flows (OPF) formulation, in order to obtain an economic and environmental dispatch that considers the impact of this type of energy sources. Several case studies are carried out to visualize the effect of the integration of renewable energy sources in the operation of the SEPs. The results obtained show that renewable sources reduce generation costs and CO2 emissions.

Keywords — Electric power systems, environmental optimal dispatch, renewable energy sources.

I. Introducción

En los últimos años, el cuidado del medio ambiente ha cobrado gran importancia en las actividades cotidianas y productivas de la sociedad alrededor del mundo. De modo que, en nuestros días es de gran importancia llevar a cabo tales actividades con la afectación mínima del medioambiente y garantizando la sustentabilidad ambiental. En los sistemas eléctricos de potencia (SEP) las centrales de generación termoeléctricas son una fuente de contaminación considerable, ya que emiten grandes cantidades de gases de efecto invernadero a la atmosfera. En este sentido, se realiza un estudio en el cual se reduce el impacto ambiental negativo que tienen las centrales de generación termoeléctricas a través de la reducción de dióxido de carbono (CO2) en el ambiente. El CO2 es el gas contaminante que se considera en el estudio porque es el gas de efecto invernadero que se produce en mayor cantidad [1].

El análisis de Flujos de Potencia Óptimos (FPO) permite optimizar una función objetivo sujeta a distintas restricciones, con lo que se determina el estado óptimo de operación en estado estacionario del sistema eléctrico de potencia. Las funciones objetivo pueden considerar aspectos económicos, de seguridad o ambientales del sistema eléctrico [2].

La integración de fuentes de energía renovable en el sistema de generación de potencia activa ofrece energía limpia, de modo que, no emiten gases de efecto invernadero, por lo tanto, contribuyen a satisfacer la demanda eléctrica del SEP reduciendo la huella de carbono que producirían, si únicamente la demanda fuera satisfecha por centrales termoeléctricas.

De acuerdo al escenario antes descrito, en este trabajo se presenta un análisis del impacto que tiene la integración de los modelos de las fuentes de energía renovable en la operación económica y ambiental de los sistemas eléctricos de potencia.

II. Generación de potencia mediante fuentes de energía renovable

A. Generación de potencia mediante energía eólica

En general, la energía eólica será producida por turbinas o molinos de viento. La energía cinética que existe en el aire en movimiento se convertirá en energía mecánica por la rotación de las palas del aerogenerador y en energía eléctrica por el generador eléctrico. La potencia disponible que es convertida por el aerogenerador es [3],

$$P_{Wind} = 0.5 \times \rho \times A \times v^3 \times C_P$$

Donde ηes la densidad del viento con un valor de 1,221 kg/m3, A es el área de barrido de las aspas de la turbina de viento en m2 y v es la velocidad del viento en m/s. El término CP es la constante de Betz o coeficiente de potencia, cuyo valor es igual a 59.3% [4].

B. Generación de potencia mediante energía solar

La energía solar es una de las más abundantes en el planeta, no genera emisiones que contaminan el medio ambiente, requieren menos mantenimiento y su tiempo de duración es largo. Uno de los puntos importantes para la generación de energía solar es la radiación del sol, la cual es captada por un panel solar que se utiliza para convertir la radiación del sol en energía eléctrica. Una típica celda solar está formada por un diodo semiconductor de unión P-N [5], que trabaja con el principio del efecto fotovoltaico. Cuando la insolación solar es conocida, la potencia de salida generada por una planta solar PSolar puede ser calculada, en KW, cómo sigue [3],

$$P_{Solar} = PR \times GHI \times A_S \times \eta_{PV} \times S_Z$$

Donde, PR es la relación de rendimiento, cuyo valor se encuentra entre 0.5 y 0.9, el valor por defecto es de 0.75, GHI es la irradiación global horizontal en kW/m2, AS es el área superficial del panel solar en m2, ηPV es

la eficiencia del panel solar cuyo valor es alrededor de 0.15 y SZ es el número de paneles solares que contiene la planta solar.

III. Formulación de FPO multi-objetivo considerando energías renovables

Las dos funciones a minimizar en el FPO multiobjetivo son el costo de generación de potencia activa y la de emisiones de CO2, las cuales se minimizan de forma simultánea. Enseguida se presentan los modelos matemáticos de la formulación de FPO que considera aspectos económicos y ambientales, incluyendo las fuentes de energía renovable.

A. Modelo matemático del problema de flujos de potencia óptimos multiobjetivo

La función global multiobjetivo a minimizar se expresa mediante la Ec. (3) como sigue [6, 7],

$$F_T\left(P_{g,i}\right) = w_C * F_C \times \left(P_{g,i}\right) - w_E \times h \times F_E\left(P_{g,i}\right)$$

En (3) FC es la función de costo de generación y FE la función de emisiones, las cuales se detallan explícitamente en [2]. Los términos wC y wE son los coeficientes de ponderación para las funciones costo y emisiones, en forma respectiva, mientras que el termino h es el factor de penalización que permite combinar ambas funciones objetivo en una función global.

$$h_i = \frac{F_{Ci}\left(P_{gi}^{\max}\right)/P_{gi}^{\max}}{F_{Ei}\left(P_{gi}^{\max}\right)/P_{gi}^{\max}}$$

Donde Pgimax es la potencia máxima del generador i, de modo que las funciones FCi y FEi son evaluadas en este valor de la potencia generada en el i-ésimo generador.

1) Restricciones de igualdad

Las restricciones de igualdad que permiten modelar el balance de potencia activa considerando las fuentes de energía renovables son dadas enseguida,

$$P_{g,k} + \sum_{i=1}^{Nw} P_{Wind,i} + \sum_{i=1}^{Ns} P_{Solar,i} - P_{D,k} - \sum_{m=1}^{Nb} P_{iny,k} = 0 \qquad Q_{g,k} - Q_{D,k} - \sum_{m=1}^{Nb} Q_{iny,k} = 0$$

Donde {Pg,k, Qg,k}, {PD,k, QD,k} y {Piny,k, Qiny,k} son la potencia activa y reactiva generada, demandada e inyectada en el nodo k, en forma respectiva. El término PWind representa la potencia activa generada por las Nw centrales eólicas y Psolar es la potencia generada por las Ns centrales fotovoltaicas.

2) Restricciones de desigualdad al sistema eléctrico

Las restricciones de desigualdad modelan los límites físicos y operativos del sistema eléctrico, las cuales se modelan mediante las expresiones siguientes,

$$\delta_k^{\min} < \delta_k < \delta_k^{\max}$$

$$V_k^{\min} < V_k < V_k^{\max}$$

$$P_{g,i}^{\min} < P_{g,i} < P_{g,i}^{\max}$$

$$Q_{g,i}^{\min} < Q_{g,i} < Q_{g,i}^{\max}$$

$$P_{Wind} = 0; \quad v_{nom} < v_{\min}$$

$$P_{Wind} = 0.5 * \rho * A * v^3; \quad v_{\min} < v < v_{\max}$$

$$P_{Wind} = P_r; \quad v > v_{\max}$$

$$P_{Solar} = 0; \quad GHI < GHI_{\min}$$

$$P_{Solar} = PR * \eta * A_S * S_Z; \quad GHI > GHI_{\min}$$

Las restricciones de desigualdad (10) y (11) corresponden a las fuentes de energía renovable [3]. La variable Pr es la potencia nominal del aerogenerador, vmin es la velocidad mínima del viento de 3.5 m/s y vmax es la velocidad máxima del viento de 20 m/s. Se debe mencionar que la velocidad nominal del viento es de 11 m/s. La variable GHImin es la irradiancia mínima del sol mínima cuyo valor es de 5.5 kW/m2 [8].

IV. Caso de estudio

En esta sección se presentan diversos casos de estudio que permiten analizar el efecto que tiene la integración de los modelos de la fuente de energía solar y eólica en las emisiones de CO2 y en el costo de generación de potencia activa de un sistema eléctrico de potencia. En los casos de estudio se emplea el sistema eléctrico de potencia de 9 nodos [9], el cual consta de tres generadores, seis líneas de transmisión y tres transformadores. Los coeficientes de las funciones de costo y de emisiones de dióxido de carbono de las unidades de generación de este SEP se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Coeficientes de las funciones de costo y emisiones del SEP de 9 nodos.

Generador	a ($/h)	b ($/MWh)	c ($/MW²h)	d (lb/h)	e (lb/MWh)	f (lb/MW²h)
1	140	2.0	0.0060	137.3701	-1.2488	0.0138
2	120	1.5	0.0075	137.3701	-1.2488	0.0138
3	80	1.8	0.0070	363.7048	0.8051	0.0077

Los límites de tensión utilizados en los casos de estudio presentados con este SEP son de 0.95 pu para los límites inferiores y de 1.05 pu para los superiores. Mientras que los valores iniciales de los ángulos de fase de tensión son de 0°. Los límites utilizados para la potencia activa y reactiva para el generador 1 son, en forma respectiva, 0 ≤ PG1 ≤ 200 MW y -100 ≤ QG1 ≤ 150 MVAR; para el generador 2 de 0 ≤ PG2 ≤ 150 MW y -100 ≤ QG2 ≤ 300 MVAR; y para el generador 3 de 0≤PG3≤100 MW y -100 ≤ QG3 ≤ 300 MVAR.

Para analizar el comportamiento de la operación económica y ambiental de los sistemas eléctricos de potencia se realizan cuatro análisis de flujos de potencia óptimos multiobjetivo con el sistema de 9 nodos. En el primer análisis se obtiene la solución de FPO multiobjetivo sin considerar las fuentes de energía renovable; para el segundo análisis se añade una central de generación eólica en el nodo 7, la cual tiene una generación de 35.7250 MW de potencia activa. En el tercer análisis de FPO se incorpora una central de generación fotovoltaica en el nodo 9, que genera una potencia activa de 48.0942 MW, y finalmente, en el cuarto análisis se incluyen los dos tipos de centrales de generación con fuentes de energía renovable en los nodos antes mencionados. Es importante mencionar que en los análisis de FPO realizados se combina la función de costo y la función de emisiones en la función global con el mismo factor de peso, esto con la finalidad de analizar la operación del SEP dando la misma importancia al aspecto económico y ambiental. Un resumen de los resultados obtenidos de los cuatro análisis de FPO mencionados antes se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Resumen de resultados de los análisis e FPO multiobjetivo.

Parámetros	Sin P_{wind} y P_{solar}	Con P_{wind}	Con P_{solar}	Con P_{wind} y P_{solar}
P_G (MW)	318.001	282.586	270.284	234.806
Q_G (MVAR)	5.818	3.379	2.775	0.329
$P_{pérdidas}$ (MW)	3.001	3.311	3.378	3.625
$Q_{pérdidas}$ (MVAR)	-109.182	-111.620	-112.225	-114.671
Costo ($/h)	1134.055	1024.099	987.661	885.517
Emisiones (lb/h)	845.603	778.677	757.324	702.705

A partir de los resultados mostrados en la Tabla 2, se puede observar que al añadir una fuente energía renovable al sistema eléctrico de potencia ocurre una disminución en el costo de generación debido a que se demanda menos potencia a los generadores para satisfacer la carga y las pérdidas de potencia activa en los elementos de transmisión. Lo mismo ocurre con las emisiones, al producir una menor cantidad de potencia mediante los generadores las emisiones de CO2 tienden a disminuir, ya que estas dependen de la potencia generada por las centrales de generación termoeléctrica. En forma similar y de acuerdo con la Columna 4 de la tabla en mención, cuando se integran las dos formas de generación de potencia con las fuentes de energía renovable se presenta una disminución aún mayor en el costo de generación y las emisiones de CO2. Por otro lado, con la inclusión de las fuentes de energía renovable se disminuye la generación y las pérdidas de potencia reactiva, lo cual se traduce en una mejora del perfil de tensión nodal del sistema de potencia. También se debe notar que las pérdidas de potencia activa son mayores al añadir fuentes de energía renovables al sistema de potencia.

V. Conclusiones

Un análisis del despacho óptimo ambiental, donde se minimizan las emisiones de CO2 y el costo de generación de potencia activa mediante la integración de los modelos de la fuente de energía eólica y solar, se ha presentado. De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede concluir que al integrar los modelos de las fuentes de energía renovable se presenta una reducción en las emisiones de dióxido de carbono y en el costo de generación, por lo que, se mejora la operación económica y ambiental del SEP, a pesar del aumento de las pérdidas de potencia activa. De igual manera, se concluye que al integrar las fuentes de energía renovable se presenta una mejora en el perfil de tensión nodal del sistema a causa de una disminución de la generación y pérdidas de potencia reactiva

Referencias

[1] Oceana. (2008) “Gases de efecto invernadero”. [Online]. Disponible: https://eu.oceada.org/es/
[2] D. Corona, H. Elizarraraz, J. A. Márquez y J. M. García, “Flujos de Potencia Óptimos multi-objetivo: Análisis de la operación de sistemas de potencia considerando las emisiones de CO2”, Identidad Energética, vol. 2, No. 1, Dic. 2019.
[3] S. S. Mahaboob, S. V. Chintalapudi, S. Sirigiri, “Optimal Power Flow Solution in the Presence of Renewable Energy Sources”, Iran J Sci Technol Trans Electr Eng, vol. 45, pp. 61–79, March 2021.
[4] T. Ackerman, Wind Power in Power System, 1st. Ed. New York: John Wiley & Sons Inc Print on, 2005.
[5] M.R. Patel, Wind and solar power systems: design, analysis, and operation, 1st. Ed. New York: CRC Press, 1999.
[6] P. S. Kulkarni, A. G. Kothari, and D. P. Kothari, “Combined Economic and Emission Dispatch Using Improved Backpropagation Neural Network,” Electric Machines and Power Systems, vol. 28, No. 1, pp. 31-44, Nov., 2010.
[7] Y. Demirel and A. Demiroren, “Economic and minimum emission dispatch,” in International Conference on Electrical and Electronics Engineering, Bursa, Turkey, 2003, pp. 1-5, 2003.
[8] Deloitte México. (2019) “En energía, México debe apuntar al sol”. [Online]. Disponible: https://www2.deloitte.com/mx/es/pages/dnoticias/articles/energia-solar-en-mexico.html.
[9] P. W. Sauer and M. A. Pai, “Power System Dynamics ans Stability”, Champaign, Illinois, USA, Stipes Publishing L.L.C., 1997.

Control electrónico de un brazo robótico articulado por medio de una tarjeta de circuito impreso PCB

Miguel Ángel Saldaña Salas
Tecnológico Nacional de México campus Querétaro Departamento de Metal Mecánica
Av. Tecnológico s/n esq. Gral. Mariano Escobedo.
Colonia Centro Histórico C.P. 76000, Querétaro, Querétaro.
miguelangelsalas98@gmail.com

Mónica Balvanera Ortuño López
Tecnológico Nacional de México campus Querétaro Departamento de Metal Mecánica
Av. Tecnológico s/n esq. Gral. Mariano Escobedo.
Colonia Centro Histórico C.P. 76000, Querétaro, Querétaro.
monica.ol@queretaro.tecnm.mx

Resumen — El presente proyecto desarrolló la implementación de una placa de circuito impreso (PCB) en el sistema de control de un brazo robótico desarrollado en el Tecnológico Nacional de México campus Querétaro, con el propósito de reducir las interferencias en las señales de control, englobando el proceso de diseño, solicitud de manufactura y ensamble de la PCB. Con la implementación de la PCB se obtuvo una reducción en el espacio destinado a circuitería y resultados satisfactorios en la anulación de interferencias por ruido eléctrico en la operación del brazo.

Palabras clave — PCB, Sistema Automatizado, Brazo Robot.

Abstract — This project presents a PCB Implementation in the control system of a robot arm on the Tecnológico Nacional de México campus Querétaro to reduce the electrical interferences in the control signals, encompassing the design process, manufacturing requirement and, PCB assembly. Achieving a circuitry space reduction and satisfactory results in the suppression of electrical interferences.

Keywords — PCB, Automated system, Robot Arm.

I. Introducción

La investigación y el desarrollo tecnológico requieren de la realización de tareas que, acorde a la primera regla sobre el uso de un robot, presentan alguna de las cuatro D de la robótica (Four Ds of Robotics), es decir, si la tarea es sucia (Dirty), aburrida (Dull), peligrosa (Dangerous) o difícil (Difficult) [1], en cuyo caso se considera un proceso apropiado automatizar. En el Tecnológico Nacional de México campus Querétaro se propuso incorporar un sistema automatizado de producción de películas delgadas mediante Deposito por Baño Químico (CBD), técnica que consiste en la adhesión de película delgada semiconductora sobre un sustrato sólido a partir de una reacción que ocurre en una solución acuosa [2], para realizar investigaciones acerca de recubrimientos de sulfuro de zinc (ZnS) y sulfuro de cadmio (CdS). La automatización se planteó debido a que el proceso de producción requiere de una larga jornada para obtener unos pocos recubrimientos. El sistema consta de un brazo robótico que transporta los sustratos a través de las estaciones donde se desarrolla el CBD, dicho brazo fue propuesto para una mejora en el subsistema de control, encargado de regular el movimiento del robot con el fin de lograr una determinada tarea [1], puesto que presentaba alteraciones en su rutina.

Actualmente existe una tendencia a incrementar el nivel de automatización en la fabricación de productos [3], incorporando sistemas automatizados y procedimientos de integración de los mismos, por ello la mejor manera de aprender sobre este tema es mediante la elaboración de proyectos tecnológicos que incluyan el diseño y la construcción de prototipos a escala como el presente proyecto. Para el desarrollo de esta placa de circuito impreso utilizaremos el software Proteus®, un entorno integrado diseñado para la realización completa de proyectos de construcción de equipos electrónicos en todas sus etapas: diseño, simulación, depuración y construcción [4].

II. Marco teórico

A. Sistema automatizado

Un sistema automatizado es el conjunto de elementos (equipamiento, sistema de información, y procedimientos) interrelacionados funcionalmente entre sí que conforman una estructura cuya función es garantizar el desempeño independiente del proceso a través de operaciones de control y supervisión total del sistema, bajo las técnicas más modernas y cumpliendo los requisitos establecidos de acuerdo al tipo de planta [5].

B. Placa de Circuito Impreso (PCB)

Una placa de circuito impreso es un soporte físico en el que se instalan distintos componentes electrónicos o eléctricos que se interconectan entre ellos, haciendo fluir la energía entre ellos mediante finas pistas conductoras de cobre. El desarrollo de placas de circuito impreso o PCB es utilizado en las universidades, empresas y grupos de investigación para fabricación y/o modificación de equipos con funciones específicas de instrumentación, control y automatización [6].

C. Control

El control se refiere a una operación que, en presencia de perturbaciones, tiende a reducir la diferencia entre la salida de un sistema y alguna entrada de referencia, y lo realiza tomando en cuenta esta diferencia. Aquí sólo se especifican con este término las perturbaciones impredecibles, ya que las perturbaciones predecibles o conocidas siempre pueden compensarse dentro del sistema [7].

D. Brazo Robótico

Se trata de un manipulador multifuncional reprogramable, capaz de mover materias, piezas, herramientas o dispositivos especiales según trayectorias variables, programadas para realizar tareas diversas. Incluye al manipulador (hardware) y al sistema de control (software) [8].

III. Método

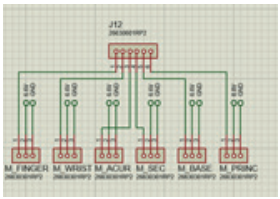
La metodología de este proyecto se dividió en 3 etapas: diseño, manufactura y ensamble, mismas que son descritas a continuación.

a) El diseño fue primera tarea para implementar una placa de circuito impreso. Partiendo de un brazo robótico existente de 6 grados de libertad, manufacturado en aluminio y controlado mediante Arduino®, se planteó el diseño de un circuito de control distribuido de manera más eficiente, además del diseño de un modelo de simulación virtual de placa de circuito impreso utilizando software Proteus® 8.8.

a. El diseño de circuito requirió la selección de componentes electrónicos integrados en el brazo, así como su distribución en la placa y estructuración de la lógica de funcionamiento.

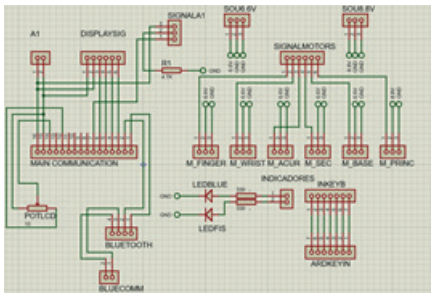
i. Se comenzó asignando las conexiones de los servomotores, colocando un bloque de 6 pines, donde cada pin se conecta con el pin de control de un motor y lo comunica con el dispositivo de control Arduino®, los cables de los motores van soldados a un conector de seguridad tipo molex de 3 pines donde recibe voltaje de alimentación, tierra y señal de posición. En la ilustración 2 es posible observar las conexiones de motores con sus respectivos etiquetados en la simulación del esquemático.

Ilustración 1 Distribución de las conexiones de alimentación, gnd y señal de los servomotores del brazo robótico
Fuente: Construcción propia



ii. Se añadió un conector molex de 16 pines, concentrando ahí las conexiones de display LCD, módulo Bluetooth® serial, entrada analógica 1 y salidas led indicadoras de modo de operación. En la siguiente ilustración se presenta la distribución final de conexiones entre componentes, conectores y elementos de comunicación en la simulación.

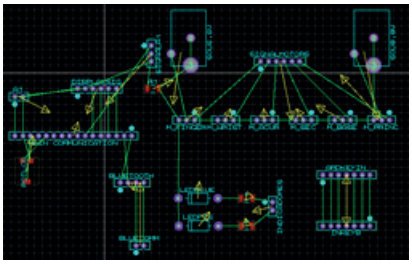
Ilustración 2 Esquemático de circuito de control placa de brazo robot
Fuente: Construcción propia



b. El diseño de la PCB

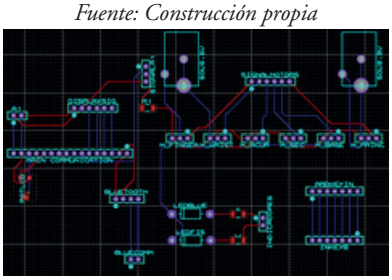
i. Se realizó un modelo virtual de la placa de circuito impreso en la herramienta PCB Layout® de proteus®, esta herramienta importa los componentes de la simulación junto a sus empaquetados para asignarles un espacio físico en la PCB y sugerir las líneas guía de conexión de componentes fundamentado en la simulación que integramos.

Ilustración 3 El entorno de desarrollo de PCB Layout nos muestra los componentes electrónicos con sus empaquetados físicos y distribución espacial en la placa.
Fuente: Construcción propia



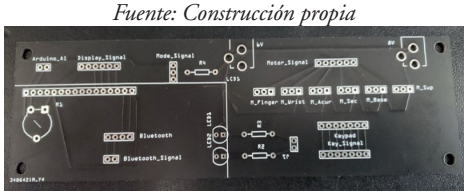
ii. Se realizó una configuración de placa asignando el espesor, número de capas y se asignó una capa de cobre superficial como tierra común para todos los componentes del circuito que la requieran.
iii. Luego de haberse configurado las características de la placa, se realizó el trazado de pistas de conexión manteniendo especial cuidado de evitar cruces entre las pistas de conexión. La ilustración 6 denota las pistas trazadas en la PCB, en color rojo se presentan las pistas en la capa superior y en color azul las conexiones presentes en la capa inferior de la placa.

Ilustración 4 Conexiones de pistas de PCB
Fuente: Construcción propia



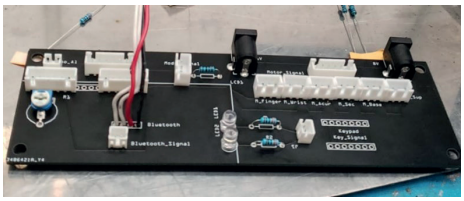
iv. Se exportó el circuito a formato PDF y se extrajo la carpeta con el archivo Gerber de diseño de la placa que contiene la información requerida para la manufactura de la placa de circuito impreso.
b) Manufactura de placa de circuito impreso
a. Se envió el archivo Gerber a la empresa JPCB donde se manufacturó la placa con fibra de vidrio y lamina de cobre, y luego de 3 semanas se recibió la placa fabricada.

Ilustración 5 PCB recibida después de impresión
Fuente: Construcción propia



c) Ensamblaje de los componentes y conexiones con el brazo robot
a. Una vez recibida la PCB se realizó el montaje de los componentes electrónicos, conectores molex hembra y conectores plug de alimentación.

Ilustración 6 Ensamble de conectores en PCB
Fuente: Construcción propia



b. Se realizó la conexión de componentes periféricos del brazo a sus respectivos conectores en la placa y se ejecutó una rutina de prueba para verificar el funcionamiento del brazo robot.

IV. Resultados

El desarrollo de este proyecto dio como resultado una interfaz de comunicación entre componentes, más eficiente, organizada, atractiva a la vista y confiable al implementar un sistema de conectores molex en una placa de circuito impreso, las ilustraciones 9 y 10 muestran una referencia gráfica de la diferencia en la distribución del cableado de control del brazo robot antes y después de la implementación de la placa de circuito impreso.

Ilustración 7 Distribución de cableado previamente existente en el brazo robot implementación de placa de circuito impreso.
Fuente: Construcción propia

Además, se logró una reducción en el ruido que se presentaba en el control del brazo robot. El brazo presentaba problemas en el circuito de control anterior debido a interferencias en la señal de control cuando se aproximaban múltiples dispositivos con comunicación bluetooth. Se realizó una serie de pruebas de ejecución de rutinas en las cuales no se detectó interferencia por ruido en las señales eléctricas de control.

Ilustración 8 Conexión de todos los dispositivos periféricos en placa de circuito impreso mediante conectores molex
Fuente: Construcción propia

V. Conclusiones

Se logró implementar una placa de circuito impreso en un brazo robótico con 6 grados de libertad, con resultados satisfactorios en la anulación de interferencias eléctricas externas por ruido en el cableado del circuito de conexiones y una mayor organización en la distribución de conectores de componentes electrónicos y dispositivos periféricos.

En el periodo de desarrollo del proyecto se afrontaron múltiples desafíos relacionados al diseño ingenieril, el manejo de software y la documentación de un proyecto, no obstante, la fundamentación teórica existente sobre circuitos, el autodidactismo y la asesoría por parte del investigador, permitió superar de manera exitosa cada uno de los desafíos encarados. La implementación de PCB's permitió reducir el espacio destinado a circuitería, mejorar la calidad del circuito y la fiabilidad del comportamiento en el sistema ante agentes externos.

VI. Agradecimientos

Al Tecnológico Nacional de México Campus Querétaro, a través del Departamento de Metalmecánica, en especial a la Dra. Mónica Balvanera Ortuño López por ser anfitrión del desarrollo de este proyecto. A la Dra. Yolanda Jiménez Flores, docente del mismo departamento y al Ing. José Miguel Jaimes Ramírez docente del Departamento de Sistemas y Computación, por las facilidades otorgadas y el apoyo para este proyecto. Así mismo al Programa Verano de la Ciencia de la Región Centro en su edición número 23, por incentivar y promover la investigación en los estudiantes de nivel superior

Referencias

[1] Kumar Saha, S. (2011). Introducción a la robótica. McGraw-Hill España. https://elibro.net/es/ereader/itqueretaro/36580?page=43

[2] Ramírez Velázquez L. (2014). Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias extractivas, Síntesis y caracterización de películas semiconductoras de Óxido de Cadmio (CdO) y Óxido de Zinc (ZnO) mediante técnica de baño químico. Recuperado de https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/17361/1/25-1-16740.pdf

[3] Torres Vargas, L. Z. (2018). Integración de sistemas automatizados: elaboración de prototipos y su reporte técnico. Grupo Editorial Éxodo. https://elibro.net/es/ereader/itqueretaro/128565?page=15

[4] Gallardo Puertas O. (2015). Universidad de Valladolid, Escuela de ingenierías industriales, "Fabricación de placas de circuito impreso con proteus" Recuperado de https://1library.co/document/eqo4oj7z-fabricacion-de-placas-de-circuito-impreso-con-proteus.html

[5] Izaguirre Castellanos, E. (2012). Sistemas de automatización. Editorial Feijóo. https://elibro.net/es/ereader/itqueretaro/124330?page=10

[6] Ramírez J. (2007). Universidad de los Andes, Facultad de ciencias. "Técnicas de diseño, desarrollo y montaje de circuitos impresos". Recuperado de http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/26205/tecnicas_diseno.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[7] Ogata K. (2010).Ingeniería de control moderna. Editorial Pearson. Pag.16

[8]Barrientos, A. (2012). Fundamentos de robótica (2a. ed.). McGraw-Hill España. https://elibro.net/es/ereader/itqueretaro/50193?page=34

Detección de anomalías en la piel

Jose Antonio Corona Guevar
Instituto tecnológico superior de Purísima del
Rincón Blvd. del Valle 2301, Guardarrayas, 36425 Gto.
LRS18110353@purisima.tecnm.mx

Valentín Calzada Ledesma
Instituto tecnológico superior de Purísima del Rincón Blvd. del Valle 2301, Guardarrayas, 36425 Gto.
valentin.cl@purisima.tecnm.mx

Resumen — En este trabajo se presenta la implementación y programación de una Raspberry para que pueda tomar fotos y las guarde en se memoria para posteriormente ser utilizadas en el análisis de imágenes. En el presente reporte nos enfocaremos en la manera de ensamblar y programar nuestra Raspberry, para que pueda tomar fotos de manera eficiente. El sistema operativo que utiliza la Raspberry está basado en Linux, lo cual lo hace fácil y un tanto intuitivo el utilizarlo, por otro lado, el código utilizado para que pueda capturar fotos, fue programado y escrito en Python, ya que el sistema operativo de la Raspberry lo tiene instalado nativamente y esto facilita su funcionamiento.

Palabras clave — Captura de imagen, Python, Raspberry.

Keywords — Image capture, Python, Raspberry.

Abstract — This paper presents the implementation and programming of a Raspberry so that it can take pictures and store them in its memory for later use in image analysis. In this report we will focus on how to assemble and program our Raspberry, so that it can take pictures efficiently. The operating system used by the Raspberry is based on Linux, which makes it easy and somewhat intuitive to use, on the other hand, the code used to take pictures was programmed and written in Python, since the Raspberry operating system has it natively installed and this facilitates its operation.

I. Introducción

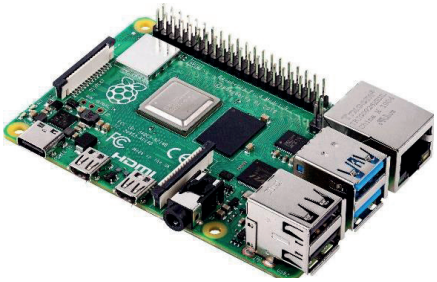
En la industria textil se tiene un problema de aprovechamiento de los recursos que se utilizan para su realización, para ser más precisos, en el aprovechamiento de las pieles, ya que al momento de utilizarlo tenemos muchas imperfecciones en la piel, ya sea por un mal proceso en el curado de la piel o simplemente marcas que puede tener la piel de manera natural. Para poder analizar estas pieles, se propone un instrumento que sea capaz de tomar una captura de imagen y lo analice para poder detectar dichas imperfecciones que tiene la piel y pueda el operario tener una referencia de como cortar la piel de manera mucho más eficiente.

Una parte muy importante para que este artefacto pueda realizar el análisis es el de tener una aparato que pueda ser programado para realizar lo que se necesite, y en esta ocasión se optó por la implementación de una Raspberry pi 4, que para nuestros fines es perfecta, esto por su fácil manejo y su disposición para adaptarse a nuestras necesidades, el sistema operativo que utiliza la Raspberry está basado en Linux, lo que permite, si ya estas familiarizado en este sistema, que sea muy sencillo el utilizarlo [1]
En la parte de la programación de la cámara para que pudiera capturar las imágenes se utilizó la plataforma Python ya que esta viene nativamente instalada en la Raspberry y esto facilita la programación y el manejo de la cámara. [2]
Para la captura de las capturas de las imágenes, lo cual representa una de las partes primarias del proyecto se utilizó una cámara modelo "Pi NoIR V2" la cual está diseñada para las Raspberry, lo cual permite que tanto su instalación como su implementación sea muy sencilla. [1]
Básicamente en el presente trabajo se aborda todos los pasos que se siguieron para poder configurar y programar la Raspberry para que funcionara de manera correcto y pudiera tomar las capturas de imágenes que es la base del proyecto y de ahí partir a la parte del análisis de las imágenes.

II. Marco teórico (opcional)

Para realizar este proyecto fue utilizada una Raspberry PI 4, pero ¿Qué es una Raspberry PI 4?, bueno pues una Raspberry es, básicamente, un ordenador. A pesar de su placa reducida, su bajo coste y su sistema operativo de código abierto Raspbian, no deja de ser un ordenador adaptado a unas necesidades de programación muy básicas.

Fig 1. Imagen de una Raspberry.



Una vez sabiendo que es una Raspberry PI podemos pasar a el sistema operativo que esta utiliza el cual se llama Raspbian, el cual está basado en Linux, por lo cual el utilizarlo es muy intuitivo y sencillo si ya estamos familiarizados con el sistema operativo Linux, aunque si no es así no tardaremos mucho en acostumbrarnos al sistema Raspbian ya que no es muy complejo.
Otro de los conocimientos básicos que debemos tener el sobre el lenguaje de programación que se utiliza, la cual es Python, y ¿Qué es Python?, es un lenguaje de programación interpretado cuya filosofía hace hincapié en la legibilidad de su código. La ventaja que se tiene al momento de programar en Python es que es un lenguaje de programación libre, por lo que las paqueterías y todo lo que desees usar es gratuito y libre para que lo utilices y lo implementes de la manera que a ti te más te convenga.

III. Materiales y métodos

Materiales:
A continuación, daremos una lista de los materiales utilizados para realizar el ensamblado de la Raspberry.
• Raspberry Pi 4 Computer modelo B de 1GB de RAM
• Una cámara Pi V2

• Case Raspberry Pi 4 Modelo B de aleación de aluminio con doble control de temperatura
• Memoria microSD de 64 GB de decima generación

Lo inicial para poder trabajar con la Raspberry es instalar el sistema operativo a la tarjeta microSD, esto para que pueda funcionar la Raspberry. El sistema operativo se descarga de manera gratuita de la página oficial de Raspberry.

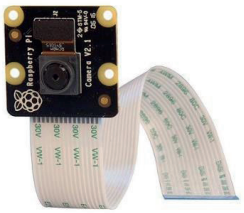
Fig 2. a) Página oficial de Raspberry b) apartado de descarga del sistema operativo.

a) b)

El sistema operativo que utiliza se llama Raspberry Pi OS entes conocido como Raspbian, este sistema está pensado y diseñado para la Raspberry. Su instalación es muy sencilla se descarga el archivo dependiendo de si se va a instalar desde una computadora con Windows o con Mac OS, una vez descargado se carga a la tarjeta microSD y ya está lista para ponerse en nuestra Rasberry y ser utilizada.

Una vez teniendo el sistema operativo listo lo que hicimos fue el armado de la Raspberry, instalándole todos los aditamentos necesarios. Lo que instalamos primero fue la cámara PI NoIR, esta cámara esta diseñada para la Raspberry lo cual facilita su instalación.

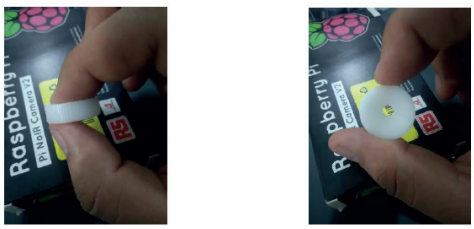
Fig 3. Cama Pi NoIR V2.



Esta cámara se instala en el puerto ya designado de la Raspberry, una vez instalada la cámara en su posición tenemos que calibrarla y habilitarla, para poder calibrarla se necesita una herramienta que viene incluida al comprar la cámara, que se puede apreciar en la Fig 4.

a) b)

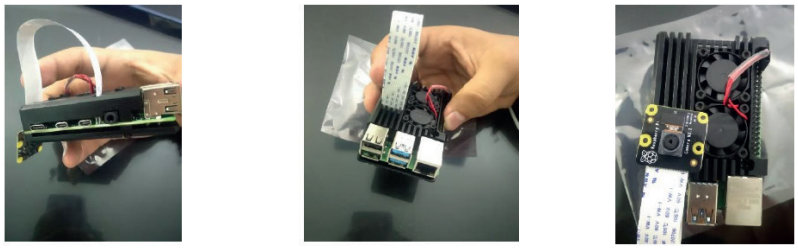
Fig 4. a) herramienta de calibración lateral b) herramienta de calibración frontal.



a) b)

Esta herramienta se pone en el lente de la cámara y con ayuda de la visualización dese la Raspberry se libra dependiendo de las necesidades que se tengan.
Después colocamos el case disipador de calor junto con los ventiladores, esto para proteger de caídas y también de un sobre calentamiento por usarlo en un periodo largo de tiempo, en la Fig 5 podemos observar cómo queda armado todo el case y la Raspberry completa.

Fig 4. Vistas de la Raspberry armada por completo.



a) b) c)

Una vez teniendo armada la Raspberry con su case y su cámara podemos pasar a la parte de la programación en Python para hacer que la cámara tome fotos y las pueda guardar en su memoria parra que posterior mente se analicen, para que la cámara pueda funcionar primero se tiene que activar, para activar la cámara se tiene que ingresar a la parte de configuración (Fig 5), después a la opción de configuración de interfaz y por último

Fig 5. Menú de configuración. se activa la cámara (Fig 6).
Fig 6. Configuración de interfaz.

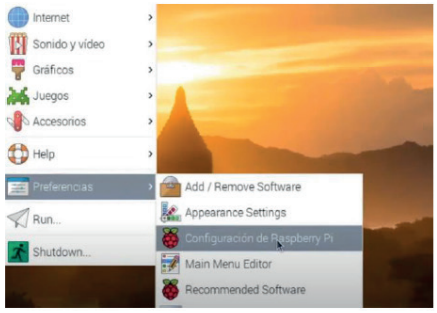


Fig 5. Menú de configuración.

Fig 6. Configuración de interfaz.

Ya con la cámara activada podemos comenzar a programar la Raspberry, como ya lo habíamos mencionado se programa mediante Python. Para comenzar a programar se utilizó el siguiente código para que tomara fotos y las guardara en su memoria interna.

```
from picamera import PiCamera from time import sleep
camara = PiCamera () camara.start_preview()
captura = 1
sleep(5) camara.capture('/home/pi/Pictures/captura%03d.jpg'%captura) camara.stop_preview()
```

La función de este programa es la de activa la cámara en la pantalla por 5 segundo para poder ver como quedara la foto, después de transcurridos esos 5 segundos el programa toma la foto y la guarda con el nombre de "captura001", el nombre cambia dependiendo de las fotos que ya existen.

También se propone el siguiente programa. import picamera
from time import sleep
from RPi import GPIO
button = 17
GPIO.setmode(GPIO.BCM) GPIO.setup(button, GPIO.IN, GPIO.PUD_UP) with picamera.PiCamera() as camera:
camera.start_preview() frame = 1
while True:
GPIO.wait_for_edge(button, GPIO.FALLING)
sleep(5)
camera.capture('/home/pi/Pictures/frame%03d.jpg' %frame)
frame += 1
camera.stop_preview()

La diferencia de este programa con el primero mostrado es que esta toma las fotos cuando se pulsa un botón y las va guardando, a diferencia que en el pasado que al correr el programa solo toma una foto a la vez.

IV. Resultados

A continuación, se presentan algunas imágenes tomadas con la Raspberry las cuales nos demuestran que tanto como la Raspberry y el programa de captura de imágenes funcionan correctamente y las imágenes ya pueden ser utilizadas para el análisis de imágenes.

a) b)

Fig 7. a) Imagen ejemplo de la calidad de las fotos tomadas por la Raspberry b) imagen de la previsualización de las imágenes.

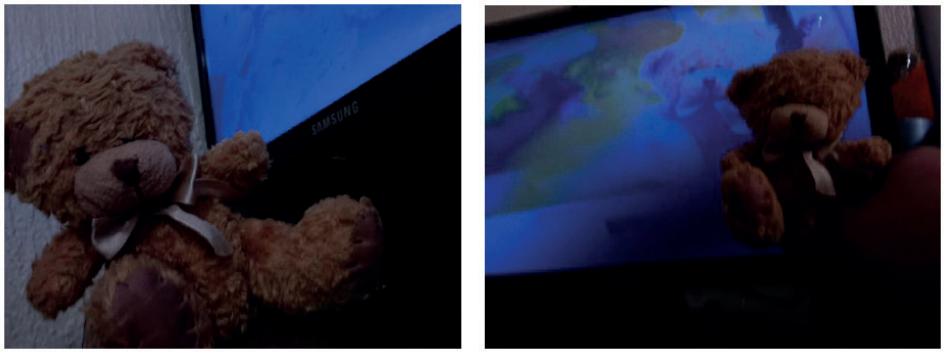


Fig 8. Imagen de prueba de enfoque de imagen.

Como podemos observar tanto la Raspberry, la cámara y el programa para la captura de imágenes funcionan de manera correcta.

V. Conclusiones y recomendaciones

En el caso de este proyecto se realizó toda la programación de la Raspberry y la programación de la cámara, aunque esto pueda parecer que no representa una gran dificultad, si comprende una parte vital del proyecto de análisis de imágenes ya que sin esta programación sería imposible el llevar a cabo el resto del proyecto. y gracias es toda esta programación nos ayuda a poder detectar cualquier falla que se tenga en un futuro.
En la parte de problemas que nos encontramos en el proceso de realización del proyecto fue la parte de la conexión vía remota entre las Raspberry y la laptop, esta este momento no sabemos cuál sea el problema de porque no se puede realizar la conexión entre estas dos, pero suponemos que tiene que ver un poco con la conexión que la Raspberry tiene con el internet, o también puede ser por la dirección IP que genera y no conecta con el programa y por esto no se puede conectar a la laptop.

VI. Reconocimientos (o agradecimientos)

Expreso mi agradecimiento al tecnológico superior de Purísima del Rincón por su apoyo, y facilidades otorgadas en este verano de la ciencia y al doctor Valentín Calzada Ledesma por el apoyo y confianza en este proyecto.

Referencias

[1]
[2] UPTON, Eben; HALFACREE, Gareth. Raspberry Pi user guide. John Wiley & Sons, 2014.
RICHARDSON, Matt; WALLACE, Shawn. Getting started with raspberry PI. " O'Reilly Media, Inc.", 2012.

Desarrollo de un sistema de inteligencia artificial industrial sobre arquitecturas embebidas para el análisis y detección de defectos en insumos de corte para la industria del cuero y calzado

Carlos Fernando Orozco Solis
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. del Valle 2301, Guardarrayas, 36425 Gto.
LRS17110263@purisima.tecnm.mx

Valentín Calzada Ledesma
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. del Valle 2301, Guardarrayas, 36425 Gto.
valentin.cl@purisima.tecnm.mx

Resumen — Dentro del proceso de producción de artículos en la industria del cuero y calzado, trabajadores expertos llevan a cabo una etapa de análisis y detección de defectos en los insumos de corte. Esta etapa es crucial para mantener los estándares de calidad en los productos. Para lograr con éxito esta tarea, es imperativa la experiencia laboral, ya que se deben cumplir los tiempos de producción, manteniendo a su vez la calidad. En el presente proyecto, se propone el desarrollo de un sistema de inteligencia artificial industrial capaz de realizar el análisis y detección de defectos en insumos de corte de manera automática; mediante el uso de técnicas de visión artificial.

Palabras clave — Inteligencia Artificial, Visión Artificial, Redes Neuronales Artificiales.

Keywords — Artificial intelligence, Artificial vision, Artificial neural networks.

Abstract — Within the production process of articles in the leather and footwear industry, expert workers carry out a stage of analysis and detection of defects in the cutting supplies. This stage is crucial to maintain quality standards in products. To successfully accomplish this task, work experience is imperative, as production times must be met, while maintaining quality. In this project, the development of an industrial artificial intelligence system capable of automatically analyzing and detecting defects in cutting supplies is proposed; through the use of artificial vision techniques.

I. Introducción

En el contexto actual de la globalización y los avances tecnológicos rumbo a la cuarta revolución industrial, los insumos baratos y la mano de obra ya no constituyen la principal fuente de ventaja competitiva en el sector empresarial, en cambio, el conocimiento y acumulación de capacidades tecnológicas, son factores determinantes para lograr competitividad. Es por eso que resulta inminente la implementación de herramientas tecnológicas novedosas como la inteligencia artificial industrial y el internet de las cosas (IoT por sus siglas en inglés), con el fin de proporcionar sistemas capaces de asistir en la toma de decisiones, agilizar los procesos de producción, reducir costos y maximizar la calidad.

La industria del cuero y calzado está posicionada como una de las industrias más fuertes en México, particularmente en la región del bajío. En ésta se involucran un conjunto de procesos que van desde el diseño, fabricación, distribución, comercialización, y venta de todo tipo de productos fabricados con piel. Previo al proceso de fabricación, las empresas suelen llevar a cabo rondas de clasificación y detección de defectos en los insumos de corte (mayormente cuero y piel), como cicatrices, agujeros o rasguños, que puedan empeorar la apariencia visual de los artículos, esta fase es crucial, ya que de ésta depende la calidad de los productos y su valor monetario final.

En el presente proyecto, se propone el desarrollo de un sistema capaz de realizar el análisis y detección de defectos en insumos de corte de manera automática. Para lograrlo, se obtendrán imágenes de los distintos materiales. Posteriormente, mediante el uso de algoritmos de visión artificial y redes neuronales artificiales, se hará el pre-tratamiento digital, la segmentación y finalmente la detección de dichos defectos. A futuro se pretende realizar la implementación de la metodología sobre arquitecturas embebidas, las cuales son ampliamente utilizadas en sistemas de IoT, debido a su bajo costo, su facilidad de mantenimiento, escalamiento y conectividad a la nube. Todo esto permitirá encaminar el presente proyecto de investigación hacia la aplicación de tecnología en el contexto de la cuarta revolución industrial.

II. Marco teórico

A. Contexto de la Industria del cuero y calzado en México

En los 80's, la industria del cuero y calzado en México había gozado de la aceptación del mercado nacional, según datos de la Cámara Nacional de la Industria del Calzado (CNIC), se llegó a un nivel histórico máximo de producción, ya que se fabricaron 317 millones de pares de calzado, de los cuales, el 7.5% fue exportado al mercado extranjero (Garza, 2002).

A partir de la apertura comercial iniciada en la década de los 80's, esta industria presentó una transformación importante debido a la dura competencia internacional y al constante deterioro de la capacidad de consumo de la población mexicana. Más tarde, con la devaluación en el año 1994, se mejoraron las relaciones de intercambio de México, al tener precios más competitivos con respecto a los demás competidores, lo cual permitió incrementar las exportaciones (Garza, 2002).

La principal producción de calzado en México se encuentra ubicada geográficamente en tres regiones principales: Guanajuato, Estado de México y Jalisco, con una participación de 40%, 23% y 26%, en el año 1991; para 1999 los porcentajes de participación cambiaron a 52%, 16% y 22% respectivamente, posicionando con creces al estado de Guanajuato como el principal productor en la industria del calzado. Es una industria que importa insumos y maquinaria en cantidades importantes, y a su vez utiliza mano de obra cualificada (Garza, 2002).

B. Insumos de corte

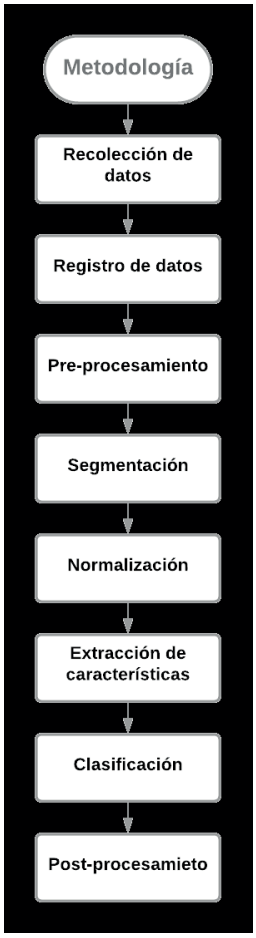
Cuero: La piel de animal curtida se llama cuero. Proviene de una capa de tejido que recubre a los animales y que tiene propiedades de resistencia y flexibilidad adecuadas para su posterior manipulación. Se separa la capa de piel del cuerpo de los animales, se retira el pelo o la lana, excepto en los casos en los que se desee conservar

esta cobertura pilosa en el resultado final, y posteriormente se somete a un proceso de curtido. El cuero se utiliza como materia prima para la elaboración de productos como bolsas, carteras o zapatos.
Piel (indumentaria): La piel proviene de animales pilíferos, ésta se trata en las curtidurías, para preservar el cabello natural, haciéndolo impermeable y resistente. Las especies más utilizadas para las pieles son las de vaca, oveja, cabra, caballo y camello. En las curtidurías, las pieles de animales se industrializan para ser utilizadas por hombres y mujeres en prendas de vestir, accesorios, automóviles, hogares, yates y aviones. Se considera un artículo de lujo por su costo y exclusividad. En algunas sociedades, la industria peletera sigue considerándose como artesanía tradicional, e incluso puede utilizarse en la industria turística, como souvenirs.
C. Inteligencia artificial industrial
A diferencia de la inteligencia artificial general, que es una disciplina de investigación de frontera para la construcción de sistemas computarizados que realizan tareas que requieren inteligencia humana, la inteligencia artificial industrial se preocupa más por aplicar tales tecnologías para abordar los puntos débiles industriales para crear valor para el cliente, mejorando la productividad, reduciendo costos y optimizando los procesos (Lee, Davari, Singh, & Pandhare, 2018).
La automatización es uno de los aspectos principales en las aplicaciones de IA industrial (Lee, Davari, Singh, & Pandhare, 2018). Las tecnologías de IA aumentan el rendimiento y amplían las capacidades de las aplicaciones de IA convencionales. Un ejemplo son los robots colaborativos, los cuales pueden aprender el movimiento y la trayectoria demostrados por operadores humanos al realizar una tarea.
En general, existen cuatro desafíos principales en la realización de IA industrial: datos, velocidad, fidelidad e interpretabilidad (Lee, Davari, Singh, & Pandhare, 2018).
Actualmente, los sistemas de ingeniería generan una gran cantidad de datos o entorno de Big data. A pesar de que los datos de la industria suelen estar estructurados, suelen ser de baja calidad.
Las aplicaciones de IA deben realizarse en tiempo real para poder detectar anomalías de inmediato y evitar desperdicios y otras consecuencias. Las soluciones basadas en la nube pueden ser potentes y rápidas, pero aún no cumplen con ciertos requisitos de eficiencia informática.
Las aplicaciones de IA industrial suelen abordar problemas críticos relacionados con la seguridad, la confiabilidad y las operaciones. Cualquier falla en las predicciones podría tener un impacto económico y/o de seguridad negativo en los usuarios y disuadirlos de confiar en los sistemas de inteligencia artificial (Lee, Davari, Singh, & Pandhare, 2018).
Además de la precisión de la predicción y la fidelidad del rendimiento, los sistemas de IA industriales también deben ir más allá de los resultados de la predicción y proporcionar un análisis de la causa raíz de las anomalías, lo cual exige un alto conocimiento y especialización del problema a tratar.
D. Visión artificial
La visión artificial, también conocida como visión por computadora, es una disciplina científica que incluye métodos para adquirir, procesar, analizar y comprender las imágenes del mundo real con el fin de producir información numérica o simbólica para que puedan ser tratados por una computadora. Tal y como los humanos usamos nuestros ojos y cerebros para comprender el mundo que nos rodea, la visión artificial trata de producir el mismo efecto para que las computadoras puedan percibir y comprender una imagen o secuencia de imágenes y actuar según convenga en una determinada situación. Esta comprensión se consigue gracias a distintos campos como la geometría, la estadística, la física y otras disciplinas (Szeliski, 2017).
Para resolver un problema de visión artificial usualmente son necesarios tres componentes:
• Un modelo computacional que relacione matemáticamente los datos visuales con los conocidos en el entorno.
• Un algoritmo de aprendizaje que permita ajustar los parámetros del modelo computacional utilizando ejem-

plos de entrenamiento.
• Un algoritmo de inferencia que tome una nueva observación y use el modelo para resolverlo.
E. Detección de anomalías en imágenes
La detección de estructuras anómalas en imágenes es una tarea de suma importancia en el campo de la visión artificial y los procesos de producción. Consiste en identificar y segmentar el cambio estructural presentado en un material (Szeliski, 2017).
Este tipo de tareas implican la combinación de diversos algoritmos de procesamiento de imágenes y aprendizaje máquina. Actualmente, no existe un algoritmo universal que pueda realizar esta tarea con éxito para cualquier tipo de material y todos los tipos de cambio estructural, sin embargo, en el estado del arte se han realizado diversas propuestas que funcionan bajo ciertas condiciones específicas. Entre los métodos más populares se encuentran (Bergmann, Fauser, Sattlegger, & Steger, 2019).

III. Metodología

Fig. 1. Metodología propuesta por Jouko Lampinen (Lampinen, Laaksonen, & Oja, 1997).



Existen diversos modelos para la creación de sistemas de visión por computadora, los cuales a su vez se basan los sistemas de reconocimiento de patrones. La metodología empleada en el presente proyecto se basa en el sistema propuesto por Jouko Lampinen, 1997, para la construcción de un sistema de reconocimiento de patrones, a continuación, se detallan las etapas.

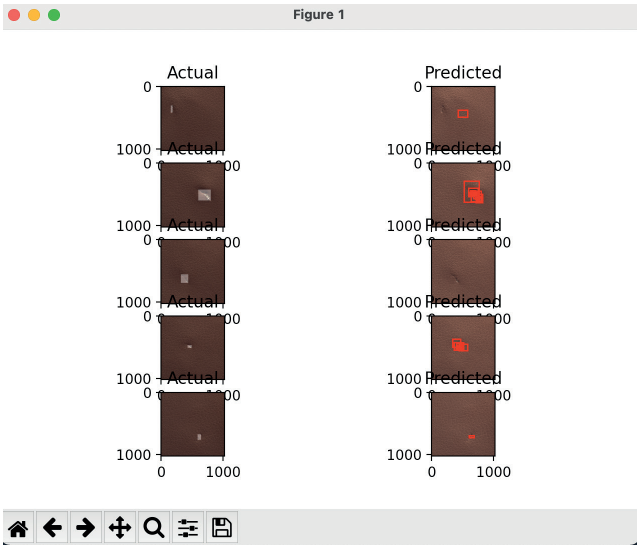
- Recolección de datos: En esta etapa, se realizará la captura de imágenes de materiales de corte, a través del uso de un sistema de adquisición de imágenes, el cual constará de una cámara conectada a la arquitectura embebida. Durante esta etapa es importante realizar una correcta configuración del sistema de captura, aquí se identifican las variables críticas, considerando a su vez las condiciones externas al sistema, como la iluminación, la humedad, y todos aquellos factores que puedan alterar el proceso de recolección de datos. Este proceso es importante, ya que de esto dependerá obtener imágenes de alta calidad útiles para el proceso de detección de defectos en los materiales.
- Registro de datos: Una vez realizado el proceso de recolección de imágenes, se debe de entrar a un proceso de organización de la información. En esta etapa se crearán/registrarán los conjuntos de datos experimentales, con los cuales se realizará la experimentación necesaria para construir un sistema de detección de defectos confiable. Cada conjunto de datos estará conformado por un grupo de imágenes previamente examinadas.
- Pre-procesamiento: En esta etapa se realizará un pre-tratamiento digital a las imágenes, con el fin de eliminar ruido o cualquier distorsión que afecte la calidad de estas. Sin embargo, este proceso depende fuertemente del proceso de recolección de datos, ya que a mayor calidad menos pre-procesamiento será requerido, lo cual se traduce a menor costo computacional, lo cual es deseable cuando se trabaja con arquitecturas embebidas.
- Segmentación: Posterior a la etapa de pre-tratamiento, se debe acotar/segmentar la región de interés en donde se realizará el análisis correspondiente, esto usualmente se puede realizar mediante un proceso de delimitación de bordes, sin embargo, dependiendo del tipo de imágenes, se debe seleccionar el algoritmo adecuado para realizar la segmentación. Esta etapa es una de las más complicadas, debido a que todas las imágenes pueden presentar características diferentes.
- Normalización: Esta etapa consiste en aplicar diversos métodos matemáticos para minimizar la variación de las imágenes, proporcionando un mejor marco de referencia para realizar el proceso de extracción de características.
- Extracción de características: En esta etapa, las imágenes previamente normalizadas, entrarán a un proceso de extracción de la información útil, capaz de representar matemáticamente, usualmente de manera vectorial, lo que se visualiza en las imágenes, todo con el fin de obtener una representación compacta y robusta de las imágenes. En el estado del arte existen un sinfín de algoritmos de extracción de características en imágenes, y encontrar una herramienta ad-hoc a un conjunto de imágenes específico es de suma dificultad. Es por eso que esta etapa involucrará todo un proceso de investigación documental, desarrollo y experimentación para determinar las herramientas adecuadas para llevar a cabo la extracción de características que puedan representar eficazmente los defectos en los materiales de corte.
- Clasificación: Usualmente las representaciones vectoriales obtenidas entran a un proceso de clasificación, aquí es en donde un algoritmo de clasificación es capaz de asociar un vector característico que representa a una imagen, hacia un conjunto de vectores con características similares. En el presente proyecto, los algoritmos de clasificación se emplearán para determinar si lo que se está observando es o no un defecto en el material de corte. Al igual que en la etapa anterior, esta etapa involucrará todo un proceso de investigación documental, desarrollo y experimentación para determinar el correcto clasificador. Ya que no todos los algoritmos de clasificación pueden funcionar de manera adecuada para todos los problemas del universo de reconocimiento de patrones.
- Post-procesamieto: Finalmente, en esta etapa se realizará un post-procesamiento de los resultados con el fin de obtener estadísticos para medir el rendimiento final del sistema de inteligencia artificial completo. De esta manera será posible retroalimentar y realizar las modificaciones pertinentes al sistema.

IV. Resultados

Para obtener la exactitud con la que el sistema basado en una red neuronal artificial, detecta los diferentes tipos de defectos en los insumos de corte, se realizaron experimentos de prueba bajo un enfoque empírico, obteniendo 12% de precisión promedio, este porcentaje es bajo y se debe a que para el entrenamiento de la red neuronal artificial se utilizó un Dataset de Defectos Textiles que contiene 5 categorías (tipos de defectos) y por cada categoría se tienen entre 12 y 17 imágenes. Para obtener mejores resultados es necesario tener mínimo 100 imágenes por tipo de defecto.

Además, de obtener la exactitud del sistema se realizó una prueba de predicción de como el sistema detecta los defectos de 5 imágenes. Esto se puede observar en la Figura 2, donde el lado izquierdo se muestran las imágenes con el defecto señalado de manera manual y del lado derecho se muestran las imágenes con el defecto señalado por el sistema.

Fig. 2. Gráfico de predicciones de defectos en las imágenes



Como se puede observar en la figura anterior, el porcentaje tan bajo en la exactitud se debe a que, aunque el sistema se acerca y señala los defectos, detecta más de uno en el mismo sitio o cercano a esté.

V. Conclusiones y recomendaciones

En este proyecto se propuso y realizó la implementación de un sistema de inteligencia artificial industrial basado en redes neuronales artificiales para el análisis y detección de defectos en insumos de corte.

Los resultados obtenidos no fueron los mejores, pero con un poco mas de tiempo y un Dataset con mayor número de imágenes se puede entrenar mejor al sistema lo que aumentara su exactitud de detección de los defectos en insumos de corte. Cabe mencionar que el desarrollo de un sistema de este tipo demanda una gran cantidad de hardware los tiempos de entrenamiento son muy elevados llegando incluso a las 8 horas, por lo que recomendaría en lo posible contratar algún servicio de cloud computing o gestionar la creación de un laboratorio de supercómputo en el tecnológico, solo para realizar ahí el entrenamiento del sistema.

VI. Reconocimientos (o agradecimientos)

Expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico de Purísima del Rincón por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de este proyecto. Asimismo, quiero agradecer al Doctor Valentín Calzada Ledesma por su acercamiento y asesoramiento ya que sin esté no hubiera sido posible la terminación de este proyecto.

Referencias

[1] E. Garza, «Análisis de la industria del cuero y calzado en México y en la Unión Europea.,» Entorno económico, pp. 5-9, 2002.
[2] J. Lee, H. Davari, J. Singh y V. Pandhare, «Industrial Artificial Intelligence for industry 4.0-based manufacturing systems,» Manufacturing letters, pp. 20-23, 2018.
[3] R. Szeliski, Computer vision: algorithms and applications, Springer Science & Business Media, 2017.
[4] P. Bergmann, M. Fauser, D. Sattlegger y C. Steger, «MVTec AD--A Comprehensive Real-World Dataset for Unsupervised Anomaly Detection,» In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 9592-9600, 2019.
[5] J. Lampinen, J. Laaksonen y E. Oja, «Neural network systems, techniques and applications in pattern recognition,» Helsinki University of Technology, 1997.

Bibliografía

Lampinen, J., Laaksonen, J., & Oja, E. (1997). Neural network systems, techniques and applications in pattern recognition. Helsinki University of Technology.
Lee, J., Davari, H., Singh, J., & Pandhare, V. (2018). Industrial Artificial Intelligence for industry 4.0-based manufacturing systems. Manufacturing letters, 20-23.
Bergmann, P., Fauser, M., Sattlegger, D., & Steger, C. (2019). MVTec AD--A Comprehensive Real-World Dataset for Unsupervised Anomaly Detection. In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 9592-9600.
Garza, E. (2002). Análisis de la industria del cuero y calzado en México y en la Unión Europea. Entorno económico, 5-9.
Szeliski, R. (2017). Computer vision: algorithms and applications. Springer Science & Business Media.

Sistema de control de calidad para manufactura basado en visión computacional

Isaac Alcocer Contreras
Tecnológico Nacional de México, TecNM Campus Monclova
Carretera 57 km 4.5 col. Los 90 s C.P.25733, Monclova, Coahuila
C17131189@monclova.tecnm.mx

Gerardo Trejo Caballero
Tecnológico Nacional de México, TecNM Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, ITESI
Carretera Irapuato - Silao km 12.5, El Copal C.P.36821, Irapuato, Guanajuato
gerardo.tc@irapuato.tecnm.mx

Resumen — En este trabajo se presenta un sistema de visión para el control de calidad de piezas de manufactura basado en la extracción de características. El sistema desarrollado consiste de un pre-procesamiento de la imagen, una posterior segmentación y finalmente de un extractor de características. En el pre-procesamiento, primero se transforma la imagen del espacio de color RGB a escala de grises y enseguida se binariza mediante un método de umbralización global para posteriormente ser filtrada mediante morfología matemática a fin de eliminar el ruido. Enseguida, se realiza la segmentación de la imagen binaria mediante un algoritmo de identificación de regiones para finalmente realizar la extracción de las características geométricas de cada una de las regiones identificadas. El sistema se ha implementado bajo el entorno de desarrollo de Matlab® y ha sido integrado a una interfaz gráfica de usuario (GUI). Las pruebas realizadas sugieren la viabilidad y factibilidad del sistema.

Palabras clave — procesamiento de imágenes, extracción de características, control de calidad.

Abstract — This paper presents a vision system for quality control of manufacturing parts based on feature extraction. The developed system consists of an image pre-processing, a subsequent segmentation and finally a feature extractor. In the pre-processing, the image is first transformed from the RGB color space to grayscale and then binarized using a global thresholding method to later be filtered using mathematical morphology to remove noise. Right away, the binary image is segmented using a region identification algorithm to finally extract the geometric characteristics of each of the identified regions. The system has been implemented under the Matlab® development environment and has been integrated to a graphical user interface. The tests performed suggest the viability and feasibility of the system.

Keywords — image processing, feature extraction, quality control.

I. Introducción

En la actualidad la demanda de nuevos productos y la calidad de los mismos va en aumento, para responder a este problema la industria de la manufactura debe diseñar nuevos métodos que permitan garantizar la calidad del producto y satisfacer la demanda del mercado al menor precio y esfuerzo posible. Debido a esto, las empresas de manufactura están en constante cambio y constantemente exploran nuevas técnicas, metodologías y/o tecnologías que puedan ofrecer los resultados deseados.

En los años recientes, dentro de las nuevas tecnologías que se exploran en la industria para el manejo de la información digital encontramos a aquellas basadas en el procesamiento de imágenes que dan origen a los sistemas de visión computacional [1, 2]. Dichas tecnologías han sido empleadas con éxito en tareas como el control de decisiones de robots o en la clasificación de productos [2]. Entre las ventajas de estos sistemas se destacan los muy bajos índices de error que presentan, la posibilidad de operar 24/7 y además, la posibilidad de ser reprogramados, lo que conlleva un tiempo estimado de obsolescencia mucho mayor al de los sistemas tradicionales.

Cualquier sistema de visión, independientemente de la aplicación del mismo, está fundamentado en métodos o algoritmos de procesamiento digital de imágenes, mismos que están diseñados con el objetivo de analizar, mejorar, restaurar o comprimir imágenes digitales a fin de facilitar alguna tarea o proceso siguiente. Entre las principales aplicaciones de los sistemas de visión se encuentran las tareas de reconocimiento e identificación de objetos mediante la extracción de sus características [3], que bajo condiciones de operación controladas, resultan ser realizadas de forma más rápida y fiable, identificando las características indeseables de mejor forma que cualquier otro sistema, incluyendo los basados en seres humanos.

En el presente trabajo se exhibe un sistema de visión computacional orientado al control de la calidad de piezas de manufactura. El sistema desarrollado consiste de cuatro etapas: la primera de pre-procesamiento de la imagen, la segunda de segmentación, la tercera de extracción de características y finalmente una etapa de clasificación. El sistema se ha implementado bajo el entorno de desarrollo de Matlab® y ha sido integrado a una interfaz gráfica de usuario (GUI por sus siglas en inglés).

II. Metodología

El diagrama de bloques del sistema de control de calidad para manufactura propuesto se ilustra en la Fig. 1. El sistema recibe como entrada una imagen digital la cual debe ser adquirida bajo condiciones controladas de operación, principalmente las asociadas a la iluminación, el espacio de trabajo y mediante un dispositivo de captura calibrado (parámetros intrínsecos y extrínsecos conocidos) y devuelve una clasificación asociada al cumplimiento o no de los parámetros de calidad solicitados para cada una de las piezas presentes en la imagen de entrada.

Fig. 1. Diagrama de bloques del sistema de control de calidad para piezas de manufactura propuesto.

A continuación se describe la forma en que fueron implementadas cada una de las cuatro etapas que conforman el sistema de visión propuesto:

Pre-procesamiento

En esta primera etapa, con el objetivo de disminuir la dimensionalidad de los datos a procesar, se convierte la imagen de entrada de color (adquirida bajo condiciones controladas) a una imagen en escala de grises [3]. Lo anterior se realiza mediante el cálculo de la suma ponderada de las componentes de color, tal y como se describe enseguida:

$$I=0.2989\ R + 0.5870\ G + 0.1140\ B \qquad (1)$$

donde R, G y B son los valores de las componentes de color roja, verde y azul (Red, Green, Blue) de la imagen de entrada respectivamente e I es la imagen en escala de grises.

A continuación, la imagen en escala de grises es binarizada mediante un método de umbralización global con el objetivo de que la imagen binaria resultante represente solamente la(s) pieza(s) bajo análisis, representando en color blanco la(s) pieza(s) de interés y en negro el fondo. Para conseguir dicha imagen se hizo uso del método de Otsu [2], el cual trabaja con los valores de intensidad del histograma y un umbral determinado mediante la minimización de la varianza entre las clases.

Debido a que la imagen binaria obtenida por el método de Otsu puede contener ruido (pequeñas regiones no asociadas a piezas), se hace uso de un filtro basado en operaciones morfológicas con el objetivo de eliminar dicho ruido. Las operaciones morfológicas son una herramienta eficaz para la extracción de componentes de la imagen, útiles en la representación y descripción de la forma de la región como los son las operaciones que buscan límites, esqueletos, el adelgazamiento y el filtrado de figuras, entre otros.

El filtrado morfológico implementado se llevó a cabo mediante el empleo de la función bwareaopen( ) del entorno de Matlab® [4]. Esta función eliminará cualquier componente que no pertenezca a las piezas que analizaremos, brindándonos de una imagen binaria libre de ruido que facilitará los procesamientos de las etapas siguientes (segmentación y extracción de características).

Segmentación

Con el objetivo de identificar y clasificar cada de las regiones presentes en la imagen binaria, se realiza una segmentación basada en la función bwlabel( ). La función recibe como entrada una imagen binaria y devuelve una imagen en la cual los conjuntos de pixeles de cada región (componente) tendrán un valor único que los identificará de otras regiones y resultará indispensable para la extracción de las características de cada una de las piezas presentes en la imagen.

Extracción de características

Las características geométricas calculadas a partir de la imagen binaria con etiquetas son: área, orientación y perímetro, calculadas por medio de la función regionprops( ), misma que devuelve los resultados a través de una variable de tipo estructura.

También se calcula el número de orificios de cada pieza siguiendo los siguientes pasos: i) se selecciona la pieza que se analizará desde la imagen binaria con etiquetas, ii) se calcula el negativo de dicha imagen binaria, y iii) se calcula el número de elementos presentes en la imagen y finalmente se le resta 1 (debido a que el fondo de la imagen se contabiliza como otra región).

Clasificación

En la etapa final, el sistema clasifica a cada una de las piezas identificadas en función de las características calculadas en la etapa anterior y de si ellas cumplen con los parámetros de calidad preestablecidos y que están asociados a las características extraídas por el sistema de forma tal que, si las características de una pieza se encuentran dentro de los márgenes de tolerancia aceptables, se clasifica como “Aceptada”, en caso contrario, la pieza resulta clasificada como “Rechazada”.

III. Resultados

Fig. 2. Se muestran: a) imagen en escala de grises, b) imagen binaria, c) imagen binaria filtrada y d) representación de imagen binaria con etiquetas.

Fig. 3. Se muestran las pantallas de: a) inicio, b) procesamiento, y c) resultados de la GUI del sistema de visión desarrollado.

Se han realizado diversas pruebas para validar el sistema descrito, en ellas se han empleado imágenes sintéticas (artificiales) e imágenes reales. La Fig. 2 muestra los resultados obtenidos por cada uno de los procesamientos efectuados en la etapa de pre-procesamiento: conversión de la imagen de entrada de color a escala de grises, binarización

mediante el Algoritmo de Otsu, filtrado morfológico y una representación de la imagen binaria con etiquetas en la que a cada etiqueta identificada se le asignó un color para fines ilustrativos.
La GUI desarrollada para el sistema de visión se puede apreciar en la Fig. 3, en a) se muestra la pantalla Principal, en b) se muestra la pantalla de Procesamiento y en c) se muestra la pantalla de Resultados. Se han incluido en la pantalla de Procesamiento algunas opciones para que el usuario pueda seleccionar parámetros de operación que le permitan obtener resultados diferentes a los obtenidos con la configuración por defecto. La pantalla de Resultados despliega los valores calculados para cada una de las características geométricas de las diferentes piezas presentes en la imagen de entrada y la clasificación determinada según corresponda: aceptada o rechazada.

IV. Análisis de resultados

Como se aprecia en la Fig. 2, la imagen binaria obtenida mediante la aplicación del método de Otsu (2b) presenta varias regiones que se consideran como ruido, es decir pixeles negros sobre la región de las piezas. Debido a estas circunstancias, la identificación de piezas que se realiza en la siguiente etapa (segmentación) presentaba muchos errores. Para eliminar los falsos positivos, se agregó el filtro morfológico, obteniendo resultados muy satisfactorios, tal y como se puede apreciar en la misma figura (2c). Por lo anterior, el filtrado morfológico resulta ser un paso crucial en el sistema, ya que la identificación y etiquetado de regiones, correspondiente a las piezas presentes en la imagen de entrada es exitoso siempre y cuando se cuente con una imagen binaria sin ruido.
Una "representación" de la identificación y etiquetado (segmentación) que se realiza sobre la imagen binaria se muestra en la Fig. 2d, en la que a cada región o pieza identificada se le ha asignado un color diferente para fines ilustrativos.
Si bien las pruebas realizadas sobre imágenes sintéticas arrojan resultados muy buenos, cuando se trata de imágenes reales, se presentan variaciones atribuibles a las condiciones bajo las cuales se realizó la adquisición de las imágenes.

V. Conclusiones y recomendaciones

Se pudo comprobar que la iluminación es el principal factor a considerar cuando se trata de un sistema de visión, por lo que es ampliamente recomendable que el sistema sea implementado bajo condiciones controladas. Cabe señalar que en el presente proyecto no se enfocó a la adquisición de imágenes, ni a la calibración del dispositivo de captura, por lo que las características obtenidas están en unidades asociadas al plano imagen. Por lo anterior, la determinación de parámetros como exactitud, precisión y sensibilidad del sistema serán función del dispositivo de captura, es decir de la correcta determinación de sus parámetros intrínsecos y extrínsecos (calibración).

VI. Agradecimientos

Expreso mi agradecimiento al ITS Campus Monclova al ser la institución organizadora del verano regional y por haber hecho posible mi estancia en el mismo, también agradezco la guía y el apoyo del Ing. Gerardo Trejo durante mi estancia en el verano.

Referencias

M. Sonka, Image processing analysis, and machine vision, Ed. Thomson Learning, 2007.
J. R. Parker, Algorithms for Image Processing and Computer Vision, 2ª Ed. USA: Wiley, 2010.
R.C. Gonzalez and R.E. Woods, Digital Image Processing, 4thed. New York: Pearson Education Limited, 2018.
Image Processing Toolbox Reference, Appl. Note R2021a, pp 1 - 3270.

Síntesis de esponjas magnéticas de concreto polimérico con nanopartículas magnéticas

Felix Fernando Ramírez Diosdado
Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato-Silao k.m. 12.5, C.P. 36821, Irapuato, Gto.
felixfer95@hotmail.com

Javier Gustavo Cabal Velarde Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato-Silao k.m. 12.5,
C.P. 36821, Irapuato, Gto.
javier.cv@irapuato.tecnm.mx

Resumen — En este proyecto se evaluó el desempeño de materiales que contribuyen a la separación de aceites en agua contaminada. La fabricación de estos materiales se centra en el desarrollo de esponjas de silicona polimérica y espuma de poliuretano con diluyentes caseros como aceite 3 en 1 (aceite de usos múltiples), aceite de motor y aceite quemado de motor, NaCl de grano y absorbentes de humedad en su estructura, así como materiales de refuerzo como el cemento y nanopartículas de magnetita, dichas pruebas de polimerización se llevan a cabo con la ayuda de un catalizador. Los resultados obtenidos se compararon con una matriz sin diluyentes caseros, esto con la finalidad de la remoción de contaminantes del agua.

Palabras clave — Magnetismo, nanopartículas, compósitos.

Abstract — In this work, the performance of materials that contribute to the separation of oils from contaminated water is evaluated. The fabrication of this materials its centered in the developing of polymeric silicone sponges and polyurethane foam using household diluents such as 3-in-one oil (multi-purpose oil), motor oil and burnt motor oil, grain salt and moisture absorbers in its structure, as well as reinforcement materials, for instance, cement and magnetite nanoparticles, said polymerization tests are performed using a catalyst. The results obtained were compared with a matrix without household diluents, this in order to remove contaminants from water.

Keywords — Magnetism, nanoparticles, composites.

I. Introducción

Los materiales magnéticos nanoestructurados ofrecen propiedades novedosas que están revolucionando la tecnología de las aplicaciones magnéticas. Este tipo de material está constituido por partículas magnéticas de tamaño nanométrico (1 a 100 nm) inmersas en una matriz de un material no magnético. La motivación fundamental para su síntesis y estudio es el cambio dramático en sus propiedades magnéticas derivado de las dimensiones nanométricas de los constituyentes magnéticos y la relación área superficial contra volumen existente [1].

Este proyecto se planteó a partir de la idea de contribuir con la conservación del medio ambiente, es por ello que se busca la separación de aceites en agua contaminada, ya que en las últimas décadas la contaminación de los cuerpos de agua ha ido en aumento, sin embargo, también ha incrementado la conciencia sobre la sobreexplotación de los combustibles fósiles y la voluntad de prevenir daños al medio ambiente.

La contaminación de aguas con productos aceitosos produce la escasez de agua potable en regiones pobladas, incluso en regiones donde actualmente se considera abundante, y se prevé que la falta de agua potable será un problema generalizado en todo el mundo en las próximas décadas. En este sentido, para atender dicha problemática se necesitarán de materiales y técnicas avanzadas que separen de manera eficiente las diversas mezclas de agua y aceite [2,3].

Actualmente se empieza a vislumbrar la utilización de nanomateriales o materiales nano- estructurados en aplicaciones de separación de materiales contaminantes, en este caso, de compuestos oleofílicos. La ventaja de la utilización de materiales nanoestructurados radica en su gran área superficial, con lo que es posible la adherencia del material oleofílico en las superficies de las nanopartículas, sin embargo, aunque el material oleofílico pueda ser exitosamente adherido a las nanopartículas, aún queda pendiente el mecanismo de extracción y su posterior recuperación.

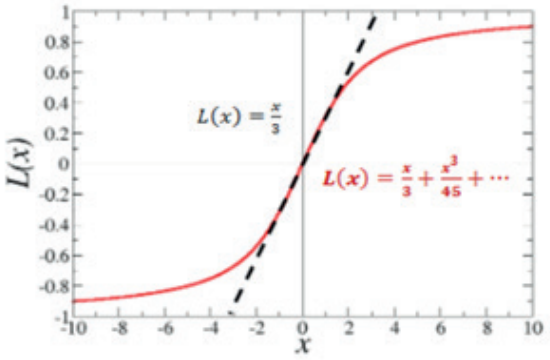
En los últimos años se han realizado progresos en el desarrollo de nanomateriales para la separación de selectiva del compuesto oleofílicos del agua, además, también se han desarrollado novedosos materiales, tal como lo son los hidrogeles [4-5], las esponjas [6- 8], nano alambres [9,10], nanopartículas [8-10]. En este sentido, adquiere particular interés los nanocompósitos que presentan propiedades magnéticas, ya que el componente magnético permite la recuperación de los nanomateriales una manera sencilla y, consecuentemente la extracción del material contaminante.

II. Marco teórico

Los polímeros son un tipo particular de macromolécula, que se caracteriza por tener una unidad que se repite a lo largo de la molécula. Las pequeñas moléculas que se combinan entre si mediante un proceso químico, llamado reacción de polimerización, para formar el polímero se denominan monómeros. La unión de todas estas pequeñas moléculas da lugar a una estructura de constitución repetitiva en el polímero y la unidad que se repite regularmente a lo largo de toda la molécula, se conoce con el nombre de unidad constitucional repetitiva (ucr) o unidad monomérica. [11]

Las pequeñas partículas de magnetita de tamaño nanométrico son superparamagnéticas debido a la relajación rápida, que debe ser detectado. Debido a las diversas alineaciones de estos pequeños imanes y dependiendo de varios otros parámetros, se decide un parámetro de histéresis importante como el campo coercitivo (es decir, el campo necesario para desmagnetizarlo) que da una idea y una indicación importante para muchas aplicaciones. Las nanopartículas de magnetita con diámetros menores a 30 nm exhiben un comportamiento superparamagnético, es decir, la curva de magnetización no presenta una curva de histéresis, lo cual significa que, en ausencia de un campo magnético externo, estas partículas tienen magnetización cero y menos tendencia a aglomerarse. [12]

Fig. 1. Función de Langevin que describe el para o superparamagnetismo clásico.
La recta de color negro es la aproximación a campos bajos o temperaturas altas x<<1.



Los Compósitos magnéticos se comportan como un material magnético blando y presenta cambios en la variación de la fuerza coercitiva, tanto con el incremento de temperatura como con la variación de porcentaje de volumen de magnetita en la matriz polimérica. El material fabricado puede ser utilizado en aplicaciones donde el compuesto debe ser fácilmente detectable. [13]

III. Materiales y métodos

En este trabajo se llevó a cabo una investigación de enfoque cualitativo, centrada en el diseño de formulaciones de nanopartículas de magnetita, silicón, espuma de poliuretano, diluyentes y catalizador, así como la evaluación de sus propiedades mecánicas, magnéticas y adherencia, para identificar su potencial para la fabricación de esponjas magnéticas en una matriz de concreto polimérico para el tratamiento de aguas residuales. Para lo cual se desarrollaron las siguientes actividades:

Preparación de blanco:

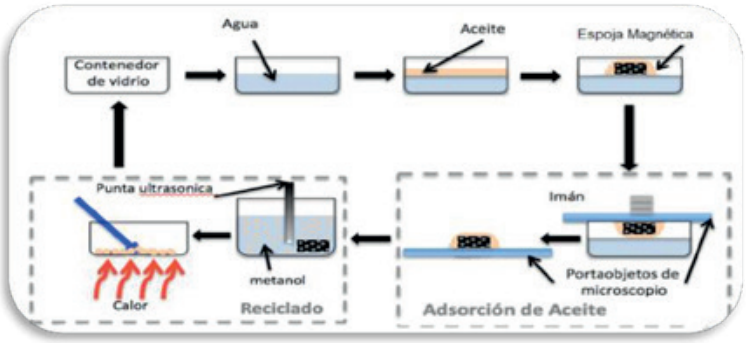
Se realizaron a partir de 55g de monómero de silicón y 35g de diluyente, posteriormente fueron mezclados, se añadieron diversas concentraciones de catalizador a cada una de las formulaciones. Observándose que la muestra polimerizada con mejores propiedades fue la de 5.5% de catalizador.

Elaboración de las esponjas:

Así como también se realizó un estudio sistemático del diluyente con cuatro variantes que presentan diferentes densidades como son el diluyente comercial del silicón, aceite 3 en 1, aceite de motor y aceite de motor quemado. Posteriormente se realizaron la adición del tercer y cuarto elemento de dureza son cemento y nanopartículas de magnetita respectivamente, para la elaboración de las porosidades del polímero con cemento y nanopartículas de magnetita se añadió a tres diferentes porcentajes de 50,100 y 200% de NaCl, absorbentes de humedad como material de sacrificio con el que generan las porosidades de las esponjas magnéticas.

Para la elaboración de las esponjas de poliuretano se utilizó una mezcla del 50% poliol y 50% de isocianato, con la adición de un tercer y cuarto elemento de cemento y nanopartículas de magnetita al 10% respectivamente. Posteriormente se realizó una mezcla mecánica para obtener una mezcla homogénea de los elementos, dando como resultado una reacción exotérmica y generando la expansión uniforme de la mezcla formando una esponja con porosidad uniforme, sin la necesidad de un material de sacrificio. Para la caracterización de remoción de sustancias oleofílicas en aguas residuales se realizó la siguiente metodología como se muestra en la Figura 2.

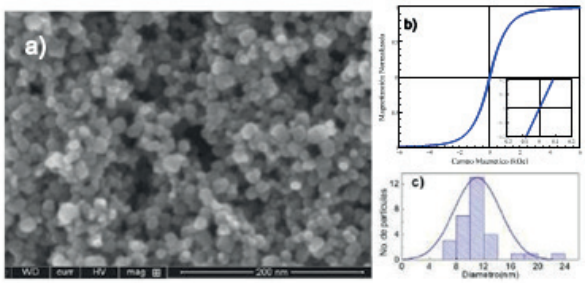
Fig. 2. Procedimiento experimental para la remoción de las sustancias oleofílicas en agua contaminada.



IV. Resultados

Con la finalidad de verificar la eficiencia de las esponjas silicón-magnetita realizadas, se aplicó la técnica de caracterización de microscopia electrónica de barrido (MEB) a las nanopartículas de magnetita para observar sus morfologías y tamaños de partícula. En la Figura 3a se observa la imagen de microscopía electrónica de barrido de las nanopartículas de magnetita, en la figura 3b mediante un magnetómetro de fuerza vibrante se obtuvo la caracterización de sus propiedades magnéticas como se muestra en la curva de histéresis que muestra su superparamagnetismo y en la Figura 3c se muestra el histograma correspondiente al tamaño de partícula.

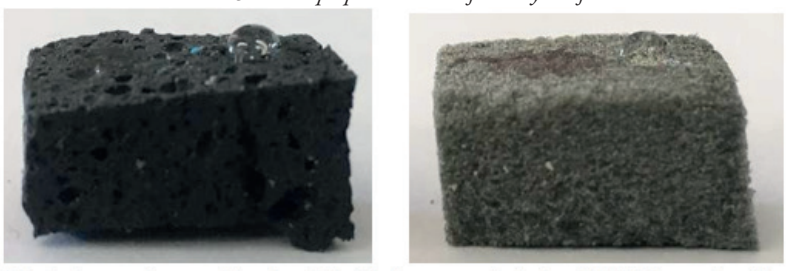
Fig. 3. a) Imagen de microscopía electrónica de barrido de las nanopartículas de magnetita y b) Ciclo de histéresis y c) histograma de distribución del tamaño de partícula.



Se obtuvieron dos muestras, una empleando silicón y la otra espuma de poliuretano. En la Figura 4 se observan las muestras de esponjas magnéticas a las cuales se les aplicó una gota de agua a la derecha y una de aceite a la izquierda, esto se realizó en ambas esponjas.

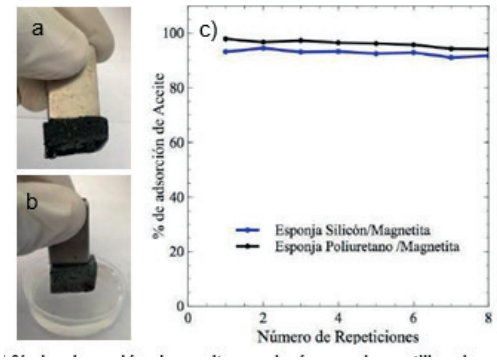
Como se aprecia en la imagen, la gota de agua se mantiene en la superficie de la esponja mientras que la gota de aceite es absorbida, esto comprueba que estas estructuras poseen propiedades hidrofóbicas y oleofílicas.

Fig. 4 a) esponja magnética de silicón/Fe3O4 con propiedades hidrofóbicas y oleofílicas sobre la esponja magnética b) esponja de poliuretano con nano partículas de Fe3O4 con propiedades hidrofóbicas y oleofílicas.



Se realizaron pruebas de absorción de aceites disueltos en agua con la esponja de silicón/Fe3O4 y la espuma de poliuretano/ Fe3O4, las cuales se graficaron de acuerdo al número de repeticiones, mostradas en la Figura 5, se observa la similitud entre ellas, con una absorción un poco más alta la esponja de poliuretano/ Fe3O4.

Fig. 5. Grafica del % de absorción de aceite vs el número de reutilizaciones con la esponja silicón/magnética y Esponja poliuretano/magnetita.



V. Conclusiones y recomendaciones

En este proyecto se diseñaron formulaciones para la creación de esponjas poliméricas reforzadas con concreto y nanopartículas de magnetita, basado en una matriz silicón y poliuretano, con potencial para la separación de sustancias oleofílicas de aguas residuales.

El desarrollo de estas estructuras presenta áreas de oportunidad en la implementación eficiente de métodos de remoción de sustancias oleosas que contaminan cuerpos de agua, esto debido a la relativamente pequeña cantidad que se requiere para la obtención de un gran volumen de este material.

Lo más importante de esta investigación fue la integración de magnetita, cemento, diluyentes caseros y absorbentes de humedad/NaCl en grano, para su estructura.

VI. Reconocimientos (o agradecimientos)

Expreso mi agradecimiento al Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Irapuato y al Tecnológico Nacional de México/Campus Querétaro, por el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano, a Salvador Rocha Solache, por su colaboración en el desarrollo de diseño mecánico.

Referencias

[1] García-Cerda, L. A., Escareño-Castro, M.U., & Salazar-Zertuche, M.. (2006). Preparación de compósitos magnéticos mediante la síntesis in situ de nanopartículas magnéticas dentro de una matriz polimérica. Superficies y vacío, 19(1),

[2] P.-C. Chen, Z.-K. Xu, Mineral-Coated Polymer Membranes with Superhydrophilicity and Underwater Superoleophobicity for Effective Oil/Water Separation, Scientific Reports, (2013).

[3] W. Westermeyer, Oil spill response capabilities in the United States, Environmental Science & Technology, 25 (1991).

[4] C. Teas, S. Kalligeros, F. Zanikos, S. Stournas, E. Lois, G. Anastopoulos, Investigation of the effectiveness of absorbent materials in oil spills clean up, Desalination, 140 (2001).

[5] J. Zhang, S. Seeger, Polyester Materials with Superwetting Silicone Nanofilaments for Oil/Water Separation and Selective Oil Absorption, Advanced Functional Materials, 21 (2011).

[6] Z. Xue, Y. Cao, N. Liu, L. Feng, L. Jiang, Special wettable materials for oil/water separation, Journal of

Materials Chemistry A, 2 (2014).
[7] J. Ju, T. Wang, Q. Wang, A facile approach in fabricating superhydrophobic and superoleophilic ply (vinylidene fluoride) membranes for efficient water–oil separation, Journal of Applied Polymer Science, 132 (2015).
[8] Q. Zhu, Q. Pan, F. Liu, Facile Removal and Collection of Oils from Water Surfaces through Superhydrophobic and Superoleophilic Sponges, The Journal of Physical Chemistry C, (2011).
[9] M. O. Adebajo, R. L. Frost, J. T. Kloprogge, O. Carmody, S. Kokot, Porous Materials for Oil Spill Cleanup: A Review of Synthesis and Absorbing Properties, Journal of Porous Materials.
[10] W. Zhang, Z. Shi, F. Zhang, X. Liu, J. Jin, L. Jiang, Superhydrophobic and Superoleophilic PVDF Membranes for Effective Separation of Water-in-Oil Emulsions with High Flux, Advanced Materials, 25 (2013).
[11] López-Carrasquero, Francisco. . FUNDAMENTOS DE POLÍMEROS, (2014).
[12] A.K. Bandyopadhyay, Nano Materials, New Age International, (2008).
[13] Salinas Tacumá, F. E., Landinez Téllez, D. A., Garzón Posada, A. O., & Roa Rojas, J. (2019). Caracterización magnética de material compuesto con matriz de resina epoxi y llanta en desuso reforzado con magnetita en diferentes proporciones. TecnoLógicas, 22(44), 83-97.

Mejoras en Diseño de Sistema de Frenado y Acelerado Para automóvil Usado por Personas Discapacitadas

Leandro Merino Angeles
Universidad Politécnica de Querétaro
Carretera Estatal 420 S/N. El Rosario, Municipio El Marqués
018028658@upq.edu.mx

Gloria Flor Mata DonJuan
Universidad Politécnica de Querétaro
Carretera Estatal 420 S/N. El Rosario, Municipio El Marqués
gloria.mata@upq.mx

Resumen — En este trabajo se presenta la investigación y propuesta de diseño de un sistema de acelerado y frenado para personas discapacitadas, mediante el uso de una aplicación móvil para el accionamiento de ambos pedales. El mecanismo consiste en un sistema de engranes conectados al pedal, que ayudan al motor tenga el torque necesario para presionar dicho pedal. Respecto al control de dichos motores será mediante una aplicación móvil para poder mandar señales a un controlador y de esta manera activar los motores. Es de esta forma que se propone se puede asistir a las personas discapacitados al manejar un automóvil por su propia cuenta.

Palabras clave — Control, Aplicación móvil, Diseño de mecanismo, Accionamiento de pedales, Discapacitados

Abstract — In this work, the research and design proposal of an acceleration and braking system for disabled people is presented, through the use of a mobile application to operate both pedals. The mechanism consists of a system of gears connected to the pedal, which help the motor have the necessary torque to press said pedal. Regarding the control of these motors, it will be through a mobile application to be able to send signals to a controller and thus activate the motors. It is in this way that it is proposed that disabled people can be assisted when driving a car on their own.

Keywords — Control, App, Assistance, Mechanism design, Pedal actuation, Disable people

I. Introducción

Durante los últimos años se han hecho más visibles las necesidades de las personas discapacitadas, esto para que puedan tener una calidad de vida mejor y una independencia mayor. Los avances tecnológicos han aportado en gran medida a las necesidades de dichas personas.

Aunque se ha hecho avances para satisfacer las necesidades, existen casos donde aún es complicado que se puedan cumplir ya que no son las más asequibles a las personas promedio. Considerando lo anterior, un ejemplo de esto es el poder manejar un automóvil de forma autónoma y cómoda.

Existe una gran variedad de adaptaciones en vehículos, muchas de estas afectan todo el automóvil, mientras que otras no son tan invasivas, por lo que existen varias opciones para diferentes necesidades y si es que estas adaptaciones se pueden realizar en cualquier automóvil.

Así mismo se pueden observar ejemplos sobre trabajos que tratan de resolver el mismo problema, implementando la construcción de un módulo para automóvil ortopédico capaz de realizar el control de freno, acelerador y embrague. Considerando que sea accesible y cubra necesidades de una persona discapacitada [1].

Dicho lo anterior para este trabajo se decidió proponer un mecanismo y sistema de control para poder dar una solución ante tal problemática. Al implementar todo lo diseñado se espera conseguir un mecanismo que pueda activar los pedales mediante una aplicación móvil, para que sea pueda ser utilizado por personas parapléjicas o que no tengan una o ambas piernas.

II. Marco teórico

Comunicación serial RS232: El protocolo RS-232 es un protocolo de comunicación serial asíncrono, esto es, que no tiene un orden de envío de datos entre los dispositivos. Solamente permite la comunicación de un dispositivo con respecto a otro empleando una terminal de comunicación determinada [2].

III. Materiales y métodos

Para el desarrollo del sistema consistió en 3 etapas las cuales se integran para dar como resultado un sistema que se pueda implementar en un automóvil solo con pocas modificaciones.

A. Etapa 1: Diseño Mecánico

En el diseño mecánico se consideró que en los pedales de freno se requiere una fuerza de 4kgf y en los pedales de acelerador de 1.5kgf. Lo que en newtons equivale a 39.22N y 14.7N respectivamente. Esto para poder diseñar el sistema de engranaje para alcanzar esa fuerza [3].

Calculando el torque necesario para cada pedal, midiendo la distancia desde el punto de giro y la zona donde se aplica la fuerza para accionarlo. Determinado las distancias siguientes: Pedal de freno: 0.19m, Pedal de acelerador: 0.17m. Los torques resultantes fueron de: pedal de freno:7.45Nm, Pedal de acelerador: 2.5Nm.

Para el accionamiento de los pedales se eligió un motor 37mm 12v High Torque Dc Geared Motor, con un torque de 1Nm y una velocidad de 10rpm.

La relación de velocidades para obtener el torque necesario es la siguiente para cada pedal; Freno: 10:4, Acelerador: 10:1.34.

Usando las ecuaciones (1) y (2) se puede calcular el número de dientes para el piñón conectado al engrane, para que la relación se cumpla y puedan activar el pedal.

N_P=2k/((1+2m) ηsinη^2 η) (m+√(m^2+(1+2m) ηsinη^2 η)) (1)

N_G=m*N_P (2)

Donde:

k: profundidad de dientes, en este caso se considera igual a 1

m: relación de la velocidad inicial y final
ɳ ángulo de presión, en este caso 20°
Sistema de engranaje: pedal de freno
m=√(10/4)=√2.5
N_p=(2*1)/((1+2√2.5) ɳsinɳ^2 20) (√2.5+√(ɳ√2.5ɳ^2+(1+2√2.5) ɳsinɳ^2 20))=13.59≈14 dientes
N_G=√2.5*14=21.49≈22 dientes
Sistema de engranaje: pedal de freno
m=√(10/1.34)=√7.46
N_p=(2*1)/((1+2√7.46) ɳsinɳ^2 20) (√7.46+√(ɳ√7.46ɳ^2+(1+2√7.46) ɳsinɳ^2 20))=14.8≈14 dientes
N_G=√7.46*14=38.23≈40 dientes
El diseño se realizó en el software SOLIDWORKS para visualizar como se conectarían los componentes, así se tendrá una referencia de las modificaciones en el automóvil.
B. Etapa 2: Diseño Electrónico
El diseño electrónico consta de un controlador para activar los dos motores y como se conectan entre sí para que sea funcional. Para este diseño se utilizó el software Proteus. Los componentes en el circuito electrónico son: PIC16f877a, Modulo HC-05 Bluetooth, 2 motores DC, Resistencia 10k Ω, Cristal 20Hz, 2 capacitores.
C. Etapa 3: Diseño de Control
El diseño de control se implementó para ser utilizado en una aplicación móvil, la cual se diseñó y programa en el software App Inventor. La manera en la que manda los datos al controlador de los motores es mediante un módulo bluetooth.
La programación de la aplicación se realizó por bloques donde lo principal consta de:
Un botón para la conexión de la aplicación con el módulo bluetooth.
Un botón para desconectar la aplicación con el módulo bluetooth.
Mandar una señal al PIC cuando se activan los slider dependiendo si es para el freno o acelerador
Cuando un slider esta activo, si se quiere activar el otro primero se desactiva el anterior para que no puedan estar activados al mismo tiempo.
Un botón de reinicio para desactivar ambos pedales.

IV. Resultados

Para cada etapa se obtuvieron los siguientes resultados, principalmente como diseño.
A. Etapa 1: Diseño Mecánico
Para el diseño mecánico el modelo obtenido fue el presentado en la Fig. 1, donde se puede apreciar en varias vistas.
B. Etapa 2: Diseño Electrónico
Para el diseño electrónico se realizó el circuito mostrado en la Fig. 2, integrando los componentes mencionados anteriormente.
El PIC se programó para que pueda recibir y enviar información mediante la comunicación serial, al igual que cuando reciba una señal especifica de cada pedal solo encienda el indicado, el diagrama de flujo se observa en la Fig.3.

Fig. 1. a) Vista asimétrica, b) Vista lateral izquierda, c) Vista frontal, d) Vista lateral derecha, e) Vista superior

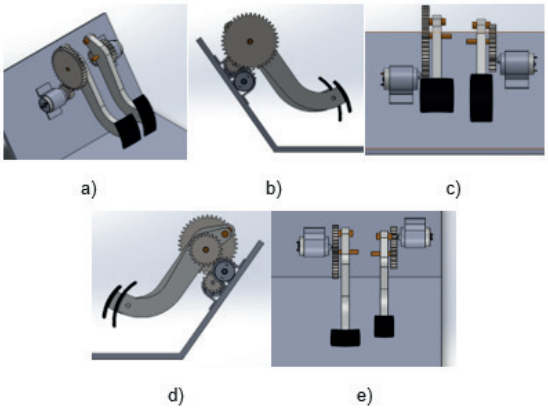


Fig. 2. Circuito eléctrico

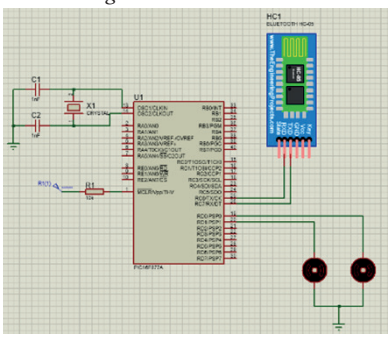


Fig. 3. A) Diagrama de flujo para la aplicación y PIC, b) aspecto de la aplicación

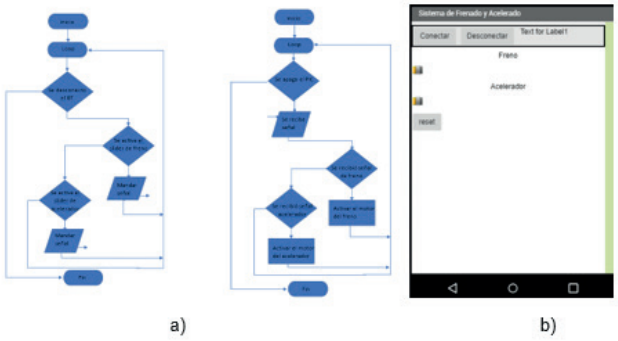


Fig. 4. A) construcción del circuito, b) activación del freno, c) activación del acelerador

C. Etapa 3: Diseño de control
El control del sistema se programó por bloques, en la Fig. 3 se puede ver el diagrama de flujo, al igual que la interfaz de la aplicación final.
D. Pruebas de funcionamiento
Con la finalidad de asegurar que el sistema pueda ser funcional aplicándolo en un automóvil se realizó una prueba con la aplicación conectándola con el módulo bluetooth al PIC, sin embargo, no se pudo realizar con motores, pero se aseguró que mandara la señal de activación con unos leds.
Como se puede observar en las Fig. 4 la conexión con el módulo bluetooth fue exitosa, al igual que él envió de señales para encender los leds correspondientes a cada pedal.

V. Discusión (o análisis de resultados)

En este proyecto se propuso un modelo del sistema sobre cómo se podría implementar en un automóvil, sin necesidad de hacer modificaciones mayores, así mismo se realizó un circuito para el controlador y una aplicación para tener un control remoto.
Realizando las pruebas de funcionamiento de aplicación vinculada con el controlador se obtuvieron resultados esperados sobre cómo debe funcionar el sistema, donde los pedales no se activen al mismo tiempo y solo cuando se activan los slider correspondientes a cada uno.

VI. Conclusiones y recomendaciones

Como conclusión con respecto a los resultados obtenidos en las pruebas de funcionalidad se infiere que el funcionamiento básico del sistema es exitoso, que es activar el motor para presionar el pedal correspondiente.
En un futuro se puede implementar un puente h a los motores y un pwm en la programación para que así se pueda controlar el regreso progresivo del pedal y que no sea de forma inmediata, al igual controlar la posición del motor para no sobrepasar el límite físico del pedal al activarlo. Así también como oportunidad de mejora hacer las pruebas de manera física.

VII. Reconocimientos (o agradecimientos)

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

Referencias

[1] D. Tello, Diseño y construcción de un módulo automático de automóvil ortopédico para uso de una persona con discapacidad para desplazarse, Quito, 2017.
[2] A. Ramírez, Comunicación por protocolo RS-232 Asignatura: Redes industriales, 2013.
[3] G. Michilena, J. Escobar, Diseño e implementación de un sistema electrónico de ayuda en el manejo para personas con capacidades especiales (paraplejia), Ibarra, 2018.

Sistema de mejoramiento de imágenes colposcópicas basado en procesamiento digital de imágenes

Diana Laura Lara Díaz de León
Universidad Autónoma de Aguascalientes
Avenida Universidad # 940, C.U., 20131 Aguascalientes, Aguascalientes
dianna.de.leon26@gmail.com

Gerardo Trejo Caballero
Tecnológico Nacional de México, TecNM
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, ITESI
Carretera Irapuato - Silao km 12.5, El Copal
C.P. 36821 Irapuato, Guanajuato.
gerardo.tc@irapuato.tecnm.mx

Resumen — Se presenta un sistema de mejoramiento de imágenes colposcópicas como herramienta de asistencia al diagnóstico de lesiones precancerosas. El sistema desarrollado mejora la imagen de entrada e identifica regiones con posibles lesiones precancerosas mediante 4 etapas: pre-procesamiento, segmentación, post-procesamiento y clasificación. A excepción de la etapa de segmentación que emplea un sistema de inferencia basado en Lógica Difusa, las etapas restantes emplean métodos convencionales de procesamiento de imágenes. El sistema se ha implementado bajo el entorno de desarrollo del software de MATLAB® y las pruebas sugieren la viabilidad del sistema.

Palabras clave: colposcopía, procesamiento de imágenes, control difuso, riesgo de cáncer.

Abstract — A colposcopic image enhancement system is presented as a tool to assist in the diagnosis of precancerous lesions. The developed system improves the input image and identifies regions with possible precancerous lesions through four stages: pre-processing, segmentation, post-processing and classification. With the exception of the segmentation stage that employs an inference system based on Fuzzy Logic, the remaining stages employ conventional image processing methods. The system has been implemented under the MATLAB® software development environment and tests suggest the feasibility of the system.

Keywords: colposcopy, artificial intelligence, image processing, fuzzy control, cancer risk.

I. Introducción

En el 2018, con un estimado de 570,000 casos y 311,000 muertes en todo el mundo, el cáncer de cuello uterino se posicionó como el cuarto cáncer diagnosticado más frecuente y como la cuarta causa principal de muerte por cáncer en las mujeres. En México, según la Secretaría de Salud, en 2019 "1 de cada 10 muertes por cáncer en mujeres mexicanas, se debe a cáncer de cuello uterino", siendo éste y el cáncer de mama la representación del 25% de todas las defunciones de cáncer [1]. Asimismo, México es el país cuya mortalidad por cáncer de cuello uterino es la más alta dentro de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).

Entre las oportunidades de prevención se encuentra la detección y tratamiento de lesiones precancerosas, siendo ésta de vital importancia para la reducción de la tasa de mortalidad de la enfermedad [2]. El cáncer de cuello uterino puede ser diagnosticado, principalmente, por la prueba del Papanicolau, no obstante, mediante el uso de imágenes colposcópicas y expertos en la materia, la detección de lesiones precancerosas y anormalidades pueden también, en gran medida, lograr un diagnóstico oportuno de esta enfermedad, y con ello un adecuado tratamiento [3].

Durante los últimos años se han explorado distintos métodos que permitan disminuir el tiempo requerido de diagnóstico, así como incrementar el porcentaje de éxito en los diagnósticos a través del procesamiento digital de imágenes y el uso de inteligencia artificial, para ello distintos estudios han arrojado resultados cuyos porcentajes van desde el 68% hasta incluso el 96% [3,4].

En el presente trabajo se muestra la implementación de un sistema de procesamiento para la mejora de imágenes colposcópicas con el objetivo de asistir al especialista de la salud en la realización de diagnósticos más certeros. El sistema propuesto está en métodos de procesamiento de imágenes digitales y en una técnica de Inteligencia Artificial, específicamente en Lógica Difusa. El sistema se ha implementado bajo el entorno del software de MATLAB®, haciendo uso de las funciones contenidas en las utilerías Image Processing Toolbox [5] y Fuzzy Logic Toolbox [6].

II. Metodología

El sistema a implementar consta de un procesamiento previo a las imágenes, la aplicación de la segmentación difusa del color, un procesamiento posterior para los resultados y la clasificación de estos. El diagrama de bloques del sistema se presenta en la Figura 1.

Fig. 1. Diagrama de bloques del sistema de mejoramiento propuesto.

a) Pre-procesamiento

Para poder ingresar los valores de las imágenes al algoritmo de control difuso es necesario cambiar su formato, tanto en tamaño como en el tipo de dato que guarda cada una de ellas.

En el caso de las imágenes trabajadas, se encuentran las dimensiones de 4128x3096 pixeles, estando este plano en las tres dimensiones del espacio de color RGB, teniendo entonces una matriz de 4128x3096x3. El tamaño de las imágenes es reducido a un 15% de la imagen original (413x310px) para alcanzar una ejecución óptima.

Obteniendo el tamaño del ancho y alto de la imagen, se calcula el total de pixeles para con ello transformar la imagen a una matriz donde las filas representan el índice de cada píxel, y una columna para cada valor que guarda en los tres planos antes mencionados, como resultado la matriz es de 288300x1x3 que es guardada en una variable de tipo double con la función im2double [5] pp.67; se concatenan los tres planos en una variable para así obtener únicamente dos dimensiones (288300x3).

b) Segmentación Difusa

Se generan dos variables de tipo mamfis a través del diseñador que proporciona la función FuzzyLogicDesigner [6]. Una para evaluar el color rojo, y otra para el color blanco; dentro de cada una se especifican las entradas correspondientes al plano RGB. Las entradas y la salida, así como las variables que identifican cada una se muestran en la Figuras 2 y 3.

Los parámetros utilizados en cada variable se definieron de forma experimental, buscando que el resultado de la segmentación fuera el idóneo para nuestro problema a resolver.

El resultado del control difuso se arroja en una variable con las mismas filas de entrada, pero una sola columna correspondiente a la salida obtenida mediante el control difuso.

c) Post-procesamiento

A partir del resultado de control difuso, el vector columna obtenido se modifica de manera que vuelva a las dimensiones de 430x310. Para obtener los valores reales de cada píxel que cumple con las reglas establecidas en el apartado anterior, a través del umbral que proporciona la función graythresh hacemos de la imagen que se encuentra en escala de grises una imagen binaria, tras aplicar el umbral se convierte la imagen a formato blanco y negro y posteriormente se elimina el ruido del fondo. Posteriormente con los valores de 1 y 0 almacenados en la imagen binaria, se realiza el producto de ésta con la imagen que contiene los valores originales.

Fig. 2. Diseñador de variable de control difuso para segmentar el color rojo. Las entradas indican el valor de los componentes RGB y la salida si es rojo o no.

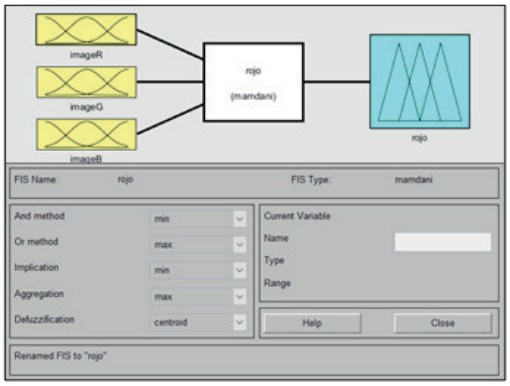
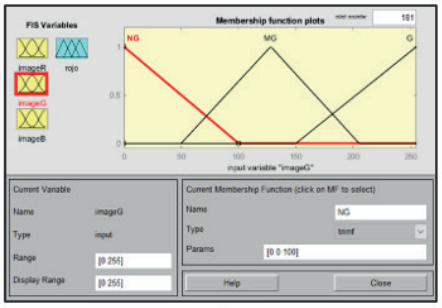
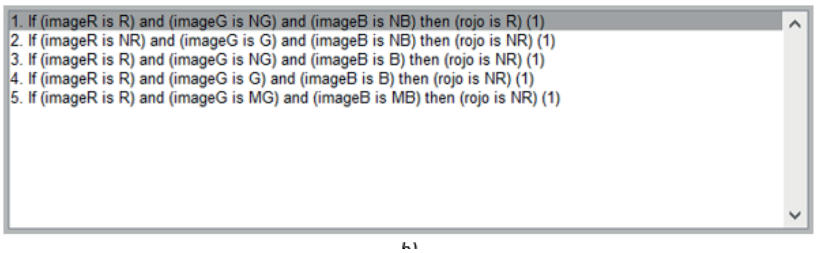


Fig. 3. a) Interfaz para el diseño del Sistema de Inferencia Difuso, b) Algunas de las reglas difusas implementadas para la segmentación del color rojo.



a)



III. Resultados

El proceso se ejecutó en diferentes imágenes con el fin de corroborar la correcta segmentación del color blanco y rojo. Con el fin de observar la imagen original tras los procesos anteriores, es decir, el resultado del producto entre la imagen original y la imagen binaria, se proyectó una imagen donde las lesiones del cuello uterino se observan en su color original y el resto del tejido eliminado, es decir con valores de 0 siendo éste correspondiente al negro. En las Figuras 4 y 5 se encuentran las imágenes resultantes de cada procedimiento realizado.

Fig. 4. Primera imagen de prueba, a partir de la cual se establecen las variables y parámetros. a) e) Aspecto de la imagen original. b) f) Resultado de control difuso aplicado para segmentar el color blanco y rojo respectivamente. c) g) Binarización de la imagen procesada. d) h) Producto entre imagen binaria y original.

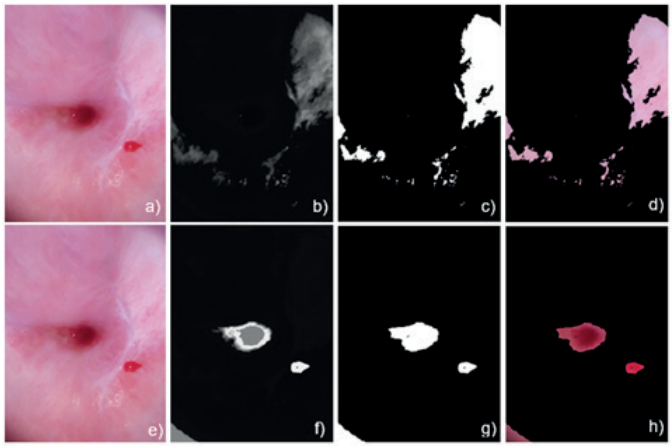
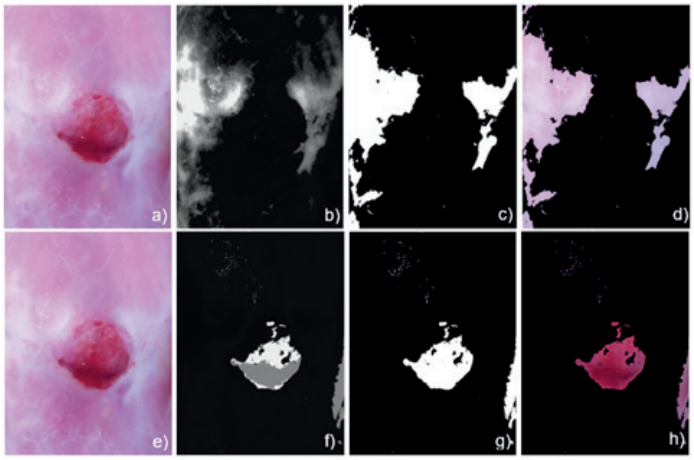


Fig. 5. Segunda imagen experimental, el sistema es puesto a prueba. a) e) Aspecto de la imagen original. b) f) Resultado de control difuso aplicado para segmentar el color blanco y rojo respectivamente. c) g) Binarización de la imagen procesada. d) h) Producto entre imagen binaria y original.



IV. Discusión y análisis de resultados

En cuanto al objetivo principal de segmentar las áreas rojas y blancas de la imagen, éste es resuelto por el sistema, no obstante, la necesidad de comprimir la imagen provoca una pérdida de información [7] y que con ello no pueda ser evaluada de manera consistente.

Tanto en la Figura 4, como en la Figura 5, se encuentran áreas diminutas al centro de las imágenes correspondientes a la segmentación del color blanco, que forman parte del brillo que genera el tejido a la luz del sistema colposcópico. Para este punto, seccionar la imagen es una consideración para realizar el proceso y así discriminar información que no es de relevancia para el problema. Cabe destacar que, a diferencia del resultado mostrado en la Figura 5.b donde se observa residuo de color rojo en la parte superior, el error es debido al espacio de color RGB utilizado; mientras que espacios como el de HSL, HSI o CIE Lab contienen componentes que logran medir el nivel de saturación o la intensidad [8], el espacio RGB se mantiene ante colores sólidos y las combinaciones que éstos deriven. Ante esa premisa, la selección de los parámetros en el espacio trabajado limita los resultados en cuanto a la totalidad de color deseado segmentado.

En la imagen usada para la Figura 4, se observa en la esquina inferior izquierda un falso positivo, éste posiblemente debido, nuevamente, a la sombra o enfoque que genere el colposcopio. Para corregir esta clase de errores, el pre-procesamiento puede incluir el paso por un diafragma o filtro que limite la observación, logrando también una disminución del tamaño de la imagen.

V. Conclusiones y recomendaciones

Con base en los resultados presentados en este trabajo, y los vistos en diferentes artículos de referencia, la digitalización de imágenes colposcópicas puede significar un gran campo de aprovechamiento para el diagnóstico de enfermedades, lesiones y anomalías. La información que ofrece previo al análisis por un especialista para identificar los colores, texturas y tamaños que se encuentren en el tejido, y que ésta sea clasificada permite que el diagnóstico pueda ser más rápido, conciso y con mayor éxito para aquellos que recién se involucran en determinada área médica.

El uso de técnicas de Inteligencia Artificial como la Lógica Difusa en el procesamiento de imágenes, expande el campo para la segmentación, procesamiento y clasificación de imágenes médicas, incrementando así la detección y prevención oportuna mediante la asistencia a los especialistas en materia de la salud.

VI. Reconocimientos y agradecimientos

Agradezco principalmente al Dr. Gerardo Trejo Caballero por la guía y apoyo demostrados a lo largo de este verano para realizar este proyecto, así como para el crecimiento académico que este trabajo representa.

Expreso también, mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de Aguascalientes y al Instituto Tecnológico Superior Campus Monclova por fomentar el trabajo de investigación y la oportunidad que el Verano Regional de Ciencia ofrece.

Referencias

[1] CNEGSR, “Hoja de datos sobre cáncer de cuello uterino”, Ciudad de México, agosto de 2019. [En línea]. Disponible en:
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/487307/Hoja_de_Datos_2019_CACU.pdf

[2] Instituto de Salud del Estado de México. “Cáncer de cuello uterino”. Disponible en:
https://salud.edomex.gob.mx/isem/cuello_uterino

[3] L. A. Paulino Flores y A. M. Huayna Dueñas, “Sistema Experto Probabilístico basado en Redes Bayesianas para la predicción del cáncer de cuello uterino”, Revista Peruana de Computación y Sistemas, p. 16, 2019.

[4] P. W. Simões, N. B. Izumi y R. S. Casagrande, “Classification of images acquired with col-poscopy using artificial neural networks”, Cancer Informatics, vol. 13, pp. 119–124, 2014.
[5] MathWorks. “Build fuzzy systems using fuzzy logic designer- MATLAB & simulink”. MathWorks - Makers of MATLAB and Simulink - MATLAB & Simulink. Disponible en: https://www.mathworks.com/help/fuzzy/building-systems-with-fuzzy-logic-toolbox-software.html
[6] MathWorks, Image Processing Toolbox User’s Guide. The MathWorks, Inc., 2013.
[7] M. Sandoval Olivé, “Algoritmo de compresión de imágenes de alta resolución sin pérdidas”, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, 2008.
[8] M. B. Prados Suárez, “Desarrollo de modelos para la segmentación difusa de imágenes en color”, Tesis doctoral, Universidad de Granada, Granada, 2006.

Estudio del efecto de temperatura en la síntesis de magnetita por la técnica de coprecipitación química

Jesus Martin Galvan Lira
Universidad Autónoma de Coahuila Facultad de Metalurgia
Carretera 57 Km 5, Los Bosques 25710 Monclova, Coah.
galvanjesus@uadec.edu.mx

Ma. Gloria Rosales Sosa
Universidad Autónoma de Coahuila Facultad de Metalurgia
Carretera 57 Km 5, Los Bosques 25710 Monclova, Coah.
mrosales@uadec.edu.mx

Resumen — En este trabajo se presenta la disminución de la temperatura como una variable a considerar a la hora de obtener magnetita por el método de coprecipitación química a partir de cloruros de Hierro en medio básico, estos se hicieron reaccionar variando la temperatura a 40, 50 y 60°C con el objetivo de eficientizar el proceso. Y los resultados se analizaron por medio de difracción de rayos X y se interpretaron mediante el Software Match, dando como resultado que sí se encontró magnetita a desde los 40°C.

Palabras clave — Magnetita, coprecipitación química, difracción de Rayos X, DRX.

Abstract — In this paper the decrease in temperature is presented as a variable to consider to obtain magnetite by the method of chemical coprecipitation from iron chlorides in basic medium, these were made to react by varying the temperature to 40, 50 and 60 ° C with the aim of making the process more efficient. And the results were analyzed by X- ray diffraction and interpreted using the Software Match, resulting in magnetite was found since 40°C.

Keywords — Magnetite, chemical coprecipitation, ray-X difraction. XRD

I. Introducción

A la magnetita, ambientalmente favorable y químicamente eficiente, se le conocía en la antigüedad como piedra imán, es un mineral del grupo de los óxidos, muy denso, frágil, duro y con propiedades ferromagnéticas, es capaz de atraer al hierro y al acero junto con otros metales. Su color es pardo negruzco, con brillo metálico.[1]

Hay múltiples aplicaciones para los compuestos magnéticos, entre las que se encuentran el uso de nanoferritas de distintos metales para aplicaciones biomédicas como el tratamiento del cáncer por medio de tratamientos como

la hipertermia magnética. El precursor que se tiene pensado para sintetizar estas nanoferritas es la maghemita que será sintetizada a partir de magnetita.
En trabajos anteriores [2] se ha planteado la metodología para sintetizar magnetita a partir de cloruros de hierro en un medio básico por el método de coprecipitación química demostrando tener una alta eficiencia al trabajar a 70°C. Siguiendo esta metodología se propuso eficientizar el proceso de obtención de magnetita bajando la temperatura a la que se trabaja la coprecipitación química.

II. Marco teórico

A. Coprecipitación (co-precipitación) [3]
La coprecipitación es el proceso por el cual una especie que normalmente es soluble se separa de la disolución durante la formación de un precipitado.
La coprecipitación es un fenómeno en el que algunos compuestos, que en condiciones normales son solubles, se eliminan de la solución junto con la formación del precipitado deseado. Existen cuatro tipos de coprecipitación:
• Adsorción en la superficie
• Formación de cristales mixtos
• Oclusión
• Atrapamiento mecánico

III. Materiales y método

Instrumentos:
• Vaso de precipitado (1 Lt.)
• Probeta
• Parrilla de calentamiento y agitación magnética
• Agitador magnético
• Termómetro
• Imán
Materiales:
• Agua destilada
• Hidróxido de Amonio (NH4OH)
• Cloruro férrico hexahidratado (FeCl3•6H20)
• Cloruro ferroso tetrahidratado (FeCl2•4H20)
Metodología
Magnetita a 40°C
El método de coprecipitación química para la síntesis de compuestos de magnetita es muy sencillo, empezamos poniendo a calentar agua destilada en un vaso de precipitado hasta que llegue a 40°C. Mientras se calentaba el agua se preparó en otro recipiente 50 mL de hidróxido de Amonio (NH4OH).
Utilizando una proporción 2:1 de Cloruro de hierro(III) y Cloruro de Hierro (II), se pesaron 10 gramos de FeCl3•6H20 y 5 gramos de FeCl2•4H20 y se mezclaron con 50 mL de agua destilada.
Una vez que el agua destilada del primer vaso de precipitado estaba a 40 °C se le agrego el hidróxido de amonio y se inició la agitación magnética para posteriormente agregar la mezcla de cloruros poco a poco, una vez se terminó de verter la mezcla se controló la temperatura durante 30 minutos.
El producto (un material oscuro altamente magnético) se encontraba mezclado con el líquido por lo que se procedió a separarlo magnéticamente con un imán y lavarlo repetidamente con 1500 mL de agua destilada. Al final

se obtuvo una pasta de material magnético que se dejó secar durante 3 días y posteriormente se molió y preparo para caracterizarse por Difracción de rayos X.

Magnetita a 50°C

Se procede a realizar la misma metodología que se usó anteriormente solo que la temperatura del agua destilada se mantiene a 50°C durante la coprecipitación química.

Magnetita a 60°C

Se procede a realizar la misma metodología que se usó anteriormente solo que la temperatura del agua destilada se mantiene a 60°C durante la coprecipitación química.

IV. Resultados

Por medio de difracción de rayos se analizaron las 3 muestras de material (40, 50 y 60°C), los resultados del análisis se muestran en las figuras 1, 2 y 3, según el software March, ahí mismo al buscar coincidencias en los picos de difracción característicos de diversos materiales se encontró que las 3 muestras presentan coincidencias características de la magnetita de acuerdo con el propio software. Estos picos son similares entre muestra y muestra, mostrando que en los ángulos de difracción 2ηaparecen los valores 18.4, 30.3, 35.6, 43.3, 53.7, 57.3, 62.9, 71.4, 74.5, 75.5. Las tres muestras presentan picos similares, con el detalle que en la tercer muestra varían los resultados a altos valores de 2η

Fig. 1 (difractograma de la muestra de 40°C)

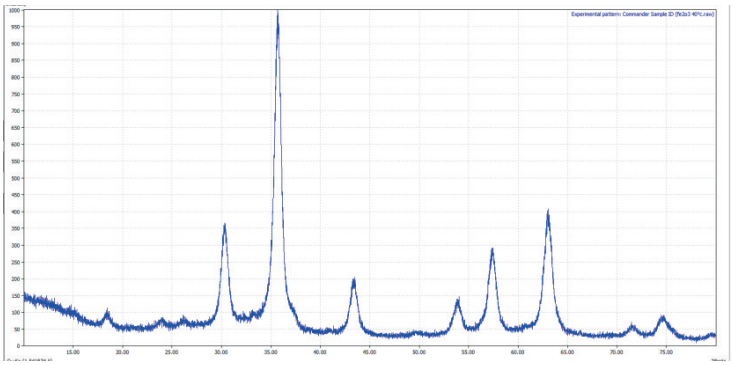


Fig. 2 (difractograma de la muestra de 50°C)

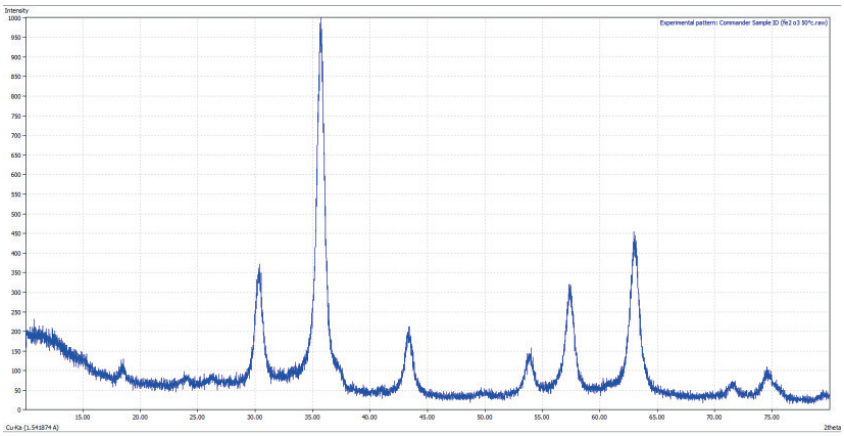
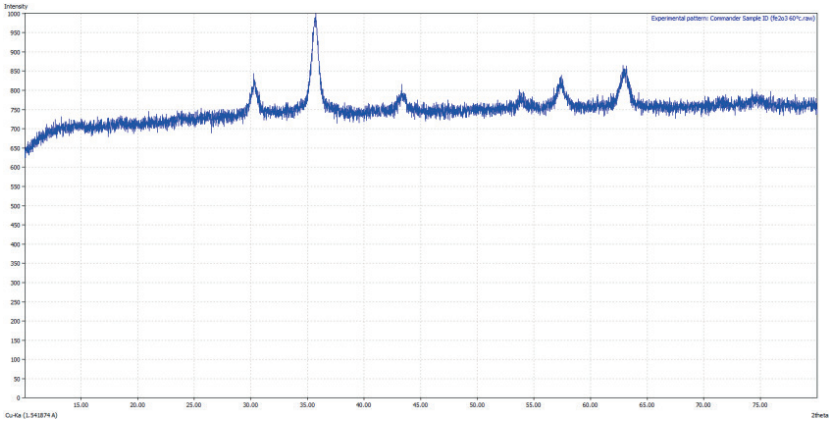


Fig. 3 (difractograma de la muestra de 60°C)



Así mismo, los resultados que se encontraron muestran similitudes con los que encontraron Aliramajia er al., (2015), estos resultados se encuentran resumidos en la tabla 1.

Tabla 1. Picos de difracción característicos de las muestras $\overline{2}$

2θ				
Aliramajia	Alvear	Muestra (40°C)	Muestra (50°C)	Muestra (60°C)
	21	18.36	18.44	
		30.32	30.42	30.33
35	35	35.66	35.78	35.81
	41	43.33	43.46	43.48
53.45	50	53.73	53.9	
56.9		57.34	57.42	57.52
	63	62.9	63.11	63.15
		71.39	91.63	
		74.48	74.69	
75	75	75.48	75.69	

V. Análisis de resultados

Gracias al software Match pudimos corroborar que tanto a 40, 50 y 60°C se forma la magnetita por medio de la coprecipitación química, teniendo una buena relación con los datos que presentan Aliramajia y Alvear en trabajos anteriores. Además, con el propio software se obtuvieron muy buenas relaciones entre las mediciones propuestas por el software con las que tuvimos nosotros.

VI. Conclusiones

El encontrar maneras de obtener los resultados deseados buscando el hacer el menor gasto posible o de eficientizar las pruebas es uno de los trabajos más importantes para un ingeniero, con este trabajo se probó el sintetizar la magnetita a temperaturas debajo de los 70°C haciendo que se vea cada vez más viable, ecológico y económico el obtener magnetita en el laboratorio a partir de sales de cloro.

De entre los resultados obtenidos el que tiene mas coincidencia con los datos de muestra de la magnetita fue la de 40°C con un 0.9286, encontrando que obtuvimos buenos resultados a la más baja temperatura.

Para futuros trabajos se recomienda el variar más parámetros como por ejemplo la velocidad a la que se agita

magnéticamente la mezcla, así como trabajar con la mezcla debajo de los 40°C.

VII. Agradecimientos

Doy mi mas profundo agradecimiento a la Universidad Autónoma de Coahuila y en especial a la Facultad de Metalurgia por la información y la disposición que mostraron para la realización de este proyecto además de darnos las facilidades y el espacio para llevar a cabo las actividades que se mostraron en este proyecto. Un especial agradecimiento a mi asesora en este proyecto la Dra. Ma. Gloria Rosales Sosa por brindarme el tiempo y la información para el desarrollo de este proyecto del verano de la ciencia.

Referencias

[1] Ministerio de Ciencia e Innovación & Consejo superior de investigaciones científicas. (s. f.). Magnetita. Museo Virtual de la Ciencia del CSIC. museovirtual.csic.es. Recuperado 14 de agosto de 2021, de http://museovirtual.csic.es/salas/magnetismo/biografias/magnetita.html

[2] Rosales, G., García, M., Rosales, B., Reyes, C., Ramos, G., & Boone, C. (2021, abril). Formación de maghemita a partir de magnetita obtenida por coprecipitación química. Revista Iberoamericana de Ciencias, Vol 8. http://www.reibci.org/publicados/2021/abr/4200104.pdf

[3] Coprecipitación [Coprecipitation / Co-précipitation] (Química). (17–12-06). Glosarios especializados. https://glosarios.servidor-alicante.com/quimica/coprecipitacion

Diseño de una fuente de excitación luminosa para aplicaciones en espectrofotometría.

Ari Axel Gutiérrez Gil
Instituto Tecnológico de Querétaro Av. Tecnológico s/n esq. Gral. Mariano Escobedo
l18140538@queretaro.tecnm.mx

Yolanda Jiménez Flores
Instituto Tecnológico de Querétaro
Av. Tecnológico s/n esq. Gral. Mariano Escobedo
yolanda.jf@queretaro.tecnm.mx

Resumen — En el presente trabajo se desarrolló el diseño de una fuente luminosa, el cual consiste, en la elaboración de un circuito, así como en los cálculos de los elementos necesarios para que el regulador de voltaje entregue un voltaje variable en un intervalo que estará en función a una carga luminosa (LED). La fuente luminosa formará parte de un sistema de espectrofotometría.

Palabras clave — Espectrofotometría, sistema de excitación, dispositivo luminoso.

Abstract — In the present work, the development of a light source design is carried out, which consists of the elaboration of a circuit as well as the calculations of the necessary elements for a voltage regulator to deliver a variable voltage in a range that will be a function of a light load (LED). The light source is the beginning to be able to perform studies in spectrophotometry.

Keywords — Spectrophotometry, excitation system, luminous device.

I. Introducción

Un espectrofotómetro es un instrumento usado en el análisis químico que sirve para medir, en función de la longitud de onda, la relación entre valores de una misma magnitud fotométrica relativos a dos haces de radiaciones y la concentración o reacciones químicas que se miden en una muestra. En trabajos similares se analiza la huella espectral de cada objeto a través de la incidencia de ondas electromagnéticas del espectro visible. Basado en el método de espectroscopia empleando, absorción y reflexión (Salazar, 2016). Los instrumentos espectroscópicos característicos incluyen cinco componentes: 1. Fuente estable de energía radiante; 2. Recipiente transparente para contener la muestra; 3. Dispositivo que aislé una región restringida del espectro para la medida; 4. Detector de radiación y 5. Sistema de procesamiento. (Holler & Crouch, 2015)

En este trabajo se diseñó una fuente que se compone por un conjunto de elementos electrónicos cuyo objetivo es el de perturbar un material o sustancia predefinida con luz enfocada, esta luz será emitida por diodos LED y Láser, que son diodos emisores de luz ultravioleta (UV). Cuando se habla de perturbar un material, se refiere a

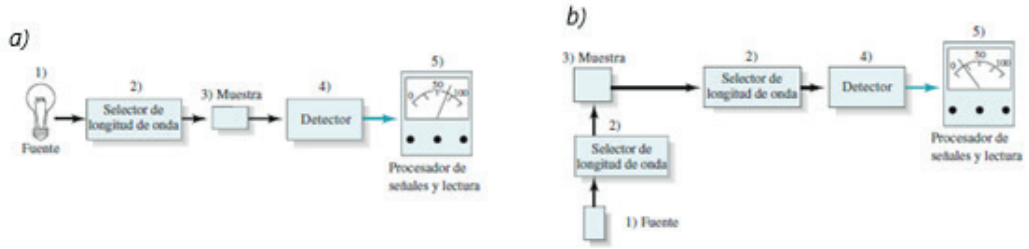
la interacción electromagnética que tiene con la materia, que produce una excitación en los estados energéticos del material. Es importante tener en cuenta la cantidad de potencia media radiante que incide sobre la muestra del material de estudio.

II.Marco teórico

1) diseños generales de instrumentos ópticos

Los instrumentos espectroscópicos ópticos se fundamentan en dos modelos generales, uno de absorción y otro de emisión. En la figura 1 se muestran esquemas de cómo es que están construidos esencialmente los dispositivos.

Figura 1 a) Arreglo para hacer mediciones de absorcion. b) Arreglo para hacer mediciones de emision. (Holler & Crouch, 2015)



Para llevar a cabo la medición de absorción la fuente de radiación de la longitud de onda seleccionada es enviada a través de la muestra, y la radiación transmitida es medida por la unidad detector/procesador de señales/lectura. Para el dispositivo de emisión se necesitan dos selectores de longitud de onda para seleccionar la longitud de onda de excitación, la de emisión y la fuente de radiación incide en la muestra, así, la radiación emitida es medida. Aquellos métodos de espectroscopia que no solo utilizan radiación visible sino también radiación ultravioleta e infrarroja, son llamados métodos ópticos, a pesar de que el ojo humano no es sensible a estas regiones. (Holler & Crouch, 2015)

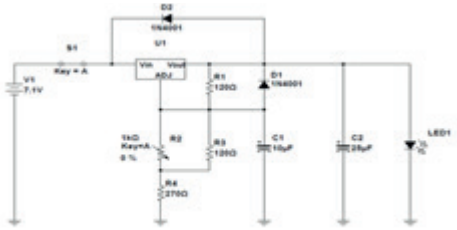
III.MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño de la fuente luminosa implementada consta de una fuente de voltaje de 7.1 V de corriente directa para ello se utilizó una fuente de voltaje conmutada regulable de la marca JML modelo C-12-500, esto se debe a que implementó un circuito regulador que comprende un voltaje de 4.1V - 5V (intervalo de voltaje que requiere el LED para operar), entonces la fuente de voltaje debe ser por lo menos 3V mayor al voltaje de salida. Se coloco un interruptor que permite el encendido y/o apagado del circuito regulador, así como de la carga luminosa. Seguido de ello el regulador utilizado es el LM350T, un regulador de voltaje que permite regular desde los 1.25V – 33V a 3A. Para que regulador nos entregue el intervalo de voltaje deseado es necesario colocar un arreglo de resistencias debidamente calculadas.

Se hizo uso de capacitores y diodos con el propósito de proteger el circuito; El capacitor C1 (capacitor de 10uf) es usado ya que la corriente de ajuste oscila en muy pocas cantidades, esto debido a que R2 es una resistencia variable. El capacitor C2 es de uso opcional (capacitor de 25uf), ya que el fabricante recomienda colocarlo en caso de que existan oscilaciones por circuitos de carga que estén conmutando el voltaje de salida, esto puede ser causado por hacerse uso de transistores. También se recomienda colocar este capacitor en caso de tener cargas inductivas, pues estas pueden inducir un voltaje que dañe al regulador antes mencionado. Al descargarse C1 y C2 por la ausencia de voltaje los diodos D1 y D2 funcionan como camino de descarga del C1 y C2, esto para evitar que el regulador resulte dañado después de apagar el circuito. Las capacitancias de los capacitores se propusieron con base en observaciones de simulaciones que se realizaron. Finalmente, el voltaje regulado es utilizado por el LED.

En la figura 2 se muestra es el diagrama electrónico del circuito desarrollado.

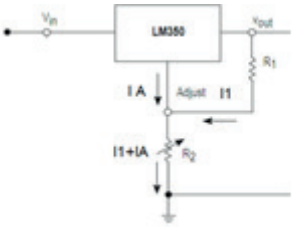
Figura 2 Esquemático electrónico del diseño para la fuente luminosa (Elaboración Propia).



IV. Resultados

Se consultan los voltajes y corrientes de operación del LED-LASER: PLPT5 450KA, (Can & Information, 2020). El regulador de voltaje LM350T tiene una entrada/salida de voltaje (VI-VO) de 3 V – 35 V. La mínima corriente de carga para mantener la regulación (VI-VO) es de 10 mA la cual estará en función al valor de la resistencia R1. La figura 3 muestra el esquemático utilizado para realizar el análisis de voltajes y corrientes.

Figura 3 Esquemático de análisis (Elaboración Propia).



Revisando el datasheet del LM350 se encontró que el VA – Vout (VREF) = 1.25 V(Factor, 1996). Entonces para calcular el valor de voltaje de salida, se tiene lo siguiente:

$$V_{out}=1.25+I_1R_2+I_AR_2 \quad \text{Por ley de ohm } V_{out}=1.25+\frac{1.25V}{R1}R2+I_AR_2=1.25\left(1+\frac{1}{R_1}R_2\right)+I_AR_2 \quad \therefore V_{out}=1.25\left(1+\frac{R_2}{R_1}\right)+I_AR_2$$

Se selecciona la resistencia R1 de tal manera que la corriente I1 sea mayor a IA y con ello despreciar dicha corriente.

Por el Datasheet (Factor, 1996), se tiene que: IA =50 uA (Valor típico), IA =100 uA (Valor máximo). Entonces para poder despreciar el valor de IA:

$$I_1=100\left(I_A\right)=100\left(100\mu A\right)=10mA$$

En este momento se puede decir que la corriente IA es despreciable por lo que la ecuación para encontrar el voltaje de salida queda de la siguiente forma:

$$V_{out}=1.25\left(1+\frac{R_2}{R_1}\right)$$

Realizando el cálculo para la Resistencia R1:

$$R_1=\frac{V_{R1}}{I_1}=\frac{1.25V}{10mA}=125\Omega \qquad \therefore \text{ Valor comercial R1=120}\Omega$$

Calculando la potencia disipada por la resistencia se tiene:

$$P_{R_1}=\frac{(V_{R_1})^2}{R_1}=\frac{(1.25V)^2}{120}=13mW \qquad \therefore R_1 \text{ es una resistencia de 120}\Omega \text{ a 1/8w}$$

Realizando el cálculo para la Resistencia R2, se debe tener un intervalo de voltaje el cual para esta aplicación es de 4.1V – 5V, entonces:

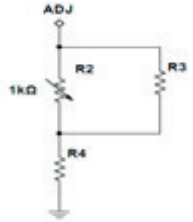
$$\text{Despejando } R_2 \text{ de: } V_{out} = 1.25V\left(1+\frac{R_2}{R_1}\right), \text{ se tiene: } R_2 = R_1\left(\frac{V_{out}}{1.25V}-1\right)$$

$$\text{Para } V_{out} = 4.1\text{ V}, R_2 = 120\Omega\left(\frac{4.1V}{1.25V}-1\right) = 273.6\Omega \quad \therefore \text{Valor comercial } R_2 = 270\Omega$$

$$\text{Para } V_{out} = 5.0\text{ V}, R_2 = 120\Omega\left(\frac{5.0V}{1.25V}-1\right) = 360\Omega \quad \therefore \text{Valor comercial } R_2 = 390\Omega$$

Debido que comercialmente no hay potenciómetros que oscilen entre los valores calculados para la resistencia R2, es necesario realizar el arreglo que se muestra en la figura 4.

Figura 4 Arreglo de resistencias conectadas a la terminal Ajustable del regulador LM350T. (Elaboración propia).



Se propone un potenciómetro de 1kΩ, debido a los valores de las resistencias obtenidos en (6). El valor de la resistencia R4 se determina a partir de que cuando el valor del potenciómetro sea cero, el arreglo paralelo también será cero, por lo que la única resistencia que estará aportando un valor al arreglo será R4, y el valor que se necesita en esta resistencia es el valor mínimo que se encontró en (6), el cual es de 270Ω. Para R3 será necesario que cuando el valor del potenciómetro sea el máximo, el arreglo en paralelo y sumado con R4, tiene que resultar al valor máximo que se encontró en (9), que es de 390Ω. Entonces se realiza el siguiente calculo para la resistencia R3:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3} \quad \text{Despejando } R_3, \text{ se tiene: } R_3 = \frac{1}{\frac{1}{R_T}-\frac{1}{R_2}}$$

Es importante mencionar que RT es igual al valor del arreglo cuando el potenciómetro tenga un valor máximo, entonces el valor del arreglo más grande formado por las resistencias R2 y R4 es de 390Ω. Por lo que:

$$R_T = 390\Omega - 270\Omega = 120\Omega$$

$$\therefore R_3 = \frac{1}{\frac{1}{120\Omega}-\frac{1}{1000\Omega}} = 136.46\Omega \quad \therefore \text{Valor comercial de } R_3 = 120\Omega$$

Calculando la potencia disipada por las resistencias se tiene:

$$\text{Se debe calcular la corriente de } R_2 \text{ y } R_3: R_y = \frac{1}{\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}} = \frac{1}{\frac{1}{1000\Omega}+\frac{1}{120\Omega}} = 107.143\Omega$$

$$V = I \times R = 10mA \times 107.143\Omega = 1.07143V$$

Entonces las corrientes:

$$I_{R2} = \frac{1.07143V}{1000\Omega} = 0.00107A,\ I_{R3} = \frac{1.07143V}{120\Omega} = 0.00892A$$

Calculando las potencias partiendo de:

$$P = I^2 \times R$$

$$P_{R2} = (0.00107A)^2(1000\Omega) = 0.00114W,\ P_{R3} = (0.00892A)^2(120\Omega) = 0.009566W \text{ y } P_{R4} = (0.01A)^2(270\Omega) = 0.027W$$

Concluyendo:

$\therefore R_2$ es un potenciometro de 1kΩ a 1/8w
$\therefore R_3$ es una resistencia de 120Ω a 1/8w
$\therefore R_4$ es una resistencia de 270Ω a 1/8w

V. Discusión (o análisis de resultados)

Con los resultados obtenidos podemos garantizar que el diseño de la fuente luminosa para la excitación de las muestras es segura y adecuada para entregar el voltaje y corriente necesarios para encender el LED.

VI. Conclusiones y recomendaciones

En este proyecto se propuso el diseño una fuente de excitación luminosa, la cual resulta ser un elemento fundamental para los dispositivos que realizan espectrofotometría. Esta fuente resultó ser de especial interés ya que es el elemento que permite excitar la cadena atómica de un material gracias a una radiación electromagnética.
Durante el diseño de la fuente fue necesario considerar varias variables que estarían dadas por la carga luminosa (LED), como lo fue el voltaje y corriente de operación, por ello, se realizo un análisis de voltajes y corrientes que estarían jugando un papel muy importante para que el LED funcionara.
El esquema general de una fuente de excitación no proporcionaba los datos suficientes para materializar esta parte del espectrofotómetro, por lo que fue necesario implementar cálculos teóricos para hallar los componentes necesarios y garantizar el correcto funcionamiento. Además, se entendió que existen semiconductores y elementos capacitivos que sirven de protección para el circuito desarrollado.

VII. Reconocimientos (o agradecimientos)

La realización del presente documento es el resultado del esfuerzo coordinado que se tuvo directamente con la asesora Yolanda Jiménez Flores. Por ello me gustaría expresar mi gratitud hacia ella. Al programa del verano de la ciencia por llevar a un evento que me permitió acercarme más a la investigación. Al comité organizador del 23° verano de la ciencia por la oportunidad de participar en esta actividad.
Un reconocimiento al Tecnológico Nacional de México campus Querétaro, por otorgarme los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para poder desenvolverme en esta clase de actividades, pues se requiere ser muy metódico para llegar a ciertos resultados.

Referencias

1. Albert Malvino, D. B. (2007). Principios de electronica . Madrid: McGraw-Hill / Interamericana.
2. Can, M., & Information, O. (2020). Plpt5 450ka. 1–13.
3. Factor, P. (1996). Plastic Package. 1–16.
4. Holler, J., & Crouch, S. R. (2015). Novena edición. In Medicina Narrativa (Vol. 5, Issue 1).
5. Mario Lopez, L. M. (2015). Diseño y construcción de una fuente luminosa destinada a la perturbación para análisis espectral de un flurosensor. Quito.
6. Nieves Abril, A. B. Espectrofometría: Espectros de absorción y cuantificación colorimétrica de biomoléculas. Córdoba.
7. Principios de Análisis Instrumental 5a Edición (Skoog, Holler, Nieman).
8. Salazar, P. (2016). Diseño y construccion de un prototipo de espectrómetro, en la luz visible. Quito.

Elaboración de Hidroxiapatita dopada con iones metálicos para su uso potencial en Nanomedicina

Ricardo Daniel Estrada Moreno
Benemérita Universidad Autónoma de Aguascalientes Centro de Ciencias de la Salud
Av. Universidad #940, Aguascalientes, Ags.
rickyesmo@gmail.com

Rodrigo Rafael Velázquez Castillo
Universidad Autónoma de Querétaro Facultad de ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro
Cerro de las Campanas s/n C.P. 76010, Querétaro, Qro.
rodrigo.velazquez@uaq.mx

Resumen — El proyecto elaborado consistió en el análisis bibliográfico de los beneficios de la Hidroxiapatita con crecimiento cristalino preferencial elaborada con el método de síntesis hidrotérmico asistido con microondas, además de lograr estandarizar con base en publicaciones previas, un proceso de síntesis que será la base para la creación de HAp dopada con iones metálicos. Se analizaron las propiedades estructurales y morfológicas de las muestras obtenidas donde se logró demostrar la creación de HAp en nanofibrillas con crecimiento en su eje "C", la cual una vez dopada serviría como un biomaterial con alta biocompatibilidad que podrá ser implementado in vivo para mejorar el proceso de osteoregeneracion en patologías que afecten la estructura ósea.

Palabras clave — Hidroxiapatita, Nanofibras, Osteogénesis, Biocompatibilidad.

Abstract — This research consists of an extensive bibliographic analysis about the benefits of the Hydroxyapatite with crystalline preference synthesized by the hydrothermal microwave- assisted method, besides the standardization of a process of synthesis for this HAp, using as base previous publications, this with the objective that on future projects this material can be

used for ionic substitutions. The morphologic and structural analysis made for the samples made on this project prove the presence of nanofibers of HAp with crystalline preference in the "c" axis as expected, once the doping process of this biomaterial finishes, it will acquire a high biocompatibility that will improve the process of regeneration on the structural pathology of the bone.

Keywords — Hydroxyapatite, Nanofibers, Osteogenesis, Biocompatibility,

I. Introducción

La Hidroxiapatita (HAp) es el principal compuesto inorgánico de la matriz ósea, pertenece a la familia de los fosfatos de calcio (CaP) y es parte fundamental del mantenimiento de las adecuadas propiedades físico-mecánicas del hueso; su presencia durante la regeneración ósea es indispensable, ya que funciona como un biomaterial que otorga osteoconductividad, capacidad para que células óseas migren y se adhieran al material, y osteoinductividad, estimulación para la diferenciación a células precursoras de los osteoblastos (1).

Actualmente existen numerosas presentaciones comerciales de HAp [Ca10 (PO4)6 OH2] ya sintetizada, aunque estas han demostrado tener una alta pureza, definida como un radio Ca/P de 1,67, suelen carecer de una orientación preferencial de cristalización, lo que decrementa sus propiedades mecánicas de resistencia (2). La HAp elaborada por el método de síntesis hidrotérmica asistida por microondas además de demostrar una alta pureza, es complementada por un crecimiento preferencial en las direcciones [211] y [300] estudiado mediante el difractómetro de Rayos X y una morfología de nanofibrillas, visualizada mediante microscopia electrónica de barrido (3).

El cambio iónico en la estructura Básica de la HAp o también denominado Dopaje, es una práctica que se lleva realizando por varios años ya que dichas modificaciones se encuentran de manera natural en el biomaterial. En el humano gran parte de los iones esenciales para el cuerpo se encuentran en forma de depósitos unidos a la materia inorgánica del hueso (4). Estos cambios tienen como objetivo el aportar iones que mejoren la osteoconductividad como es el caso de Na+, K+, Zn+ por mencionar algunos, y en otros casos con fines antimicrobianos Ag+ y Mg2+ (5).

El dopaje de la HAp con el objetivo de mejorar su biocompatibilidad es un proceso que implica un análisis detallado de la celda unidad, que se define como la porción más simple de una estructura cristalina y que al ser alterada puede afectar las propiedades mecánicas intrínsecas de la Hidroxiapatita, así mismo puede propiciar la formación de fases secundarias con baja pureza como la Hidroxiapatita Carbonatada (6).

En este trabajo se tuvo como meta la recolección bibliografía que sustentara los beneficios de la elaboración de Hidroxiapatita con cristalización preferencial, así como la creación de muestras que se utilicen para la estandarización del proceso de síntesis y que en una futura fase del proyecto procederían al Dopaje con iones de Na+, Mg2+ K+ y Ti4+ para visualizar los beneficios en la biocompatibilidad de material. También se realizó un breve análisis de los aspectos a considerar al momento de realizar dichos cambios iónicos para así elaborar una HAp que aporte las mejores condiciones para el proceso de osteogénesis y osteoremodelación en patologías que afecten la integridad del hueso.

II. Materiales y métodos

Para la búsqueda bibliográfica se utilizaron artículos de múltiples bases de datos como Ebsco, Scopus, Science Direct, PubMed, Scielo, Dialnet, entre otros.

La síntesis de la hidroxiapatita se realizó con el método hidrotérmico asistido con microondas descrito en previas publicaciones (7), con base a 2 soluciones, la primera de 4g de Acido Glutámico más 1,14 g de nitrato de calcio disueltos en 200 ml durante 2 horas de agitación a 60°C y la segunda de 0,97 gr de Fosfato de potasio más 0,70 gr de hidróxido de potasio disueltos en 200 ml durante 10 minutos de agitación, para finalmente mezclar ambas soluciones durante 15 min. Posteriormente se introdujo 30 ml de la solución obtenida en tubos de cuarzo y se colocaron en el horno de microondas a temperatura de 170°C con presión de 100 bares por último se recuperaron los cristales de hidroxiapatita por medio de filtración.

Las fases cristalinas de las muestras fueron analizadas con el difractómetro de Rayos X de la marca Rigaku Ultima.

III. Resultados

Se Analizo el material obtenido de la síntesis con el difractómetro de rayos X observando una orientación preferencial en las direcciones cristalinas [211] y [300] con preferencia en esta última como se muestra en la Fig. 1, lo que denota un crecimiento en el eje "c" de la celda unidad de la HAp. En la microscopia electrónica de barrido (MEB) se observaron nanofibrillas alargadas como palillos como se muestra en la Fig. 2.

Fig. 1. Resultados de difractómetro de rayos X.

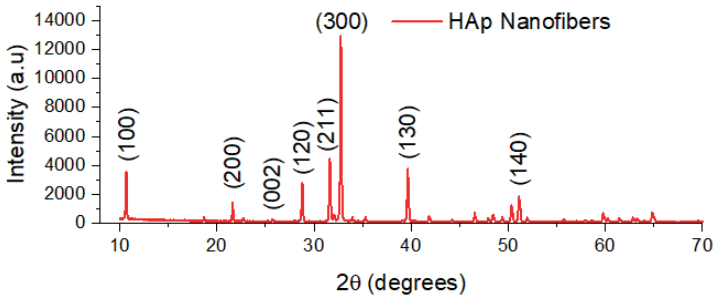
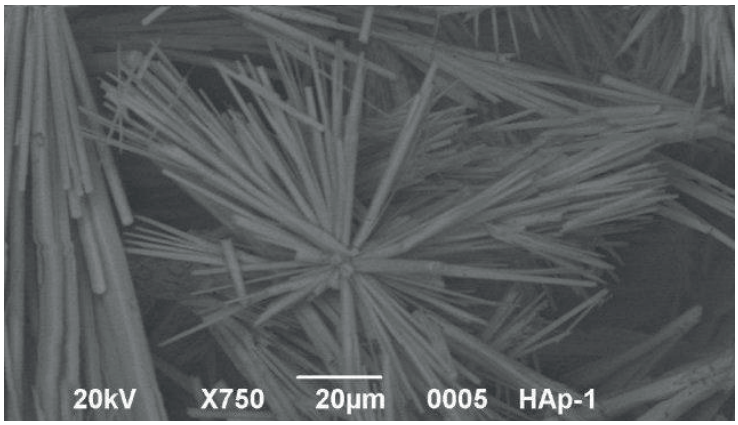


Fig. 2. Muestras observadas en el MEB.



IV. Discusión

La hidroxiapatita al ser el principal material inorgánico del cuerpo tiene un papel fundamental en la salud e integridad del sistema musculo esquelético, el hueso debe tener características que le permitan ser ligero y al mismo tiempo confiera la suficiente resistencia para proteger órganos vitales y soportar altos índices de estrés.

Esto es posible gracias a las propiedades fisicoquímicas de la HAp [Ca10 (PO4)6 OH2], los calcios que la conforman se suelen clasificar el Ca1 y Ca2, el primero es fundamental para otorgar la resistencia característica de mineral, ya que además de estar unidos covalentemente a 9 átomos de oxígeno, se alinean en forma de columna sobre el eje "c" de la celda unidad que característicamente se encuentra en su forma hexagonal P63/m. El crecimiento preferencial observado en el difractómetro refleja un crecimiento en dirección del eje "c" lo cual favorece el mantenimiento de la estructura cristalina lo que ha demostrado otorgar mayor resistencia mecánica al biomaterial (8).

La importancia de la estandarización del proceso recae en mantener ese crecimiento preferencial, el cual se ha demostrado con anterioridad ser facilitado para adhesión de ácido glutámico al proceso de síntesis de la HAp (9) lo que fue demostrado durante este proyecto al realizar múltiples rondas de HAp todas con el mismo crecimiento a favor del eje "c" una vez agregado el ac. Glutámico.

La Hidroxiapatita que se encuentra en el cuerpo está sometida constantemente a cambios en su composición química, un claro ejemplo es el esqueleto de un infante, donde los huesos son elásticos y esto se relaciona con el bajo radio Ca/P a temprana edad, ya que los iones calcio se encuentran sustituidos por otro cationes y aniones (10). Posteriormente el índice Ca/P llega a índices fisiológicos pero una gran parte de la HAp se mantiene como un reservorio activo con alta capacidad de reabsorción.
La adhesión de estos iones en la HAp sintética ha demostrado facilitar la regeneración ósea en fracturas donde se ha usado una forma de cerámica a base de HAp, debido a que muchos de estos iones sirven como inductores para la diferenciación de células madre a osteocitos, además tener propiedades bactericidas que impiden la infección de los injertos.
El reto en este momento es lograr formar HAp dopada con iones metálicos que mantenga sus características estructurales, ya que se ha observado que la sustitución con iones de mayor tamaño ocasiona una tendencia a sustituir los Ca1, lo cual crea un acortamiento del eje "c" y crecimiento del eje "a" provocando que el biomaterial se incline a características amorfas (11). En otros casos como en el del Na+ aunque el ion tenga un tamaño muy similar, al presentar alteración en la carga de la estructura se favorece la sustitución de otros iones Calcio con Carbonos, lo que lleva a la Hidroxiapatita carbonatada u otros compuestos con baja pureza (12).
Finalmente durante este proyecto se obtuvo un trabajo integral de múltiples áreas disciplinarias; esta investigación y el análisis que conlleva la realización, visualización, replicación de procesos de síntesis de biomaterial tuvo un alto impacto en mi formación médica actual, complementando con conocimiento de áreas que usualmente la medicina no profundiza, esto con el fin de lograr crear materiales que además de complacer las necesidades básicas actuales, superen las expectativas y mejoren la calidad de la rehabilitación médica, teniendo un impacto positivo en la economía al disminuir gastos de atención sanitaria en patologías de etiología simple pero tratamiento prolongado, como lo son las fracturas óseas.
Con este proyecto se lo lograr sentar las bases para futuras ramas de investigación la cuales aún están en vías de ser desarrolladas y que deslumbran un prometedor futuro en el área de la nanomedicina.

V. Conclusiones y recomendaciones

1. La Hidroxiapatita con cristalización preferencial elaborada con el método hidrotérmico asistido con microondas tiene un proceso de síntesis replicable, que conserva sus características morfológicas y estructurales.
2. El dopaje de la HAp debe tener como premisa el adecuado balance entre conservar el eje "c" de la celda unidad el cual le otorga su resistencia mecánica característica y los beneficios que otorgan los iones en el proceso de remodelación ósea.
3. La HAp elaborada en este proyecto tiene un alto potencial para su uso en cerámicas que ayudan a la regeneración ósea debido a su alto mimetismo con la apatita encontrada en el sistema óseo humano.
4. La Universidad Autónoma de Aguascalientes cuenta con Docentes que comparten áreas de investigación con este proyecto y que en un futuro pueden colaborar en pruebas que implementen el uso de la HAp dopada in vivo para demostrar los beneficios de su uso en patologías con pérdida de la continuidad ósea.

VI. Reconocimientos

Quiero agradecer al Dr. Rodrigo Rafael Velázquez Castillo por todo el conocimiento que ha compartido conmigo durante este verano, así como por todas las facilidades de su parte y su extraordinaria tutela. También agradezco a la Universidad Autónoma de Aguascalientes y al comité del 23° Verano de la Ciencia Región Centro por el apoyo económico otorgado. Finalmente, a mis padres, mi pareja Abigail Jauregui y al Humano Valeria Estrada.

Referencias

1. Zhu G, Zhang T, Chen M, Yao K, Huang X, Zhang B, et al. Bone physiological microenvironment and healing mechanism: Basis for future bone-tissue engineering scaffolds. Bioact Mater. 2021 Nov 1;6(11):4110–40.
2. Fihri A, Len C, Varma RS, Solhy A. Hydroxyapatite: A review of syntheses, structure and applications in heterogeneous catalysis. Coord Chem Rev. 2017 Sep 15;347:48–76.
3. Méndez-Lozano N, Velázquez-Castillo R, Rivera-Muñoz EM, Bucio-Galindo L, Mondragón- Galicia G, Manzano-Ramírez A, et al. Crystal growth and structural analysis of hydroxyapatite nanofibers synthesized by the hydrothermal microwave-assisted method. Ceram Int. 2017 Jan 1;43(1):451–7.
4. Gibson IR. Natural and Synthetic Hydroxyapatites. Biomater Sci. 2020 Jan 1;307–17.
5. González Torres V, Hernández Guevara E, Castillo Martínez NA, Rosales Aguilar M, Díaz Trujillo CG. Antibacterial Activity Analysis of Hydroxyapatite Based Materials with Fluorine and Silver. Mex J Biomed Eng [Internet]. 2021 Mar 21;42(2 SE-Research Articles):49–57. Available from: http://www.rmib.mx/index.php/rmib/article/view/1123
6. Edén M. Structure and formation of amorphous calcium phosphate and its role as surface layer of nanocrystalline apatite: Implications for bone mineralization. Materialia. 2021 Jun 1;17:101107.
7. Alanís-Gómez JR, Rivera-Muñoz EM, Cervantes-Medina JS, Almanza-Reyes H, Nava- Mendoza R, Cortes-Romero C, et al. Synthesis of Micro and Nano-Sized Hydroxyapatite Fibers Through the Microwave Assisted Hydrothermal Method [Internet]. Vol. 16, Journal of Nanoscience and Nanotechnology. 2016. p. 7557–66. Available from: https://www.ingentaconnect.com/content/asp/jnn/2016/00000016/00000007/art00134
8. Alonso-Sierra S, Velázquez-Castillo R, Millán-Malo B, Nava R, Bucio L, Manzano-Ramírez A, et al. Interconnected porosity analysis by 3D X-ray microtomography and mechanical behavior of biomimetic organic-inorganic composite materials. Mater Sci Eng C. 2017 Nov 1;80:45–53.
9. Alanís-Gómez JR, Rivera-Muñoz EM, Peza-Ledesma C, Manzano-Ramírez A, Velázquez- Castillo R. A Comparison of Mechanical Properties of Different Hydroxyapatite (HAp) Based Nanocomposites: The Influence of Morphology and Preferential Orientation. J Nanosci Nanotechnol. 2020 Mar;20(3):1968–76.
10. Talal A, Hamid SK, Khan M, Khan AS. 1 - Structure of biological apatite: bone and tooth. In: Khan AS, Chaudhry AABT-H of ISH, editors. Woodhead Publishing Series in Biomaterials [Internet]. Woodhead Publishing; 2020. p. 1–19. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978008102834600001X
11. Ressler A, ŽužiηA, IvaniševiηI, Kamboj N, IvankoviηH. Ionic substituted hydroxyapatite for bone regeneration applications: A review. Open Ceram. 2021 Jun 1;6:100122.
12. Tabassum S. 5 - Role of substitution in bioceramics. In: Khan AS, Chaudhry AABT-H of ISH, editors. Woodhead Publishing Series in Biomaterials [Internet]. Woodhead Publishing; 2020.
p. 117–48. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780081028346000057

Técnicas SPWM para inversores multinivel

Flores González Fanny Sarai
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, 36821 Irapuato, Gto.
LIS18111270@irapuato.tecnm.mx

José Juan Alfaro Rodriguez
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, 36821 Irapuato, Gto.
jose.ar@irapuato.tecnm.mx

Resumen — En este trabajo se presenta el análisis de un inversor multinivel con topología de puentes H en cascada alimentado en voltaje. La modulación se realizará aplicando tres distintas técnicas PWM de multiportadoras triangulares denominadas disposición de fase (PD), disposición opuesta de fase (POD) y disposición opuesta alternada de fase (APOD). El inversor multinivel permite generar una señal de salida de voltaje escalonada semejante a la sinusoidal, mediante el accionamiento de ocho dispositivos de conmutación (MOSFETS) y dos fuentes de CD (simétricas o asimétricas). El arreglo permite obtener los diferentes niveles de la señal de voltaje de salida implementados mediante simulación numérica. La validación se realizó mediante software numérico para un inversor de 1KW de potencia bajo las tres técnicas de modulación y se determinó la distorsión armónica total (THD) para cada técnica, comprobándose su funcionamiento y obteniéndose la señal de voltaje y de corriente de salida multinivel.

Palabras clave — multinivel, inversor, potencia, PWM.

Abstract — This work presents the analysis of a multilevel inverter with voltage-fed cascade H-bridge topology. Modulation will be performed by applying three different triangular multicarrier PWM techniques called Phase Arrangement (PD), Opposite Phase Arrangement (POD), and Opposite Phase Alternate Arrangement (APOD). The multilevel inverter makes it possible to generate a stepped voltage output signal similar to sinusoidal, by driving eight switching devices (MOSFETS) and two DC sources (symmetric or asymmetric). The arrangement allows to obtain the different levels of the output voltage signal implemented by means of numerical simulation. The validation was carried out by means of numerical software for a 1KW power inverter under the three modulation techniques and the total harmonic distortion (THD) was determined for each technique, checking its operation and obtaining the multilevel output voltage and current signal.

Keywords —multilevel, inverter, power, PWM.

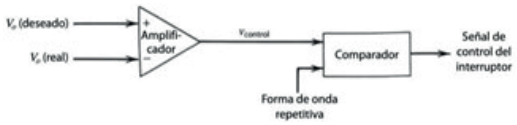
I. Introducción

Los inversores multinivel en la actualidad se usan en aplicaciones donde se requiere media o alta tensión y una mayor potencia. Los inversores generan una señal multinivel con características específicas de frecuencia y voltaje para poder ser inyectada a la red. En éste proyecto se implementa en simulación un inversor alimentado en voltaje, aplicando la técnica de modulación PWM de multiportadoras triangulares, activado mediante dispositivos de conmutación MOSFETs.

II. Marco teórico

En la conmutación de PWM con una frecuencia de conmutación constante, la señal de control del interruptor (encendido o apagado) se genera por medio de la comparación de un voltaje de control ( ) con una forma de onda periódica, como se muestra en la figuras 1. La frecuencia de la forma de señal diente de sierra, establece la frecuencia de conmutación. Esta frecuencia se mantiene constante en un control PWM y se elige dentro de un rango de unos cuantos kilohertz a cientos de kilohertz. Cuando la señal es más grande que la forma de onda de diente de sierra, la señal de control del interruptor se vuelve alta, lo que causa que el interruptor se encienda. De lo contrario, el interruptor está apagado [1].

Fig 1. Señal de control comparación del voltaje de control.

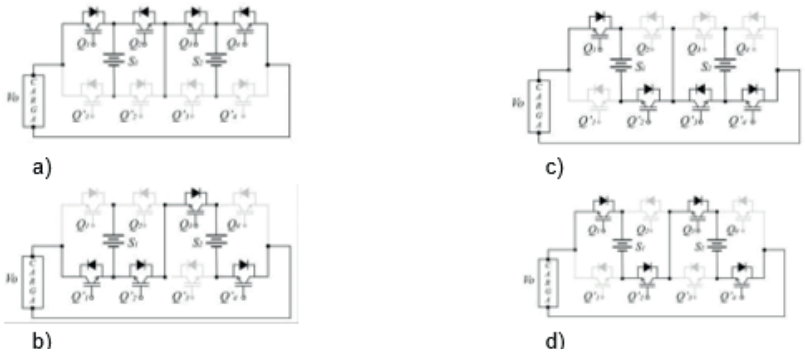


En la figura 2 se muestra un arreglo de la topología de un inversor multinivel con dos puentes H en cascada, con la que se pueden generar hasta 7 niveles de tens ión. La- topología presenta 4 interruptores IGBTs (, , y) y 4 complementarios (, , y), así como dos fuentes de voltaje de CD asimetricas y . Las fuentes asimétricas tienen una relación de 2 a 1.

Los modos de operación permiten generar un nivel de voltaje como los que se pueden apreciar en la figura 2. En la figura 3a) los interruptores , , y , se encuentran cerrados, mientras que , , y , son complementarios por lo que se encuentra abiertos y la tensión de salida es Volts. En la figura 3b) los interruptores , , y , se encuentran cerrados, mientras que , , y son complementarios por lo que se encuentra abiertos y la tensión de salida es Volts. En la figura 3c) los interruptores , , y se encuentran cerrados, mientras que , , y son complementarios por lo que se encuentra abiertos y la tensión de salida es Volts.

En la figura 3d) los interruptores , , y se encuentran cerrados, mientras que , , y son complementarios por lo que se encuentra abiertos y la tensión de salida es Volts.

Fig 2. Modos de operación del inversor multinivel. Combinación de interruptores para generar los voltajes a) 0 Volts b) Volts, c) .



De manera análoga se obtienen los diferentes modos de operación de la tabla 2, donde se observa el estado de los interruptores y sus complementarios para generar los diferentes niveles del convertidor (voltaje), donde el interruptor cerrado corresponde al estado lógico '1', mientras que el interruptor abierto corresponde al estado lógico de '0'.

Tabla 1. Tipos de letra, justificación y tamaño

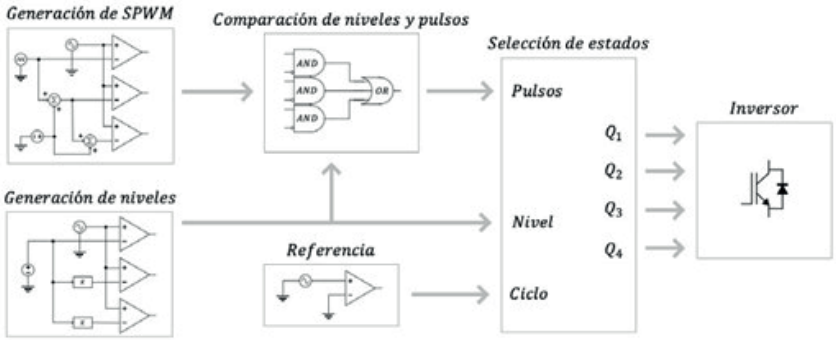
Modos de operación	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q'_1	Q'_2	Q'_3	Q'_4	Voltaje
S_1+S_2	1	0	1	0	0	1	0	1	$3V_{CD}/2$
S_1	1	0	0	0	0	1	1	1	V_{CD}
S_2	1	1	1	0	0	0	0	1	$V_{CD/2}$
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$-S_1$	0	0	0	1	1	1	1	0	$-V_{CD/2}$
$-S_2$	0	1	1	1	1	0	0	0	$-V_{CD}$
$-S_1- S_2$	0	1	0	1	1	0	1	0	$-3V_{CD}/2$

La figura 3 muestra el diagrama de bloques mediante el cual se obtienen las señales de control para los dispositivos de conmutación bajo la técnica de modulación LSC-PWM. Como se aprecia en la figura 4, las señales que determinan la activación de los interruptores son:

- (nn) Nivel.- Determina entre que niveles se deben generar las transiciones.
- (p) Pulsos.- Esta señal determina en qué momento se debe cambiar a un nivel de voltaje superior o inferior.
- (c) Ciclo.- Determina en qué momento se cambia del semiciclo positivo al negativo.

Para generar la señal "pulso" se emplea la comparación de las señales multiportadoras con la sinusoidal de referencia y una lógica combinacional. Esta señal determina un salto de nivel, cuando se mantiene en el mismo nivel y cuando se cambia a un nivel superior.

Fig 3. Diagrama de bloques de las señales de control para activación de los dispositivos de conmutación.

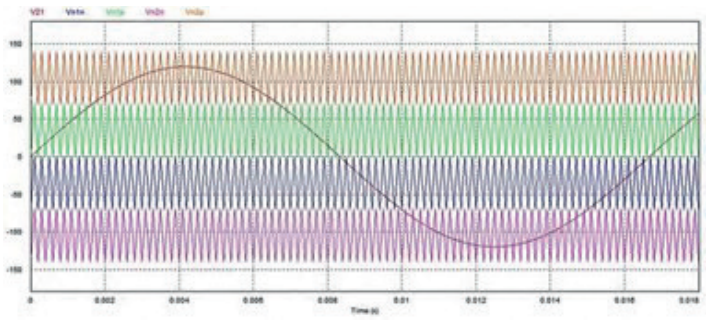


La codificación para los estados de operación, la generación de la señal pulso, el ciclo y la elección del modo de operación de acuerdo al nivel se detallan en [2].

La señal portadora es una señal montada a un cierto nivel de dc que se le denomina "offset", por lo que, teniendo varias señales, con la misma amplitud pero diferentes offsets se les denomina multiportadoras. Como puede verse en la figura 4 se tienen varias señales triangulares con una amplitud de 70, sin embargo, estas señales tienen diferentes offset, es decir la señal en verde tiene un offset de 0, por lo que llega de 0 a 70, la señal naranja tiene

un offset de 70 lo que permite que llegue de 70 a 140, la azúl tiene un offset de -70 por lo que llega de 0 a -70 y la señal en rosa tiene un offset de -140 por lo que llega desde -70 a -140. Lo que permite que la onda senoidal tengra un cruce en algún putno con alguna de las señales.

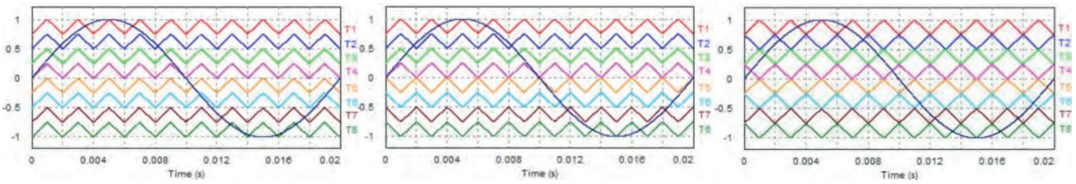
Fig 4. Señales multiportadoras comparadas con una señal senoidal.



Las técnicas PWM de portadoras triangulares se pueden clasificar en los siguientes grupos según [4-6]:
a) Disposición de Fase (PD): todas las portadoras están en fase. Figura 5a).
b) Disposición Opuesta de Fase (POD): Todas las portadoras arriba del punto de referencia cero están 180° desfasadas con respecto a las portadoras por debajo del nivel cero. Figura 5b).
c) Disposición Opuesta Alternada de Fase (APOD): Cada portadora está desfasada 180° con respecto a su portadora adyacente. Figura 5c).

a) Técnica PD *b) Técnica APOD* *c)Técnicas PWM*

Fig 5. Técnicas de PWM de portadoras triangulares



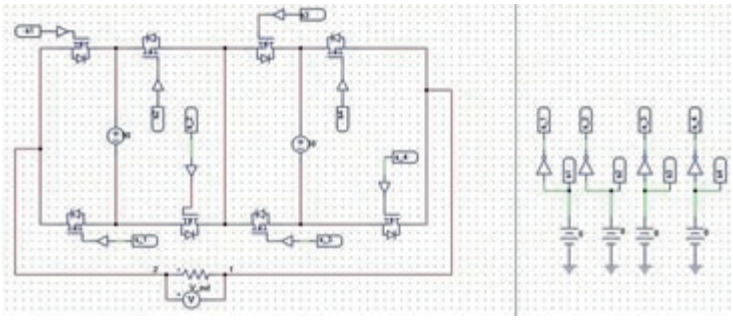
III. Materiales y métodos

Para realizar el trabajo se consideran 3 etapas básicas para entender el funcionamiento del inversor multinivel, estas etapas se van analizando para generar la señal multinivel de voltaje de salida mediante la técnica de control de conmutación PWM.
a) Operación de inversor multinivel: describe el accionamiento de los dispositivos de conmutación y el comportamiento del inversor
b) Generar las técnicas SPWM denominadas PD, POD y APOD.
c) La tercera etapa consiste aplicar técnicas PD, POD y APOD al inversor puentes H en cascada y obtener la seal multinivel de salida.

IV. Resultados

Para el arreglo se toma en cuenta la configuración de puentes H en cascada mostrada en la figura 6. Los MOSFET s_1 a s_4 se llaman complementarios ya que se activan de manera opuesta a s1 a s4. La señal de salida V_out depende de la activación de los interruptores para dar el voltaje de salida.

Fig 6. Arreglo de MOSFETs para generar escalones con combinaciones binarias.



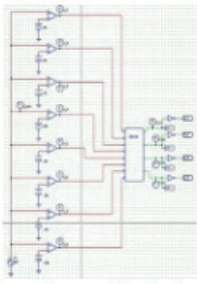
Para generar una señal escalonada multinivel, es necesario activar los MOSFET en una determinada secuencia. En la figura 7, se puede apreciar una serie de comparaciones de la señal senoidal de referencia con diferentes niveles de DC, lo cual permite determinar el nivel al cual le corresponde la activación de los MOSFETs, (secuencia binaria) que se genera de los comparadores y que se configura en el bloque de programación SSCB1, el cual activa los MOSFETs indicados con las etiquetas s_1 a s_4 y s1 a s4.

Para determinar el número de niveles se determina el valor de las fuentes de DC. Si son iguales se pueden obtener 5 niveles (VDC1=VDC2) , si su relación es del doble (VDC1=2VDC2) se pueden generar 7 niveles y si su relación es del triple (VDC1=3VDC2) se pueden generar 9 niveles.

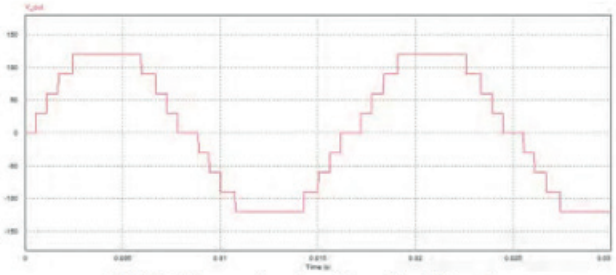
Para obtener una señal de 9 niveles se consideran las referencias de referencia de 25V, 50V, 75V y 100V, en el semiciclo positivo y los mismos niveles negativos para el semiciclo negativa, además VDC1=90V y VDC2=30V. Por lo que, el arreglo en la simulación de los comparadores puede verse en la figura 7a). Al tener dos fuentes de diferente valor se generan los 9 niveles:-120, -90, -60, -30,0, 30, 60, 90 y 120. En la figura 7b), se puede apreciar la señal multinivel escalonada.

a) Arreglo para 9 niveles *b) . Señal escalonada a la salida (V_out)*

Fig 7.Arreglo de comparadores y voltaje multinivel de salida para inversor puentes H en cascada



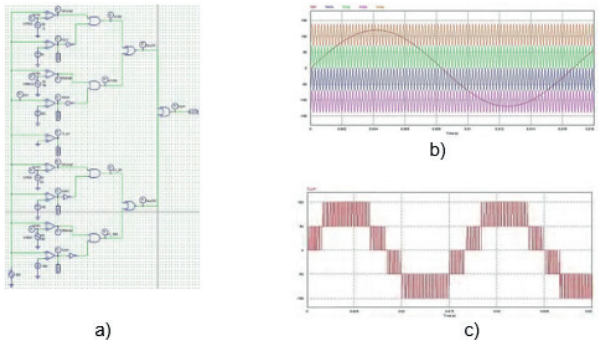
a) Arreglo para 9 niveles



b) . Señal escalonada a la salida (V_out)

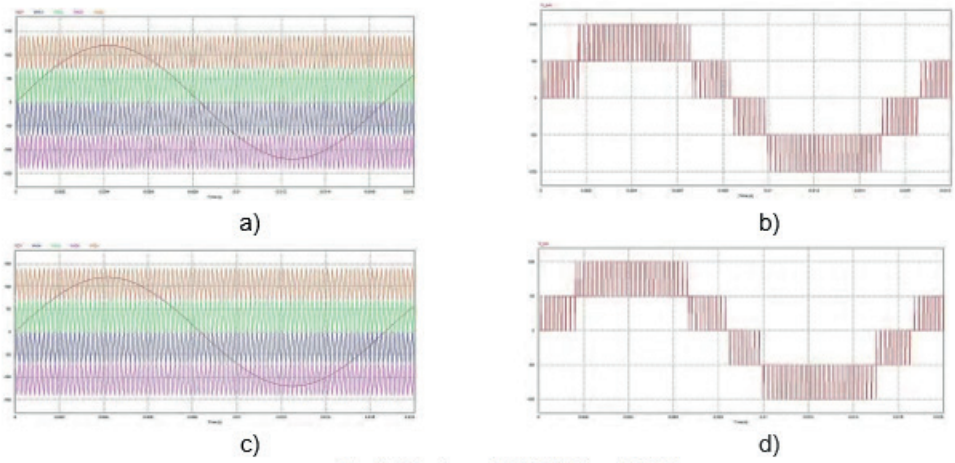
Aplicando la técnica SPWM a un inversor de 5 niveles (VDC1=70V y VDC2=70V) mediante el arreglo mostrado en figura 8c, se obtienen las multiportadoras de la figura 8b), que corresponden a la técnica PD. Las señales triangulares consideradas tienen una amplitud de 70V con la intención de que revase el nivél máximo en la señal senoidal de 120V como puede verse en la figura 8b). La señal multinivel aplicando la técnica PD se puede apreciar en la figura 8c).

Fig 8. Señal escalonada a la salida (V_out) del arreglo.



Aplicando las técnicas POD y APOD al mismo inversor de 5 niveles se obtuvieron las señales mostradas en la figura 9. La señal que se muestra en la figura 9a) corresponde a la técnica POD y la de la figura 9b) es la señal multinivel. La figura 9c) corresponde a la técnica APOD, teniendo como señal multinivel la de la figura 9d).

Fig 9. Técnicas PWM POD y APOD.



V. Discusión (o análisis de resultados)

El trabajo realizado presenta la aplicación de las diferentes técnicas PWM de multiportadoras, validadas mediante simulación numérica y obteniendo la distorsión armónica total (THD de sus siglas en inglés). Se aplicaron las técnicas PD, POD y APOD a un inversor de 5 niveles, los resultados de THD obtenidos a la frecuencia fundamental de la red eléctrica de 60Hz, se muestran en la tabla 2, donde se puede observar que la técnica PD presenta menor distorsión en comparación a las otras dos técnicas.

Tabla 2. Análisis de distorsión (THD) de las técnicas PWM.

Modos de operación	Voltaje
PD	$3.5749370 X10^{-1}$
POD	$3.5757987 X10^{-1}$
APOD	$3.5764716 X10^{-1}$

VI. Conclusiones y recomendaciones

En el trabajo presentado se ha desarrollado en simulación un inversor multinivel de puentes H en cascada de 5 niveles, tomando en cuenta las técnicas de modulación SPWM, conocidas como PD, POD y APOD. Los resultados obtenidos demuestran que para inyectar energía a la red es recomendable que la señal tenga poca THD, por lo que la técnica PD puede ser recomendada ya que se obtiene una menor distorsión en comparación a las técnicas POD y APOD.

Además el desarrollo de este proyecto, me ha permitido ampliar mis conocimiento en el área de inversores multinivel y las técnicas PWM y el colaborar con investigadores y conocer sus proyectos me ha permitido abrir una puerta en el campo de la investigación.

VII. Reconocimientos (o agradecimientos)

Expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, al Comité Organizador del Verano de la Ciencia de la Región Centro por las facilidades el apo o otorgado para la reali ación de la estancia de erano, así como al profesor M.C. José Juan Alfaro Rodríguez por su tiempo, dedicación y apoyo para culminar con este proyecto.

Referencias

[1]N. Mohan, Electrónica de Potencia. Convertidores, palicaciones y diseño, México D.F.: McGrawHill, 2009.
[2]J. R.-R. N. V. J. J. A.-. R. A. D. H. J. C. Lopez, «Eight levels multilevel voltage source inverter modulation technique,» Trans. Latin American, vol. 16, nº 4, pp. 1121-1127, 2018.
[3]M. H. Rashid, Electrónica de potencia Circuitos, dispositivos y aplicaciones, México: Pretince Hall, 1995.
[4]L. J. B. a. V. G. A. M. Calais, «Analysis of multicarrier PWM methods for a single-phase five level inverter,» de Power Electronics Specialists Conference, 2001. PESC. 2001 IEEE 32nd Annual, 2001.
[5]B. P. M. a. D. G. Holmes, Multicarrier PWM strategies for multilevel inverters, Industrial Electronics, IEEE Transactions on, vol. 49, 2002.
[6]D. G. H. a. T. A. Lipo, Pulse width modulation for power converters: principles and practice, John Wiley & Sons, 2003.

Convertidores CD-CD como interfase de baterías Ion-Litio para aplicaciones automotrices

Leopoldo Guadalupe Porras Rodríguez
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. Del Valle #2301, Guardarrayas Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413
Lrs17110552@purisima.tecnm.mx

Ma. Guadalupe Ortiz López
Universidad Politécnica de San Luis Potosí
Av. Urbano Villalon 500, Colonia la Ladrillera, San Luis Potosí.
guadalupe.ortiz@upslp.edu.mx

Resumen — En este trabajo se presenta un análisis de cuatro convertidores CD-CD para determinar cuál de ellos es la mejor opción para utilizarse como interfase entre una batería Ion- litio y la carga, para posibles aplicaciones en vehículos eléctricos. Inicialmente se identifican las principales características de las baterías de Ion-Litio, así como su uso actual en diferentes modelos de automóviles. Para el análisis de los convertidores se calcula el valor de sus componentes y posteriormente se realiza la simulacion de cada uno de ellos, observando sus formas de onda de voltaje y corriente con respecto a la fuente de alimentación en base a las cuales es posible determinar cuál presenta las mejores características para la aplicación propuesta.

Palabras clave — Convertidor CD-CD, vehículos eléctricos, baterías Ion-Litio.

Abstract — This work presents an analysis of four DC-DC converters to determine which of them is the best option to use as an interface between a Lithium-Ion battery and the load for possible applications in electric vehicles. Initially, the main characteristics of Lithium-Ion battery were identified, as well as their current use in different car models. For the analysis of the converters, the value of their components is calculated and then the simulation of each of them is performed, observing their waveforms voltage and current with respect to the power supply based on which it is possible to determine which provide the best characteristics for the proposed application.

Keywords — DC-DC converter, electric vehicles, Lithium-Ion batteries.

I. Introducción

En los últimos 15 años las baterías de Litio han encontrado múltiples aplicaciones en diversos campos como lo son los sistemas de telecomunicaciones, equipos médicos, herramientas, equipos de cómputo, dispositivos móviles, así como en vehículos automotrices híbridos o eléctricos.

Debido a la preocupación por la situación ambiental se ha optado por buscar maneras de reducir el impacto ambiental, gracias a esto, se ha incrementado el desarrollo de vehículos híbridos y eléctricos, estos vehículos usan como fuente de alimentación las baterías de litio. Las baterías juegan un rol importante dentro de la industria automotriz, en la economía mundial y en el desarrollo sustentable, ya que la por el momento aún no hay alguna fuente de energía que pueda sustituir las baterías de litio, es indispensable buscar formas de hacer optimo su uso en los vehículos, de esta manera sacar el mayor provecho posible. Se estima que para el año 2025 el mercado de estas baterías alcanzara los 105 mil millones de dólares, teniendo un incremento del 6.63% en tasa de crecimiento anual en los próximos 9 años [1].

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo es realizar una recopilación, una recopilación de las características que en la actualidad presentan las baterías de litio utilizadas como fuentes de alimentación, para posteriormente realizar un estudio comparativo para posteriormente realizar un estudio comparativo sobre los diversos convertidores CD-CD que sirven para acondicionar su energía encontrando cuales de estos resultan más adecuados como interfase entre dicha fuente de voltaje y la carga que alimentan.

II. Marco teórico

La batería de un automóvil es un dispositivo que transforma energía química en energía eléctrica. Está compuesta por la combinación de celdas las cuales en base a los elementos que las forman crean una capacidad de corriente y voltaje especifica. La batería de un automóvil eléctrico es fundamental, ya que esta determina la autonomía, la entrega de energía al motor, el peso y el diseño del automóvil.[2]

Las baterías de Ion-Litio cuentan con excelentes características de rendimiento, peso y vida útil. Destacan por la mayor densidad de energía por centímetro cubico, no presentan efecto memoria lo que permite un mayor número de ciclos de carga, pesan 4 veces menos que las baterías de plomo y tienen una mayor durabilidad que cualquier otro tipo de batería [3], sin embargo la frecuencia del rizo de la corriente que producen afecta sus expectativas de vida. Actualmente el 99% de automóviles eléctricos usan este tipo de baterías.[2]

Desde la aparición comercial de las baterías de Litio han ido ocupando un lugar, específicamente en los dispositivos móviles, desde el año 2004 los dispositivos móviles (Teléfonos, audífonos inalámbricos, bocinas inalámbricas, laptops, etc.). Las baterías para teléfonos móviles suponen el 81% del mercado global.

El campo automotriz había buscado el desarrollo de un automóvil 100% eléctrico, esto no había sido posible hasta la llegada de las baterías Ion-Litio, ya que ningún otro tipo de batería satisfacía las necesidades de autonomía y eficiencia requeridas. Las baterías de Ion-Litio han permitido el desarrollo de autos eléctricos e híbridos, esto gracias a la alta potencia, larga vida y gran capacidad de estas baterías. [4]

A continuación, se presenta una tabla mostrando modelos de automóviles eléctricos que usan baterías de litio

Tabla 1 Características de algunos automóviles eléctricos. Tomado de [5]

Modelo	Tipo de batería	Autonomía por carga	Potencia máxima	Batería
Opel Corsa-e (2020)	Ion-Litio	330 Km	136 CV	50 KWh
Peugeot e-208 (2019)	Ion-Litio	330 Km	136 CV	50 KWh
Volkswagen e-Golf (2017)	Ion-Litio	232 Km	136 CV	35.8 KWh
Nissan LEAF (2018)	Ion-Litio	220 Km	150 CV	40 KWh
BMW i3 (2018)	Ion-Litio	260 Km	170 CV	42.2 KWh
Ford Mustang Mach-E (2020)	Ion-Litio	600 Km	269 CV	68 KWh

Convertidores CD-CD

Estos convertidores pertenecen a la rama de la electrónica de potencia, la cual se encarga del procesamiento y control de la energía eléctrica mediante el uso de dispositivos semiconductores capaces de conmutar de forma controlada. Los convertidores CD-CD varían la tensión de salida con respecto a la tensión de entrada aun cuando esta tenga un valor constante [6] Por lo tanto, podrán ser usados para regular el voltaje de las baterías Ion-Litio buscando así mismo no dañar o disminuir el tiempo de vida de estas. Los cuatro tipos de convertidores analizar son:

Reductor (Buck): Permite obtener un voltaje menor respecto a la entrada sin invertir la polaridad.

Elevador (Boost): Permite obtener un voltaje mayor respecto a la entrada sin invertir la polaridad.

Reductor-Elevador (Buck-Boost): Permite obtener tensiones de salida mayores o menores con respecto a la entrada dependiendo el ciclo de trabajo. Invierte la polaridad.

Sepic: La tensión de salida puede ser mayor o menor con respecto a la entrada dependiendo al ciclo de trabajo. No invierte la polaridad.

III. Metodología

Por medio de las relaciones fundamentales que rigen el funcionamiento de los cuatro convertidores citados se realizó el cálculo de los elementos que los forman: inductores, capacitores, transistores Mosfet, diodos y resistencia para modelar la carga.

Una vez que se tuvieron diseñados los convertidores con los valores apropiados se procedió a representarlos mediante el software Multisim para analizar su funcionamiento. Se optó el uso de este software Mutisim debido a que se ha trabajado con este en diversas prácticas en la universidad y adicionalmente presenta valores muy cercanos a los que se tienen de manera física por lo que, gracias a esto es posible observar los valores y formas de ondas de corriente y voltaje altamente similares a los que se presentan en un circuito físico de cada convertidor para de esta forma determinar el convertidor CD-CD más conveniente para usar en automóviles eléctricos.

A continuación, se presentan las simulaciones correspondientes de cada convertidor, en estas se puede apreciar los voltajes de entrada y salida.

Simulacion convertidor CD-CD Buck
Entrada: 48 Volts Salida: 11 Volts

Simulacion convertidor CD-CD Boost
Entrada: 12 Volts Salida: 36 Volts

Fig. 1 Convertidor CD-CD Buck.

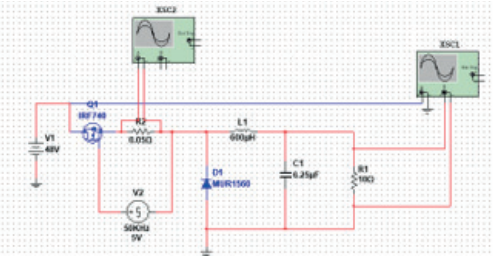


Fig.2 Convertidor CD-CD Boost.

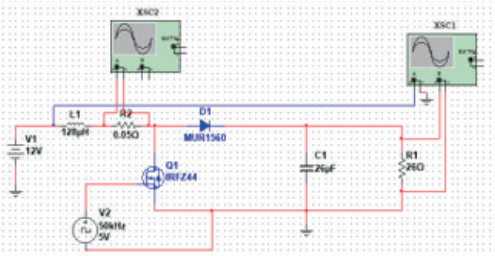
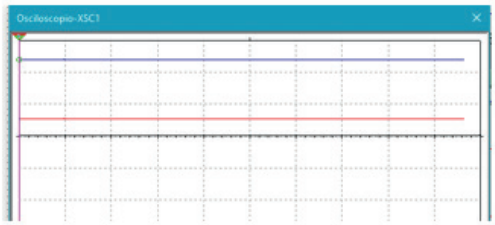
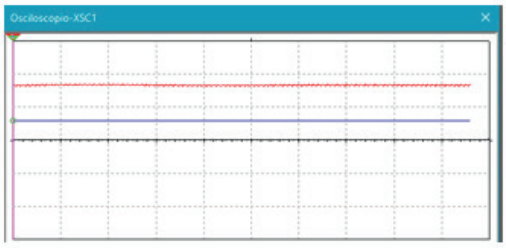


Fig. 3 Voltaje Fuente 48 volts (Azul) y voltaje a la salida (Rojo) 11 volts. Eje Y 20 volts/Div
Fig. 4 Voltaje Fuente 48 volts (Azul) y voltaje a la salida (Rojo) 11 volts. Eje Y 20 volts/Div





Simulacion Convertidor CD-CD Buck-Boost
Entrada: 24 Volts Salida: -23 Volts

Simulacion Convertidor CD-CD SEPIC
Entrada: 10 Volts Salida: 9 Volts

Fig. 5 Convertidor Buck-Boost.

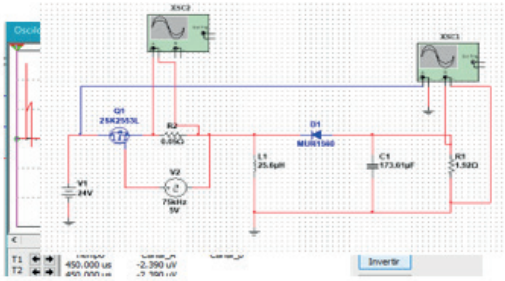
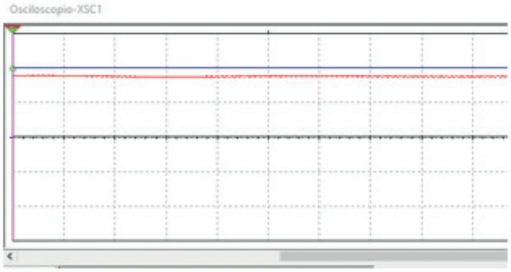


Fig.6 Convertidor Sepic.

Fig. 7 Voltaje Fuente 24 volts (Azul) y voltaje a la salida (Rojo) 23 volts. Eje Y 20 volts/Div
Fig. 8 Voltaje Fuente 10 volts (Azul) y voltaje a la salida (Rojo) 9 volts. Eje Y 5 volts/Div



IV. Resultados

Fig.9 Corriente en la fuente convertidor Buck.
Fig.10 Corriente en la fuente convertidor Boost.

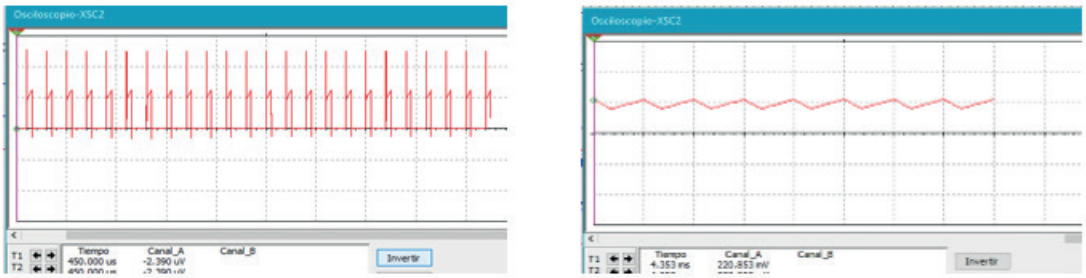
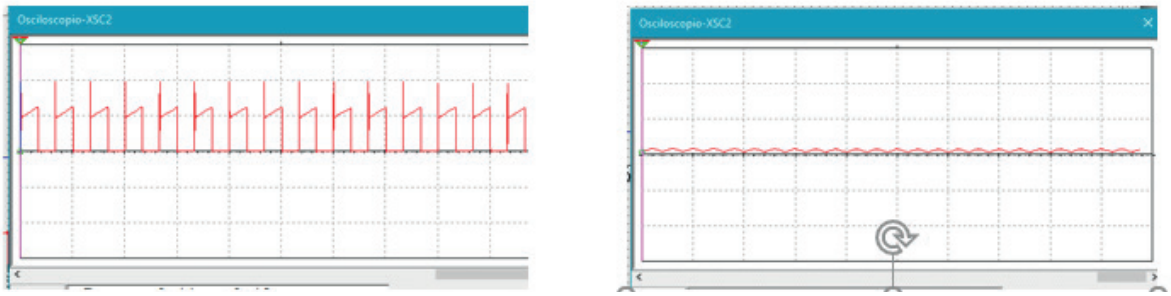


Fig. 11 Corriente en la fuente convertidor Buck-Boost.
Fig. 12 Corriente en la fuente convertidor Sepic.



V. Discusión (o análisis de resultados)

En las gráficas de Fig.9 a la Fig.12 se muestra la forma de onda de la corriente de entrada de los cuatro tipos de Convertidores CD-CD analizados. Como se puede observar cada uno de ellos presenta formas de onda diferentes, aun cuando todos presentan el funcionamiento teórico descrito. Para determinar que convertidor satisface las necesidades para la aplicación propuesta se considera tanto la forma de onda de la corriente de entrada como el valor de voltaje que se obtiene a la salida. Se observó que en los convertidores CD-CD cuyo inductor está conectado directamente a la entrada de la fuente no se presenta una corriente pulsante ya que el inductor atenúa los picos en la corriente. Sin embargo, debido a que se requiere tener a la salida tener la posibilidad de elevar o reducir el valor del voltaje, el convertidor Boost no es una opción viable, por lo tanto, el más adecuado para la aplicación propuesta será el convertidor Sepic.

VI. Conclusiones y recomendaciones

Es posible calcular los elementos eléctrico-electrónicos (inductores, capacitores, mosfet y diodos) utilizados para la construcción de un Convertidor CD-CD por medio de técnicas basadas en circuitos eléctricos. Una vez determinados, la siguiente etapa será simular su comportamiento mediante software, ya que permite predecir el funcionamiento del convertidor de una manera muy aproximada al que presenta uno implementado físicamente. En el caso del trabajo realizado el software, Multisim National Instruments.

Se verifica que no solo es importante la relación de transformación entre el voltaje de entrada y la salida, sino que también es necesario analizar las formas de onda de los voltajes y de las corrientes ya que estos pudieran dañar tanto a la fuente de entrada como a la carga a la que se conectan. En el caso de baterías de litio una corriente pulsante puede disminuir su vida útil.

Para la aplicación propuesta se encuentra que el convertidor más apropiado como interfase es el convertidor Sepic, ya que permite obtener el voltaje con las características requeridas y además la corriente no daña la fuente al no ser pulsante.

VII. Reconocimientos (o agradecimiento

Expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico de Purísima del Rincón, a la Universidad Politécnica de San Luis Potosí y sobre todo a la Dra. Ma. Guadalupe Ortiz López que sin su apoyo este trabajo sería posible.

Referencias

[1] "Global Battery Market Trends, Share, Size, Stats & Analysis 2019-2027." [Online]. Available: https://www.inkwoodresearch.com/reports/globalbattery- market/. [Accessed: 27-jun-2020].
[2] Autofácil, "¿Qué tipos de baterías para coches eléctricos existen? - Autofácil," Autofacil.es, 29-Oct-2020. [Online]. Available: https://www.autofacil.es/coches-electricos-e-hibridos/tipos-baterias-coches-electricos-existen/192306.html. [Accessed: 29-Jun-2021].
[3] Battery Systems for Electric Energy Storage Issues. Association of European Automotive and Industrial Battery Manufacturers. [Accessed jul. 01, 2021].
[4] Savoye F., Venet P., Millet M., and Groot J.: "Impact of periodic current pulses on Li-Ion battery performance" IEEE Trans. Indus. Electron., num. 59, vol. 9, 2012.
[5] "Revista de coches, Novedades Y pruebas DE COCHES. Reportajes, NOTICIAS Y artículos técnicos.," Revista de coches, novedades y pruebas de coches. Reportajes, noticias y artículos técnicos. [Online]. Available: https://www.km77.com/. [Accessed: 29-Jul-2021].
[6]D. W. Hart.; "Introducción a la Electrónica de Potencia", 1era. edición, Prentice Hall, 2008.

Diseño de una prensa hidráulica

Oscar Sebastián Martínez Rojas
Universidad Politécnica de Querétaro
Carretera Estatal 420 SN, El Marqués Querétaro CP 76240
019029528@upq.edu.mx

Julio Rojo Hernández
Universidad Politécnica de Querétaro
Carretera Estatal 420 SN, El Marqués Querétaro CP 76240
julio.rojo@upq.mx

Resumen — A lo largo del proyecto, la idea de diseñar y manufacturar una prensa hidráulica de diseño, ergonómico y práctico, que pueda replicarse dentro del país es esencial. El desarrollo del presente proyecto, muestra los planos de los principales componentes, de una prensa hidráulica con el objetivo de ejecutar las operaciones de troquelado con la calidad demandada, este punto es vital y esencial para pequeñas y medianas empresas proveedoras de la industria y puedan equiparse con equipos capaces de producir las especiaciones técnicas de la industria de autopartes, electrodomésticos, aeronáutica, etc. Este tipo de prensas, los trabajos que pueden desarrollar son: embutidos, doblez en L, doblez en U, trabajos de ensamble y desensamble.

Palabras clave — Replicable, prensa hidráulica, porta matriz, porta punzón, cilindro

hidráulico, unidad hidráulica, troquel, embutido.

Abstract — Throughout the project, the idea of designing and manufacturing a design, ergonomic and practical hydraulic press that can be replicated within the country has been essential. The development of this project shows the drawings of the main components, of a hydraulic press with the aim of executing the stamping operations with the demanded quality, this point is vital and essential for small and medium-sized suppliers of the industry and can be equipped with equipment capable of producing with the technical speciation of the auto parts, electrical appliances, aeronautics, etc. industry. This type of presses, the jobs that can develop are: sausages, L-bend, U-bend, assembly and disassembly work.

Keywords — Replicable, hydraulic press, die holder, punch holder, hydraulic cylinder, hydraulic unit, die, drawing.

I. Introducción

La elaboración de este tipo de prensa hidráulicas es de suma importancia para la elaboración de productos propios, es por ello que el proyecto tiene como objetivo realizar el diseño e ingeniería de una prensa hidráulica para pequeña y mediana industria.

II. Marco teórico

Las prensas son máquinas esenciales para la manufactura de partes, automotrices, electrodomésticos, industria eléctrica, electrónica, etc. se utilizan para elaboración de un sinnúmero de partes o ensambles, para todo tipo de industria, el trabajo diseño de una prensa hidraúlica para pruebas destructivas aplicadas a soldadura muestra un panorama del tipo de prensas y sus principales fabricantes [1] y se centra en calcular la capacidad de la prensa, para el momento que alguien se interese, es recomendable referirse a este trabajo, para la selección del cilindro hidráulico, así con la unidad hidráulica, otro punto de apoyo el prontuario de máquinas para determinar la características geométricas en el diseño y los ajustes de ensamble requeridos [2].

III. Materiales y métodos

Para el desarrollo de los planos de este trabajo, se inició con un diseño conceptual de una prensa, para posteriormente dibujar cada parte utilizando la técnica de diseño descendente. La figura 1, muestra el diseño conceptual y diseño final de la prensa hidráulica, mientras que la tabla 1 muestra la relación de componentes y los materiales.

Fig. 1. a) Diseño conceptual y b) Diseño final de la prensa hidráulica.

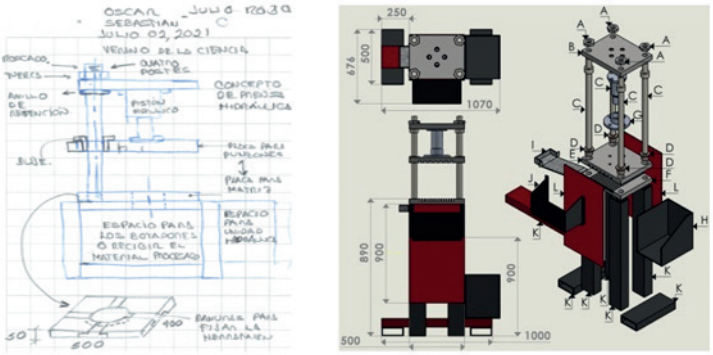


Tabla 1. Relación de componentes y los materiales

Componente	Material	Letra
Tuercas	AISI 1020	A
Placa porta cilindro	AISI 1020	B
Poste	4140T	C
Buje	Bronce -fosforado	D
Placa porta punzones	AISI 1020	E
Placa porta matriz	AISI 1020	F
Porta émbolo	AISI 1020	G
Espacio para la unidad hidráulica	Lamina A36	H
Rampa	Lamina A36	I
Caja frontal	Lamina A36	J
Estructura de apoyo	PTR - Pesado	K
Tapas	Lamina A36	L

La figura 2 placa porta punzones, su función es soportar la placa superior de un troquel o los punzones, la figura 3 placa porta matriz, tiene como función soportar la base de un troquel o una matriz, la figura 4 placa porta cilindro, tiene como función soportar el pistón en la parte superior de la prensa, cuya función es ejecutar el trabajo en el eje vertical, la figura 5 porta embolo, tiene como fin enlazar el pistón con la placa porta punzones, figura 6 a) buje y b) poste, le dan estructura a la prensa y tiene como función deslizar y guiar la placa porta punzones en el eje vertical, figura 7 tolva, tiene como función recibir recortes de material o producto terminado, figura 8 a) caja frontal y b) espacio para unidad hidráulica, tiene como función guardar la herramienta y para colocar la unidad hidráulica, como se trata de una prensa que realice troquelado de precisión, se puso énfasis en la tolerancias dimensionales y geométricas [2] para lograr una buena manufactura y en los ajustes finos [2] que permitan los movimientos verticales con la menor juego entre los componentes, con especial interés en la placa porta punzones, la cual ejecuta la función de transmitir la fuerza que transforma la lámina, la obtención de la geometría se logra cuando la lámina que se coloca entre punzón y matriz esta se deforma, obteniendo la geometría que tiene el punzón y matriz.

Fig. 2. Placa porta punzones.

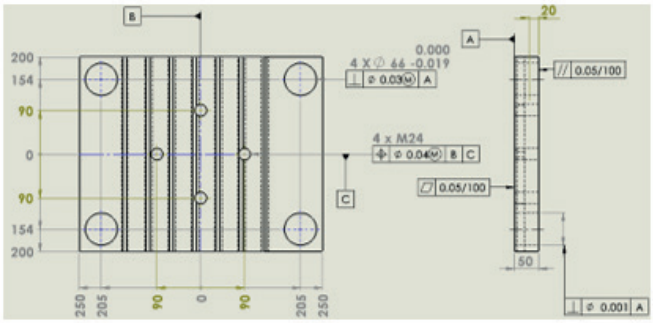


Fig. 3. Placa porta matriz.

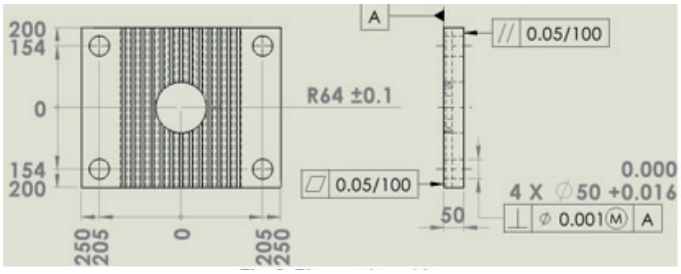


Fig. 4. Placa porta cilindro.

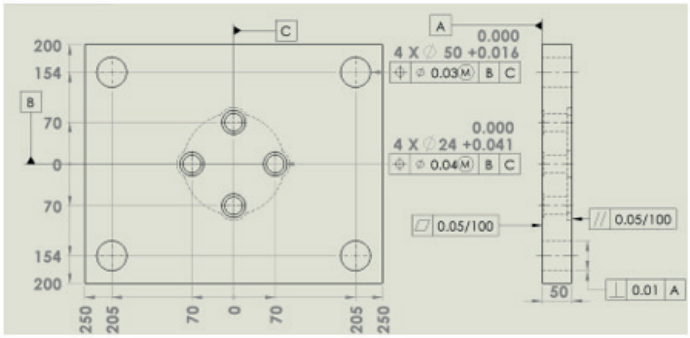


Fig. 5. Porta émbolo.

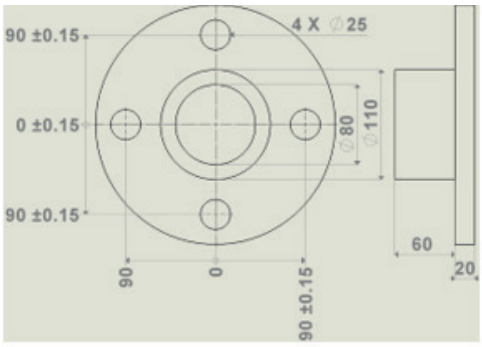


Fig. 6. a) Buje y b) Poste.

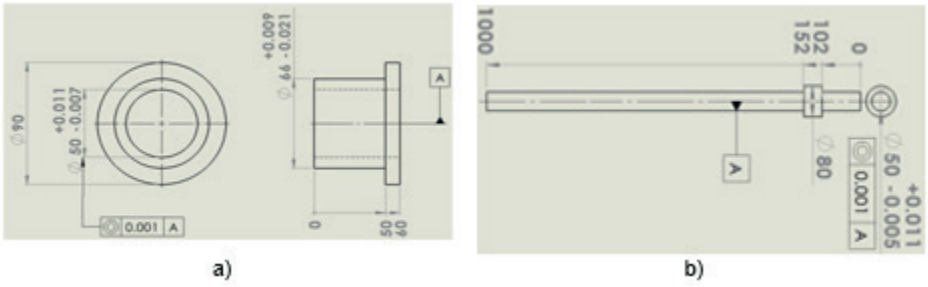


Fig. 7. Rampa.

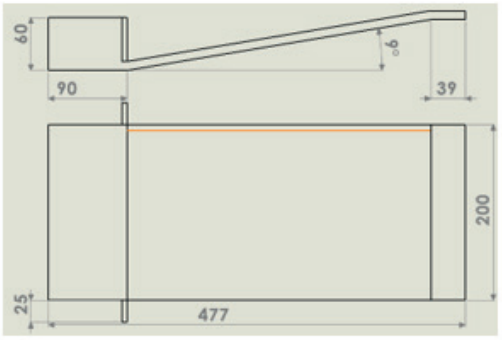
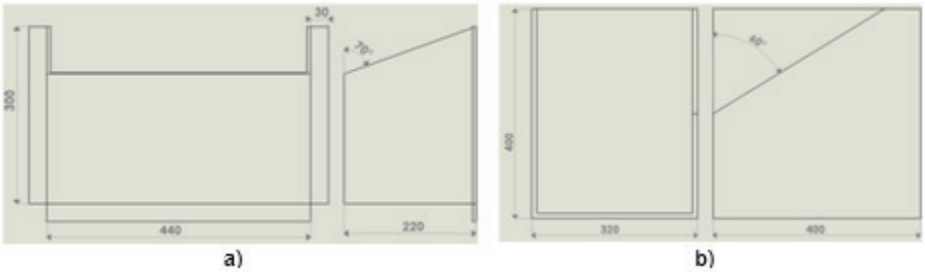


Fig. 8. a) Caja frontal y b) Espacio para la unidad hidráulica.



IV. Resultados

De acuerdo a lo planeado se presenta en la figura 1, el diseño conceptual y de la figura 2 a la figura 8 se presentan los planos de detalle que componen la prensa, para ello se puso especial énfasis en su dimensionamiento, así mismo en acotación, que se realizó tomando en cuenta el uso tolerancias dimensionales y geométricas, para garantizar un funcionamiento adecuado y los trabajos a realizar en este tipo de máquina puedan ser de precisión.

V. Discusión (o análisis de resultados)

Para lograr que muchas empresas pequeñas se inserten en la proveeduría, ya sea de la industria automotriz, aeronáutica, de electrodomésticos, electrónica, etc. requieren contar con máquinas como la diseñada, esto puede tener como beneficio logar un auto equipamiento, acorde a los presupuesto de cada empresa, por lo que este trabajo se pueden seguir perfeccionando respecto al diseño de la prensa e incursionar en modelos para tareas específicas.

VI. Conclusiones y recomendaciones

Se recomienda construir la prensa para ganar experiencia y aprender a diseñar nuestra propia maquinaria, en función de las necesidades de las pequeñas y medianas empresas. La continuación de este proyecto sería determinar la capacidad de la prensa hidráulica, selección del cilindro hidráulico y su unidad hidráulica [4].

VII. Reconocimientos

El presente proyecto se llevó a cabo gracias al interés de la Universidad Politécnica de Querétaro, por desarrollar capital humano orientado al desarrollo tecnológico e investigación, con el objeto de desarrollar talentos jóvenes.

Referencias

[1] J. E. Badillo Conde y J. D. Marino García, Diseño de una prensa hidraúlica para pruebas destructivas aplicadas a soldadura, México, 2018.
[2] N. Larburo Arrizabalaga, Máquinas prontuario técnicas máquinas herramientas, Madrid: Paraninfo, 2010.
[3] D. E. Puncochar, Interpretation of Geometric Dimensioning and Tolerencing, New York: Industrial Press Inc., 1996.
[4] U. Fawaaid, DESIGN AND FINITE ELEMENT ANALYSIS OF 100 TONS, YOGYAKARTA, 2017.

Fabricación de un andamio hecho de vidrio bioactivo/Ag para aplicaciones en tejido epitelial causadas por quemaduras

Frida Sofía Andrade Sierra
Universidad Autónoma de Querétaro
Cerro de las Campanas s/n, Santiago de Querétaro, Qro.
fandrade10@alumnos.uaq.mx

Criseida Ruiz Aguilar
Universidad Nacional Autónoma de México
Blvd. Juriquilla 3001, Santiago de Querétaro, Qro.
criseia@unam.mx

Resumen — En el presente trabajo se hace una propuesta de metodología de investigación de la fabricación de un andamio hecho de vidrio bioactivo dopado con plata para aplicaciones en tejido epitelial causado por quemaduras. Se revisaron varios artículos científicos para llevar a cabo el desarrollo de la presente propuesta, así como, se indagó en varias metodologías para la fabricación del andamio. De acuerdo a las ventajas, costos y propiedades mecánicas que confería el método de fabricación y los biomateriales se llegó a la conclusión de que la impresión 3D en biomateriales para el desarrollo del andamio es el método que cumple con los requisitos para llevar a cabo el presente proyecto.

Palabras clave — Vidrios Bioactivos, andamio, quemaduras de piel, plata.

Abstract — In the present work, a research methodology proposal is made for the manufacture of a scaffold made of silver-doped bioactive glass for applications in epithelial tissue caused by burns. Several scientific articles were reviewed to carry out the development of this proposal, as well as, several methodologies for the manufacture of the scaffold were investigated. According to the advantages, costs and mechanical properties conferred by the manufacturing method and the biomaterials, it was concluded that 3D printing in biomaterials for the development of the scaffold is the method that meets the requirements to carry out the present draft.

Keywords — , Bioactive Glasses, scaffolds, Skin burns, Silver.

I. Introducción

Las quemaduras son un importante factor de estudio de acuerdo a los resultados clínicos reportados. Existen diferentes grados de quemaduras, dependiendo del daño causado en el tejido epitelial. Esto ha llevado a desarrollar e innovar en una gran variedad de biomateriales con características hechas de acuerdo a cada tipo de quemadura y la zona en donde se encuentre el daño de la piel.

La cicatrización de heridas es uno de los temas que es comúnmente estudiado por investigadores del área de Ingeniería de tejidos, quienes buscan nuevos métodos, y fabricar biomateriales que ayuden a mejorar la calidad de vida de las personas, cuidando la integridad del paciente, evitando la formación de reacciones secundarias, y disminuyendo el dolor el paciente.

Por otro lado, se sabe que algunos cationes metálicos funcionan como agentes cicatrizantes o como antibióticos, presentando una alternativa adecuada para incorporarlos en cantidades controladas que permitan la regeneración y estimulación del tejido dañado [1].

Las infecciones constituyen actualmente la principal amenaza vital para los pacientes que superan la fase inicial de shock-resucitación tras una agresión térmica severa. Aunque inicialmente la herida cutánea ha sido el primer foco de sepsis, su importancia ha disminuido notablemente debido a los significativos avances en el manejo tópico de la quemadura, emergiendo la infección de origen pulmonar como foco séptico más relevante y pasando las complicaciones infecciosas a ser la causa de muerte más frecuente en el paciente quemado [2].

Se ha reportado que, los vidrios bioactivos pueden ser dopados con varios óxidos metálicos (Au, Ag, Cu, Mg, Ca, Mn, entre otros) con la finalidad de que proporcionen una estrategia eficaz en la administración controlada de iones metálicos en aplicaciones de curación de heridas, uno de los más utilizados para la cicatrización de heridas es la plata (Ag), ya que funciona como agente antimicrobiano [3].

Los agentes antimicrobianos a base de plata presentan una baja toxicidad del ión Ag activo para las células humanas, además de ser un biocida de larga duración con alta estabilidad térmica y baja volatilidad [4].

Debido a la resistencia de algunos fármacos en cepas bacterianas, se están buscando nuevas metodologías de tratamiento, y las poderosas propiedades antibacterianas de la plata en concentraciones bajas hacen que valga la pena seguir estudiando a este respecto.

Actualmente, una gran cantidad de productos sanitarios contienen plata, debido a su actividad antimicrobiana y baja toxicidad para las células humanas. Estos productos incluyen catéteres recubiertos de plata, sistemas de agua municipales y vendajes para heridas. También se han informado en la literatura películas, textiles, recubrimientos compuestos y dendrímeros antimicrobianos que contienen plata [5].

En la presente investigación se hizo una búsqueda de información en el estado de arte, para proponer una metodología de fabricación de un andamio hecho de vidrio bioactivo y doparlo con plata para aplicaciones en tejido epitelial.

II. Marco teórico

A. Ingeniería de Tejidos

Es un campo que estudia y aplica los principios de la medicina regenerativa, para fabricar biomateriales que mejoren la funcionalidad y estructuras de tejidos biológicos dañados. Hay muchos tipos de biomateriales que ayudan a la cicatrización de heridas, unos de ellos son los vidrios bioactivos, que son materiales biocompatibles con diferentes composiciones químicas y se han usado en el pasado para diversas aplicaciones biomédicas [6].

B. Vidrios Bioactivos

Los vidrios bioactivos son biomateriales cerámicos que han tenido una amplia gama de aplicaciones ortopédicas como sustitutos de tejidos óseos, recubrimientos de prótesis metálicas para aplicaciones que permitan la esti-

mulación de regeneración ósea, mediante la osteoinducción celular, facilitando el crecimiento y la proliferación celular en andamios para aplicaciones en la ingeniería de tejidos.
Los productos químicos como consecuencia de la disolución de los vidrios bioactivos ayudan a la cicatrización de heridas. Además, cuando un vidrio bioactivo es dopado con cationes metálicos adquieren propiedades antibacterianas y antimicrobianas cuyo objetivo es prevenir la infección y así acortar la fase inflamatoria de la cicatrización de heridas. Se suma además, el potencial de los vidrios bioactivos para estimular la angiogénesis (que permite el restablecimiento del suministro de sangre en un área lesionada) [3].
Los vidrios bioactivos más comunes son los que están hechos a base de silicato y de fosfato. Los SG bioactivos han generado un interés significativo para las aplicaciones de regeneración de tejido óseo. Cuando se exponen en fluidos fisiológicos in vitro, forman una capa superficial de hidroxicarbonato apatita (HCA) que tiene la capacidad de crear un enlace directo con el hueso a través de interacciones con el colágeno sintetizado por los osteoblastos (células formadoras de hueso) [7].
El comportamiento biológico de los vidrios depende de la proporción relativa de enlaces puente de oxígeno. Aunque los SG han tenido un gran éxito en muchas aplicaciones clínicas, se han planteado dudas sobre su degradación a largo plazo. Además, se requiere una solubilidad más rápida en aplicaciones de cicatrización de heridas. Las limitaciones asociadas con los SIG han llevado a una investigación continua de nuevos materiales para la reparación de defectos óseos.
Los vidrios solubles a base de fosfato (PG) son un ejemplo de uno de estos materiales: proporcionan un rango diverso de solubilidad y pueden predecirse y controlarse alterando la composición del vidrio [9-11].
Los vidrios bioactivos a base de silicato y fosfato son un interesante conjunto de materiales para aplicaciones de cicatrización de heridas, especialmente cuando están dopados con óxidos metálicos antibacterianos como Ga2O3, Ag2O y CuO.
Además, se ha demostrado que los vidrios bioactivos y solubles mejoran la angiogénesis, un proceso que es fundamental en las aplicaciones de cicatrización de heridas.
C. Impresión 3D
Las tecnologías y el desarrollo de las impresiones 3D ha ido evolucionando y mejorando exponencialmente en los últimos años por su versatilidad, bajo costo y rápida creación de prototipos. Los avances más significativos en el área de los biomateriales es crear prototipos con diferentes compuestos mezclados y/o en capas con características de funcionalidad variable.
De hecho, en el área del diseño y la producción de compuestos, la impresión 3D representa una tecnología con un potencial inmenso, que brinda ventajas tanto en prototipos simples y rápidos de bajo costo con respecto a los métodos tradicionales para la fabricación de biomateriales [4].
Las propiedades reportadas en andamios obtenidos por impresión 3D de biomateriales para aplicaciones biomédicas, incluyen la biocompatibilidad, la resistencia mecánica y en algunos casos aplica la biomimética con las estructuras tisulares [4].

III. Metodología

Se realizó una revisión bibliográfica de diferentes artículos científicos empezando por vidrios bioactivos y sus aplicaciones en campos de la biomédica. Se encontraron aplicaciones de: Cicatrización de heridas: énfasis en los efectos de los productos de disolución de iones de los vidrios bioactivos, Reparación de nervios periféricos y médula espinal, Ingeniería del tejido del músculo esquelético y reparación de ligamentos, Implantes oculares, Córnea artificial, Implantes orbitarios, Retina artificial, Tratamiento de enfermedades del oído, Tratamiento del cáncer de hígado y aplicaciones de vidrios radiactivos, Embolización de fibromas uterinos, Liberación de fármacos

y Reconstrucción de Tejido óseo.
Una vez teniendo investigación suficiente sobre diversas aplicaciones se enfocó el tema en la parte de cicatrización de heridas por quemaduras y la prevención de infecciones dopando los vidrios bioactivos de algún catión metálico.
Después de la revisión de varios artículos de vidrios bioactivos dopados con cationes metálicos, obtener las ventajas y desventajas de cada uno se prosiguió a elegir con el catión que se dopará el andamio del trabajo, el cuál fue plata. Desde este punto la investigación se centró en analizar los trabajos de vidrios bioactivos dopados con plata para la cicatrización de heridas.

IV. Resultados

Los resultados presentados son de los artículos que generaron mayor interés para la investigación del presente trabajo.
En un estudio de [12] se encontró que los apósitos de plata (Acticoat-7, Actisorb Silver, Contreet Foam, Aquacel Ag y Flamazine) son seguros para su uso en la terapia de heridas crónicas cómo úlceras diabéticas y quemaduras. El exceso de iones de plata está ligado por el exudado de la herida y las escamas de la herida como mecanismo protector. No es probable que los apósitos de liberación de plata produzcan heridas libres de gérmenes. Se necesitan más estudios para examinar la posible resistencia a la plata.
El vidrio bioactivo ha encontrado una amplia aplicación como material de injerto ortopédico y dental y, más recientemente, también como andamio de ingeniería de tejidos. En [13] investigaron las propiedades antibacterianas in vitro de una nueva composición de vidrio bioactivo dopado con Ag2O denominado AgBG. Las propiedades bacteriostáticas y bactericidas de este nuevo material de vidrio bioactivo, se han estudiado utilizando Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa y Staphylococcus aureus como microorganismos de prueba. Se encontró que concentraciones de AgBG en el intervalo de 0,05 a 0,20 mg de AgBG por ml de medio de cultivo inhibían el crecimiento de estas bacterias. AgBG no solo fue bacteriostático, sino que también provocó una rápida acción bactericida. Se produjo un efecto bactericida completo dentro de las primeras horas de incubación a concentraciones de AgBG de 10 mg ml.
En [11], se investigó una gama de vidrios a base de fosfato (PBG) dopados con plata por sus actividades antimicrobianas. En ensayos de difusión en disco, estas composiciones demostraron efectos microbiostáticos contra una variedad de organismos que incluyen Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Bacillus cereus, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus resistente a meticilina y Candida albicans.
Se ha reportado que los vidrios a base de fosfato que contienen plata reducen el crecimiento de biofilms de Pseudomonas aeruginosa y Staphylococcus aureus, que son las principales causas de infecciones nosocomiales. Se encontró que las tasas de degradación del vidrio (1,27 a 1,41 g mm2 h1) y la correspondiente liberación de plata explican la variación en el efecto inhibidor del crecimiento de biopelículas [14].

V. Conclusiones

La biocompatibilidad de los materiales y su funcionalidad está suficientemente sustentada para poder continuar con el proyecto, hay aún un gran campo de mejoras en los que puede seguir creciendo el desarrollo de mejores materiales para el tratamiento de heridas. Es importante recalcar que la impresión 3D ayudará a optimizar el tiempo y los recursos para el desarrollo de los andamios, así como la plata permitirá evitar la formación de organismos patógenos, que impidan una adecuada regeneración epitelial.

VI. Reconocimientos

Quiero agradecer a mi familia por todo el apoyo que me han dado durante mi carrera profesional y sobre todo a impulsarme a seguir realizando más metas a pesar de las dificultades que la pandemia ha generado. A mi asesora del Verano, la Dra. Criseida por instruirme en el mundo de los biomateriales y dejar volar mi mente con tantas ideas del futuro de la investigación y a mi Universidad por abrir oportunidades para que los jóvenes sigan involucrados en el mundo de la ciencia y desarrollo de la tecnología.

Referencias

[1] Salvador Sanz, J. F., Novo Torres, A., Lorda Barraguer, E., Castillo, F., Torra i Bou, J. E., & Torregrosa Ramos, M. J. (2011). Estudio comparativo de efectividad de un apósito de plata nanocristalina frente a sulfadiazina argéntica en el tratamiento de pacientes quemados. Cirugía Plástica Ibero-Latinoamericana, 37(3), 253-266.
[2] Castillo D., P. (2018). Quemaduras. Conceptos para el médico general. Cuadernos de Cirugía, 17(1), 58-63. doi:10.4206/cuad.cir.2003.v17n1-10.
[3] Mohammadi, M. S., Stähli, C., & Nazhat, S. N. (2011). Bioactive glasses for wound healing. In Bioactive Glasses (pp. 246-266). Woodhead Publishing.
[4] R28 Wren, A. W., Coughlan, A., Hassanzadeh, P., & Towler, M. R. (2012). Silver coated bioactive glass particles for wound healing applications. Journal of Materials Science: Materials in Medicine, 23(5), 1331-1341
[5] Abou Neel, E. A., Ahmed, I., Pratten, J., Nazhat, S. N., & Knowles, J. C. (2005). Characterisation of antibacterial copper releasing degradable phosphate glass fibres. Biomaterials, 26(15), 2247-2254.
[6] Dalia Solano.. (2021). Ingeniería de tejidos.. 30 de Junio del 2021, de Dispositivos Médicos CANFARA Sitio web: https://dispositivosmedicos.org.mx/ingenieria-de-tejidos/
[7] Hench L. L. and West J. K. (1996), 'Biological applications of bioactive glasses', Life Chemistry Reports , 13, 187.
[8] Gao H., Tan T. and Wang D. (2004), 'Effect of composition on the release kinetics of phosphate controlled release glasses in aqueous medium', Journal of Controlled Release , 96(1), 21–28.
[9] Franks K., Abrahams I. and Knowles J. C. (2000), 'Development of soluble glasses for biomedical use Part I: In vitro solubility measurement', Journal of Materials Science: Materials in Medicine , 11(10), 609–614.
[10] Abou Neel E. A. and Knowles J. C. (2008), 'Physical and biocompatibility studies of novel titanium dioxide doped phosphate-based glasses for bone tissue engineering applications', Journal of Materials Science: Materials in Medicine , 19(1), 377–386.
[11] Ahmed, I., Ready, D., Wilson, M., & Knowles, J. C. (2006). Antimicrobial effect of silver-doped phosphate-based glasses. Journal of Biomedical Materials Research Part A: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials, 79(3), 618-626.
[12] Lansdown, A. B. G., Williams, A., Chandler, S., & Benfield, S. (2005). Silver absorption and antibacterial efficacy of silver dressings. Journal of wound care, 14(4), 155-160.
[13] Bellantone, M., Williams, H. D., & Hench, L. L. (2002). Broad-spectrum bactericidal activity of Ag2O-doped bioactive glass. Antimicrobial agents and chemotherapy, 46(6), 1940-1945.
[14] Ahmed, I., Ready, D., Wilson, M., & Knowles, J. C. (2006). Antimicrobial effect of silver-doped phosphate-based glasses. Journal of Biomedical Materials Research Part A: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials, 79(3), 618-626.
[15] Valappil, S. P., Knowles, J. C., & Wilson, M. (2008). Effect of silver-doped phosphate-based glasses on

bacterial biofilm growth. Applied and environmental microbiology, 74(16), 5228-5230.
[16] Moss, R. M., Pickup, D. M., Ahmed, I., Knowles, J. C., Smith, M. E., & Newport, R. J. (2008). Structural characteristics of antibacterial bioresorbable phosphate glass. Advanced Functional Materials, 18(4), 634-639.
[17] Mohammadi, M. S., Stähli, C., & Nazhat, S. N. (2011). Bioactive glasses for wound healing. In Bioactive Glasses (pp. 246-266). Woodhead Publishing.
[18] Wren, A. W., Coughlan, A., Hassanzadeh, P., & Towler, M. R. (2012). Silver coated bioactive glass particles for wound healing applications. Journal of Materials Science: Materials in Medicine, 23(5), 1331-1341.

Evaluación de técnicas OSINT y de inteligencia artificial para la implementación de una plataforma de análisis delictivo

Haim Guel Quiroz
Universidad Politécnica de San Luis Potosí
Urbano Villalón #500, Col. La Ladrillera C.P. 78363 San Luis Potosí, S.L.P.
161354@upslp.edu.mx

Rafael Llamas Contreras
Universidad Politécnica de San Luis Potosí
Urbano Villalón #500, Col. La Ladrillera C.P. 78363 San Luis Potosí, S.L.P.
rafael.llamas@upslp.edu.mx

Resumen — En este trabajo se presenta una propuesta de plataforma que permita a través de una sola interfaz web la integración de varias herramientas OSINTpara la búsqueda de información, adicionalmente para la consulta de la información de proponer la creación de un BOT para el programa de mensajería Telegram. Para potenciar el análisis de la información y clasificación de datos relevantes se propone la aplicación de algunos conceptos de machine learning.

Palabras clave — OSINT, Ciberinteligencia, Machine Learning.

Abstract — In this work, a platform proposal is presented that allows, through a single web interface, the integration of several OSINT tools to search for information, additionally to consult the information to propose the creation of a BOT for the Telegram messaging program. To enhance the analysis of information and classification of relevant data, the application of some machine learning concepts is proposed.

Keywords — OSINT, Cyberintelligence, Machine Learning.

I. Introducción

Debido al gran incremento exponencial de información en internet en los últimos años, las redes sociales han acumulado una enorme cantidad de datos sobre las personas, quienes son usuarios registrados activamente en su plataforma. Por ende, el uso de esta información publica en internet puede ser visible a todo publico reiterando las normas y privacidad de cada aplicación independiente y, a consecuencia de lo anteriormente mencionado, grupos delictivos rastrean y hacen seguimiento de sus víctimas en internet de forma anónima para la planificación de actos delictivos.

Actualmente se cuentan con técnicas y herramientas en internet para el rastreo de información personal también

llamadas inteligencia de fuentes abiertas (OSINT). Dichas técnicas y herramientas para la recopilación y análisis de información son cada vez más populares y son un aspecto clave de la seguridad de la información. Dicho esto, con ayuda de los lenguajes de programación y modelos de inteligencia artificial podemos recrear una herramienta personalizada en línea para el seguimiento de información en internet mediante un dato de entrada, del cual es brindada por el usuario final mediante una imagen en cualquier formato, número telefónico o nombres de usuarios a buscar. Con el uso de los modelos de inteligencia artificial podemos potenciar, clasificar y filtrar las búsquedas para conseguir un contexto más amplio de la persona a investigar.

Nuestro campo de acción serás las tres primeras plataformas web de redes sociales más famosas en internet, de las cuales son Facebook, Twitter e Instagram. Estas mismas plataformas nos brindan herramientas de desarrollo para la obtención de datos de los usuarios activos además de sus estadísticas de publicaciones frecuentes y personas relacionadas. Por el contrario, para obtener información de números telefónicos y la búsqueda inversa de imágenes se recurrieron a plataformas externas que nos brindan igualmente herramientas de desarrollo para la obtención de datos relacionas con dichos teléfonos o imágenes.

II. Marco teórico

Una API es una herramienta de desarrolladores para desarrolladores con el fin de simplificar la programabilidad de la plataforma que se esté creando y generalmente son abiertas al público también llamadas herramientas Open Source [5].

Las herramientas que se mencionan a continuación que se utilizarán para las peticiones de los servidores de las redes sociales fueron filtradas y analizadas para encontrar la más conveniente en cuanto a la accesibilidad que nos brinda al integrarlo con la plataforma personalizada. Por ende, las herramientas seleccionadas serás descritas de forma general a continuación.

A. NumVerify

Es una herramienta pública que describe el origen del número telefónico ingresado, así como su ciudad de origen y la compañía en la que este pertenece, internamente nos ofrece una API creada por los mismos desarrolladores de esta plataforma. Para usar la API debemos registrarnos gratuitamente en su página web, al tener la cuenta activa, este te brinda las credenciales de acceso para poder consumir la API en la plataforma web. Ya con la llave de acceso podemos programar la aplicación, solo haciendo uso de la API nos entregará la información en formato JSON que es donde describe las características.

B. Graph API

La Graph API representa la información de Facebook de una forma organizada donde existen tipos de elementos con información que los compone (usuarios, posts, fotos, eventos, etc.) y conexiones entre todos ellos (amigos, feed, fotos y álbumes, etc.). Facebook ha adoptado el modelo de datos Json y ha pasado a generar las peticiones mediante URLs muy simples. Cualquier web puede "socializarse" sin grandes conocimientos. Vamos a ver florecer botones de "Me gusta" en multitud de blogs y comentarios añadidos en cualquier parte de webs con escaso desarrollo. Los procesos con usuarios se vuelven más sencillos, lo que permite a más webs adaptarse a Facebook e integrarlo totalmente en sus sistemas.

B. Tweetpy

Los desarrolladores en GitHub han creado esta herramienta que implica en obtener información de la red social de Twitter y gracias a que es de código abierto, podemos hacer uso de esta herramienta para hacer los análisis de los perfiles activos en esta plataforma. Para hacer uso de estas herramientas se requieren de varias llaves de autenticación para poder usar la herramienta apropiadamente. Requiere de menos experiencia al programar ya que la API nos brinda las herramientas necesarias para poder ejecutar funciones y nos brinda la mejor información

que nos sea posible, además de que es adaptable tanto a plataformas web como aplicaciones personalizadas sin el uso de un navegador.
C. Instagram Scraper
Esta herramienta nos da las opciones de ejecutar funcionalidades desde cualquier dispositivo y usando solo un lenguaje. Así como las demás herramientas antes mencionadas, requerimos de permisos especiales para hacer uso de esta herramienta. Con ellas en mano se importa directamente en el código.

III. Materiales y métodos

Para la creación de la plataforma web y el Bot en Telegram requirieron de 3 etapas para dar las condiciones iniciales y requerimientos de la aplicación durante el proceso de desarrollo
a) Etapa de requerimientos del software para el desarrollo y propuesta maquetación de la plataforma web, así como las rutas de vistas, formato del tipo datos extraídos y funcionalidades de la página en general.
b) Filtrado y análisis de datos usando métodos estadísticos[2].
c) Evaluación de herramientas de machine learning e Inteligencia artificial, para la clasificación de datos filtrados por ambas entidades.[3]
d) Recopilación y modelado de visualización de datos obtenidos para mejor visualización de las conclusiones que obtuvo la entidad.
La propuesta de maquetación se muestra en la ilustración 1 e ilustración 2.

IV. Análisis de resultados

A lo largo del desarrollo se ha cumplido la expectativa sobre la obtención de información de cada sección de la plataforma de forma individual. El algoritmo de inteligencia artificial usada para la clasificación de información obtenida requiere de alto nivel de procesamiento, ya que podemos obtener publicaciones en las cuales podemos encontrar texto, imágenes, videos entre otro formato de información, por lo que solo usando una red neuronal multicapa resulta efectiva solo si se trata de grandes cantidades de información. Por lo que resulta más efectivo su clasificación usando perfiles con mayor escala de datos a lo largo del tiempo.
Las entradas para la obtención de la búsqueda inversa de imágenes o de números telefónicos solo requiere que software que compare con los datos que obtuvo de las búsquedas anteriores a la información captada por la búsqueda en redes sociales, por lo que es necesario que estas dos características se fusionen para tener otro punto de vista sobre la clasificación de los usuarios en internet.

V. Conclusiones y recomendaciones

En este proyecto se implementaron varias herramientas para el uso de información de aplicaciones externas, por lo cual, se pueden realizar análisis con fines distintos a la seguridad informática, por lo que el uso de estas herramientas podría potencializar la usabilidad de las tecnologías de información en grandes corporativos en sus diferentes áreas de trabajo.
Con el fin de demostrar concientización de la seguridad de nuestra información pública en las redes sociales, así como plataformas de terceros, se ha vuelto un papel importante para el análisis de nuestros hábitos a gran escala.

VI. Agradecimientos

Damos nuestros mas sinceros agradecimientos a la universidad Politécnica de San Luis Potosí por brindarnos las oportunidades para buscar e investigar en sus instalaciones además del uso de la biblioteca virtual en línea para la accesibilidad de las referencias bibliográficas que se nos presentan.

Referencias

[1] Chauhan S, Panda K (2015) Open source intelligence and advanced social media search. Hacking web intelligence open source intelligence and web reconnaissance concepts and techniques. Elsevier, pp. 15–32. ISBN: 978-0-12-801867-5
[2] Clark RM (2004) Intelligence analysis: a target-centric approach. CQ Press, Washington, DC
[3] OSINT Framework. (2010, 2 septiembre). OSINT Framework. https://osintframework.com/
[4] OSINT Framework: Dónde buscar datos de tus objetivos. (2016, 25 mayo). UN INFORMÁTICO EN EL LADO DEL MAL. https://www.elladodelmal.com/2016/05/osint-framework-donde-buscar-datos-de.html
[5] Fernández, Y. (2019, 23 agosto). API: qué es y para qué sirve. Xataka. https://www.xataka.com/basics/api-que-sirve

Integración de redes de agua con cogeneración energética para lograr cero emisiones en la industria cervecera

Esli Jhoana Serrano Muñoz
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato - Silao km 12.5 Colonia El Copal Irapuato, Gto.
.LIS18111858@irapuato.tecnm.mx

Dra. Alicia Román Martínez
Universidad autónoma de San Luis Potosí
Facultad de ciencias químicas
Ingeniería de bioprocesos
Álvaro Obregón #64, Col. Centro, C.P. 78000 San Luis Potosí, S.L.P. México
alicia.romanm@uaslp.mx

Resumen — En el siguiente trabajo se presenta la integración de redes de agua con cogeneración energética para lograr la disminución de las emisiones en la industria cervecera. Para ello, se hace uso de una serie de operaciones para disminuir los contaminantes que son generados en las industrias, un ejemplo de estas es la industria cervecera que, debido a su demanda ha afectado al medio ambiente por los contaminantes que emite, para ello se pretende hacer uso de la reingeniería de procesos con la finalidad de encontrar áreas de mejora así como emplear nuevas tecnologías que nos ayuden a reducir las emisiones con el propósito de reducir la generación de contaminantes y aprovechar de una manera eficiente recursos que se encuentren disponibles.

Palabras clave — Cogeneración, reingeniería, emisiones.

Abstract — The following work presents the integration of water networks with energy cogeneration to achieve the reduction of emissions in the brewing industry. For this, a series of operations is used to reduce the pollutants that are generated in the industries, an example of these is the brewing industry, which, due to its demand, has affected the environment due to the pollutants it emits. intends to make use of process reengineering in order to find areas for improvement as well as to use new technologies that help us reduce emissions in order to reduce the generation of pollutants and efficiently take advantage of available resources.

Keywords — Cogeneration, reengineering, emissions.

I. Introducción

Una de las mayores problemáticas que existen a nivel mundial es la contaminación ambiental. Las actividades que más contribuyen a ello son los procesos industriales, ya que usualmente generan corrientes residuales que no son tratadas adecuadamente. En los últimos años en algunos países, se han intensificado los esfuerzos para disminuir e incluso reducir a cero la generación de contaminantes dentro de las industrias, caso que no ha sucedido en México con éxito. Una manera de lograrlo, es hacer uso de la reingeniería de procesos, que consiste en una revisión del proceso para detectar áreas de mejora y aprovechar de manera más eficiente los recursos disponibles. La demanda del consumo de cerveza ha aumentado la producción y esto a su vez ha afectado al medio ambiente por las emisiones de gases de combustión y los residuos que son generados por la industria cervecera. Debido a la creciente demanda de la bebida se debe de optar por utilizar nuevas tecnologías que ayuden a obtener cero emisiones y de esta manera poder reducir el impacto ambiental generado por las plantas productoras de cerveza. Por esta razón, es necesario apoyarse en metodologías de rediseño que integren el uso de redes de agua con cogeneración energética para lograr la máxima reducción de emisiones en la industria cervecera.

II. Marco teórico

Para poder identificar las emisiones generadas por la industria cervecera, es necesario conocer y realizar un análisis de cada una de las etapas del proceso de elaboración de la bebida.

El proceso general de la elaboración de cerveza se puede resumir de la siguiente manera:

Molienda: Es la trituración de los granos de la malta para preparar la materia prima de la maceración.

Maceración: Es un proceso de extracción sólido-líquido. La maceración tiene como objetivo disolver las sustancias que se formaron en el malteado, transformar el almidón en azucares más simples como la glucosa y disolver sustancias solubles de la malta.

Filtración: Después de la maceración es necesario filtrar el mosto. El producto de la maceración es filtrado para poder separar el mosto de los restos insolubles generados. Dichos restos insolubles se pueden aprovechar para generar biogás.

Cocción: El mosto obtenido de la filtración es sometido a ebullición junto con el lúpulo. En esta cocción se extraen los compuestos aromáticos y amargos del lúpulo, además llevada a cabo la inactivación de las enzimas, y la esterilización del mosto.

Clarificación: En esta parte del proceso el mosto hervido es sometido a la separación de las proteínas, usando la precipitación y decantación.

Enfriamiento: El mosto hervido debe de ser enfriado para que se pueda llevar a cabo la fermentación. Esto es necesario ya que la levadura tiene una temperatura optima de crecimiento que oscila entre 20 a 25 °C (Castro, et al. 2003).

Fermentación: Los carbohidratos presentes en el mosto son convertidos en alcohol y dióxido de carbono por acción enzimática de la levadura. La fermentación se divide en dos partes:

1. La reproducción de la levadura, que consiste en un proceso aeróbico que aumenta la cantidad de levadura.
2. Fermentación: Proceso anaeróbico en el cual se lleva a cabo la producción de alcohol etílico y dióxido de carbono por acción de la levadura.

Maduración: Es la estabilización de la cerveza posterior a la fermentación. En esta etapa la cerveza es enfriada y almacenada en un tanque para lograr desarrollar el sabor.

Filtración: La cerveza madura debe de ser filtrada para poder retirar la levadura, los compuestos nitrogenados residuales e insolubles.

Carbonatación: Si la cerveza no cumple con la concentración de carbónico estándar se le inyecta en esta etapa.

Estabilización microbiológica: La cerveza debe de pasar por una estabilización microbiológica para que mantenga sus propiedades por mayor tiempo. Esta estabilización generalmente es por medio de pasteurización. Este proceso puede ser antes o después del envasado.
Si la pasteurización es antes del envasado, esta es llevada a cabo por intercambiadores de calor que suben o bajan la temperatura de la cerveza para pasteurizarla (Serra, 2017).
De tal manera, si la pasteurización es después del llenado, las latas o botellas se someten a baños de agua con diferentes temperaturas; las botellas o latas de cerveza primero se someten a temperaturas crecientes hasta llegar a la temperatura de pasteurización, después se utilizan temperaturas decrecientes para enfriar las botellas o latas.
Envasado: La cerveza es envasada en barriles de acero inoxidable, botellas de vidrio o latas de aluminio. Dichos recipientes son previamente lavados y sanitizados.
Distribución: La cerveza embotellada y etiquetada es empacada para su pronta distribución y posteriormente el consumo del cliente.

III. Materiales y métodos

En este proyecto de investigación se recopilo la mayor cantidad de información, para poder implementar una mejora en los procesos de producción de cerveza a nivel industrial; que básicamente consistió en la definición del problema, generación de opciones, evaluación de las opciones e identificación de la mejor propuesta.
La metodología consta de las siguientes 5 etapas:
a) Identificación del problema:
1. Recolectar información referente a consumo energético y emisiones en una industria cervecera (caso base).
2. Recolectar información que pueda ser útil para la mejora del proceso de producción de cerveza a nivel industrial.
3. Identificar las posibles soluciones al integrar redes de agua.
4. Realizar un diagrama de flujo.
5. Simulación del proceso.
b) Análisis de cuello de botella:
1. Análisis de cuellos de botella.
2. Análisis de las necesidades de mejora del proceso.
3. Integración de redes de agua al proceso para cogeneración energética.
4. Generación de superestructura.
5. Superestructura.
6. Búsqueda de todas las opciones posibles.
c) Análisis del modelo propuesto por la simulación:
1. Análisis cuestiones ambientales, costo y operativas.
d) Plantear problema de mejora del proceso:
1. Investigar cómo se puede rediseñar el proceso para mejorar.
2. Formulación y solución del problema.

IV. Resultados

La simulación de la integración energética y de los tratamientos de los efluentes líquidos generados, se realizaron en el simulador “SuperPro Designer”, versión 9.0.
La figura 1 muestra las simulaciones del tratamiento biológico con lodos activados de los efluentes 1 y 2 generados. La figura 2 muestra la integración de energía.

Fig. 1. Simulación de las PTARs (Los dos tratamientos tienen las mismas configuraciones, pero diferentes valores de las variables de diseño)

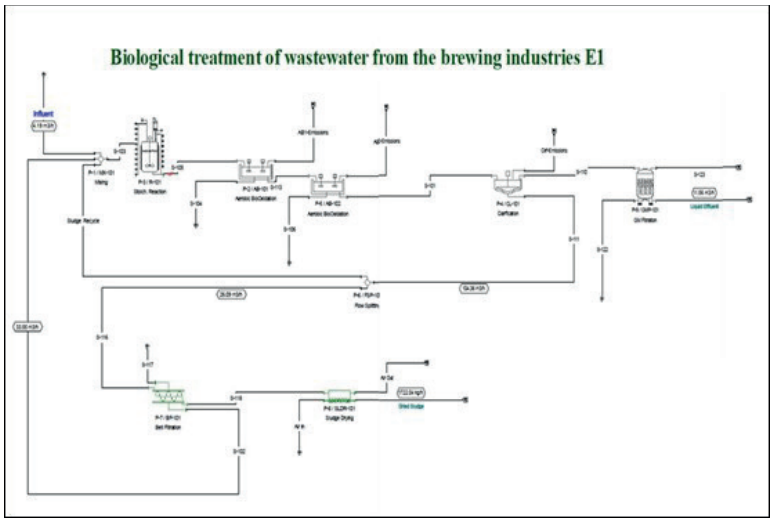
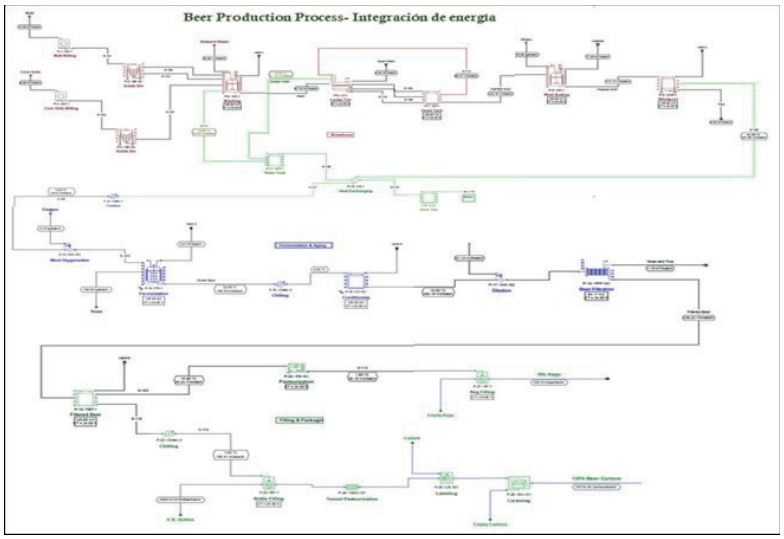


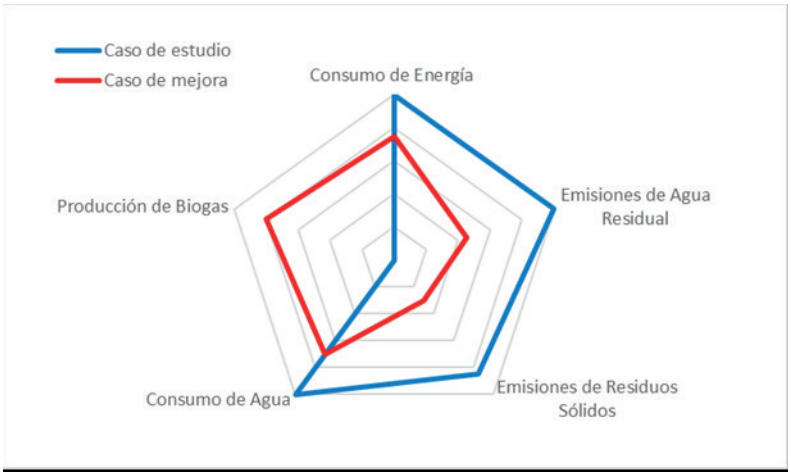
Fig. 2. Simulación con integración de energía del proceso de producción de cerveza.



La simulación de la integración de energía en el proceso de producción de cerveza arrojó datos buenos para este proyecto comparados con los datos del caso de estudio.

En la figura 3 se muestra la comparación entre los resultados del caso de estudio y del caso mejorado. Se puede observar que el diseño obtenido en este proyecto terminal reduce el consumo de energía, las emisiones de agua residual y residuos sólidos. Además, el caso mejorado incorpora la producción de biogás que permite disminuir los residuos sólidos generados.

Fig. 3. Comparación entre el caso de estudio y el caso de mejora.



V. Conclusiones y recomendaciones

La metodología desarrollada propuesta y aplicada a la reingeniería de proceso de producción de cerveza, muestra resultados favorables en la implementación de las mejoras.

La simulación del tratamiento de los efluentes fue efectiva ya que se logra la reducción de los componentes contaminantes, y es factible recircular el agua tratada al sistema para ser usada como agua de servicio. Esto reduce la principal emisión de efluentes a cero, ya que los sólidos totales también pueden ser materia prima para la producción de biogás. La simulación de la integración de energía en el rediseño de plantas disminuye un 22% la energía requerida en el proceso. Esto a su vez reduce el uso de combustible fósil en la industria cervecera. Es importante la implementación de alternativas que reduzcan la contaminación ambiental emitidas por la industria, la simulación de procesos dentro de un enfoque de ingeniería sistemática de procesos nos da un panorama acertado de lo que puede pasar en la vida real. Este trabajo nos sirve de modelo para buscar e implementar nuevas formas de mejora ante situaciones como estas y de otra índole.

VI. Reconocimientos (o agradecimientos)

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y al Instituto Tecnológico Nacional de México por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de este verano.

Referencias

[1] Alayu, E., Yirgu, Z. (2018). Advanced technologies for the treatment of wastewaters from agro- processing industries and cogeneration of by-products: a case of slaughterhouse, dairy and beverage industries. International Journal of Environmental Science and Technol, 15(9), 1581-1596.

[2] Dumbliauskaite, M., Becker, H., Maréchal, F. (2010). Utility Optimization in a Brewery Process Based on Energy Integration Methodology. Industrial Energy Systems Laboratory (LENI). 1-8.

[3] Fernández, M., (2020). Cogeneración, una herramienta para una transición energética ordenada. Ciencia al descubierto. 18-24

[4] Castro, F., (2003). Estudio de los residuos industriales líquidos y evaluación de las alternativas de mejora para la Industria Cervecera Valdivia. (Tesis de licenciatura). Universidad Austral de Chile.

[5] González, M. (2018). Estudio de impacto ambiental elaboración de cerveza artesanal. (Tesis inédita de licenciatura). Universidad tecnólogica de La Plata, Argentina.

[6] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020). Colección de estudios sectoriales y regionales "Cono-

ciendo la Industria de la cerveza". Recuperado de: https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825198428.pdf
[7] Lizarzaburu, M. (2009). Industria de la fabricación de cerveza y sus impactos ambientales. (Tesis inedita de maestria). Univeridad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque.
[8] Martínez, J., Domínguez O., Finetti, J. (2015). Diseño de redes de intercambio de energía, su enseñanza en diseño de procesos en ingeniería química. Universidad Nacional de Salta, Argentina.
[9] Milla, L. (2007). Calderas y turbinas de vapor para la generación de energía eléctrica. Electrónica-UNMSM, 19(2). 18-26
[10] Serra, D. (2017) Diseño de una planta de elaboración de cerveza artesanal. Microcervecería. (Tesis de licenciatura). Universidad Politécnica de Catalunya, España.
[11] Schreiber, H., Graf, S., Lanzerath, F., Bardow, A. (2015) Adsorption thermal energy storage for cogeneration in industrial batch processes: Experiment, dynamic modeling and system analysis. Applied Thermal Engineering, 89. 485-493

Diseño de un dispositivo inteligente para evaluar las condiciones ergonómicas industriales

Oliva Aguilar Mayra Alejandra
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. Del Valle 2301, Guardarallas 36425, Gto.
LRS1811036@purisima.tecnm.mx

Guillermo García Rodríguez
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. Del Valle 2301, Guardarallas 36425, Gto.
guillermo.gr@purisima.tecnm.mx

Resumen — El presente trabajo tiene como objetivo adecuar los espacios de trabajo mediante el uso de un dispositivo, capaz de monitorear dichas condiciones usando un dispositivo capaz de monitorearlas desde una perspectiva ergonómica en el sector industrial y con ello aumentar la productividad, usando una aplicación móvil. Generando así espacios laborales óptimos y de calidad para los empleados, disminuyendo así el riesgo de enfermedades y a su vez las incidencias dentro del sector, basándose en las normas de la STPS referentes a dichas condiciones laborales.

Palabras clave — ergonomía, factores, rangos.

Keywords — ergonomics, factors, ranges.

Abstract — The present work aims to adapt workspaces through the use of a device, capable of monitoring said conditions using a device capable of monitoring them from an ergonomic perspective in the industrial sector and thereby increasing productivity, using a mobile application. Thus, generating optimal and quality work spaces for employees, thus reducing the risk of diseases and, in turn, incidents within the sector, based on the STPS standards regarding said working conditions.

I. Introducción

En el presente proyecto se busca adecuar espacios de trabajo óptimos para los empleados del sector industrial mediante el uso de un dispositivo inteligente, capaz de integrar seis de las condiciones ergonómicas como lo son ruido, humedad, temperatura, vibración, luminosidad y viento; tomando como referencia las distintas normas de la STPS que apliquen para cada una de las distintas condiciones, generando así espacios laborales de calidad dentro de las industrias.

Dentro de la misma investigación se realizará a su vez, una lectura de condiciones en la empresa “SARASTI S.A” para la elaboración y comparación del dispositivo inteligente y el uso de otros dispositivos de medición.

II. Marco teórico

Las normas oficiales mexicanas que emite la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) determinan las condiciones mínimas necesarias para la prevención de riesgos de trabajo y se caracterizan por que se destinan a la atención de factores de riesgo, a los que pueden estar expuestos los trabajadores. [1]

En la Tabla 1. Se muestran los límites permisibles en espacios donde con ruidos, según la NOMS-11 de la STPS. [3]

Tabla 1 Límites permisibles en lugares con ruido.

NER	TMPE
90 dB(A)	8 HORAS
93 dB(A)	4 HORAS
96 dB(A)	2 HORAS
99 dB(A)	1 HORA
102 dB(A)	30 MINUTOS
105 dB(A)	15 MINUTOS

En la Tabla 2. Se encuentran los límites permisibles para las condiciones térmicas elevadas o abatidas. [2]

Tabla 2 Limites de condiciones térmicas elevadas o abatida

Temperatura máxima en °C de I_{tgbh}			Porcentaje del tiempo de exposición y de no exposición
Régimen de trabajo			
Ligero	Moderado	Pesado	
30.0	26.7	25.0	100% de exposición
30.6	27.8	25.9	75% de exposición 25% de recuperación en cada hora
31.7	29.4	27.8	50% de exposición 50% de recuperación en cada hora
32.2	31.1	30.0	25% de exposición 75% de recuperación en cada hora

En la tabla 3 y Tabla 4. Se presentas los limites permisible para las vibraciones. [4]

Tabla 3 Límites permisibles a exposición de vibración en manos

Tiempo total de exposición diaria a vibraciones, en horas	Valores cuadráticos medios dominantes de la componente de las aceleraciones de frecuencia ponderada que no deben excederse (*)
	ak, en m/s^2
De 4 a 8	hasta 4
De 2 a 4	hasta 6
De 1 a 2	hasta 8
Menor de 1	hasta 12

Tabla 4 Limites permisible para la vibración.

FRECUENCIA CENTRAL DE TERCIO DE OCTAVA (Hz)	TIEMPO DE EXPOSICION								
	24 h	16 h	8 h	4 h	2.5 h	1 h	25 min	16 min	1 min
	LIMITE DE ACELERACION LONGITUDINAL EN (a_Z), m/s^2								
1.00	0.280	0.383	0.63	1.06	1.40	2.36	3.55	4.25	5.60
1.25	0.250	0.338	0.56	0.95	1.26	2.12	3.15	3.75	5.00
1.60	0.224	0.302	0.50	0.85	1.12	1.90	2.80	3.35	4.50
2.00	0.200	0.270	0.45	0.75	1.00	1.70	2.50	3.00	4.00
2.50	0.180	0.239	0.40	0.67	0.90	1.50	2.24	2.65	3.55
3.15	0.160	0.212	0.355	0.60	0.80	1.32	2.00	2.35	3.15
4.00	0.140	0.192	0.315	0.53	0.71	1.18	1.80	2.12	2.80
5.00	0.140	0.192	0.315	0.53	0.71	1.18	1.80	2.12	2.80
6.30	0.140	0.192	0.315	0.53	0.71	1.18	1.80	2.12	2.80
8.00	0.140	0.192	0.315	0.53	0.71	1.18	1.80	2.12	2.80
10.00	0.180	0.239	0.40	0.67	0.90	1.50	2.24	2.65	3.55
12.50	0.224	0.302	0.50	0.85	1.12	1.90	2.80	3.35	4.50
16.00	0.280	0.383	0.63	1.06	1.40	2.36	3.55	4.25	5.60
20.00	0.355	0.477	0.80	1.32	1.80	3.00	4.50	5.30	7.10
25.00	0.450	0.605	1.00	1.70	2.24	3.75	5.60	6.70	9.00
31.50	0.560	0.765	1.25	2.12	2.80	4.75	7.10	8.50	11.2
40.00	0.710	0.955	1.60	2.65	3.55	6.00	9.00	10.6	14.00
50.00	0.900	1.19	2.0	3.35	4.50	7.50	11.2	13.2	18.0
63.00	1.120	1.53	2.5	4.25	5.60	9.50	14.0	17.0	22.4
80.00	1.400	1.91	3.15	5.30	7.10	11.8	18.0	21.2	28.0

En la Tabla 5. Se muestran los límites permisibles en luminosidad en espacios y área de trabajo. [6]

Tabla 5 Límites permisibles en luminosidad.

Tarea Visual del Puesto de Trabajo	Area de Trabajo	Niveles Mínimos de Iluminación (luxes)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
En interiores.	Areas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas.	100
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.	750

III. Materiales y métodos

Materiales

1. Aparatos de medición ergonómica (luxómetro, nanómetro, termómetro, vibro metro)
2. Aparato inteligente AIS-ERGONOMIC

3. Teléfono Android
4. Software Excel
5. Aplicación móvil “bluetooth Arduino hc-05”

Metodología

1. Realizar una investigación sobre las normas de la STPS que establecen los límites de las condiciones de ruido, iluminación, temperatura, humedad y viento.
2. Identificar factores ideales en cada una de las condiciones mencionadas.
3. Realizar plan de desarrollo del diseño del monitor que evaluara las condiciones ergonómicas básicas.
4. Diseñar un dispositivo que monitoree condiciones ergonómicas básicas para el sector industrial.
5. Aplicación y prueba del dispositivo ergonómicos llamado AIS- ergonómic.
6. Estudio R&R aplicable al dispositivo AIS- ergonómic en la empresa Sarasti S.A. de C.V.

IV. Resultados

Una vez realizado el estudio en la empresa SARASTI S.A DE C.V se promediaron los resultados obtenidos en cuanto el uso del dispositivo AIS- ergonómic y el de aparatos de medición comparándolos con lo de las normas de la STPS.

AREA	CONDICIONES	FACTORES	PROMEDIO AIS ERGONOMIC	PROMEDIO INSTRUMENTOS
ADMINISTRATIVOS	RUIDO	90 DB/ 8HRS	51.7	57.76
	ILUMINACION	300 LX	675.45	697.09
	TEMPERATURA	26,7 C°	28.075	24.3
	HUMEDAD	60	64.7	69.6
	VIBRACION	0.63	0	0
	VENTILACION	0.5	0	0
PESPUNTE	RUIDO	90 DB/ 8HRS	264.6	71.15
	ILUMINACION	750 LX	268.175	587.2
	TEMPERATURA	26,7 C°	13.275	24.49
	HUMEDAD	60	31.75	65.8
	VIBRACION	0.63	0	0.86
	VENTILACION	0,5	0	0
RALLADO	RUIDO	90 DB/ 8HRS	265.65	76.03
	ILUMINACION	750 LX	899.225	765.32
	TEMPERATURA	26,7 C°	27.4	25.08
	HUMEDAD	60	61.25	69.05
	VIBRACION	0.63	0	0
	VENTILACION	0.5	0	0
CORTE	RUIDO	90 DB/ 8HRS	218.05	71.81
	ILUMINACION	500 LX	34.425	657.13
	TEMPERATURA	26,7 C°	26.7	24.44
	HUMEDAD	60	62.75	69.6
	VIBRACION	0.63	0	1
	VENTILACION	0.5	0	0
HULERA MP	RUIDO	90 DB/ 8HRS	251.525	75.85
	ILUMINACION	500 LX	1004.325	1665.97
	TEMPERATURA	26,7 C°	28.975	19.01
	HUMEDAD	**60**	**60**	**69.1**
	VIBRACION	**0.63**	**0**	**0.22**
	VENTILACION	**0.5**	**0**	**0**

	VENTILACION	0.5	0	0
HULERA PRENSADO	RUIDO	90 DB/ 8HRS	265.65	89.76
	ILUMINACION	750 LX	899.225	795.65
	TEMPERATURA	26,7 C°	27.4	30.56
	HUMEDAD	60	61.25	67.98
	VIBRACION	0.63	0	1.55
	VENTILACION	0.5	0	0
HULERA PRODUCTO TERMINADO	RUIDO	90 DB/ 8HRS	265.65	86.47
	ILUMINACION	750 LX	899.225	1010.53
	TEMPERATURA	26,7 C°	27.4	26.86
	HUMEDAD	60	61.25	53.02
	VIBRACION	0.63	0	0.511
	VENTILACION	0.5	0	0
MONTADO 1-2	RUIDO	60	225.95	55.96
	ILUMINACION	500 LX	417.85	1312.31
	TEMPERATURA	26,7 C°	28.625	24.49
	HUMEDAD	60	59	54.9
	VIBRACION	0.63	0	1.46
	VENTILACION	0.5	0	0.33
MONTADO 3-4	RUIDO	90 DB/ 8HRS	258.9	58.08
	ILUMINACION	500 LX	1609.5	1104.96
	TEMPERATURA	26,7 C°	28.825	17.92
	HUMEDAD	60	58	42.52
	VIBRACION	0.63	0	1.45
	VENTILACION	0.5	0	0.29
EMBARQUE	RUIDO	90 DB/ 8HRS	190	65.65
	ILUMINACION	500 LX	2025.7	1681.63
	TEMPERATURA	26,7 C°	27.725	24.00
	HUMEDAD	60	54.75	56.55
	VIBRACION	0.63	0	0
	VENTILACION	0.5	0	0

V. Discusión (o análisis de resultados)

Con base a los resultados en el estudio de la empresa SARASTI además de las distintas pruebas en el laboratorio de métodos de las instalaciones del plantel, se puede observar que las condiciones laborales de dicha empresa son relativamente a corte a las normas de la STPS, tienen algunas áreas de oportunidad, sin embargo, con el uso del dispositivo inteligente; pueden monitorearlas de manera más fácil y poder dar seguimiento a su optimización.

VI. Conclusiones y recomendaciones

Una vez realizado el análisis de las condiciones en la empresa SARASTI, se pudo comparar las distintas mediciones de cada una de sus 10 áreas, en cuanto a las medidas con cada uno de los aparatos de medición de acuerdo con su condición; para luego hacerlo con el dispositivo inteligente que es capaz de medir la seis condiciones a la vez. Con ello, pudimos observar la disminución de tiempo para obtener cada una de las medidas, a diferencia de los otros instrumentos por separado. Con lo que concluimos que AIS- ergonómic tiene un buen funcionamiento; las medidas obtenidas concuerdan con las de los instrumentos de medición profesionales. Es así como, con la implementación de este dispositivo, se podrán monitorear cada una de las áreas; y distintas condiciones que permitirán a los empleados trabajar de manera más amena.

VII. Reconocimientos (o agradecimientos)

Quiero agradecer por primera parte al maestro Guillermo García, que más que un asesor, fue un apoyo muy importante para la implementación de este proyecto, brindando parte de su tiempo y paciencia en la realización del análisis de mediciones en la empresa SARASTI; así mismo, agradecer a dicha empresa, por permitir realizar y complementar dicha investigación dentro de sus instalaciones.

VIII. REFERENCIAS

[1] STPS, «AUTOGESTION, Salud y Seguridad en el Trabajo,» enero 2012. [En línea]. Available: http://asinom.stps.gob.mx:8145/Centro/CentroMarcoNormativo.aspx.
[2]STPS, «AUTOGESTION,» Miercoles ABRIL 2002. [En línea]. http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/noms/Nom-011.pdf.
[3] STPS, «AUTOGESTION,» Viernes Junio 2002. [En línea]. http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/noms/Nom-015.pdf.
[4] STPS, «AUTGESTION,» Viernes Enero 2002. [En línea]. http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/noms/Nom-024.pdf.
[5]STPS, «AUTOGESTION,» Martes Diciembre 2008. [En línea]. http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/noms/Nom-025.pdf.
[6] STPS, «AUTOGESTION,» Lunes Abril 2000. [En línea]. http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/noms/Nom-014.pdf.
Available: Available: Available: Available: Available:
23o Verano de la Ciencia de la Región Centro. junio-agosto 2021

Diseño de biorreactor para aprovechamiento de Eichhornia crassipes en la generación de biogás

Valeria Monserrat Domínguez Pérez
Instituto Tecnológico de Celaya Departamento de Ingeniería Química Antonio García Cubas 600, Fovissste, 38010 Celaya, Gto.
16030543s@itcelaya.edu.mx

Luis Fabián Fuentes Cortés
Instituto Tecnológico de Celaya Departamento de Ingeniería Química Antonio García Cubas 600, Fovissste, 38010 Celaya, Gto.
luis_fuentes@iqcelaya.itc.mx

Resumen — El presente trabajo tienen como objetivo el plasmar un modelo matemático del proceso de digestión anaerobia del Eichhornia crassipes para la obtención de biogás. Eichhornia crassipes es una plaga acuática encontrado en en la laguna de Yuriria, Guanajuato, se propone el uso de su biomasa para la obtención de energía en forma de metano, el modelo usado para describir esta transformación se basó en el propuesto por Angelidaki et al (1999). Fue necesario hacer ajustes al modelo tomando en cuenta la composición orgánica e inorgánica de Eichhornia crassipes No se obtuvieron resultados de la simulación debido a que el objetivo fue meramente particularizar el modelo.

Palabras clave — Lirio acuático, biogás, biodigestión anaerobia, modelo matemático, composición orgánica e inorgánica.

Keywords — Water lily, biogas, anaerobic digestion, mathematical model, organic and inorganic composition.

Abstract — The present work aims to create a mathematical model for the anaerobic digestion of Eichhornia crassipes to obtain biogas. Eichhornia crassipes is an aquatic plague found in large quantities in the Yuriria lake of Guanajuato, here is proposed the use of its biomass to obtain energy in the form of methane. The model used to describe this transformation was based on the one presented by Angelidaki et al (1999). It was necessary to make adjustments of the model considering the organic and inorganic composition of Eichhornia crassipes. No simulation results were obtained because the objective was only to particularize the model.

I. Introducción

El lirio acuático o jacinto de agua (Eichhornia crassipes) es una planta hidrófita considerada una plaga al tener una tasa de reproducción muy elevada e infestar gran cantidad de cuerpos de agua (Díaz-Zavaleta et al, 1989). La laguna localizada en el pueblo de Yuriria, Guanajuato, se ha detectado una infestación de 1,600 hectáreas. Esta laguna es un humedal de importancia internacional por ser hábitat de diversas especies de aves al igual que representar un lugar de interés turístico (Universidad de Guanajuato, 2018).

La gran cantidad de lirio acuático interfiere con el aprovechamiento del agua y con el equilibrio ambiental del área, obstaculiza la pesca, la navegación y el funcionamiento de obras hidráulicas al igual que favorecer el desarrollo de vectores patógenos (Díaz-Zavaleta et al, 1989). Por esto se ha buscado implementar estrategias para controlar del lirio acuático. En el presente trabajo se plantea su uso para la producción de biogás.

Es posible hacer uso de la biomasa del lirio acuático para su transformación en energía en forma de metano por medio de una biodigestión anaerobia. Esta biodigestión se compone de una serie de reacciones de degradación que finalmente llevan a la obtención de un gas que es básicamente la mezcla de metano (CH4), dióxido de carbono (CO2) y pequeñas concentraciones de otros gases (Valladares-Carnero, 2017).

Antes de llevar este proceso de biodigestión anaerobia a nivel experimental o industrial es necesario presentar un modelo matemático. Para esto se propone el uso del modelo expuesto por Angelidaki et al (1999); sin embargo, debido a la diferencia en el tipo de sustrato el modelo debe ser ajustado al uso del lirio acuático como materia prima.

II. Marco teórico (opcional)

A. Biodigestión anaeróbica

La biodigestión anaerobia, como su nombre lo indica, es un proceso de degradación que ocurre en ausencia de oxígeno en donde el carbono de la materia orgánica es oxidado para formar principalmente dióxido de carbono y metano (Valladares-Carnero, 2017). Esto ocurre por medio de la fermentación efectuada por una serie de bacterias y se puede dividir en cuatro etapas, en las cuales actúan diferentes colonias de bacterias:

I. Hidrólisis: Las macromoléculas son fragmentadas en sus respectivas unidades monoméricas. Esto ocurre por medio de enzimas extracelulares secretadas por bacterias acidogénicas, las cuales tienen un tiempo de duplicación de 30 minutos.

II. Fase acidogénica: Los productos obtenidos previamente son empleado por las mismas bacterias acidogénicas para formar ácidos grasos volátiles, principalmente ácido láctico, propiónico, butírico y valérico.

III. Fase acetogénica: Las bacterias acetogénicas degrada el ácido propiónico, butírico, valérico y otros para generar ácido acético, dióxido de carbono e hidrógeno. Estas bacterias tienen un tiempo de duplicación de 1.5 a 4 días.

IV. Fase metanogénica: Las bacterias metanógenas consumen el acetato, hidrógeno y parte del dióxido de carbono para producir metano. Estas bacterias tienen un crecimiento lento con un tiempo de duplicación de 4 a 6 días y cuentan con dos rutas metabólicas principales para realizar esto:

ηVía acetotrófica. Vía principal. Es la que normalmente se emplea para la realización de cálculos referentes al proceso. Las bacterias emplean el ácido acético.

ηVía hidrógeno trófica. Las bacterias usan el hidrógeno y dióxido de carbono, reduciendo este último para producir metano.

(Abbasi et al, 2011; Valladares-Carnero, 2017). B. Biorreactor

Un biorreactor es un sistema en el que se procesa materia orgánica por medio de la biodigestión. El biorreactor es en sí un contenedor cerrado, hermético e impermeable. En este se introduce la materia orgánica, en este caso

el lirio acuático, diluida en agua (Valladares-Carnero, 2017). Se requiere cumplir con ciertas condiciones dentro del biorreactor para asegurar que las bacterias metanógenas metabolicen los compuestos orgánicos. Entre estos factores está la relación C/N, pH, cantidad de agua, temperatura, tasa de carga, tiempo de retención, toxicidad y agitación del sistema (Abbasi et al, 2011).

El principal objetivo del biodigestor en este trabajo es la obtención de combustible. El biogás puede usarse directamente como combustible o usarlo indirectamente para generar electricidad mediante generadores. Su combustión es igual al de gas natural comprimido o gas de petróleo licuado, aunque su valor calorífico es menor (Cepero et al, 2012)

C. Modelo matemático

El modelo matemático usado de Angelidaki et al (1999) describe el sustrato de acuerdo con sus principales componentes: carbohidratos, lípidos y proteínas. El modelo involucra dos procesos enzimáticos, ocho grupos de bacterias y diecinueve componentes químicos. La modificación presentada por Valladares-Carnero (2017) involucra un total de diez grupos de bacterias y dieciséis reacciones biológicas, este último modelo fue el empleado en el trabajo.

III. Materiales y métodos

El modelo de simulación de producción de biogás se desarrolló de acuerdo con lo presentado por Valladares-Carnero (2017) que a su vez se basa en el modelo establecido por Angelidaki et al (1999). Se simuló el uso de reactores Batch, con un volumen de 500 mL. La dilución trabajada del lirio acuático molido fue de 1:10 por lo que la concentración final se consideró de 50 gr/L (Gutiérrez-Vargas, s.f.).

La simulación se estableció mediante las discretizaciones de las diferenciales de primer orden del balance de masa de las reacciones biológicas involucradas en la digestión anaeróbica (acidogénesis y metanogénesis) las cuales se muestran a continuación:

Durante la acidogénesis el sustrato (η1) es degradado por las bacterias acidogénicas (η1) y es transformado en ácidos grasos volátiles (η2) y dióxido de carbono

$$k_1 S_1 \xrightarrow{r_1(\cdot)} X_1 + k_2 S_2 + k_3 CO_2$$

En la etapa de metanogénesis los ácidos grasos volátiles (η2) son degradados por bacterias metanogénicas (η2) en metano y dióxido de carbono.

$$k_4 S_2 \xrightarrow{r_2(\cdot)} X_2 + k_5 CO_2 + k_6 CH_4$$

A partir de estas ecuaciones estequiométricas se definen las ecuaciones diferenciales que conforman el modelo de balance de masa

$$\frac{d(VX_1)}{dt} = r_1(\cdot)V - Q_{sal}X_1$$

$$\frac{d(VX_2)}{dt} = r_2(\cdot)V - Q_{sal}X_2$$

$$\frac{d(VS_1)}{dt} = Q_{ent}S_{1,ent} - Q_{sal}S_1 - k_1 r_1(\cdot)V$$

$$\frac{d(VS_2)}{dt} = Q_{ent}S_{2,ent} - Q_{sal}S_2 + k_2 r_1(\cdot)V - k_4 r_2(\cdot)V$$

$$\frac{dV}{dt} = Q_{ent} - Q_{sal}$$

Donde η_1 y η_2 representan las concentraciones de colonias bacterianas acidogénicas y metanogénicas, respectivamente (g/L). (Valladares-Carnero ,2017)
Los datos de entrada y las diferenciales se plasmaron en el lenguaje computacional de Julia y en el editor de texto Atom.
A continuación, se explica de manera general la estructura del código.
1. Se definieron los datos de entrada. Se emplearon las constantes extraída del estudio realizado por Valladares-Carnero (2017) y Angelidaki et al (1999) incluyendo las concentraciones bacterianas, los coeficientes de rendimiento, las tasas de hidrolisis, velocidades especificas de crecimiento máximo, constantes de Michaelis-Menten, constantes de inhibición, constantes de disociación, tasas de transferencia de productos, masas moleculares y tasas de muertes bacterianas.
2. Se definió la composición del lirio acuático a partir de fuentes bibliográficas. Se trabajó inicialmente con los porcentajes en materia seca de carbohidratos, proteínas, lípidos, lignina, celulosa y cationes libres que posteriormente se integraron al código en valores de concentración (gr/L).
3. Se colocaron las ecuaciones pertinentes para el cálculo de las velocidades de las reacciones biológicas involucradas.
4. Se plasmaron las diferenciales discretizadas del balance de masa de la hidrolisis. Para esto se emplearon las concentraciones iniciales de carbohidratos, proteínas, lípidos, celulosa y lignina del flujo de entrada (Ver Tabla 1).
5. Se colocaron las diferenciales del balance de masa de la acidogénesis
6. Se colocaron las diferenciales del balance de masa de las bacterias acidogénicas.
7. Se plasmaron las diferenciales del balance de masa de la acetogénesis
8. Se colocaron las diferenciales del balance de masa de las bacterias acetogénicas.
9. Se plasmaron las diferenciales del balance de masa de la metanogénesis.
10. Se colocaron las diferenciales del balance de masa de las bacterias metanogénicas.

IV. Resultados

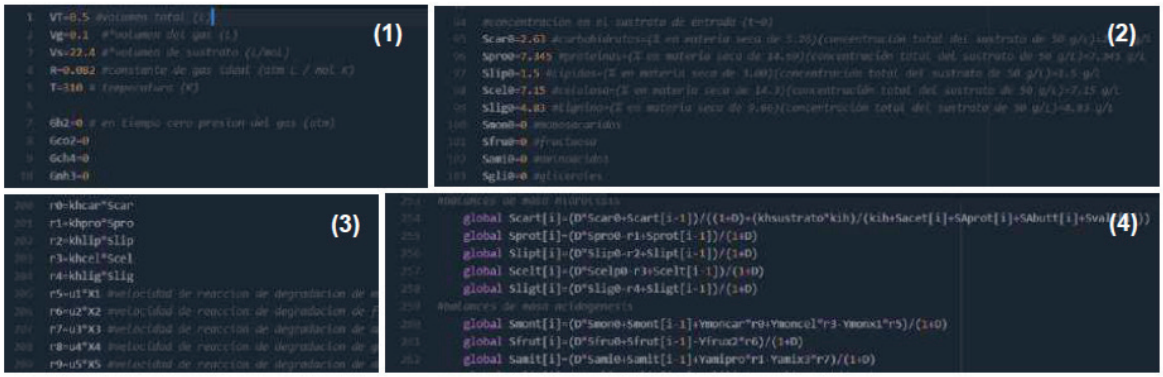
Tabla 1. Composición del E. crassipes de acuerdo con Haroon et al (2008), Madsen et al (1993), Lara-Serrano et al (2016) y Boyd & Vickers (1971).

Compuesto		Porcentaje en materia seca	Nomenclatura	Concentración en biorreactor (g/L)
Proteína cruda		14.69	S_{pro} (t=0)	7.345
Grasas totales		3.00	S_{lip} (t=0)	1.5
Carbohidratos totales		5.26	S_{car} (t=0)	2.63
Lignina		9.66	S_{lig} (t=0)	4.83
Celulosa		14.3	S_{cel} (t=0)	7.15
Cationes libres	Calcio	1.35	Z (t=0)	1.155
	Sodio	0.41		
	Magnesio	0.55		

Tabla 2. Composición del inoculo inicial después de pretratamientos de acuerdo con Valladares- Carnero (2017).

Bacterias	Concentración (g/L)	Bacterias	Concentración (g/L)
Acidogénicas degradadoras de glucosa	0.012	Acetogénicas degradadoras de ácido butírico	0.019
Acidogénicas degradadoras de fructosa	0.001	Acetogénicas degradadoras de ácido valérico	0.013
Acidogénicas degradadoras de aminoácidos	0.076	Acetogénicas degradadoras de ácido oleico	0.019
Acidogénicas degradadoras de gliceroles	0.013	Metanogénicas acetilclásicas	0.06
Acetogénicas degradadoras de ácido propiónico	0.024	Metanogénicas hidrogenotróficas	0.012

Figura 1. Imágenes representativas del código en lenguaje Julia y en el editor de textos Atom. (1) Variables tomadas de Valladares-Carnero (2017). (2) Concentraciones de sustratos. (3) Ecuaciones para calculo de velocidades de reacciones. (4) Diferenciales discretizadas de balances de masa.



V. Discusión (o análisis de resultados)

Se trabajó con la presentación del lirio acuático molido al ser esta la más apropiada de acuerdo con Gutiérrez-Vargas (s.f.). De igual manera se empleó el factor de dilución 1:10 presentado por el mismo autor lo cual da una concentración final de 50 gr/L que a su vez se aproxima en gran medida a la concentración de 40 gr/L trabajado por Gao et al (2013). Se decidió trabajar con los mismos valores de variables y concentraciones bacterianas (Ver Tabla 2) que las presentadas por Valladares-Carnero (2017), esto con fines de hacer una comparación entre ambas simulaciones teniendo como única diferencia la composición orgánica e inorgánica del sustrato.

Los datos presentados en la Tabla 1 son meramente representativos de la composición del lirio acuático, porque, como bien lo indica las fuentes consultadas de Boyd & Vickers (1971) Haroon et al (2008) y Madsen et al (1993), la composición de la especie E. crassipes varía mucho de acuerdo con la localización geográfica, la parte de la planta analizada y la época del año.

Más aún es importante mencionar que el porcentaje de carbohidratos en materia seca es aquel con mayor variación llegando a adquirir valores que van desde 5 al 40% en materia seca en una misma planta, mismo órgano, pero diferente época del año (Madsen et al, 1993). Con fines de analizar el rendimiento de producción de biogás con el menor porcentaje de carbohidratos que a su vez se asemeja al porcentaje de este compuesto encontrado en el sustrato usado por Valladares-Carnero (2017), se optó por trabajar con el valor de 5.26% de carbohidratos totales en el lirio acuático.

Debido a la falta de tiempo no fue posible ejecutar la simulación, simplemente se estructuro el código para esta. Sin embargo, se dará explicación a los resultados esperados en la simulación y recomendaciones para su implementación.

Según los resultados presentados por Valladares-Carnero (2017) la simulación debe arrojar una producción de biogás elevada los cinco primeros días para su posterior disminución entre el quinto y décimo día. Esta producción acelerada se debe a la alta concentración de proteínas en el estiércol vacuno empleado. La concentración de proteína cruda trabajada en el presente simulacro es muy similar a la del estiércol, siendo su diferencia de tan solo 0.48 g/L, por lo que se esperaría resultados semejantes,

Sin embargo, de acuerdo con Chuang et al (2011), donde se trabajó ya con la especie E. crassipes, la producción de metano ocurre después de 57-131 horas, esto está relacionado con la aparición del sustrato para las bacterias metanogénicas. Por lo tanto, ya sea que el modelo matemático aquí presentado arroje resultados de una producción elevada de biogás antes de los 5 días o después de este tiempo, este se podría ajustar bien a datos experimentales de acuerdo a la bibliografía que se use como antecedente.

Según la experimentación realizada por Auma (2014) el lirio acuático produce una cantidad de 8.0 litros de metano por kilo de sustrato. Considerando que se simuló el uso de 25 gramos de lirio acuático molido entonces se esperaría obtener 0.2 litros de metano en el presente modelo.

De acuerdo con Valladares-Carnero (2017) la variación de la constante de saturación de amoniaco junto con la variación de las tasas de crecimiento bacteriano permite un ajuste más preciso del modelo. Por su parte, Chuang et al (2011) establece que la producción de metano depende de la concentración de sustrato y de la temperatura. No obstante, estas variaciones aún no son consideradas en el modelo.

VI. Conclusiones y recomendaciones

El empleo de residuos orgánicos, como es el lirio acuático, para obtener biogás a partir de reactores anaeróbicos resulta ser una alternativa atractiva para reducir el consumo de recursos fósiles, de ahí la importancia de su estudio.

El modelo matemático plasmado en el presente reporte detalla el proceso anaeróbico de biodigestión y por ende puede ser usado para predecir el potencial del lirio acuático para obtener biogás. En este modelo se parte de las composiciones orgánicas e inorgánicas del sustrato. Estos datos pueden obtenerse de fuentes bibliográficas, aunque también se recomienda verificar los valores mediante ensayos bioquímicos.

Si bien en el presente simulador no se detalló el impacto que puede tener la variación de ciertos parámetros en la producción de biogás a partir del lirio acuático se sabe de antemano por las bibliografías que el cambio en algunas de estas variables puede modificar significativamente el rendimiento. Por esta razón, se recomienda el uso del modelo presentado con el fin de establecer las condiciones más adecuadas para el proceso. Entre estas variables a modificar para optimizar el proceso se destaca la constante de saturación del amonio, la tasa de crecimiento bacteriana, la temperatura y la concentración de sustrato.

VII. Reconocimientos (o agradecimientos)

Expreso mi agradecimiento a Instituto Tecnológico de Celaya y al doctor Luis Fabián Fuentes Cortés por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano. De igual manera, expreso mi agradecimiento a los compañeros estudiantes Jahir Arturo Ortiz Munguía y Natalia Guadalupe Díaz Gil por su gran apoyo en la realización del proyecto.

Referencias

Abbasi, T., Tauseef, S. M., & Abbasi, S. A. (2011). Biogas energy (Vol. 2). Springer Science & Business Media.

Angelidaki, I., Ellegaard, L., & Ahring, B. K. (1999). A comprehensive model of anaerobic bioconversion of complex substrates to biogas. Biotechnology and bioengineering, 63(3), 363-372.

Auma, E. O. (2014). Anaerobic Co-Digestion of Water Hyacinth (Eichhornia crassipes) with Ruminal Slaughterhouse Waste under Mesophilic Conditions (Doctoral dissertation, University of Nairobi).

Boyd, C. E., & Vickers, D. H. (1971). Variation in the elemental content of Eichhornia crassipes. Hydrobiologia, 38(3), 409-414.

Cepero, L., Savran, V., Blanco, D., Díaz Piñón, M. R., Suárez, J., & Palacios, A. (2012). Producción de biogás y bioabonos a partir de efluentes de biodigestores. Forrajes, 35
(2), 219-226.

Díaz-Zavaleta, G., Olvera-Viascán, V., Romero-Luna, F., & Aguirre-Martínez, J. (1989). Control y aprovechamiento del lirio acuático en México.

Gao, J., Chen, L., Yan, Z., & Wang, L. (2013). Effect of ionic liquid pretreatment on the composition, structure and biogas production of water hyacinth (Eichhornia crassipes). Bioresource technology, 132, 361-364.

Haroon, A. M. (2008). Nutrition value and factors affecting the energy and biochemical composition of some macrophytes from Lake Manzalah (Egypt). Egypt J. Aquat. Res,
23o Verano de la Ciencia de la Región Centro. junio-agosto 2021
Pastos y

Chuang, Y. S., Lay, C. H., Sen, B., Chen, C. C., Gopalakrishnan, K., Wu, J. H., ... & Lin, C. Y. (2011). Biohydrogen and biomethane from water hyacinth (Eichhornia crassipes) fermentation: effects of substrate concentration and incubation temperature. international journal of hydrogen energy, 36(21), 14195-14203.

Gutiérrez-Vargas, S. (s.f.). Producción de biogás a partir del lirio acuático para la sustentabilidad económica, social, ambiental y energética en la Laguna de Yuriria. Universidad de Guanajuato.

34(4), 143-157.

Lara-Serrano, J. S., Rutiaga-Quiñones, O. M., López-Miranda, J., Fileto-Pérez, H. A., Pedraza-Bucio, F. E., Rico-Cerda, J. L., & Rutiaga-Quiñones, J. G. (2016). Physicochemical characterization of water hyacinth (Eichhornia crassipes (Mart.)
Solms). BioResources, 11(3), 7214-7223.

Madsen, J. D., Luu, K. T., & Getsinger, K. D. (1993). Allocation of Biomass and Carbohydrates in Waterhyacinth (Eichhornia crassipes): Pond-Scale Verification. ARMY ENGINEER WATERWAYS EXPERIMENT STATION VICKSBURG MS
ENVIRONMENTAL LAB

Universidad de Guanajuato (2018). UG colabora en proyecto para controlar el lirio acuático en la Laguna de Yuriria. Recuperado el 28/07/2021 de https://www.ugto.mx/noticias/noticias/13323-ug-colabora-en-proyecto-para-controlar-el-lirio-acuatico-en-la-laguna-de-yuriria

Valladares-Carnero, F. (2017). Modelamiento del proceso de digestión anaeróbica de estiércol vacuno y cáscara de cacao.

ORGANIZADORES DEL 23 VERANO DE LA CIENCIA REGIÓN CENTRO
PRESENTE

Por medio de la presente les notifico que Valeria Monserrat Domínguez Pérez, estudiante del TecNM- Instituto Tecnológico de Celaya, participó como integrante de mi grupo de investigación durante los meses de Julio y Agosto de 2021 trabajando en el proyecto de Diseño de biorreactores para producción de biogás a partir de lirio acuático. Su trabajo consistió en la elaboración del modelo matemático de biodigestión anaerobia.

Dicho aporte se encuentra registrado en el reporte Diseño de biorreactor para aprovechamiento de Eichhornia crassipes en la generación de biogás. He revisado y validado el reporte, por lo cual tiene mi visto bueno.

Sin más por el momento. Aprovecho para enviarles un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica® La técnica por un México mejor®

DR. LUIS FABIÁN FUENTES CORTÉS COORDINADOR DEL DOCTORADO EN CIENCIAS EN INGENIERÍA QUÍMICA
Av. Antonio García Cubas #600 esq. Av. Tecnológico, Colonia Alfredo V. Bonfil, C.P. 38010 Celaya, Gto.
Tel. 01 (461) 611 75 75
e-mail: lince@celaya.tecnm.mx
tecnm.mx | celaya.tecnm.mx
Instituto Tecnológico de Celaya
Departamento de Ingeniería Química

Celaya, Guanajuato, 27/agosto/2021

Obtención de materiales base-grafeno a partir de biomasa

Jahir Arturo Ortiz Munguia
Instituto Tecnológico de Celaya Antonio García Cubas S/N A.P.57, C.P. 38010, Celaya, Gto.
16030377@itcelaya.edu.mx

Rocio Martínez Flores
Instituto Tecnológico Superior de Monclova Carretera 57 Km. 4.5,
Unidad Tecnológica y Universitaria, CP 25701. Monclova, Coah.
rocio.mva@gmail.com

Resumen — El trabajo siguiente contiene una síntesis de las técnicas utilizadas para transformar la biomasa, residual de la actividad agrícola o industrial, en grafeno o alguno de sus derivados, con las cuales se espera en un futuro se pueda producir el grafeno a nivel industrial, se presenta con mayor profundidad, en especial, el método con base en la sal y con el cual se trabajó la biomasa elegida, en este caso el nopal, a través de dos procesos diferentes, utilizando el KOH como agente activante en ambos casos, los resultados...

Palabras clave — Grafeno, biomasa, nopal, método con base en la sal.

Keywords — Graphene, biomass, nopal, salt-based method.

Abstract — The following work contains a synthesis of the techniques used for the change of the biomass, left by the farming and industrial operations, into graphene or some derived form, which in the future is expected to produce graphene at industrial level, is presented in depth, especially, the salt-base method which is used with the elected biomass, for this case nopal, through two different process, utilizing KOH as activate agent in both cases, the results...

I. Introducción

El grafeno es un material cuasi milagroso, un material que parece sacado de las páginas de la ciencia ficción, un material más duro que el diamante, más flexible que cualquier otro material que conozcamos, con un módulo de Young que llega al rango del millón, y que además es un super conductor que puede traer una nueva revolución a la electrónica.

Este material aislado en 2004 por el Andréy Gueim y Konstantín Novosiólov, tiene un solo problema en la actualidad, el cual es, su producción escalada al nivel industrial, al ser los métodos, en general, del grafeno difíciles de llevar a cabo. Una de las soluciones propuestas en los últimos años para este problema es el uso de la biomasa como precursor para la producción del grafeno.

La biomasa siendo uno de los recursos en existencia que más se produce y que a su vez más se desperdician,

se perfila como una fuente de materia prima excelente para la producción del grafeno y derivados, la cantidad producida al año es de 10 giga toneladas métricas a nivel mundial, lo que nos garantiza su bajo costo para la industria.
Como biomasas propuestas se tiene, la cascara de la toronja, el maracuyá, la fibra de coco, patas de cucarachas, el bagazo de la caña de azúcar, la paja del arroz, la pulpa del licor negro, entre otras, de estas propuestas en todos los casos se han obtenido resultados sobresalientes para la producción del grafeno o algún derivado lo cual nos anima a seguir explorando estas opciones para encontrar la solución óptima de la producción del grafeno a nivel industrial.
En nuestro país se cuentan con algunos de los cultivos con mayor demanda a nivel internacional como lo es el maíz, la papa y arroz por nombrar algunos, pero para su uso como precursor para la obtención de grafeno, se ha optado, en esta ocasión, por la utilización del nopal, principalmente por su fácil obtención y rápido crecimiento a lo largo del tiempo.

II. Marco teórico

Para la conversión de la biomasa al grafeno, o alguno de sus derivados, se cuentan con varios procesos, estos procesos que se mencionaran se centran en la sintetización de las biomasas carbonizándolas por medio de la pirolisis, algunas técnicas que se encuentran en la literatura son, el método con base en la sal, confinamiento con base en plantillas/bandejas, chemical blowing o soplado químico, acoplamiento con pretratamiento de carbonización hidrotermal, post exfoliación y método de Hummer.
De estas técnicas mencionadas el método con base en la sal, por su facilidad de tratamiento a las materias primas se eligió como la técnica a trabajar.
Las ventajas del salt-based method o el método con base en la sal, es la producción de algunos de los siguientes efectos, activación química, un ambiente liquido de reacción, arreglo de la forma, entre otras. [1]
La activación puede abrir los poros de los productos de carbono y mejorar el área específica de superficie, que incluye la activación física y activación química usando varios químicos. Entre los reactivos, KOH es investigado ampliamente, el cual puede crear una gran área específica (~ 3000 m2/g). [1]
Para el KOH, como agente para la activación del carbono, los mecanismos aceptados que ocurren consisten; en el fresado químico del carbono por una seria de reacciones redox con diferentes especies de potasio, como reactivo de activación química con el carbono, esta activación química es responsable de la generación de la red porosa; la porosidad creada por la formación de H2O y CO2, contribuyen al desarrollo de la porosidad a través de la gasificación del carbono, activación física; los potasios formados se intercalan en las láminas de carbono durante la activación, resultando en la expansión de las láminas de carbono. [1,2]
De esta técnica en la literatura, con el uso del KOH como agente, se encuentra su aplicación con las cascaras de soja como la biomasa precursora, parala producción de grafeno poroso con incrustaciones de nitrógeno, la metodología utilizada consistió en la limpieza de la cascara de soja, posteriormente se cortó en pequeños trozos, y se secó a una temperatura de 100 °C. Las cascaras de soja secas se precarboniza en una atmosfera de Argón a 300 °C durante dos horas para remover el agua. El producto calcinado se mezcla con el KOH y agua ionizada, la mezcla fue tratada térmicamente en una atmosfera de Argón con una temperatura de 800 °C por una hora. Se lavo la mezcla con una solución de ácido sulfúrico al 0.5 M por 12 horas a una temperatura de 80 °C, se enjuaga completamente con agua ionizada y alcohol etílico absoluto, y secado a 80 °C al vacío. Finalmente, el precursor fue tratado térmicamente bajo una atmosfera de Argón a una temperatura de 1000 °C por 1.75 horas, seguido por una inyección de NH3 por 15 minutos. [3]

Del proceso de esta técnica, utilizada para la cascara de soja, se obtuvieron del grafeno poroso con incrustaciones de nitrógeno, las siguientes características, un área de superficie de grafeno de 1152 m2/g y un volumen de poro de 0.60 cm3/g. [1,3]

Tabla 1. Biomasas precursoras de grafeno

Biomasa	Proceso	Material obtenido	Aplicación	Año de referencia
Cascara de Toronja	-Hidrotermal -Pirolisis	Nano hojas de carbono poroso similar al grafeno	Absorbedor ultraligero de microondas	[4], 2020
Typha domingensis	-Método de la sal -Pirolisis	Grafeno 3D jerárquico derivado de biomasa	Super capacitadores	[5], 2020
Bagazo de la caña de azúcar	-Acido-alcalino-acido hidrolisis -Pirolisis	Capas de grafeno con cristales 2D	Método de fabricación de grafeno	[6], 2019
Maracuyá	-Hidrotermal	Dopado con nitrógeno puntos de grafeno cuántico con emisión de luz multicolor	Sensor, tinta fluorescente, imagen celular multicolor	[7], 2019
Pulpa de licor negro	*-Método de la sal* -Spin-coating	Películas transparentes y conductivas	Método de fabricación de grafeno	[8], 2019
Lentionina	-Método modificado de Hummer -Pirolisis -Graphene coating	Electrodo de grafeno	Sensor	[9], 2016
Frutos de camelia	-Hidrotermal -Pirolisis -Polarización electroquímica catódica	Carbono similar al grafeno Nano carbonos similares a cuerdas	Materiales de electrodo para almacenamiento de energía	[10], 2019
Celulosa	-Método sol-gel -Pirolisis	Aerosol de grafeno	Método de fabricación de grafeno	[11], 2019
Fibra de coco y cáscara de coco	-Oxidación catalítica	Oxido de grafeno Oxido de grafeno reducido	Método de fabricación de grafeno Producción de electrodos	[12], 2019
Paja de arroz	-Pirolisis -Método de Hummer	Nano plaquetas de grafeno	Método de fabricación de grafeno Adsorción de cristales violetas	[13], 2017
Harina de maíz	-Método de Hummer	Nano grafeno	Método de fabricación de grafeno	[14], 2020
Almidón de papa	**-Método modificado de Hummer**	**Nano hojas de carbón poroso dopadas de Nitrógeno**	**Super capacitores**	**[15], 2019**

Para el estado del arte, para la transformación de los precursores de biomasa en grafeno y derivados, se construyó la tabla 1, que nos muestra una vista general de las investigaciones, en la tabla se incluye la biomasa precursora, el proceso o técnica, el material de grafeno obtenido, su aplicación, su artículo de referencia y año de la referencia.

III. Materiales y métodos

Debido a las restricciones de acceso a los laboratorios y la movilidad para trasladarse a otra ciudad por la pandemia actual, la parte experimental se realizó en conjunto con el Christopher Alan Monsivais Mancha (estudiante del Instituto Tecnológico Superior de Monclova), quien realizó los experimentos en dichas instalaciones.

IV. Resultados

El presente trabajo de investigación documental forma parte del proyecto obtención de materiales base-grafeno a partir de biomasa, el cual se realizó en conjunto con el C. Christopher Alan Monsiváis Mancha (desarrollo experimental). Obteniendo como resultado la implementación de una biomasa sometida a un tratamiento térmico de 400 °C. Mediante el presente proyecto de investigación se logró identificar y estudiar una biomasa local con potencial aplicación para el desarrollo de materiales avanzados de carbono. Además, se logró establecer una colaboración entre investigadores del Instituto Tecnológico de Celaya y el Instituto Tecnológico Superior de Monclova.

V. Conclusiones y recomendaciones

La producción a nivel industrial del grafeno es una prioridad, es por ello que se debe asegurar no solo un método fácilmente escalable a los niveles industriales, si no también contar con una fuente grande y constante de donde obtener el material.

Nuestro país siendo mega diverso, cuenta con millares de opciones que se pueden estudiar para la producción del grafeno o alguno de sus derivados, para esta ocasión se optó por el nopal por sus grandes cualidades, pero lamentablemente, al menos para la producción de grafeno su uso es poco viable, dado la baja cantidad de materia orgánica del que se puede obtener el grafeno por sí mismo, dígase la celulosa, al no representar ni el 2 % de su composición, la metodología también falta de refinación por lo que se exhorta a otros seguir investigando la viabilidad del nopal como biomasa precursora del grafeno.

VI. Agradecimientos

Agradezco profundamente a la doctora Rocio Martínez Flores, por su tiempo y paciencia en este pequeño proyecto de investigación de parte del 23° verano de la ciencia región centro; al doctor Louvier y al doctor Navarro por su comprensión y ayuda con los desafíos de la modalidad virtual del verano.

Referencias

[1] X. Kong, Y. Zhu, H. Lei, C. Wang, Y. Zhao, E. Huo, X. Lin, Q. Zhang, M. Qian, W. Mateo, R. Zou, Z. Fang y R. Ruan, “Synthesis of graphene-like carbon from biomass pyrolysis and its applications”, “Chemical Engineering Journal”, Vol. 399, Nov. 2020.

[2] J. Wang y S. Kaskel, “KOH activation of carbon-based materials for energy storage”, Journal of Materials Chemistry, Vol. 22, pp. 23710-23725, Ago. 2012.

[3] H. Zhou, J. Zhang, I. S. Amiinu, C. Zhang, X. Liu, W. Tua, M. Pana y S. Mu, “Transforming waste biomass with an intrinsically porous network structure into porous nitrogen-doped graphene for highly efficient oxygen reduction”, Physical Chemistry Chemical Physics, Vol. 18, pp. 10392-10399, Mar. 2016.

[4] H. Zhao, Y. Cheng, Z. Zhang, B. Zhang, C. Pei, F. Fan y G. Ji, “Biomass-derived graphene-like porous

carbon nanosheets towards ultralight microwave absorption and excellent thermal infrared properties", Carbon, Vol. 173, pp. 501-511, Mar. 2021.
[5] F. Golmohammadi y M. Amiri, "Biomass-derived graphene-based nanocomposite: A facile template for decoration of ultrathin nickel-aluminum layered double hydroxide nanosheets as high-performance supercapacitors", International Journal of Hydrogen Energy, Vol. 45, pp. 15578-15588, Jun. 2020.
[6] S. Long, Q. Du, S. Wang, P. Tang, D. Li y R. Huang, "Graphene two-dimensional crystal prepared from cellulose two-dimensional crystal hydrolysed from sustainable biomass sugarcane bagasse", Journal of Cleaner Production, Vol. 241, Dic. 2019.
[7] Z. Wang, D. Chen, B. Gu, B. Gao, T. Wang, Q. Guo y G. Wang, "Biomass-derived nitrogen doped graphene quantum dots with colortunable emission for sensing, fluorescence ink and multicolor cell imaging", Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, Vol. 227, Feb. 2020. [8] Z. Ding, T. Yuan, J. Wen, X. Cao, S. Sun, L. Xiao, Q. Shi, X. Wang y R. Sun, "Green synthesis of chemical converted graphene sheets derived from pulping black liquor", Carbon, Vol. 158, pp. 690- 697, Mar. 2020.
[9] F. Shahzada, S. A. Zaidic y C. M. Koo, "Highly sensitive electrochemical sensor based on environmentally friendly biomass-derived sulfur-doped graphene for cancer biomarker detection", Sensors and Actuators B: Chemical, Vol. 241, pp. 716-724, Mar. 2017.
[10] X. Lu, K. Xiang, Y. Wang, W. Zhou, Y. Zhu, W. Chen, X. Chen, H. Chen, H. Cheng y Z. Lu, "Selective preparation of graphene- and rope-like NanoCarbons from camellia wastes as high performance electrode materials for energy storage", Journal of Alloys and Compounds, Vol. 811, Nov. 2019.
[11] J. Li, Q. Wang, L. Zheng y H. Liu "A novel graphene aerogel synthesized from cellulose with high performance for removing MB in water", Journal of Materials Science & Technology, Vol. 41, pp. 68-75, Mar. 2020.
[12] R. Tamilselvi, M. Ramesh, G.S. Lekshmi, O. Bazaka, I. Levchenko, K. Bazaka y M. Mandhakini, "Graphene oxide – Based supercapacitors from agricultural wastes: A step to mass production of highly efficient electrodes for electrical transportation systems", Renewable Energy, Vol. 151, pp. 731- 739, May. 2020.
[13] S. Goswami, P. Banerjee, S. Datta, A. Mukhopadhayay y P. Das, "Graphene oxide nanoplatelets synthesized with carbonized agro-waste biomass as green precursor and its application for the treatment of dye rich wastewater", Process Safety and Environmental Protection, Vol. 106, pp. 163- 172, Feb. 2017.
[14] S. Zhang, K. Tian, B. Cheng y H. Jiang "Preparation of N,P-Doped Supercapacitor Materials by Integrated Salt Templating and Silicon Hard Templating by Pyrolysis of Biomass Wastes", ACS Sustainable Chemistry & Engineering, Vol. 5, pp. 6682-6691, Jul. 2017.
[15] W. Cao, E. Zhang, J. Wang, Z. Liu, J. Ge, X. Yu, H. Yang y B. Lu, "Potato derived biomass porous carbon as anode for potassium ion batteries", Electrochimica Acta, Vol. 293, pp. 364-370, Ene. 2019.
[16] R. L. Torres-Ponce, D. Morales-Corral, M. Ballinas-Casarrubias y G. V. Nevárez-Moorillón, "El nopal: planta del semidesierto con aplicaciones en farmacia, alimentos y nutrición animal", Revista mexicana de ciencias agrícolas, Vol. 6, pp. 1129-1142, Mar. 2015.

Elaboración de hidroxiapatita dopada con iones metálicos para su uso potencial en nanomedicina

María Paulina de la Cruz Moreno
Universidad Autónoma de Aguascalientes Facultad de Medicina
Av. Universidad #940
C.P.20131, Aguascalientes, Ags.
paudelacruzm@gmail.com

Rodrigo Rafael Velázquez Castillo
Universidad Autónoma de Querétaro Facultad de Ingeniería-Campus Aeropuerto
Carr. a Chichimequillas s/n
C.P. 76140, Querétaro, Qro.
rodrigo.velazquez@uaq.mx

Resumen — En este trabajo se presenta un resumen de la recopilación de información bibliográfica obtenida por medio de internet durante el verano de investigación por el estudiante, a cerca de la información actual sobre los estudios de la hidroxiapatita en el ámbito de la nanotecnología aplicada a la medicina, así como una descripción de su proceso de síntesis en laboratorio usando el método hidrotermal asistido por microondas, en base a la experiencia del estudiante durante su estancia en dicho laboratorio. De igual forma se discuten las expectativas a futuro y los proyectos vigentes que la usan.

Palabras clave — Hidroxiapatita, nanobiomateriales, nanofibras, iones metálicos.

Abstract — This paper presents a summary of the collection of bibliographic information obtained through the internet during the summer of research by the student, about the current information on the studies of hydroxyapatite in the field of nanotechnology applied to medicine. as well as a description of its synthesis process in the laboratory using the microwave-assisted hydrothermal method, based on the student's experience during their stay in said laboratory. In the same way, future expectations and current projects that use it are discussed.

Keywords — Hydroxyapatite, nanobiomaterials, nanofibers, metal ions.

I. Introducción

La comprensión de la estructura del hueso humano en todos los niveles jerárquicos tiene importantes implicaciones para los mecanismos de mineralización, soporte mecánico, valoración y tratamiento de patologías óseas. Generalmente se acepta que el hueso consiste de dos componentes principales: colágeno tipo I (fase orgánica)

y cristales de hidroxiapatita carbonatada o fosfatada (fase inorgánica), con otros componentes menores: agua, proteínas no colágenas, como proteoglicanos, células y vasos sanguíneos. La organización de estos componentes y su disposición en niveles jerárquicos tiene grandes implicaciones para las relaciones estructura-función del hueso. [1]

La hidroxiapatita (HA o HAp) es una fase estequiométrica de fosfato de calcio con una composición de Ca10 (PO4) 6 (OH) 2. El interés por esta en el campo biomédico se debe a su similitud con la fase de apatita de fosfato cálcico en el mineral óseo y dental. La HAp está conformada por una relación molar de calcio y fósforo con proporción de 10:6 (1,67). Se ha informado comúnmente que la HA tiene una estructura cristalina hexagonal.[2]

Es bien sabido que la capacidad de la hidroxiapatita para integrar una gran variedad de sustituciones para Ca2 +, PO4 y / o OH se atribuyen a la versatilidad de su estructura de apatita. Los biomateriales basados en HAp a menudo se estudian porque tienen una respuesta favorable cuando se utilizan como material de implante para tejido óseo. En muchos casos, el biomaterial debe ser poroso para permitir la penetración celular, el flujo de nutrientes y promover la regeneración ósea. Adicionalmente, el biomaterial debe tener una resistencia mecánica similar al del tejido óseo donde sería implantado y tiene que permitir el desarrollo de las funciones biológicas del organismo huésped. [3]

Los cristales HAp actúan como un importante reservorio para albergar diferentes iones y cationes y, por lo tanto, juegan un papel clave en la actividad metabólica del hueso.[4] El uso principal de la HAp en forma de cerámica es como sustituto de injertos de hueso sintético, donde se pueden utilizar como alternativa para autoinjertar hueso para rellenar defectos óseos. Una gran cantidad de sustitutos de injertos óseos sintéticos que contienen HA han sido aprobados para uso clínico pero los datos de los ensayos clínicos todavía son muy limitados para respaldar estos productos. [2]

La tendencia actual es, por tanto, obtener biocerámicas de fosfato de cálcico parcialmente
sustituido por estos elementos para imitar la composición química del hueso, lo que permite la capacidad de intercambiar iones en la estructura de apatita para diseñar, desarrollar y caracterizar nuevos y mejores fosfatos de calcio para ciertas aplicaciones específicas.

A continuación, se presenta una recopilación de los avances más actuales respecto a este tema, a conformidad con el trabajo de la estudiante durante su estadía. Posteriormente se incluye un apartado sobre la metodología para la síntesis de HAp que se observó en el laboratorio de la Universidad Autónoma de Querétaro en la Facultad de Ingeniería-Campus Aeropuerto guiada por el Dr. Rodrigo Rafael Velázquez Castillo, incluyendo en los resultados la experiencia de aprendizaje del alumno. Por último, en la cuarta sección se resumen las expectativas a futuro sobre este tema y los comentarios finales.

II. Marco teórico

A. Sustituciones catiónicas y aniónicas en la Hidroxiapatita

Los factores clave para un andamio ideal para la ingeniería de tejido óseo son: : la macroporosidad (tamaño de poro >50 nm) y la mesoporosidad (5 nm< tamaño de poro <50 nm); la porosidad abierta interconectada para el flujo de nutrientes sustancias químicas, células y el crecimiento interno de tejido in vivo; una suficiente resistencia mecánica y cinética de degradación controlada para la transferencia de carga adecuada al tejido huésped adyacente; y una compatibilidad bioquímica que permita que el hueso cumpla con sus funciones metabólicas. [4]

La HAp tiene dos tipos de iones de Ca: Ca tipo I rodeados por 9 átomos de oxígeno formando un prisma trigonal tricapado que a su vez forma columnas paralelas otorgando mayor resistencia, y Ca tipo II rodeados por 7 átomos y que se encuentran en la superficie estructural pudiendo ser sustituidos por otro elemento. Se ha encontrado que la relación de Na en el hueso humano varía entre 0.90-1.00 % wt y de K entre 0.03-0.07 % wt. [4]

La introducción de iones de magnesio en la estructura de HAp ha demostrado ejercer un efecto biológico positivo y mejorar las propiedades osteointegracionales del material, debido a la solubilidad y biodegradabilidad mejoradas del material en fluidos fisiológicos como consecuencia de la modificación de la red. [4]
El potasio (K) puede influir en el proceso de biomineralización y la apatita en el proceso de nucleación de minerales, mientras que el sodio (Na) está presente como un oligoelemento abundante en el hueso y el mineral del diente natural y participa en la adhesión celular y en el metabolismo y el proceso de reabsorción ósea. [4]
El dióxido de titanio (TiO2) ha atraído mucha atención, debido a su efecto fotocatalítico, siendo posible explotar su actividad fotooxidativa en materiales organicos, incluyendo proteínas y lípidos, asi como a las propiedades antibacterianas del Ti. Se investigó la acción bactericida de Ti-HAp y se demostró su actividad fotocatalítica para descomponer acetaldehído y albúmina bajo irradiación ultravioleta (UV). Además, se informó que las partículas de Ti-HAp tratadas térmicamente con una relación molar de Ti de 0.10 a 0.15 son adecuadas para la descomposición de proteínas patógenas en una terapia purificada de sangre bajo irradiación UV. [4]
Otras sustituciones informadas: Estroncio, Zinc, Plata, Manganeso, Hierro, Cerio, Itrio, Samario, Galio, Cobre, Cobalto, Iones Aniónicos Vicarios, Carbonato, Floruro, Cloruro, Sulfato, Selenio Y Silicio. [4]
B. Propiedades mecánicas y biocompatibilidad de la hidroxiapatita dopada con Ti pulverizado
La microscopía electrónica mostró que la adición de Ti no afecta la formación del compuesto de hidroxiapatita. La presencia de Ti en la estructura de hidroxiapatita disminuye la aspereza del revestimiento y aumenta las propiedades mecánicas y biológicas. [5] En este estudio se informó que todos los revestimientos de hidroxiapatita enriquecidos con Ti, indujeron la proliferación de osteoblastos.
C. Hidroxiapatita luminiscente dopada con elementos de tierras raras para aplicaciones biomédicas
El uso de hidroxiapatita con materiales luminiscentes es un área de investigación interesante debido a las características atractivas de dichos materiales, que incluyen biodegradabilidad, bioactividad, biocompatibilidad, osteoconductividad, su no toxicidad y su naturaleza no inflamatoria, así como su accesibilidad para la adaptación de la superficie.
Este papel resume los materiales fluorescentes desarrollados más recientemente a base de hidroxiapatita, que utilizar elementos de tierras raras (REE) como dopantes, como terbio (Tb3 +), erbio (Er3 +), europio (Eu3 +), lantano (La3 +), o disprosio (Dy3 +), que se han desarrollado en el campo biomédico. [6]
Los iones lantánidos, como el europio o el terbio, presentan una fluorescencia regular para la obtención de imágenes celulares bajo una longitud de onda de excitación específica. Estas nanopartículas de hidroxiapatita dopadas con lantánidos podrían ser utilizados como sondas fotoluminiscentes en imágenes biológicas. [6]
D. Andamios 3D basados en vidrio bioactivo (45S5) recubiertos con nanopartículas de hidroxiapatita cargadas de magnesio y zinc para aplicaciones de ingeniería de tejidos
La HAp sustituida con La3 + muestra una gran biocompatibilidad en comparación con la hidroxiapatita sin dopaje. También restringe la propagación de la caries dental, sirve como una sonda fluorescente con prometedora biocompatibilidad para la internalización celular, y es un buen agente liberador de fármacos durante un largo período de tiempo. Al mismo tiempo, la hidroxiapatita dopada con Eu3 + es un valioso portador de fármacos, que puede ser rápidamente detectado in vivo por su notable emisión fotoluminiscente. [7]
La HAp dopada con Dy3 + también representa un material cerámico biocompatible prometedor para imágenes de luminiscencia. También se pueden utilizar nanopartículas de hidroxiapatita dopadas con Tb3 + para obtener una sonda fluorescente inorgánica con propiedades superiores de biocompatibilidad y estabilidad en las células. Por último, el dopaje de hidroxiapatita con Er3 + puede mejorar las características biológicas de la hidroxiapatita y podría inducir propiedades fotoluminiscentes mejoradas. [7]

E. Andamios tridimensionales de carga de fármacos a base de alginato de hidroxiapatita-sodio para la regeneración ósea

En este estudio, un andamio compuesto de hidrogel de HAp y alginato de sodio (SA) se fabricó utilizando tres dimensiones de impresión. La naringina (NG) y el péptido relacionado con el gen de la calcitonina (CGRP) se utilizaron como factores osteogénicos en la fabricación de andamios cargados de fármaco. [8]

Los andamios de HA / SA / NG y los andamios HA / SA / CGRP mostraron una mejor osteogénesis que la del andamio HA / SA. Por lo tanto, el andamio HA / SA podría ser un material biocompatible con aplicaciones potenciales en regeneración ósea. Mientras tanto, el dopaje NG y CGRP podría resultar en resultados mejores y más positivos para la proliferación y diferenciación. [8]

III. Metodología

Durante las reuniones que se llevaron a cabo en línea, el docente se encargó de ofrecernos la información disponible respecto a su trabajo previo con el material, así como la integración de conceptos y metodología que se necesita para la comprensión de su trabajo. Mientras tanto, el alumno se dedicaba a recopilar la información más actual posible sobre el tema en el mundo, para que en la siguiente reunión en línea se discutiera lo encontrado y se analizara su importancia y aplicaciones a futuro.

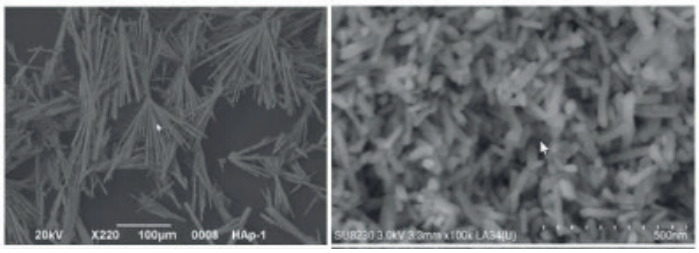
En cuanto a la parte presencial, el alumno se involucró en el proceso de síntesis de HAp usado en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería-Campus Aeropuerto para la posterior implementación de iones metálicos (Na, K, y Ti), así como otras aplicaciones. El modelo de Hidroxiapatita fue sintetizado por el método hidrotermal asistido por microondas, el cual se ha descrito [3, 9-11] ser uno de los materiales sintéticos que hasta la actualidad han logrado mayor similitud con el hueso humano.

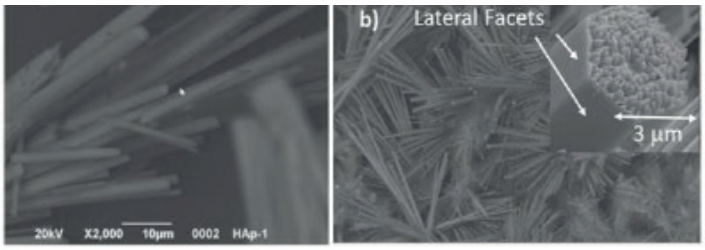
A partir de la mezcla inicial de dos soluciones; la primera solución obtenida de la disolución en agua bidestilada del nitrato de calcio; la segunda solución obtenida de la disolución en agua bidestilada de fosfato de potasio monobásico más hidróxido de potasio. A continuación, se mezclaron ambas soluciones y se sometieron a un tratamiento térmico (método hidrotermal asistido por microondas). El material obtenido fue un sólido cristalino blanco que se filtró y seco. Posteriormente, el material se analizó por medio de la difracción de rayos X (Fig 3.) para comprobar que este se transformó adecuadamente en la HAp de fase cristalina. Esto con el fin de que el siguiente paso sea la agregación de ac. Glutámico, que es el principal responsable de la estructura hexagonal y crecimiento de las nano fibras.

IV. Resultados y análisis

Se describe que la HAp obtenida es una estructura de microfibras (Fig. 1) con una sección transversal hexagonal de diámetro aproximado de 4 µm, nanofibras de aproximadamente 100nm de diámetro, una longitud de varios micrones, bordes rombos y superficie que expresan una alta calidad cristalina.

Fig 1. MEB que muestra que la microestructura de la HAp. En la imagen superior izquierda se observan las nanofibras de HAp del laboratorio; en la parte inferior izquierda se observa la conformación hexagonal de su estructura; en la esquina superior derecha se observa la estructura de la HAp comercial; y en la esquina inferior derecha se puede observar que la HAp está conformada por otras estructuras hexagonales internas.





Durante la estancia en el laboratorio, el alumno también tuvo la oportunidad de observar que la HAp que se sintetizaba, estaba en constante uso por otros alumnos con proyectos distintos en marcha como lo era la HAp dopada con Europio y Gadolinio para hacer un sistema de liberación controlada de fármacos que es probable que tenga una segunda aplicación como ser un sistema de detección de tejidos cancerosos; otro proyecto fue el uso de la HAp tratada térmicamente para la formación de un sistema de liberación de fármacos (quercetina); y por último el proyecto de HAp dopada con iones de Na, K, Mg y Ti para su uso potencial en nanomedicina.

Fig 2. Difractor de Rayos X usado para la caracterización de la HAp

V. Conclusiones y recomendaciones

En este proyecto se plasmó la importancia del estudio de la HAp para concluir que esta puede desempeñar un papel extraordinario en las áreas de ingeniería de tejidos, liberación de fármacos y liberación de genes y en diferentes campos biomédicos. Al mismo tiempo, los nanocristales de hidroxiapatita son candidatos prometedores para materiales hospedantes para el dopaje de elementos de tierras raras, lo que podría proporcionan nuevas propiedades fluorescentes.

Sobre la base de todos los artículos recopilados, es evidente que existe una creciente y amplia atención hacia las sustituciones iónicas dentro de la apatita para mejorar sus propiedades químicas, físicas y principalmente biológicas. Por lo tanto, se espera que se busquen a futuro, pruebas experimentales en animales para identificar con certeza el papel funcional real de los grupos dopantes y la estructura inducida, así como alteraciones morfológicas y químicas.

Así, el estudio de sustituciones iónicas en fosfatos de calcio permitiría comprender mejor las propiedades biológicas mejoradas no solo de los materiales producidos sino también de los procesos de biomineralización.

VI. Reconocimientos

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.

Referencias

[1] B. Langelier, X. Wang, K. Grandfield, et al., "Atomic scale chemical tomography of human bone" Sci Rep. 2017;vol. 7(January): pp 1–9. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1038/srep39958 [Consultado en 2021]

[2] IR. Gibson, Natural and Synthetic Hydroxyapatites. 4° ed., Biomaterials Science. Elsevier; 2020. 307–317 p.

[3] JR. Alanís-Gómez, EM. Rivera-Muñoz, C. Peza-Ledesma, A. Manzano-Ramírez, R.Velázquez- Castillo, "A Comparison of Mechanical Properties of Different Hydroxyapatite (HAp) Based Nanocomposites: The Influence of Morphology and Preferential Orientation". J Nanosci Nanotechnolvol. vol.20(3): pp. 1968–76, 2019.

[4] IV. Antoniac, Ed. Handbook of bioceramics and biocomposites: Cationic and Anionic Substitutions in H. Switzerland SIP, editor. Italian Interuniversity Consortium on Materials Science and Technology (INSTM), Rome, Italy; 2016.

[5] A. Vladescu, SC. Padmanabhan, F. Ak Azem, M. Braic, I. Titorencu, I. Birlik, et al., "Mechanical properties and biocompatibility of the sputtered Ti doped hydroxyapatite". J Mech Behav Biomed Mater. 2016; vol. 63: pp 314–25. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.jmbbm.2016.06.025 [Consultado en 2021]

[6] IA, Neacsu, AE. Stoica, BS. Vasile, E. Andronescu "Luminescent hydroxyapatite doped with rare earth elements for biomedical applications". Nanomaterials, vol 9(2) 2019

[7] ML Dittler, I. Unalan, A. Grünewald, AM. Beltrán, CA. Grillo, R. Destch, et al. "Bioactive glass (45S5)-based 3D scaffolds coated with magnesium and zinc-loaded hydroxyapatite nanoparticles for tissue engineering applications". Colloids Surfaces B Biointerfaces, Vol. 182 (June): pp 110346. 2019. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2019.110346 [Consultado en 2021]

[8] T. Liang, J. Wu, F. Li, Z. Huang, Y. Pi, G. Miao, et al. "Drug-loading three-dimensional scaffolds based on hydroxyapatite-sodium alginate for bone regeneration". J Biomed Mater Res - Part A, Vol. 109(2) 2021, pp 219–31, 2021

[9] S. Alonso-Sierra, R. Velázquez-Castillo, B. Millán-Malo, R. Nava, L. Bucio, A. Manzano-Ramírez, et al. "Interconnected porosity analysis by 3D X-ray microtomography and mechanical behavior of biomimetic organic-inorganic composite materials". Mater Sci Eng C, Vol. 80, pp 45–53. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.msec.2017.05.106 [consultado en 2021]

[10] JR. Alanís-Gómez, EM. Rivera-Muñoz, JS. Cervantes-Medina, H. Almanza-Reyes, R. Nava- Mendoza, C. Cortes-Romero, et al. "Synthesis of micro and nano-sized hydroxyapatite fibers through the microwave assisted hydrothermal method". J Nanosci Nanotechnol, Vol. 16(7), pp 7557–66, 2016

[11] N. Méndez-Lozano, R. Velázquez-Castillo, EM. Rivera-Muñoz, L. Bucio-Galindo, G. Mondragón- Galicia, A. Manzano-Ramírez, et al. "Crystal growth and structural analysis of hydroxyapatite nanofibers synthesized by the hydrothermal microwave-assisted method". Ceram Int, Vol. 43(1), pp 451–7.Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.ceramint.2016.09.179 [consultado en 2017]

Agenda dinámica de citas para múltiples negocios

Jesús Abraham Raya Gómez
Tecnológico Nacional de México
ITS de Irapuato Irapuato-Silao km 12.5
El Copal C.P. 36821 Irapuato, Gto.
abrahamrg.2412@gmail.com

Dennise Ivonne Gallardo Álvarez
Tecnológico Nacional de México/ITS de Irapuato Irapuato-Silao km 12.5
El Copal C.P. 36821 Irapuato, Gto.
dennise.ga@irapuato.tecnm.mx

Resumen — En este proyecto se presenta la agenda dinámica de citas para múltiples negocios el cual consiste en que un usuario cliente agende sus citas en establecimientos por sí mismo, el objetivo es hacer más fácil la manera de agendar las citas en cualquier lugar, así como hacer más eficiente el tiempo del profesional. Este proyecto se lleva a cabo bajo la metodología SCRUM gracias a que permite trabajar tarea por tarea de manera jerárquica para tener un producto funcional en el menor tiempo posible, el alcance de este proyecto es tener un producto funcional donde se obtiene como resultado la creación de los módulos principales del prestador de servicios, así como el módulo para la encriptación de la contraseña.

Palabras clave — Plataforma web, gestionar las citas, encriptación de contraseña.

Abstract — In this project, the dynamic schedule of appointments for multiple businesses is presented, which consists in that a client user schedules their appointments in establishments by themselves, the objective is to make it easier to schedule appointments anywhere, as well as to do more efficient professional time. This project is carried out under the SCRUM methodology thanks to the fact that it allows to work task by task in a hierarchical way to have a functional product in the shortest possible time, the scope of this project is to have a functional product where the creation of the main modules of the service provider, as well as the module for password encryption.

Keywords — Web platform, manage appointments, password encryption.

I. Introducción

La administración de citas en los negocios siempre ha implicado algún tipo de problema. La mayoría de los profesionales que ofrecen un servicio del que previamente se necesita agendar una cita con el cliente, tienen una gran carga administrativa al estar anotando y estructurando las citas en alguna libreta sin llevar una regulación

adecuada de los clientes. Por otro lado, si el profesionista opta por usar un dispositivo electrónico para agendar sus citas, se presenta el mismo problema, pero sin contaminar al medio ambiente, ya que al no tener un sistema automatizado que maneje las reservaciones de servicios de forma dinámica, no es posible visualizar en un tiempo rápido y preciso qué fecha y hora se tiene disponible para ofrecer el servicio, por lo tanto, esto desencadena la pérdida de tres importantes factores: pérdida de tiempo, dinero y clientes; hay que hacer hincapié en que el problema radica en la carga administrativa de gestionar las citas.
La cancelación de citas por parte del cliente también puede generar una pérdida de tiempo, de clientes y de dinero. Estos problemas no solo afectan al prestador del servicio, sino que también al cliente o posibles clientes ¿Por qué? bueno, no es difícil descifrar que existe una relación causal ya que si el profesionista no calcula el tiempo que podría llevarse con un cliente podría hacer esperar al siguiente lo que provocaría una mala experiencia y hasta cierto punto sería considerado una falta de respeto al hacer perder el tiempo de sus clientes.
Por lo antes expuesto, en este contexto, es necesario analizar qué medidas se pueden implementar para evitar ese tipo de pérdidas en aquellos negocios que requieren agendar citas con los clientes, previo al servicio. Además de mejorar la experiencia del cliente y así, hacer crecer orgánicamente el negocio.

II. Marco teórico

Node.Js
Ideado como un entorno de ejecución de JavaScript orientado a eventos asíncronos, Node.js está diseñado para crear aplicaciones network escalables [1].
NoSQL
NoSQL se refiere a una gran variedad de tecnologías de bases de datos que se han desarrollado en respuesta a las necesidades de desarrollo de las aplicaciones modernas:
• Los desarrolladores trabajan con aplicaciones que generan enormes volúmenes de datos nuevos y en constante evolución (estructurados, semi estructurados, no estructurados y polimórficos).
• Aquellos ciclos de desarrollo en cascada que duraban entre 12 y 18 meses hace tiempo que pasaron a la historia. Ahora se trabaja en equipos pequeños, que realizan sprints de desarrollo ágiles con iteraciones rápidas, y que generan código cada semana o cada quince días, algunos incluso varias veces al día.
Las bases de datos relacionales no se diseñaron para poder hacer frente a la escalabilidad y agilidad que necesitan las aplicaciones modernas, ni para beneficiarse de los sistemas de almacenamiento básicos y de la potencia de proceso que existen hoy en día [2].

III. Materiales y métodos

El desarrollo de la plataforma web fue siguiendo las fases del ciclo de vida o metodología SCRUM, con esta metodología se obtuvo mayor agilidad, mitigación de riesgos y resultados anticipados.
Para que un usuario pueda hacer uso de la plataforma, consta de 4 etapas, en dichas etapas se encuentra el cifrado de datos y la seguridad de rutas que solo usuarios con autorización o registrados podrán acceder a ellas.
a) En la primera etapa se realiza el registro de usuario, al registrarse un usuario se implementa un módulo para encriptar los datos necesarios [3].
b) En la segunda etapa se realiza el proceso del registro de un negocio, si y sólo si el usuario cuenta con uno: si el usuario no cuenta con un negocio, puede buscar los negocios registrados para agendar cita por un servicio que necesite.
c) En la tercera etapa sólo aplica si el usuario ha registrado un negocio previamente. En esta etapa el usuario registra los servicios que ofrece su negocio registrado con anterioridad.

d) En la última etapa el usuario prestador de servicios puede visualizar la agenda para saber la fecha y hora en la que ofrecerá el servicio indicado por el cliente.
El proceso de encriptación de datos se realiza de forma asíncrona para no ralentizar el sistema. El código de cifrado de datos se puede observar en la figura 1.

Fig 1. Cifrado de datos para el usuario registrado

```
userSchema.methods.encrypPass = async function (pass) {
  const salt = await bcrypt.genSalt(10);
//se repite 10 veces el cifrado.
  return await bcrypt.hash(pass, salt);
//esto genera nuestro cifrado hash.
};
```

Se debe considerar el formato de hora al realizar un registro de negocio. ¿Por qué? No es difícil descifrar que el usuario debe especificar la hora de apertura y cierre del negocio, pero sería altamente riesgoso validar en el frontend, para esto se utiliza una librería llamada moment Timezone y se valida en el backend con el siguiente módulo [4]. El código de formato de hora se puede observar en la figura 2.

Fig 2. Formato de hora usando moment timezone

```
function formatMeridem(hora){
  let hourOpen = hora.split(":");
  if(Number.parseInt(hourOpen[0]) < 12 ){
    hora = moment(hora, "HH:mm a").format("h:mm a");
    return hora;
  }
  else if(Number.parseInt(hourOpen[0]) ⩾ 12){
    hora = moment(hora, "HH:mm a").format("h:mm a");
    return hora;
  }
}
```

Para el proceso de registrar los servicios que ofrecerá el usuario: dueño de un negocio, se necesita semi relacionar el id del negocio registrado previamente, de esta forma el sistema cumple con el funcionamiento de mostrar los servicios registrados como parte del negocio [5]. El schema de datos del servicio se muestra en la figura 3.

Fig 3. Schema de datos del servicio

```
const serviceSchema = new Schema(
  {
    idCompany: { type: String, required: true },
    name: { type: String, required: true },
    cost: { type: Number, required: true },
    duration: { type: Number, required: true },
    description: { type: String, required: false },
  },
  {
    timestamps: true,
  }
);
```

Por último, para el proceso de crear una cita y el usuario lo pueda visualizar en su agenda, se necesita semi relacionar el id del servicio solicitado por el cliente y el id del usuario que solicita el servicio, de esta forma el usuario prestador de servicio podrá visualizar en su agenda el servicio solicitado y quién lo solicita [5]. El schema de datos de la cita se muestra en la figura 4.

Fig 4. Schema de datos de la cita

```
const appointmentSchema = new Schema(
    {
      serviceId: { type: String, required: true, unique: true },
      userId: { type: String, required: true, unique: true },
      date: { type: String, required: true },
      duration: { type: Number, required: true },
      description: { type: String, required: false },
    },
    {
      timestamps: true,
    }
);
```

III. Resultados

Los resultados obtenidos al finalizar este proyecto se enumeran a continuación:

1. Al registrarse la contraseña, esta se encripta y no se guarda como texto plano, de esta manera es seguro para el usuario (figura. 5).

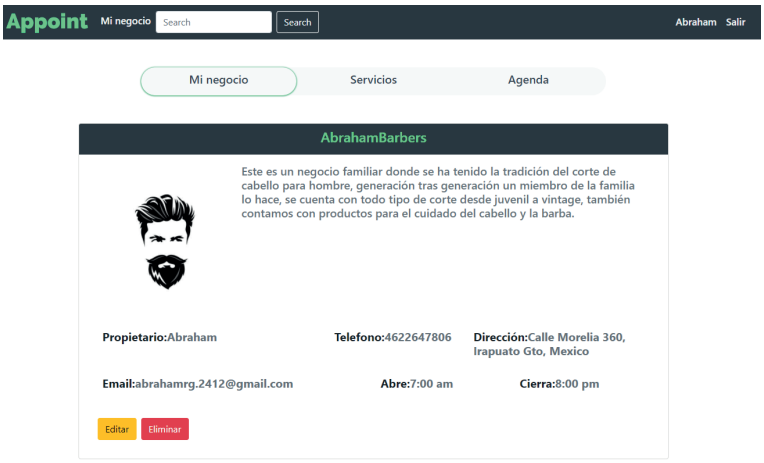
Fig 5. Contraseña de usuario encriptada

```
_id: ObjectId("610e09bbf88ff13ca0588b74")
name: "Abraham"
email: "abrahamrg.2412@gmail.com"
password: "$2a$10$JHRETlF60L/UGhl0lQ7D6.xp1kJzPhg5xp1RQrdOllBtYX7U7JEKW"
createdAt: 2021-08-07T04:19:07.793+00:00
updatedAt: 2021-08-07T04:19:07.793+00:00
```

2. Si el usuario cliente es un prestador de servicios puede registrar su negocio para que los clientes agenden la cita por medio de appoint, en este apartado se pone toda la información del negocio incluyendo la hora de apertura y cierre asegurando que el cliente no agende la cita fuera de horario de servicio.

3. Se muestra la información al profesional para que pueda observar en todo momento la información proporcionada a los clientes, siempre tiene la opción de modificar los datos en caso de ser necesario o eliminar el negocio si es que así lo desea el usuario (figura 6).

Fig 6. Mostrando la información del negocio



4. El prestador de servicios puede registrar los servicios que ofrece en su negocio incluyendo el precio y duración para que el cliente los vea y, a la hora de agendar su cita elija el servicio que desea.

5. Se muestran los servicios registrados en forma de tarjetas, siempre se tiene la opción de modificarlos o eliminarlos si es necesario (figura 7).

Fig 7. Mostrando los servicios

6. La parte de agenda donde se visualizan las citas agendadas quedó como módulo para una siguiente fase del proyecto, debido a que era de mayor prioridad tener los módulos del profesional listos, de tal manera que a la hora de crear los del cliente sea más rápido.

IV. Conclusiones y recomendaciones

Ha sido todo un reto trabajar el proyecto ya que aunque se cuenta con los conocimientos necesarios para su desarrollo se presentaron problemas que requirieron resolverse antes de pasar a la siguiente etapa, también, algunos conceptos o elementos requeridos en algunos de los módulos desarrollados no eran dominados por ninguno de los desarrolladores por lo que fue necesario aprender conceptos y habilidades nuevas para lograr el objetivo. Finalmente se llegó al alcance planteado, se obtiene un resultado satisfactorio y suficiente para hacerlo crecer aún más, gracias a esto se pueden seguir creando proyectos con la misma metodología ya que funcionó de manera satisfactoria.

V. Agradecimientos

Expreso mi agradecimiento a la maestra e ingeniera Dennise Ivonne Gallardo Álvarez por apoyarnos en todo momento, a los responsables de llevar a cabo el 230 verano de la ciencia de la región del centro por darnos la oportunidad de participar, así como a mi compañero por dedicar parte de su tiempo al desarrollo de este proyecto.

Referencias

[1] OpenJS Foundation, «nodejs.org,» OpenJS Foundation, 18 Agosto 2021. [En línea]. Available: https://nodejs.org/es/about/. [Último acceso: 18 Agosto 2021].
[2]MongoDB, «mongodb.com,» MongoDB, Inc., 18 Agosto 2021. [En línea]. Available: https://www.mongodb.com/es/nosql-explained. [Último acceso: 18 Agosto 2021].
[3]J. Hanson, «passportjs.org,» Hanson Jared, 28 Junio 2021. [En línea]. Available: http://www.passportjs.org/docs/. [Último acceso: 2021 Agosto 18].
[4]Moment, «momentjs.com,» JS Foundation, 11 Febrero 2021. [En línea]. Available: https://momentjs.com/

timezone/docs/. [Último acceso: 18 Agosto 2021].
[5]LearnBoost, «mongoosejs.com,» Automattic, 11 Agosto 2021. [En línea]. Available: https://mongoosejs.com/docs/index.html. [Último acceso: 18 Agosto 2021].

Agenda dinámica de citas para múltiples negocios

Oswaldo Álvarez Juárez
Tecnológico Nacional de México/ITS de Irapuato
Irapuato-Silao km 12.5 El Copal
C.P. 36821 Irapuato, Gto.
oswaldo.aj29@outlook.com

Dennise Ivonne Gallardo Álvarez
Tecnológico Nacional de México/ITS de Irapuato
Irapuato-Silao km 12.5 El Copal C.P. 36821 Irapuato, Gto.
dennise.ga@irapuato.tecnm.mx

Resumen — En este trabajo de investigación se presenta el desarrollo de una plataforma web que permite tanto a prestadores de servicios como a sus clientes optimizar el tiempo al administrar y programar las citas dinámicamente. Este sistema utiliza un algoritmo complejo capaz de gestionar las citas y el horario del prestador de servicio: en el rango establecido previamente por él. De esta manera el prestador del servicio podrá visualizar de manera rápida y precisa en qué fecha y hora tiene una cita y así ofrecer una mejor experiencia al cliente. En el sistema se pueden encontrar diferentes profesionales de diferentes sectores, proporcionando también un cifrado de los datos para mayor seguridad del cliente y prestador de servicio.

Palabras clave — Plataforma web, gestionar las citas, cifrado de datos.

Abstract — In this research work, presents the development of a web platform that allows both service providers and their clients to optimize the time by dynamically managing and scheduling appointments. This system uses a complex algorithm capable of managing the service provider's appointments and schedule: within the range previously established by him. In this way, the service provider will be able quick and accurately see what date and time has an appointment and thus offer a better customer experience. In the system anybody can find different professionals from different sectors, offering also an encryption of the data for greater security of the client and service provider.

Keywords — Web platform, manage appointments, data encryption.

I. Introducción

La administración de citas en los negocios siempre ha implicado algún tipo de problema. La mayoría de los profesionales que ofrecen un servicio del que previamente se necesita agendar una cita con el cliente, tienen una gran carga administrativa al estar anotando y estructurando las citas en alguna libreta sin llevar una regulación

adecuada de los clientes. Por otro lado, si el profesionista opta por usar un dispositivo electrónico para agendar sus citas, se presenta el mismo problema, pero sin contaminar al medio ambiente, ya que al no tener un sistema automatizado que maneje las reservaciones de servicios de forma dinámica, no es posible visualizar en un tiempo rápido y preciso qué fecha y hora se tiene disponible para ofrecer el servicio, por lo tanto, esto desencadena la pérdida de tres importantes factores: pérdida de tiempo, dinero y clientes; hay que hacer hincapié en que el problema radica en la carga administrativa de gestionar las citas.

La cancelación de citas por parte del cliente también puede generar una pérdida de tiempo, de clientes y de dinero. Estos problemas no solo afectan al prestador del servicio, sino que también al cliente o posibles clientes ¿Por qué? bueno, no es difícil descifrar que existe una relación causal ya que si el profesionista no calcula el tiempo que podría llevarse con un cliente podría hacer esperar al siguiente lo que provocaría una mala experiencia y hasta cierto punto sería considerado una falta de respeto al hacer perder el tiempo de sus clientes.

Por lo antes expuesto, en este contexto, es necesario analizar qué medidas se pueden implementar para evitar ese tipo de pérdidas en aquellos negocios que requieren agendar citas con los clientes, previo al servicio. Además de mejorar la experiencia del cliente y así, hacer crecer orgánicamente el negocio.

II. Marco teórico

Node.Js

Ideado como un entorno de ejecución de JavaScript orientado a eventos asíncronos, Node.js está diseñado para crear aplicaciones network escalables [1].

NoSQL

NoSQL se refiere a una gran variedad de tecnologías de bases de datos que se han desarrollado en respuesta a las necesidades de desarrollo de las aplicaciones modernas:

• Los desarrolladores trabajan con aplicaciones que generan enormes volúmenes de datos nuevos y en constante evolución (estructurados, semi estructurados, no estructurados y polimórficos).

• Aquellos ciclos de desarrollo en cascada que duraban entre 12 y 18 meses hace tiempo que pasaron a la historia. Ahora se trabaja en equipos pequeños, que realizan sprints de desarrollo ágiles con iteraciones rápidas, y que generan código cada semana o cada quince días, algunos incluso varias veces al día.

Las bases de datos relacionales no se diseñaron para poder hacer frente a la escalabilidad y agilidad que necesitan las aplicaciones modernas, ni para beneficiarse de los sistemas de almacenamiento básicos y de la potencia de proceso que existen hoy en día [2].

MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo de la plataforma web fue siguiendo las fases del ciclo de vida o metodología SCRUM, con esta metodología se obtuvo mayor agilidad, mitigación de riesgos y resultados anticipados.

Para que un usuario pueda hacer uso de la plataforma, consta de 4 etapas, en dichas etapas se encuentra el cifrado de datos y la seguridad de rutas que solo usuarios con autorización o registrados podrán acceder a ellas.

a) En la primera etapa se realiza el registro de usuario, al registrarse un usuario se implementa un módulo para encriptar los datos necesarios [3].

b) En la segunda etapa se realiza el proceso del registro de un negocio, si y sólo si el usuario cuenta con uno: si el usuario no cuenta con un negocio, puede buscar los negocios registrados para agendar cita por un servicio que necesite.

c) En la tercera etapa sólo aplica si el usuario ha registrado un negocio previamente. En esta etapa el usuario registra los servicios que ofrece su negocio registrado con anterioridad.

d) En la última etapa el usuario prestador de servicios puede visualizar la agenda para saber la fecha y hora en la que ofrecerá el servicio indicado por el cliente.

El proceso de encriptación de datos se realiza de forma asíncrona para no ralentizar el sistema. El código de cifrado de datos se puede observar en la figura 1.

```
userSchema.methods.encrypPass = async function (pass) {
  const salt = await bcrypt.genSalt(10);
//se repite 10 veces el cifrado.
  return await bcrypt.hash(pass, salt);
//esto genera nuestro cifrado hash.
};
```

Se debe considerar el formato de hora al realizar un registro de negocio. ¿Por qué? No es difícil descifrar que el usuario debe especificar la hora de apertura y cierre del negocio, pero sería altamente riesgoso validar en el frontend, para esto se utiliza una librería llamada moment Timezone y se valida en el backend con el siguiente módulo [4]. El código de formato de hora se puede observar en la figura 2.

```
function formatMeridem(hora){
  let hourOpen = hora.split(":");
  if(Number.parseInt(hourOpen[0]) < 12 ){
    hora = moment(hora, "HH:mm a").format("h:mm a");
    return hora;
  }
  else if(Number.parseInt(hourOpen[0]) >= 12){
    hora = moment(hora, "HH:mm a").format("h:mm a");
    return hora;
  }
}
```

Para el proceso de registrar los servicios que ofrecerá el usuario: dueño de un negocio, se necesita semi relacionar el id del negocio registrado previamente, de esta forma el sistema cumple con el funcionamiento de mostrar los servicios registrados como parte del negocio [5]. El schema de datos del servicio se muestra en la figura 3.

```
const serviceSchema = new Schema(
  {
    idCompany: { type: String, required: true },
    name: { type: String, required: true },
    cost: { type: Number, required: true },
    duration: { type: Number, required: true },
    description: { type: String, required: false },
  },
  {
    timestamps: true,
  }
);
```

Por último, para el proceso de crear una cita y el usuario lo pueda visualizar en su agenda, se necesita semi relacionar el id del servicio solicitado por el cliente y el id del usuario que solicita el servicio, de esta forma el usuario prestador de servicio podrá visualizar en su agenda el servicio solicitado y quién lo solicita [5]. El schema de datos de la cita se muestra en la figura 4.

```
const appointmentSchema = new Schema(
  {
    serviceId: { type: String, required: true, unique: true },
    userId: { type: String, required: true, unique: true },
    date: { type: String, required: true },
    duration: { type: Number, required: true },
    description: { type: String, required: false },
  },
  {
    timestamps: true,
  }
);
```

III. Resultados

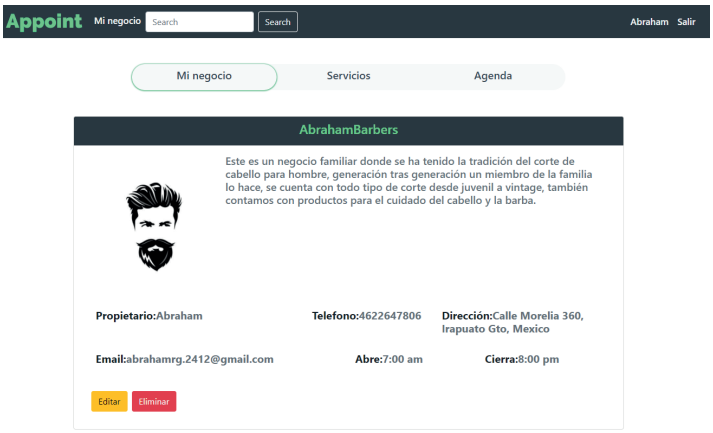
Los resultados obtenidos al finalizar este proyecto se enumeran a continuación:

1. Al registrarse la contraseña, esta se encripta y no se guarda como texto plano, de esta manera es seguro para el usuario (figura. 5).


```
_id: ObjectId("610e09bbf88ff13ca0588b74")
name: "Abraham"
email: "abrahamrg.2412@gmail.com"
password: "$2a$10$JHRETlF60L/UGhl0lQ7D6.xp1kJzPhg5xp1RQrdOllBtYX7U7JEKW"
createdAt: 2021-08-07T04:19:07.793+00:00
updatedAt: 2021-08-07T04:19:07.793+00:00
__v: 0
```

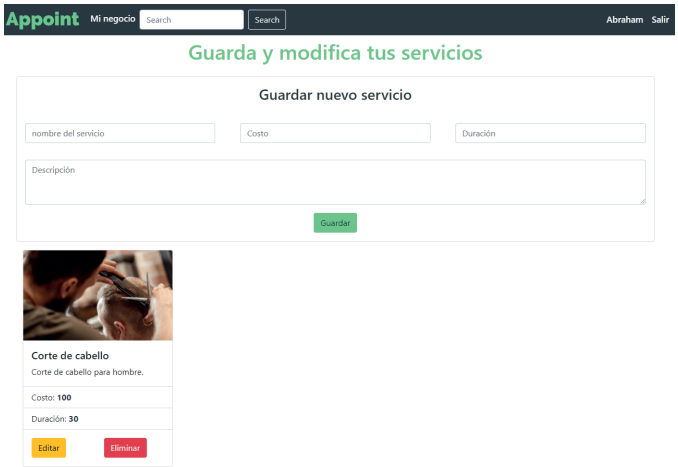

2. Si el usuario cliente es un prestador de servicios puede registrar su negocio para que los clientes agenden la cita por medio de appoint, en este apartado se pone toda la información del negocio incluyendo la hora de apertura y cierre asegurando que el cliente no agende la cita fuera de horario de servicio.

3. Se muestra la información al profesional para que pueda observar en todo momento la información proporcionada a los clientes, siempre tiene la opción de modificar los datos en caso de ser necesario o eliminar el negocio si es que así lo desea el usuario (figura 6).



4. El prestador de servicios puede registrar los servicios que ofrece en su negocio incluyendo el precio y duración para que el cliente los vea y, a la hora de agendar su cita elija el servicio que desea.

5. Se muestran los servicios registrados en forma de tarjetas, siempre se tiene la opción de modificarlos o eliminarlos si es necesario (figura 7).



6. La parte de agenda donde se visualizan las citas agendadas quedó como módulo para una siguiente fase del proyecto, debido a que era de mayor prioridad tener los módulos del profesional listos, de tal manera que a la hora de crear los del cliente sea más rápido.

IV. Conclusiones y recomendaciones

En este proyecto se desarrolló e implementó un sistema capaz de gestionar las citas de los clientes de un negocio para así hacer más flexible la tarea de estructurar las citas en tiempo rápido y preciso. También se trabajó en la seguridad de los datos usando un código de cifrado hash.

Las tecnologías JavaScript y MongoDB fueron utilizadas ya que son las que permiten una mayor escalabilidad, así mismo son una excelente opción para trabajar de manera más rápida y eficiente.

V. Agradecimientos

Expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato al igual que a la ingeniera Dennise Ivonne Gallardo Álvarez por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano 2021.

Referencias

[1] OpenJS Foundation, «nodejs.org,» OpenJS Foundation, 18 Agosto 2021. [En línea]. Available: https://nodejs.org/es/about/. [Último acceso: 18 Agosto 2021].

[2] MongoDB, «mongodb.com,» MongoDB, Inc., 18 Agosto 2021. [En línea]. Available: https://www.mongodb.com/es/nosql-explained. [Último acceso: 18 Agosto 2021].

[3] J. Hanson, «passportjs.org,» Hanson Jared, 28 Junio 2021. [En línea]. Available: http://www.passportjs.org/docs/. [Último acceso: 2021 Agosto 18].

[4] Moment, «momentjs.com,» JS Foundation, 11 Febrero 2021. [En línea]. Available: https://momentjs.com/timezone/docs/. [Último acceso: 18 Agosto 2021].

[5] LearnBoost, «mongoosejs.com,» Automattic, 11 Agosto 2021. [En línea]. Available: https://mongoosejs.com/docs/index.html. [Último acceso: 18 Agosto 2021].

Desarrollo de un modelo basado en Machine Learning para la predicción de propiedades mecánicas de un acero.

Fermín Abimael Rodriguez Campuzano
Universidad Autónoma de Coahuila
Carretera 57 Km 5, 25710 Monclova, Coah.
ferminrodriguez@uadec.edu.mx

Manuel García Yregoi, Ma. Gloria Rosales Sosa, R. Servín Castañeda
Universidad Autónoma de Coahuila
Carretera 57 Km 5, 25710 Monclova, Coah.
manuel_garcia@uadec.edu.mx

Resumen — En esta investigación se entrenaron y validaron dos diferentes modelos, redes neuronales artificiales (RNA) y regresión logística (RLM) para predecir las propiedades mecánicas de un acero, el mejor modelo se evaluó con los datos de pruebas, todo esto con el propósito de facilitar la toma de decisiones enfocadas a la optimización del control de calidad del material y disminuir costos al cliente. En el entrenamiento de los modelos se utilizaron datos de la composición química y pruebas mecánicas experimentales. Se contó con una base de datos con 215 instancias con 16 atributos. El perceptrón multicapa con arquitectura [6, 10,5 3,1] con funciones de transferencia relu en capas ocultas y de salida y algoritmo entrenamiento adam de sklearn fue la que obtuvo tasas de efectividad de hasta 94.2%, mayor al 85% que se estableció como meta en la investigación. Los modelos entrenados en este trabajo demuestran que el modelo de RNA propuesto cuanta con una robustez y arquitectura óptima; proporciona una mejor precisión de predicción en comparación con la regresión logística.

I. Introducción

El acero es una aleación de carbono y hierro, el contenido de carbono oscila entre 0,1 y 1,9 % y puede tener aleaciones como el azufre(S), fósforo(P), manganeso(Mn), silicio (Si); siendo uno de los materiales más importante para la construcción. El acero laminado en caliente es muy versátil, reciclable y amigable con el medio ambiente, es ampliamente utilizado en un gran número de aplicaciones como la industria automotriz, de construcción, maquinaria, electrodomésticos, etc. La confiabilidad en los materiales utilizados en las aplicaciones antes descritas está centrada básicamente en las propiedades mecánicas, por ello es importante predecir con gran precisión las pruebas mecánicas como: última tensión (TS), límite elástico (YS) y % elongación (EL) y dureza (HBN).
Las propiedades mecánicas del acero están relacionadas principalmente a la composición química y los parámetros del proceso de productivo de laminación en caliente [1] - [4]. En el proceso productivo existe una interacción de factores que dan como resultado un sistema complejo de no linealidad, y que son matemáticamente difícil de representar. [5], [6].

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 [7].

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 [8], el cual presenta información sobre la identificación de los sistemas.

III. Materiales y métodos

3.1 Equipo utilizado

Se utilizó una laptop marca Asus con Windows 10, Microsoft Office 395, lenguaje de programación Python y la librería Scikit-Learn en la cual se programó la red neuronal, además de realizar el preprocesamiento, partición, escalamiento, de los datos de entrada del modelo, para compilar y correr el modelo se utilizó la plataforma de Google colab.

3.2 Descripción de los datos

Para entrenar la RNA se utilizó el 80% de datos, y 20% para probar el modelo. Los 215 registros se obtuvieron de hojas de registros de una empresa de la localidad. Para las pruebas mecánicas utilizan muestras cilíndricas de 88 mm × 15 mm en laboratorio. La probeta se ajusta al estándar de la norma ASTM A36-8. Las tabla 1 y 2 muestra un análisis descriptivo de los datos así como los valores máximos y mínimo de los componentes químicos del acero A572 gr 170.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de los datos del acero A 572 gr 170.

param.	%C	%M n	%P	%S	%Si	%Cb	%Cr	%V	%Cu	%Ca	%Ni	%M o	%N	DUREZA
count	215	215	215	215	215	215	215	215	215	215	215	215	215	215
mean	0.23288302	1.288	0.0144	0.0054093	0.19	0.001987	0.0123721	0.0047	0.023721	0.00251023	0.0255814	0.00912093	0.00497617	303.95814
std	0.00887118	0.038	0.0072	0.00241508	0.06	0.008005	0.0142229	0.00849	0.015011	0.00053011	0.0078 2489	0.00389191	0.00173826	10.9839848
min	0.22	1.21	0	0.001	0.1	0	0	0	-0.01	0	0	0	0	288
max	0.264	1.55	0.1	0.013	0.27	0.08	0.05	0.057	0.11	0.004	0.05	0.015	0.008	321

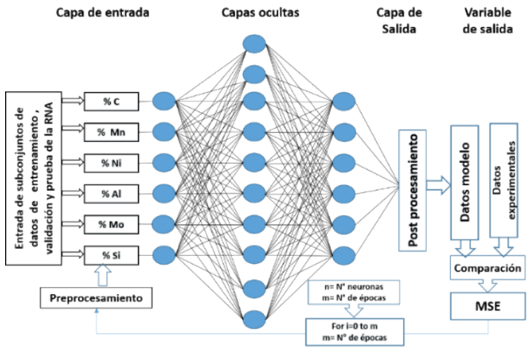
Tabla 2 Composición química del acero a 572 Gr50 por norma y modificado.

do	Max%	0.26	1.35	0.025	0.02	0.35	0.2	0.03	0.4	0.3	0.03	0.12
Norma	Min%	0	0.00	0	0	0.00	0	--	--	--	--	--
	Max%	0.23	1.35	0.040	0.05	0.35	0.2	--	--	--	--	--

(Garcia,2018)

El dataset se particiono en tres conjuntos: entrenamiento, validación y pruebas. Los datos de entrenamiento fueron los mismos para cada una de las pruebas mecánicas, lo que cambio fueron los valores de prueba mecánica a predecir, es decir dureza, % elongación y resistencia a la tensión como se muestra en la tabla 1.
El primer paso es la definición del modelo de red a entrenar, esto se realizo mediante la programación de módulos en Sckit-learn de Python. Una vez entrenado y probado el modelo se utilizaron nuevos datos para probar la eficacia del modelo. Los patrones de entrada al modelo de red fueron 6 correspondientes 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, y solo cambiar los valores objetivos en el modelo. El modelo de red neuronal y el diagrama de flujo propuesto para este trabajo se muestra en la fig.1.
Una vez entrenado el modelo de RNA, se contrasto los valores obtenidos del modelo y los experimentales para obtener la gráfica y calcular el coeficiente de correlación r.
Se utilizaron los resultados experimentales del ensayo mecánico de Dureza Brinell (HBN) medidos en Mpa. como valores objetivos (targets) en la capa de salida.

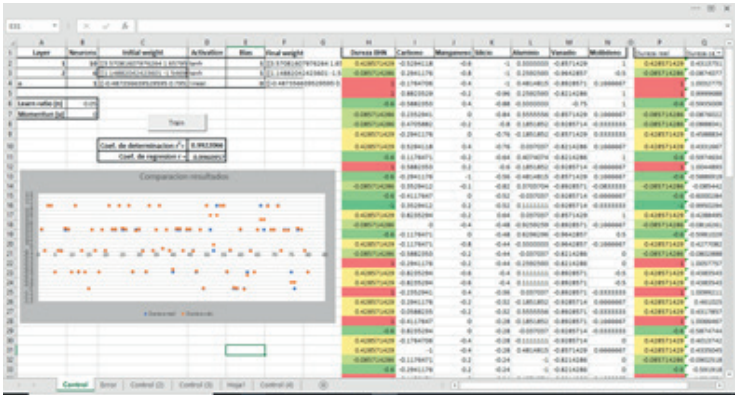
Figura 1. Modelo de red y diagrama de flujo propuesto para este estudio. Fuente propia



IV. Resultados

La Figura 2. Muestra la gráfica obtenida de los valores obtenidos del entrenamiento de la red neuronal contra los valores de prueba, es decir, los datos x_train y y_train mostrando un coeficiente de correlación del 94%, los cual nos hace pensar que posiblemente el modelo esté sobreentrenado ya que al momento de predecir los valores de prueba el coeficiente de correlación es del 22%, por lo que se tiene que realizar una validación cruzada para que le ayude a generalizar.

Figura 2. Pantalla de Excel donde se muestran los datos con los patrones de entada, objetivos y parámetros necesarios para ejecución del modelo ejecutado en Google colab. 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)

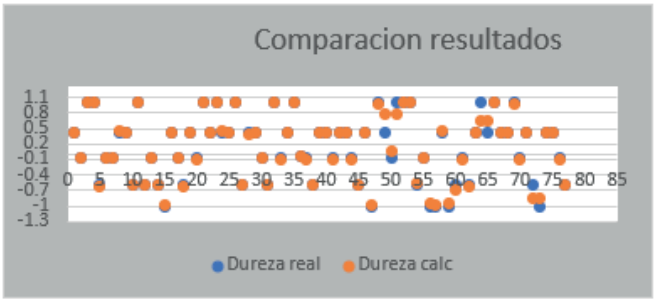
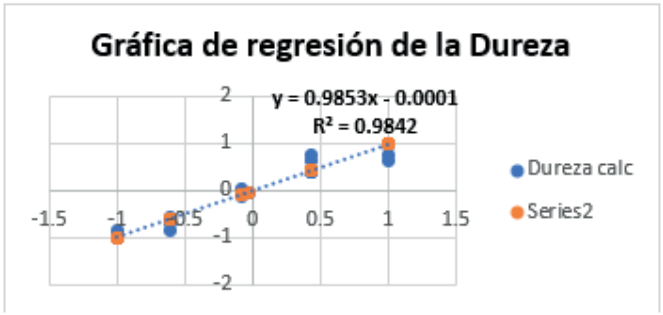


Figura 4. Grafica del coeficiente de regresión entre los valores reales y estimados



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:

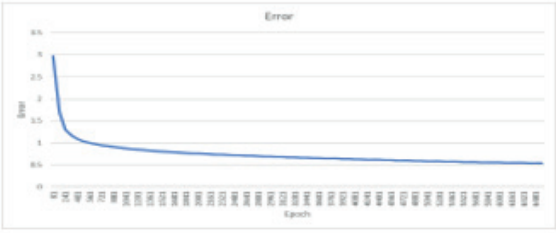
Tabla 1. Datos desnormalizados del proceso de entrenamiento de la RNA

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

Fuente: (García Y. 2019)

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

En este artículo se presentó una comparación de dos algoritmos del machine learning una de redes neuronales artificiales y regresión logística aplicadas al dominio de la predicción de datos. Se utilizó un total de 215 registro con arquitectura [6,10,10,3,1], que la que mejor desempeño de las RNA, en cuanto a tiempo y calidad de respuesta. Los resultados muestran claramente que:

De acuerdo con 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.

VII. Agradecimientos

Agradezco a la Dr. Manuel García Yregoi por su tiempo dedicado a este proyecto, por su tiempo invaluable que dedico como guía para la realización de esta investigación. 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 Dra. María Gloria Rosales Sosa que fue quien hizo posible mi participación en este verano de la ciencia.

Referencias

[1] T. Thankachan, K. S. Prakash, and M. Kamarthin, “Optimizing the tribological behavior of hybrid copper surface composites using statistical and machine learning techniques,” J. Tribol., vol. 140, no. 3, Jan. 2018, Art. no. 031610.

[2] M. Beghini, L. Bertini, B. D. Monelli, C. Santus, and M. Bandini, “Experiimental parameter sensitivity analysis of residual stresses induced by deep rolling on 7075-T6 aluminium alloy,” Surf. Coat. Technol., vol. 254, pp. 175–186, Sep. 2014.

[3] C.-K. Cheng, J.-T. Tsai, T.-T. Lee, J.-H. Chou, and K.-S. Hwang, “Modeling and optimizing tensile strength and yield point on steel bar by artificial neural network with evolutionary algorithm,” in Proc. IEEE Int. Conf. Automat. Sci. Eng. (CASE), Gothenburg, Sweden, Aug. 2015, pp. 1562–1563.

[4] Q. Zou, L. Chen, N. Xiong, S. Zou, and C. Wang, “Prediction and key computer programming of mechanical properties of hot rolled plate based on BP neural network,” in Proc. Int. Conf. Comput. Sci. Eng., Vancouver, BC, Canada, Aug. 2009, pp. 967–971.

[5] H.-T. He and H.-M. Liu, “The research on integrated neural networks in rolling load prediction system for temper mill,” in Proc. Int. Conf. Mach. Learn. Cybern., Guangzhou, China, vol. 7, Aug. 2005, pp. 4089–4093.

[6] Z.-H. Wang, D.-Y. Gong, X. Li, G.-T. Li, and D.-H. Zhang, “Prediction of bending force in the hot strip rolling process using artificial neural network and genetic algorithm (ANN-GA),” Int. J. Adv. Manuf. Technol., vol. 93, nos. 9–12, pp. 3325–3338, Dec. 2017

[7] Alonso A., Sedano J. y Villar J. (2007). Identificación de sistemas no lineales mediante redes neuronales artificiales. Técnica Industrial, 2007, 267; p..46-53.
[8] 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.
[9] Bruce E. Segee, Michael D. (2000). Artificial Neural Networks Using Microsoft Excel for Windows 95 Amos University of Maine.
[10] Bishop. C. (1995) Pattern Recognition and Neural Networks (Oxford, U.K.: Oxford Univ. Press, 1995, 482 pp., ISBN 0 19 853849 9.)
[11] B. Cheng and D. Titterington, (1994). "Neural networks: A review from a statistical perspective," Statist. Sci., vol. 9, no. 1, pp. 2–54, 1994

Evaluación y reducción de riesgos ergonómicos en una empresa Textil

Gabriela Domínguez Moreno
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Ingeniería Industrial
Blvd. del Valle 2301, Guardarrayas
C.P. 36425, Purísima del Rincón, Gto.
lms17110487@purisima.tecnm.mx

María del Carmen Saavedra Martínez
Instituto Tecnológico Superior de Abasolo
Ingeniería Industrial
Cuitzeo de 401 Cuitzeo de los Naranjos
C.P. 36976, Abasolo, Gto.
maria.saavedra@tecabasolo.edu.mx

Resumen — En siguiente proyecto se presenta, la evaluación y la reducción de riesgos Ergonómicos en una empresa textil, se implementan listas de verificación (check list), con la finalidad evaluar las condiciones en las que se encuentra el trabajador, como la iluminación, si el área de trabajo cuenta con las condiciones adecuadas de calor, frío, riesgos ambientales, o bien equipos de protección para el trabajo. Se aplica el método RULA para conocer el nivel de riesgo ergonómico. Finalmente se implementa la metodología 5s y normativa para reducir los riesgos a los que están expuestos el trabajador

Palabras clave — FODA, Check list, método RULA, metodología 5's, riesgo ergonómico

Abstract — The following project presents the evaluation and reduction of ergonomic risks in a textile company, checklists are implemented in order to evaluate the conditions in which the worker is, such as lighting, if the work area has adequate conditions of heat, cold, environmental hazards, or protective equipment for work. The RULA method is applied to determine the level of ergonomic risk. Finally, the 5s methodology and regulations are implemented to reduce the risks to which the worker is exposed.

Key words ---- SWOT, Check list, RULA method, 5's methodology, ergonomic risk.

I. Introducción

Con el paso del tiempo se ha vuelto de suma importancia para las empresas que sus trabajadores se encuentren en excelentes condiciones, y se tenga una gestión de los riesgos a los que se está expuesto. La empresa textil se encuentra expuesta a múltiples y constantes riesgos, se labora de una forma en la que el trabajador debe adaptarse a las instalaciones y las condiciones en las que esta se encuentra.

Tomando en cuenta las necesidades existentes, el identificar los riesgos ergonómicos, así como realizar un plan de acción e implementar las medidas preventivas y normativa para reducir dichos riesgos, con el uso de algunas herramientas y metodologías se logra llegar a los objetivos propuestos, la empresa cuenta con la maquinaria suficiente para producir mucho más y que sus empleados rindan más en sus labores.

II. Marco teórico

A. Análisis FODA

Es un instrumento de planificación estratégica que puede utilizarse para identificar y evaluar las fortalezas y debilidades de la organización (factores internos), así como las oportunidades y amenazas (factores externos. (Boutrif, 2021)

B. Checklist

Es un diagnóstico que sirve para conocer, evaluar, analizar todos aquellos aspectos externos e internos que pueden afectar a una empresa.(Muñiz, 2021)

C. Método RULA

El método Rapid Upper Limb Assessment (RULA) permite evaluar la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que pueden ocasionar trastornos en los miembros superiores del cuerpo: posturas, repetitividad de movimientos, fuerzas aplicadas y actividad estática del sistema musculoesquelético.(Barba Morán, 2021)

D. Riesgos ergonómicos

Es la probabilidad de sufrir un evento adverso e indeseado (accidente o enfermedad) en el trabajo y condicionado por ciertos “factores de riesgo ergonómico”.(CROEM, 2021)

E. Metodología de las 5’s

Las 5 S son cinco principios japoneses cuyos nombres comienzan por S y que van todos en la dirección de conseguir una fábrica limpia y ordenada. Sus nombres son: Seiri (organizar y seleccionar), Seiton (ordenar), Seiso (limpiar), Seiketsu (estandarizar) y Shitsuke (mantener).(Rey Sacristán , 2021)

II. Metodología

Para llevar a cabo la evaluación y reducción de riesgos en la empresa se considera lo siguiente:

1.- Para realizar un análisis FODA y conocer el estatus de la empresa en cuestión de riesgos ergonómicos a los que se está expuesto se requiere:

a. Identificar y evaluar las fortalezas y debilidades de la empresa y anotarlas en una hoja.

b. Se evalúa el factor optimización (F+O) factor de riesgo (D+A)

c. Se obtiene un análisis global mediante una gráfica de pastel

2.- Para aplicar una metodología para identificar los riesgos ergonómicos se realiza los siguientes puntos:

a. Se aplica un check list con 128 items para evaluar los riesgos a los que está expuesto el trabajador entorno a su puesto de trabajo, haciendo uso de software ergonautas.

b. Para realizar una evaluación ergonómica, se analizan los factores de riesgo, (movimientos repetitivos, levantamientos de carga, mantenimiento de posturas forzadas, posturas estáticas, exigencia mental, monotonía, vibraciones, condiciones ambientales, etc.) para seleccionar el método más adecuado de acuerdo a las actividades que

se realizan.
3.- Para la aplicación del método RULA se realiza los siguientes puntos:
a. Se analizan posturas, repetitividad de movimientos, fuerzas aplicadas, actividad estática del sistema musculo esquelético de las personas de acuerdo con las actividades que se realizan.
b. Se evalúa el Grupo A, que incluye los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas)
c. Se evalúa el Grupo B, que comprende las piernas, el tronco y el cuello
d. Se asignan las puntuaciones globales de los grupos A y B en función del tipo de actividad muscular desarrollada y saber el nivel de riesgo al que se está expuesto.
e. Se desarrolla e implementa un plan de acción para la reducción de los riesgos.
4.- Para llevar a cabo el plan de acción mediante la ayuda de las personas encargadas se implementan las actividades:
a. Implementación de metodología 5s
b. Aplicación de las Normas

III. Resultados

Con la finalidad de conocer la situación actual de la organización se realiza Análisis FODA (ver figura 1), donde analiza el factor optimización y factor riesgo.
Para identificar los riesgos ergonómicos a los que se expone el trabajador, se realiza un check list con 128 items, mediante el software de Ergonautas, el cual valora si algunas áreas de la maquiladora o bien si el trabajador se encuentra en riesgo, como resultado se obtiene 3 para atender de manera urgente y 2 de forma muy urgente (ver figura 2).
Mediante el método RULA, se evalúan los movimientos y posturas repetitivas, miembros superiores piernas, tronco y cuello del trabajador de acuerdo con las actividades que realizan, dando como resultado una puntuación de 7, con un nivel de actuación 4, lo que significa que se requieren cambios urgentes en la tarea.

Fig. 1 Tabla de análisis FODA

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Maquinaria adecuada para realizar el trabajo. Personal a disposición del trabajo. Las costuras tienen una gran calidad. Realiza gran variedad de costuras en las prendas. Variedad en diseño y confección de prendas de vestir.	Generar más empleo. Hacer crecer el negocio/expansión Mayor entrada de flujo efectivo. Expansión de negocio. Entregar producto de buena calidad. Alta demanda de prendas para vestir.
DEBILIDADES	AMENAZAS
Proveedores no adecuados. Capacitación deficiente a los trabajadores. Pocas horas de trabajo. Deficiencia de luz. Falta de nuevos proveedores.	Competencia a corta distancia. Condiciones ambientales. Problemas ergonómicos en las instalaciones. Baja demanda. Paga deficiente de las prendas. Proveedores con material en condiciones deficientes.

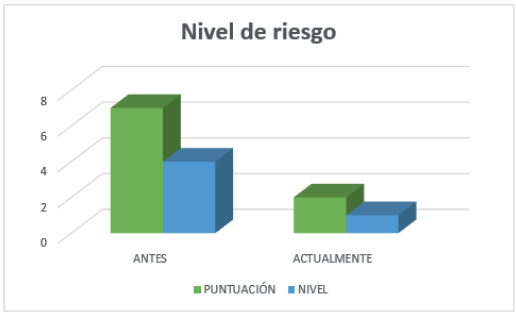
Fig. 2 Items valorados

Se implementa un plan de acción para reducir el nivel de actuación, se comienza con la planeación y aplicación de la metodología de las 5'S, clasificando hilos e hilazas, separando por texturas y colores, se organiza cada estación de trabajo, estantería y mesas de almacenaje. La limpieza se llevó a cabo, limpiando y realizando ajustes en las máquinas que son más solicitadas, en la prenda que se está realizando. Para estandarizar evalúa el cumplimento de las 3 "s", mediante un check list, además de colocar un reglamento visible con los lineamientos a cumplir. Finalmente se involucra todo el personal y se comprometen a supervisar constantemente (ver figura 3).

Fig. 3 Metodología 5 "s"

Al término de la metodología 5 "s", se analiza la NOM-025-STPS-2008, para determinar las condiciones de iluminación al que deben trabajar para evitar la fatiga ocular. Además de verificar las condiciones ambientales de acuerdo a las normas NOM-011-STPS-2001, para identificar el nivel de ruido al que está expuesto Se propone el uso de tapetes anti fatiga y sillas ajustables para adecuar la estación de trabajo de acuerdo al trabajador. Después de llevar a cabo el plan de acción se realiza nuevamente el método RULA, dando una puntuación de 2, con un nivel de actuación 1, reduciendo los riesgos en un 71.42% % (ver figura 4). La empresa se compromete a dar continuidad al proyecto.

Fig. 4 Nivel de riesgo



IV. Conclusiones

Gracias a las herramientas implementadas en la presente investigación, se reducen los riesgos ergonómicos, incrementando la productividad y creando una cultura de seguridad con la participación de los empleados, además se establecen medidas de prevención, evitando costos por ausentismo de trabajadores.

V. Reconocimientos

Agradezco a las personas que conforman la Maquiladora González por permitirme llevar a cabo este 23º Verano de la Ciencia, especialmente a la Mtra. María del Carmen Saavedra por hacerme parte de este proyecto que fue importante para mí en mi formación profesional.

Referencias

Barba Morán, M. C. (2021). El dictamen pericial en erdonomía y psicología aplicada. Guanajuato: Tébar.
Boutrif, E. (2021). Directrices para evaluar las necesidades de fortalecimiento de la capacidad. Cd. Manuel Doblado: This one.
CROEM, C. E. (2021). Prevención de riesgos Ergonómicos . Guanajuato: ISSL.
Muñiz, L. (2021). Check-list para el diagnóstico empresarial . Guanajuato: PROFIT.
Rey Sacristán , F. (2021). Las 5S Orden y limpieza en el puesto de trabajo. Guanajuato: FC Editorial.
UGT-Madrid, S. d. (2021). Ergonomía. Riesgos ergonómicos. Guanajuato: Comunidad de Madrid.

Problemática que enfrentan los estudiantes de IQMYM para aprender online.

Aime Joselyn García Lugo
Facultad de Metalurgia
Carretera 57 km 5.
aime.lugo@uadec.edu.mx

Blanca Idalia Rosales Sosa
Facultad de Metalurgia
Carretera 57 km 5.
blancarosales@correo.mx

Resumen — En este trabajo se presenta el resultado de un estudio realizado a los estudiantes de Ingeniería con el fin de identificar los problemas que presentan al aprender en línea. Con el objetivo de conocer los distractores y barreras a las que se enfrentan en la nueva modalidad virtual y el entorno en el que se desarrollan sus clases en línea, así como la accesibilidad y comunicación que tienen los docentes con los estudiantes para empatizar sobre la situación que vive cada uno de ellos o los problemas que puedan surgir para conectarse de manera oportuna, dándose a conocer que la tecnología al alcance de los alumnos es una herramienta importante en su desarrollo.

Palabras clave — Problemas, Educación, Virtual. .

Abstract — This paper presents the result of a study carried out on Engineering students in order to identify the problems they present when learning online. With the aim of knowing the distractors and barriers they face in the new virtual modality and the environment in which their online classes take place, as well as the accessibility and communication that teachers have with students to empathize about the situation that each one of them lives or the problems that may arise to connect in a timely manner.

Keywords — problems, distance, education.

I. Introducción

En el año 2019 se originó en Wuhan provincia de Hubei, China el brote del COVID 19, [1] que en pocos meses se convirtió en pandemia con efectos destructores en la sociedad mundial incluyendo las instituciones de Educación de todos los niveles mismas que se han visto en la obligación de suspender toda actividad académica de manera presencial obligando a las instituciones a la enseñanza en línea mediante la tecnología. Los docentes dejaron las clases presenciales y los estudiantes han sido confinados al aprendizaje en línea desde casa o diferentes espacios que les permita llevar sus clases, esto último en ocasiones representa un conflicto para el estudiante ya que le resulta imposible conectarse en tiempo y forma. En la educación superior se han realizado algunas indicaciones de orden jerárquico para continuar con las clases en este nivel mismas que se deben respetar de manera que se permita a los actores principales estudiantes y docentes continuar a distancia. El desarrollo de las formas de enseñanza aprendizaje por medio de internet ha despertado un gran interés para conocer la forma en la que se desarrolla el aprendizaje en un aula virtual y de forma muy especial como le dan forma al conocimiento todos los estudiantes que se encuentran aprendiendo en línea.

La educación a distancia cambia esquemas tradicionales en el proceso de enseñanza- aprendizaje, tanto para el docente como para el estudiante, no existe una relación directa en tiempo real para que el docente dirija el proceso y el proceso de aprendizaje del estudiante es más flexible, no existe coincidencia física en cuanto al lugar y al tiempo, exige mayor independencia y autorregulación por parte del estudiante. La educación a distancia adopta diversas peculiaridades en función de la intermediación, del tiempo y del canal que se vaya a utilizar. (Juca Maldonado, 2016) [2]

Es importante investigar las condiciones en las que se encuentra la comunidad estudiantil para aprender en línea. En este sentido es una realidad que la tecnología cambia los escenarios de la sociedad.

II. Marco teórico (opcional)

Aprender comprende la adquisición y la modificación de conocimientos, habilidades, estrategias, creencias y conductas. Exige capacidades cognoscitivas lingüísticas, motoras y sociales y adopta muchas formas. Ninguna definición de aprendizaje es aceptada por todos los teóricos, investigadores y profesionales de la educación.

Un criterio para definir el aprendizaje es el cambio conductual o cambio en la capacidad de comportarse. Empleamos el término aprendizaje cuando alguien se vuelve capaz de hacer algo distinto de lo que hacía antes. Aprender requiere el desarrollo de nuevas acciones ó la modificación de las presentes (Dale H. Schunk) (página 2) [3]. La educación en línea ha generado expectativas que se ha ubicado en la mira algunos de organismos internacionales como opción a seguir (Worlld Bank, 1999; World 2002; Unesco, 1995, 1998 y 2004; Haggi, Fordham, Windham y Unesco, 1991, ANUIES 2000, 2001, 2002ª y 2002b) [4]. Las ventajas de la enseñanza a través de clases a distancia suelen ser evidentes, sobre todo en lo que respecta al acceso y la disponibilidad de los estudiantes, pero existen algunos inconvenientes. Los estudiantes no pueden desarrollar las habilidades de socialización e interpersonales que normalmente acompañan a los métodos de aprendizaje tradicionales. (Nogueira, Bem, Fernandes, Silveira, 2017) [5]

Una de las características de la educación a distancia es originarse en las necesidades de una población poco numerosa, con intereses especiales, para satisfacer carencias que surjan en estas poblaciones. Es una modalidad de aprendizaje flexible, dinámica y adaptativa al medio donde se desarrolla. Es de utilidad práctica, vincula sus programas con necesidades de los estudiantes que se encuentran en un sitio remoto (Juca Maldonado, 2016) [2], sin embargo, no todos los estudiantes cuentan con los medios que se requiere para llevar a cabo de manera eficiente dicha modalidad, ya sea un espacio asignado en casa, internet de buena calidad, o un dispositivo fijo para tomar su clase, esto conlleva a una problemática que está presente y que interfiere con el aprendizaje de los estudiantes.

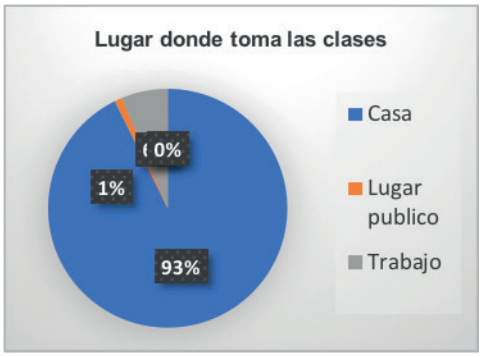
III. Materiales y métodos

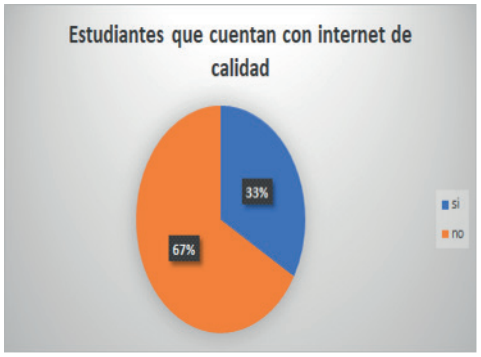
En este trabajo de investigación se realizaron encuestas a estudiantes de distinto grado académico de la carrera Ingeniero Químico Metalurgista y Materiales mismas que llevan al resultado presentado sobre el aprendizaje en línea y la forma en que van desarrollando la construcción del conocimiento de forma remota, así como a la que se han enfrentado. Garrison, Anderson y Archer (2000), [6] consideran que la presencia social cognitiva y docente son factores fundamentales para el desarrollo de aprendizajes efectivos en una comunicación mediada por computadora.

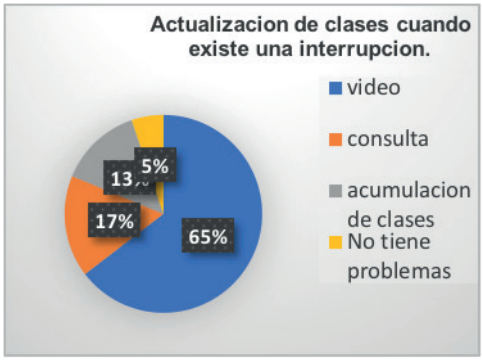
Se utilizó como recurso una encuesta contestada por 96 estudiantes, la cual consta de 16 preguntas; misma que fue aplicada en línea a través de la plataforma de Microsoft Forms. Para realizar las gráficas con porcentaje se utilizó el programa de Excel. La sección de materiales y métodos debe ser lo más completa posible, proporcionando la información suficiente para que otros investigadores puedan reproducir el trabajo. Solamente los procedimientos nuevos deben ser descritos con detalle, los métodos de uso general no necesitan ser descritos en detalle. Los procedimientos publicados anteriormente deben ser citados, mencionando las modificaciones importantes de procedimientos ya publicados.

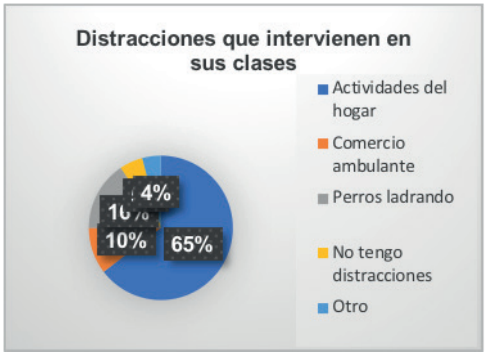
IV. Resultados

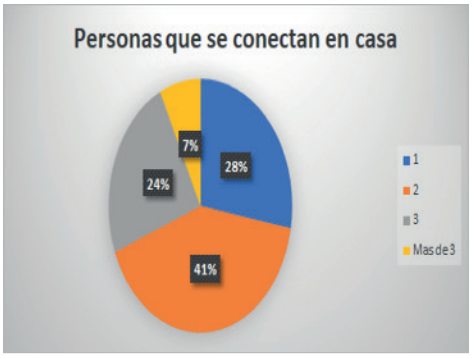
El resultado de las encuestas aplicadas nos dimos cuenta de los factores que influyeron en el aprendizaje de los estudiantes en línea debido a la contingencia sanitaria. Se inició por conocer cuántas personas se conectan en casa que un 41% de los encuestados respondió personas casi a la par entre 2 y 3 personas Figura 1. Sin embargo, uno de los factores que definitivamente representan una problemática para que los estudiantes puedan tener un aprendizaje de calidad se encontró en la calidad de la señal con la cual están llevando sus clases en línea en el estudio realizado un 67% de los encuestados no cuentan con internet de calidad esto se muestra en la Figura 2. Cuando se presenta alguna situación que les impide la conexión en tiempo y forma un pequeño porcentaje de los encuestados no presenta problemas en tanto el 65 % reproduce la clase más tarde y le sigue los alumnos que consultan el tema visto por su cuenta representando así solo el 17% y el resto se le acumulan los trabajos. Figura 3 Un problema que se identificó es que la mayoría de los encuestados toma sus clases por medio del celular Figura 4 aspecto que limita su aprendizaje aunado a esto un 54% no cuentan con un lugar asignado para tomar sus clases en línea como se observa en la figura 5. Para un aprendizaje real de los estudiantes se requiere concentración sin embargo al tomar las clases en línea se han presentado distractores que en su mayoría son actividades del hogar Figura 6, aspecto que ha ocasionado que el aprendizaje sea menor al presencial debido a que la mayoría que se conectan por este dispositivo es por medio de datos lo que significa que cuando se les terminan los datos ya no pueden tomar sus clases situación que ha generado algunos problemas en los encuestados como es la visión y el aumento de estrés Figura 7 por la sobrecarga de contenidos programáticos de las materias, cabe señalar que el 70% de la comunidad estudiantil que participó en este estudio trabaja de tiempo completo como se muestra en la Figura 8. Una figura importante para el aprendizaje en línea son los maestros que de acuerdo con las respuestas en su mayoría muestran una apertura a la comunicación, así como la empatía hacia los alumnos siendo un aspecto primordial para el aprendizaje. Se encontró que un gran porcentaje de los alumnos trabaja para poder pagar sus estudios de ingeniería no representando esto último una barrera para llevar sus clases online.


Lugar donde toma las clases
Casa
Lugar publico
Trabajo
0%
1%
93%


Estudiantes que cuentan con internet de calidad
si
no
33%
67%


Actualizacion de clases cuando existe una interrupcion.
video
consulta
acumulacion de clases
No tiene problemas
5%
17%
65%


Distracciones que intervienen en sus clases
Actividades del hogar
Comercio ambulante
Perros ladrando
No tengo distracciones
Otro
4%
10%
65%


Personas que se conectan en casa
1
2
3
Mas de 3
7%
28%
24%
41%

Dispositivos en los que se conectan los estudiantes
Laptop
Computadora
Tablet
Celular
0%
42%
46%
2%

Afecciones de los estudiantes
vista
estrés
sobrepeso
ansiedad
insomnio
no me ha afectado
otra
11%
3%
5%
34%
12%
3%
32%

Estudiantes que trabajan para costear sus estudios
Si
No
36%
64%

V. Discusión (o análisis de resultados)

En la educación en línea el problema no es el lugar en que se encuentran espacialmente los estudiantes y los profesores o la forma de comunicación, el verdadero problema son los recursos que tienen para aprender satisfactoriamente en esta modalidad. Las nuevas tecnologías deben buscar favorecer la interacción entre los actores principales del sistema, misma donde los estudiantes puedan intercambiar conocimientos y expresar sus ideas.
Como se puede observar en el apartado anterior, la actual pandemia, ha venido afectando a los alumnos que adoptaron la modalidad en línea, de distintas formas, ya sea física y/o emocionalmente, además, la emergencia sanitaria que se vive en la actualidad ha modificado los métodos de aprendizaje, y esto ha traído consigo una problemática que desató la disminución de aprendizaje por parte de los alumnos, además de los problemas de la vida cotidiana de cada uno de los estudiantes que se presentan a diario, como falta de internet de calidad, falta de un dispositivo útil, falta de un espacio adecuado y fijo para evitar distracciones, esto debido a que no todos presentan las mismas oportunidades y herramientas necesarias para satisfacer el objetivo de las clases a distancia.

VI. Conclusiones y recomendaciones

En los resultados mostrados anteriormente se concluye que para las clases en línea los estudiantes deben contar con la tecnología y espacios adecuados, así como los recursos necesarios para tener un aprendizaje significativo en conjunto con la constante comunicación que deben mantener con sus maestros para hablar de un aprendizaje de calidad que no limite su crecimiento profesional. Se espera que próximamente se puedan mejorar la calidad de la red e internet y que la mayoría de los alumnos cuenten con el tiempo suficiente para tomar sus clases en espacios que les facilite su aprendizaje, así como los docentes programen adecuadamente los contenidos de las materias par que esto no represente una sobrecarga de contenidos.

VII. Reconocimientos (o agradecimientos)

Agradecemos la participación de todos los estudiantes de la Facultad de Metalurgia de la carrera IQMyM de la Universidad Autónoma de Coahuila para la recopilación de la información presentada en este trabajo de investigación. A la maestra Blanca Idalia Rosales Sosa por su apoyo en el mismo.

Referencias

[1]https://www.who.int/es/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019?adgroupsurvey={adgroupsurvey}&gclid=CjwKCAjwmqKJBhAWEiwAMvGt6JFe3dAvsYkNF2e90F2CYGyA8JNglNwTt_QHJKCU4FmLKR0Mh_aWdRoCzicQAvD_BwE
[2] Juca Maldonado, Revista Universidad y Sociedad versión On-line ISSN 2218-3620 Universidad y Sociedad vol.8 no.1 Cienfuegos ene.-abr. 2016
[3] T Dale, H. Schunk Teorías del aprendizaje: una perspectiva educativa. (2012).
[4] Daniel, Sir John. "Education and the COVID-19 pandemic". Prospects, 1-6. 20 (2020); T Dale, H. Schunk Teorías del aprendizaje: una perspectiva educativa. (2012); Anuies (2000), La educación superior en el siglo xxi: Líneas estratégicas de desarrollo. México: anuies; World Bank (1999), Education Sector Strategy. Washington: World Bank Group; Unesco (1998b), "Higher Education in the Twenty-First Century, Vision and Action", Unesco, Paris, 5-9 October 1998. Paris: Unesco
[5] Nogueira, Bem, Fernandes, Silveira, 2017)
[6] Garrison, D., Anderson, T. & Archer, W. (2000). Critical Inquiry in a Text-Based Environment: Computer Conferencing in Higher Education. The internet and Higher education, vol. 2

Diseño conceptual de prótesis basada en materiales compuestos poliméricos

Alexa Michelle García Machain
Universidad Autónoma de Aguascalientes
Avenida Universidad #940, C.U., 20131 Aguascalientes, Ags.
al188126@edu.uaa.mx

Juventino López Barroso
Instituto Tecnológico de Querétaro
Av. Tecnológico s/n, Centro, 76000 Santiago de Querétaro, Qro.
juventino.lb@queretaro.tecnm.mx

Resumen — En este trabajo se presenta el diseño asistido por CAD/CAE/CAM de una prótesis transtibial. La herramienta de diseño SolidWorks se utilizó para el modelado 3D. La simulación de los materiales se llevó a cabo con el software ANSYS. A partir de los resultados de la simulación con elemento finito se seleccionó el material compuesto polimérico de mejor desempeño mecánico para la aplicación. Por otro lado, se propuso la manufactura aditiva para la construcción del modelo físico debido a sus ventajas como el tiempo de manufactura y costo. De esta manera, las personas que han sufrido amputaciones por problemas crónicos como enfermedades vasculares o por genética tendrían una opción accesible para mejorar su calidad de vida.

Palabras clave — Compuestos poliméricos, CAD/CAE/CAM, manufactura aditiva.

Abstract — This work presents the design of a transtibial prosthesis using CAD/CAE/CAM tools. The SolidWorks design tool was used for 3D modeling. Materials simulation was carried out using ANSYS software. From the finite element simulation results, the polymer composite material with the best mechanical performance for the application was selected. On the other hand, additive manufacturing was proposed for the construction of the physical model due to its advantages such as manufacturing time and cost. In this way, people who have suffered amputations due to chronic problems such as vascular diseases or genetics would have an accessible option to improve their quality of life.

Keywords — Polymer composites, CAD/CAE/CAM, additive manufacturing.

I. Introducción

Una prótesis es un aparato mecánico que sustituye artificialmente una parte del cuerpo faltante. Permite que las personas con limitaciones funcionales sean capaces de obtener una mejor calidad de vida [1]. De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI), en México viven alrededor de 780 mil personas amputadas, de las cuales únicamente el 10 por ciento cuenta con una prótesis [2]. En México, la Diabetes Mellitus Tipo (DT2) contribuye con el 81% de los casos [3]. El factor económico en México juega un papel de gran importancia al momento de adquirir una prótesis. Por esta razón es importante buscar alternativas para la elaboración de prótesis, considerando todas las características, físicas, químicas, mecánicas y económicas.

El desarrollo y avance de los materiales compuestos poliméricos y la introducción de las impresoras 3D han revolucionado la creación de prótesis. Las nuevas tecnologías permiten al paciente llevar una mejor experiencia, por ejemplo, reducir el peso de estos aparatos y ser utilizados con mayor comodidad, además que el proceso de fabricación permite el uso de diferentes materiales compuestos [4,5].

En este trabajo se realizó mediante las herramientas asistidas por computadora SolidWorks y Ansys el diseño de una prótesis transtibial. El grupo de estudio se enfocó a las medidas de un hombre diabético mexicano promedio en el rango de edad de 18 a 65 años, debido a su ocurrencia 2:1 en comparación con el sexo femenino [3].Sin embargo, debido al limitado acceso que la población tiene a sustitutos artificiales del cuerpo para mejorar su calidad de vida. Este trabajo busca una alternativa funcional con materiales de menor costo y cómodos como en las prótesis existentes. De esta manera se reduce el dolor y necesidad de atención e impacto psicológico que favorece a una vida plena e independiente [2].

II. Marco teórico

Materiales compuestos

Los materiales compuestos son las combinaciones de dos o más materiales a partir de una unión química o no química. Este compuesto posee mejores propiedades mejores que las que presentan los materiales componentes por sí solos. Los componentes no se deben fusionarse completamente entre ellos, es decir, deben poderse identificar por medios físicos porque son heterogéneos [6].

Los materiales compuestos de matriz polimérica se caracterizan por poseer propiedades mecánicas, resistentes a la corrosión. Su matriz está compuesta por un polímero y el refuerzo es algún tipo de fibra, ya sea sintética o inorgánica [7].

En las prótesis transtibiales los materiales requieren alta resistencia mecánica, a la fatiga y corrosión, además de baja densidad y mínimo mantenimiento. Algunos ejemplos de estos materiales utilizado actualmente son el polipropileno, polietileno, fibra de carbono, poliestirenos de alto impacto, acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), entre algunos más. [8]

Un polímero es una cadena de unidades de repetición o monómeros que se unen y repiten formando una macromolécula o polímero. Existen varias clases de polímeros como los plásticos, hules y fibras [8].

Prótesis

Históricamente debido a las amputaciones presentadas en las guerras la humanidad se vio obligada a ingresar en el campo de la protésica. Los dispositivos actuales son livianos, funcionales, estéticos y de gran comodidad debido a que se pueden elaborar con materiales poliméricos, metales y materiales compuestos.

Una prótesis se define como una pieza o aparato artificial que sustituye una parte, pieza, órgano o miembro del cuerpo humano que no exista por agenesia o perdida por amputación, sin perder las funciones naturales. [9]

Las prótesis se clasifican en:

Endoprótesis: Aquellas que se encuentran rodeadas de tejido corporal, precisan de procedimientos quirúrgicos para su colocación [10].

Exoprótesis: Son las que se encuentran fuera del cuerpo, es decir se pueden retirar, se les considera aparatos ortopédicos [10].

CAD/CAE/CAM

CAD por sus siglas en ingles Computer Aided Design que significa Diseño Asistido por Computadora, es una herramienta para el diseño de piezas mecánicas. Estos sistemas de diseño se utilizan para generar modelos de un determinado producto. Permite manipular características como el tamaño, contorno y la forma de cada componente, con el fin de modificar las ideas de diseño con mayor facilidad para así simular el funcionamiento del producto [11]. CAE significa Ingeniería Asistida por Computadora, también conocida como Computer Aided Engineering, es una herramienta para asistir las decisiones en ingeniería para el desarrollo y optimización de productos. Se pueden realizar diferentes análisis como estáticos, dinámicos, electromagnéticos y acústicos [12]. Por otro lado, CAM por sus siglas Computer Aided Manufacturing, significa manufactura asistida por computadora y consiste en el uso de aplicaciones de software de control numérico con el objetivo de crear instrucciones detalladas que impulsen las máquinas-herramienta de control numérico por ordenador (CNC) para las piezas de fabricación [13].

Manufactura aditiva (Impresión 3D)

La manufactura aditiva es un proceso en el cual el material polimérico o metálico es colocado capa a capa de manera controlada, siguiendo un modelo tridimensional, que comúnmente se conoce como impresión 3D. En el campo de la salud mediante impresión 3D se han elaborado diferentes componentes usando variedad de materiales. Esta evolución ha permitido productos anatómicamente personalizados, más resistentes, ligeros, estéticos y cómodos [14]. Además de la disminución de desperdicio y costos haciendo más asequible el producto [15].

III. Materiales y métodos

El grupo de trabajo seleccionado fueron hombres de 18 a 65 años con una estatura y peso promedio, con amputaciones transtibiales causadas por enfermedades vasculares como diabetes de acuerdo con las referencias revisadas. De esta forma se determinaron las medidas y requerimientos anatómicos necesarios para el prototipo. En la Figura 1 se muestra la metodología utilizada en el trabajo.

Figura 1. Metodología para la realización del proyecto

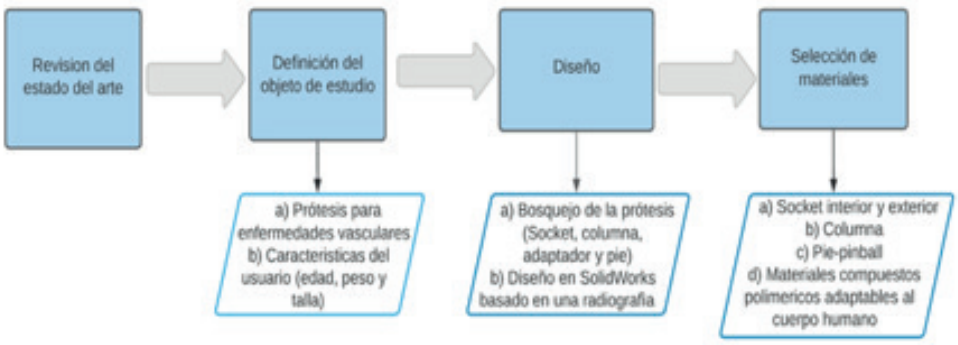


Tabla 1. Materiales implementados en el diseño de la prótesis

Material	Esfuerzo de cedencia (MPa)	Módulo de Young (MPa)	Densidad (kg/mm³)	Coeficiente de Poisson	Ref.
Policarbonato	103	3240	$1.18x10^{-6}$	0.31	[16]
ABS (30% fibra de vidrio)	92.47	7513	$1.29x10^{-6}$	0.3795	[17]
ABS (10% fibra de carbono)	74.24	6512	$1.095x10^{-6}$	0.3651	[17]
Espuma de Estireno Acrilonitrilo	83	85	$1.03x10^{-7}$	0.3	[16,17]

Para llevar a cabo el diseño de la prótesis se realizaron bosquejos de cada parte a mano alzada. Con la finalidad de realizar el prototipo de una prótesis transtibial basada en materiales compuestos poliméricos, se realizó un bosquejo de la prótesis (Figura 2a). El diseño en SolidWorks involucró para el interior del socket un material confortable al muñón de una capacidad de deformación alta. Se consideró una espuma polimérica, que se ocupa usualmente en prótesis de este tipo. Así también los componentes rígidos socket exterior, la columna y el pie con su adaptador de la prótesis fueron modelados en SolidWorks. En el caso del pie, el diseño se asistió de una radiografía y un análisis de optimización topológica en ANSYS.

Para la simulación del prototipo se utilizó el análisis estático estructural y se cambiaron los componentes rígidos de acuerdo a la Tabla 1, se mantuvo la espuma en el interior del socket para los tres análisis. Después del diseño y Simulación de Elemento Finito (SEF) del prototipo, se realizó la selección de materiales de acuerdo a las necesidades mecánicas como resistencia, flexibilidad, densidad, y compatibilidad. La SEF evidenció el desempeño mecánico de cada uno de los materiales. Finalmente, los archivos se guardaron en extensión. stl para la impresión 3D.

IV. Resultados

Tabla 2. Resultados del análisis estático estructural para los materiales poliméricos

	Esfuerzo equivalente (von Mises, MPa)			Deformación (mm)			Factor de seguridad		
	Máx	Mín	Prom.	Máx	Mín	Prom.	Máx	Mín	Prom.
Policarbonato	16.51	$5.03x10^{-8}$	0.33	1.39	0	0.69	15	6.2	14.9
ABS (30% Fibra de vidrio)	16.77	$4.9x10^{-8}$	0.33	0.57	0	0.29	15	5.51	14.9
ABS (10% Fibra de carbono)	17.77	$5.4x10^{-8}$	0.53	3.39	0	1.4	15	4.17	14.96

Fig. 2. (a) Dibujo a mano alzada del diseño propuesto; (b) Modelo 3D de la prótesis transtibial; (c) Factor de seguridad obtenido en la simulación de elemento finito; (d) Vista de interfaz de la impresora 3D con el pie de la prótesis.

Los resultados de las simulaciones de la prótesis transtibial realizadas se muestran en la Tabla 2. El estudio se llevó a cabo cambiando los tres materiales utilizados en los componentes rígidos. Estas simulaciones involucraron el análisis de la deformación total, el esfuerzo de von Misses y el factor de seguridad mencionado. En la figura 2 se observa la secuencia de trabajo utilizada con las herramientas CAD/CAE/CAM. La figura 2a muestra el dibujo a mano alzada que fue la base para la construcción en SolidWorks del modelo 3D. En la figura 2c se observa el resultado del factor de seguridad de la FES del material compuesto reforzado con fibra de carbono.

V. Discusión

Para el modelado 3D en SolidWorks el diseño a mano alzada tomó una gran importancia debido a que es un punto de partida para la concepción en la herramienta de CAD. En este bosquejo se proyectaron los componentes necesarios para la construcción del prototipo. De esta manera se plasmó la idea mediante el software de modelado el concepto con medidas y especificaciones bajo norma.

El uso de CAD permite elaborar piezas editables según las necesidades del usuario lo cual es una ventaja ya que evita el desperdicio de material. Además, en esta herramienta es posible construir a partir de una imagen el modelo como lo que se realizó en este trabajo que partió de una radiografía.

De acuerdo con los resultados del desempeño mecánico de las simulaciones el material compuesto basado en fibra de carbono exhibió la mayor deformación en comparación del material compuesto reforzado con fibra de vidrio y el policarbonato. Por otro lado, el esfuerzo equivalente registró valores muy similares para los tres materiales. De la misma manera el factor de seguridad arrojó un comportamiento similar en los tres casos. Por lo que en el caso del material reforzado con fibra de carbono se observa que la deformación registrada podría relacionarse con una mayor adaptación mecánica a la aplicación sin perder el grado de factor de seguridad como observamos en los otros dos materiales. En otras palabras, el material compuesto con la fibra de carbono reúne una baja concentración de refuerzo y un desempeño mecánico similar a la estructura de una sola fase (policarbonato) y a la de un alto volumen de refuerzo (ABS +30% de fibra). Finalmente, a pesar de los materiales utilizados y del diseño complejo es posible obtener estas estructuras mediante la impresión 3D como se visualizó con el software IdeaMaker®

VI. Conclusiones y recomendaciones

Para la realización de este proyecto de investigación, se utilizaron herramientas de CAD/CAE/CAM para el diseño de una prótesis transtibial con materiales compuestos poliméricos. El uso de estas herramientas aunado al tipo de materiales utilizados se es posible crear prototipos funcionales, que, además, pueden ser un tanto más accesible a la población, sin dejar de lado el lado estético, que también se logra.

En la construcción de este tipo de modelos es posible el ahorro de material, ya que se realiza todo el diseño y simulación previamente, lo cual evita errores y desperdicios, que también disminuye el tiempo de manufactura, pero cumpliendo con la calidad y necesidades de los pacientes.

El uso de materiales compuestos poliméricos es una gran herramienta hoy en día, ya que tienen numerosas aplicaciones, ya que según las características que se requieran se analizan sus propiedades.

Es importante ahondar en el tema del diseño de la prótesis, ya que cada paciente requiere un modelo personalizado y que logre comodidad y funcionalidad.

VII. Reconocimientos

Expresamos nuestro agradecimiento a la Universidad Autónoma de Aguascalientes, al Instituto Tecnológico de Querétaro y al 23° Verano de la Ciencia Región Centro por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

VIII. Referencias

[1] O. M. d. l. Salud, Normas de ortoprotésica, Ginebra: USAID From American People, 2017.
[2] Es noticia hoy, «Es noticia hoy,» 2018. [En línea]. Disponible en: http://esnoticiahoy.com/2019/09/30/mexico-un-pais-con-muchos-amputados-pero-poco-conocimiento-en-protesis/. [Último acceso: 11 agosto 2021].
[3] E. Vela, Los amputados y su rehabilitación, D.F. Intersistemas S.A. de C.V., 2016
[4] L. Chacón, «Manufactura,» 10 Octubre 2014. [En línea]. Disponible: https://manufactura.mx/industria/2014/10/10/inicia-la-era-de-protesis-de-polimeros-biomedicos. [Último acceso: 11 agosto 2021].
[5] J. Luna, «Canales sectoriales,» 26 Junio 2018. [En línea]. Disponible: https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/220050-Polimeros-en-medicina-aplicaciones-actuales-y-tendencias-futuras.html. [Último acceso: 11 Agosto 2021]
[6] F. Stupenengo, Materiales y materias primas, Buenos Aires: Instituto Nacional de Eduación y tecnología, 2011.
[7] A. B. Dietrich, Materiales compuestos. Procesos de fabricación en embarcaciones, Catalunya: Edicions UPC, 2005.
[8] F. Stupenengo, Materiales y materias primas, Buenos Aires: Instituto Nacional de Eduación y tecnología, 2011.
[9] K. G. y. S. Pelozo, «Monografía y auditoria médica,» 2017. [En línea]. Disponible: https://www.auditoriamedicahoy.com. [Último acceso: 12 de agosto 2021].
[10] H. D. SE, «Harmonic Drive SE,» 01 Junio 2016. [En línea]. [Último acceso: 12 agosto 2021]
[11] Autodesk, «Autodesk,» 2020. [En línea]. Disponible: https://www.autodesk.mx/solutions/cad-design. [Último acceso: 12 Agosto 2021].
[12] Blog ESSS simulating the future, «ESSS,» 08 Agosto 2014. [En línea]. Disponible: https://www.esss.co/es/blog/ingenieria-asistida-por-computadora-que-es-y-como-funciona/. [Último acceso: 13 Julio 2021].
[13] M. Sinc, «Mecasinc,» 2019. [En línea]. Disponible: https://www.mecanizadossinc.com/cad-cam-mecanizado/. [Último acceso: 12 agosto 2021].
[14] Centro Avanzado de Fabricación, Frabricación Aditiva, Elgoibar: Gipuzkoako foru Aldundia.
[15] G. G. Blázquez, Proyecto de diseño de una prótesis a partir de fabricación aditiva (impresión 3d), Catalunya: Escuela Superior de Ingenierías Industrial, Aeroespacial y Audiovisual de Terrassa, 2019.
[16] MatWeb, «MatWeb,» 2021. [En línea]. Disponible: http://www.matweb.com/search. [Último acceso: 13 Agosto 2021].
[17] Ansys Grater Selector, «Ansys.com,» 2021. [En línea]. Disponible: https://www.ansys.com/resource-center/brochure/ansys-granta-selector. [Último acceso: 13 Agosto 2021].

Obtención de hidroxiapatita a partir de escamas de tilapia para la elaboración de un biomaterial.

Martínez Rangel Amaya Libertad
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413
LRS17110043@purisima.tecnm.mx

Rosa Jazmín Trasviña Osorio
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413
rosa.to@purisima.tecnm.mx

Resumen — La hidroxiapatita (HAP) es el principal componente inorgánico del hueso de los vertebrados; La HAP, también se pueden encontrar en exoesqueletos, en el esmalte y dentina de los dientes. Existen dos formas de obtener hidroxiapatita, por extracción o síntesis. No existen diferencias en la formulación química entre la HAP natural y la sintética. La HAP contiene porcentajes mínimos de sodio, cloro, carbonatos y magnesio, los cuales, en conjunto vuelven a forjar la estructura del hueso En este trabajo se analizan las propiedades físicas, químicas de la hidroxiapatita a través de las investigaciones reportadas en el tema y los trabajos publicados por los autores en el campo de esta.

Palabras clave — Hidroxiapatita, escamas, extracción.

Abstract —Hydroxyapatite (HAP) is the main inorganic component of vertebrate bone; HAP can also be found in exoskeletons, in the enamel and dentin of teeth. There are two ways to obtain hydroxyapatite, by extraction or synthesis. There are no differences in chemical formulation between natural and synthetic HAP. HAP contains minimal percentages of sodium, chlorine, carbonates and magnesium, which together re-forge the structure of bone In this work the physical and chemical properties of hydroxyapatite are analyzed through the investigations reported on the subject and the works published by the authors in the field of this..

Keywords — Hydroxyapatite, scales, extraction.

I. Introducción

En los años 70 comenzó la investigación para el uso de la hidroxiapatita (HA) como un material osteoinductor, esto quiere decir que es un material que induce la formación de hueso nuevo. Algunas posibles aplicaciones que puede tener la HA como material de implante son las fracturas mandibulares, prótesis ortopédicas. Cuando se ha extraído un tumor óseo o existe una fractura en un hueso el defecto se rellena con HA, o bien para recubrir prótesis metálicas, artrodesis: fijación de una articulación por medio de cirugía, por ejemplo, la rodilla, el codo, etc.; e implantes dentales (Hernández et al., 1998). Este mineral es el principal componente inorgánico del hueso de los vertebrados; también se puede encontrar en exoesqueletos, corales marinos, esmalte y dentina de los dientes. Se puede obtener por medio de síntesis o extracción (Londoño et al., 2006).

Pertenece a la familia de las apatitas, presenta una estructura hexagonal, con el grupo espacial P63/m. En la naturaleza las apatitas se pueden encontrar formando parte de las rocas sedimentarias y metamórficas. En los huesos siempre está junto a estructuras orgánicas como el colágeno. Otras apatitas de importancia biológica son la fluorapatita y la cloroapatita (Zapanta,1994). Los principales componentes químicos de la hidroxiapatita son el calcio y el fosfato. La HA natural contiene porcentajes mínimos de sodio, cloro, carbonatos y magnesio, los cuales, en conjunto vuelven a forjar la estructura del hueso (García y Reyes, 2006).

II. Marco teórico

Londoño et al., 2006 señala que, la HA es un fosfato de calcio que se puede obtener de forma sintética, presenta características de biocompatibilidad, no toxicidad, estabilidad química, osteoconducción y bioactividad; tales propiedades hacen al material muy práctico para usos médicos. La HA se puede usar como reemplazo de partes pequeñas de hueso, relleno de cavidades en odontología, recubrimiento de superficies de metales para implantes, refuerzo en materiales compuestos y como liberador de medicamentos, entre otros. Para una aplicación determinada se requieren diferentes características de la HA, como pueden ser su capacidad de reabsorción o bioactividad.

La HA natural contiene porcentajes mínimos de sodio, cloro, carbonatos y magnesio, los cuales juegan un papel preponderante en la función remodeladora del hueso y por esta razón no es considerada como una apatita pura. Las hidroxiapatitas sintéticas, que se obtienen a partir de fosfatos dicálcicos y tricálcicos a través de un proceso de síntesis, presentan una pobre resistencia mecánica, además de disolverse fácilmente, lo cual no es eficiente para utilizarla como biomaterial de sustitución ósea (Spadavecchia y González, 2007). La HA puede ser utilizada en forma de polvo, bloques porosos o gránulos para rellenar los defectos óseos o espacios que se pueden generar cuando secciones de hueso han sido removidas, como por ejemplo en cáncer óseo o reconstrucciones maxilofaciales (Martinetti, et al., 2005).

El gran desarrollo de la ingeniería de tejidos y la creciente necesidad de sustitutos óseos, explican la cantidad de esfuerzos destinados a la preparación, caracterización y el estudio de la HA bajo diferentes condiciones fisicoquímicas, clínicas y sobre diferentes tipos de sustratos (Rivera, et al., 2003).

III. Materiales y métodos

Se llevó a cabo la caracterización, la cual constó de cuatro muestras de la materia prima, se deshidrato durante 24 hrs a 68°c, después se llevó a mufla durante 24 hrs a 550°c y se midió el pH. Tenía un pH inicial de 4.85.

En la decatonización, Se llevó a cabo un lavado para retirar iones e impurezas con agua desionizada en un tambor rotatorio durante 24 hrs.

En la etapa de lavado, se añadieron 2.5L de reactivo EDTA, se comenzó a lavar las escamas durante 24hrs. Terminado el lavado, por triplicado, se caracterizaron las muestras. El pH era de 4.5 y se llevó a pH 7 añadiendo

hidróxido de amonio. Se llegó a pH 6.9 a las 50hrs. En el proceso de secado se hizo un lavado alcalino para retirar residuos no deseados, se caracterizó y seguimos con la experimentación.
La etapa de tratamiento ácido constó en tomar 3 muestras de 20 - 25 g aproximadamente y se somete a tratamiento ácido con 100 ml de ácido acético c/muestra, se trató durante 40hrs con agitación constante. Las 3 muestras de ácido tenían al final un pH promedio de 4.20.
Se decantó cada muestra, y se tomaron 13 ml de líquido de cada solución por duplicado y se centrifugó a 3500rpm por 15 min, almacenamos el sobrenadante y el precipitado lo deshidratamos a 68°c x 24 hrs, trituramos y caracterizamos. También se esterilizaron por 15 min en una esterilizadora UV.

IV. Resultados

El pH de la materia prima era de 4.85 y las características de la materia fueron las siguientes:

Tabla 1. Caracterización

Muestra	Peso de muestra deshidratada [g]	Peso de cenizas [g]
1	20.6455	8.1057
2	20.8748	8.777
3	20.051	8.1254
4	20.3861	7.8584

Se llegó a pH = 6.9 a las 50hrs y añadimos en total 28.5 ml de hidróxido de amonio.

Tabla 2. Lavado con EDTA

Tiempo [hrs]	pH	NH4OH añadido [ml]
24	4.85	5
24.38	5.41	5
25	5.82	5
25.30	6.23	2
26	6.37	2
48	6.50	3
49	6.79	1.5
50	6.94	0.5

Terminado el lavado se tomaron 3 muestras, se deshidrató y llevó a cenizas.

Tabla 3. EDTA

Muestra	Peso de muestra [g]	Peso de ceniza [g]
1	10.0373	1.2675
2	10.0362	1.1411
3	10.0166	1.2127

Se hace un tratamiento acido para la obtención del mineral

Tabla 4. Tratamiento ácido acético

Muestra	Peso de muestra [g]	Peso de muestra deshidratada [g]	A mufla [g]	Peso cenizas [g]
1	20.1196	7.1433	5.0894	1.0625
2	20.0208	7.099	5.092	1.1148
3	20.0078	6.6523	4.6153	0.978

Tabla 5. Prueba 1 A.A.

Muestra	Peso de pastilla [g]
1	0.063
2	0.0424
3	0.0665

Tabla 6. Prueba 2 A.A.

Muestra	Peso de pastilla [g]
1	0.141
2	0.1278
3	0.2268

Discusión (o análisis de resultados)

Tomando en cuenta resultados y basándonos en promedios, en la etapa de caracterización (Tabla 1), se tomaron 4 muestras de 50g de escamas, al deshidratar se obtuvieron 20 gr de esta y al llevar a cenizas se obtuvieron 8.21 gr de compuestos orgánicos e inorgánicos.

En la tabla numero dos se puede ver cómo fue aumentando el pH conforme agregábamos el hidróxido de amonio y en la tabla 3, después del lavado con EDTA y un pH de 6.9 con un peso de 10 gr de la muestra, se obtuvieron 1.2 gr de ceniza.

En el tratamiento de ácido acético, con las 3 muestras de 20 grs cada una, se obtuvo una muestra deshidratada de 6.9 grs, llevamos a mufla 4.8 grs, se obtuvo 1.02 grs de cenizas y de pastilla 0.05 grs y 0.16 grs con las muestras 1 y 2 respectivamente.

VI. Conclusiones y recomendaciones

En función de la información obtenida, llegamos a las siguientes conclusiones:

1. Las escamas contenían un total de humedad promedio del 59.08%, por lo que, por diferencia, el 40.91% corresponde a sólidos como material orgánico e
inorgánico que contienen de forma inherente las escamas de tilapia.

2. El material inorgánico, las cenizas, tuvieron un valor promedio de 16.50% con respecto al peso inicial de las escamas, por lo que este valor, sería un rendimiento teórico estimado de hidroxiapatita a obtenerse de manera óptima
en el proceso de extracción.

3. Después del tratamiento con EDTA, para retirar iones metálicos no deseados,

se redujeron las cenizas hasta un promedio del 12.04% dentro del material inorgánico, disminuyendo significativamente el rendimiento del mineral a extraer.
4. Los tratamientos químicos en la etapa ácida lograron disolver el mineral de la fase sólida y poder extraer el mineral mediante centrifugación y precipitación de la fase acuosa, por lo que el contenido promedio de mineral restante en las escamas descendió hasta un 5.25% con el ácido utilizado.
5. El mineral extraído de la fase acuosa tuvo un rendimiento del 15.79% con ácido acético. Estos datos fueron estimados con respecto a las cenizas de la materia prima que ingreso en la etapa de extracción y la pastilla obtenida después del proceso de centrifugación.
6. Finalmente, de acuerdo con los datos obtenidos, la eficiencia de extracción del mineral fue relativamente baja con éste ácido.

VII. Reconocimientos (o agradecimientos)

Agradezco ampliamente a la institución y a mi asesora la Mtra. Jazmín Trasviña por confiar en mis capacidades y hacer de este Verano Científico una grata experiencia, a demás de contar con todo el apoyo para el uso de las instalaciones del Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, así como el material necesario para llevar a cabo el proyecto hasta su término.
23o Verano de la Ciencia de la Región Centro. junio-agosto 2021

VIII. Referencias

1. García, M y Reyes, J. (2006). La hidroxiapatita, su importancia en los tejidos mineralizados y su aplicación biomédica. Tip Revista Especializada en Ciencias Químico- Biológicas. vol. 9, núm. 2, p. 90-95. Universidad Nacional Autónoma de México. https://www.redalyc.org/pdf/432/43211937005.pdf
2. Hernández, R.; Palma, R. y Piña, Ma. (1998). Hidroxiapatita y sus aplicaciones. Revista Mexicana de física "5 suplemento 1, p.144-147. Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México.
3. Londoño, M.; Echavarría, A. y De La Calle, F. (2006). Características cristaloquímicas de la hidroxiapatita sintética tratada a diferentes temperaturas. Revista EIA. No. 5, p. 109- 118. Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín (Colombia).
4. Martinetti, R.; Dolcini, L. y Mangano, C. (2005). Physical and chemical aspects of a new porous hydroxyapatite. Analytical and Bioanalytical Chemistry. 381: 634-638. https://link.springer.com/article/10.1007/s00216-004-2957-7
5. Rivera, E.; Curiel, R. y Rodríguez, R. (2003). Selectivity in the hydroxyapatite synthesis from eggshell using different thermal treatments. Materials Research Innovations. Vol. 7. p. 85–90. https://doi.org/10.1007/s10019-003-0233-7
6. Spadavecchia, U. y González, G. (2007). Obtención de hidroxiapatita nanométrica para aplicaciones médicas. Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela, Vol. 22. No. 4, p. 37-44. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798- 40652007000400004&lng=es&tlng=es
7. Zapanta, L. (1994). Capitulo, Biological and Synthetic Apatites, en: Hydroxyapatite and related materials. Editorial CRC Press. 1ra Edición, p. 26. https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9780203751367-1/biological- synthetic-apatites-racquel-zapanta-legeros

Elaboración de un diagnóstico basado en la capacidad y madurez de los procesos de manufactura

Aneley Vanessa Silva Romero
Universidad Politécnica de San Luis Potosí
Ingeniería en Tecnologías de Manufactura
Urbano Villalón #500, Col. La Ladrillera
C.P. 78363, San Luis Potosí, S.L.P.
180380@upslp.edu.mx

José Luis Tavares López
TecNM Campus Purísima del Rincón
Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas
C.P. 36413, Purísima del Rincón, Gto.
luis.tl@purisima.tecnm.mx

Resumen — En este proyecto de investigación se desarrolló un instrumento de diagnóstico para los procesos de manufactura basado en los niveles de capacidad y madurez del modelo CMMI y en las características de las fábricas inteligentes, esto con el fin de evaluar su incorporación a la industria 4.0. El diseño de éste consta de un cuestionario realizado en una hoja de cálculo de Excel que evalúa 8 procesos de las empresas de manufactura: Recursos Humanos, Finanzas, Dirección, Planeación y Control de la Producción, Control de Calidad, Ingeniería, Mantenimiento, Logística y Compras bajo la calificación referente a la capacidad de los objetivos y prácticas específicas. La elaboración del instrumento permitió identificar aspectos claves en la transición de las empresas manufactureras hacia una industria 4.0

Palabras clave — Diagnóstico, capacidad, madurez.

Abstract — In this research project, a diagnostic tool was developed for manufacturing processes based on the capability and maturity levels of the CMMI model and the characteristics of smart factories, in order to evaluate their incorporation into Industry 4.0. The design of this consists of a questionnaire made in an Excel spreadsheet that evaluates 8 processes of manufacturing companies: Human Resources, Finance, Management, Production Planning and Control, Quality Control, Engineering, Maintenance, Logistics and Purchasing under the qualification referring to the capacity of specific objectives and practices. The development of the instrument made it possible to identify key aspects in the transition of manufacturing companies towards Industry 4.0.

Keywords — Diagnosis, capacity, maturity.

I. Introducción

Las organizaciones y sus procesos productivos han experimentado la necesidad de evolucionar con el fin de adaptarse a cambios en la demanda de bienes y servicios, tratados de libre comercio, el incremento de las expectativas de los clientes, el aumento de la competencia, avances tecnológicos del proceso o producto, entre otros. Esta situación ha obligado a las organizaciones a realizar esfuerzos constantes para mantener la competitividad, como la evaluación de su desempeño y el uso de esta medición, que sirven como punto de inicio para orientar sus esfuerzos en la mejora de sus procesos [1]. Para ayudar a las empresas a evaluar su desempeño y estructurar sus mejoras, existen diversas herramientas como los modelos adjuntos a los premios a la excelencia, los sistemas de gestión, los modelos de madurez, entre otros, que generan impactos positivos en el desempeño de manera acelerada, eficiente y exitosa. Desde hace más de una década, las pymes empezaron a implantar metodologías de mejoramiento y normas de calidad para lograr estandarizar sus procesos y mejorar la calidad de sus productos y servicios. A pesar de esto, algunos estudios [2] han señalado las deficiencias de organización y falta de definición de procesos en este grupo de empresas, sin llegar a profundizar en el estado de sus procesos. El estado del proceso esta referenciado al modelo de capacidad y madurez.

Desafortunadamente, no se encuentra literatura disponible que presente una metodología para determinar una puntuación cuantitativa o para llegar a un nivel de evaluación predeterminado. Además, los modelos de madurez pueden no satisfacer las necesidades de una organización en particular, lo que requiere el desarrollo de una herramienta de evaluación organizacional personalizada. Ante esta situación, se desarrolló un instrumento de diagnóstico de la madurez y capacidad de los procesos de manufactura con las características o rasgos de cada uno de los procesos según el modelo CMMI.

II. Marco teórico (opcional)

A. CMMI Modelos de madurez y capacidad

CMMI son las siglas de Capability Maturity Model Integration:

• Capacidad: cuando queremos implementar y lograr una mejora de proceso en un área de proceso individual.

• Madurez: cuando queremos implementar y lograr la mejora de procesos en un conjunto de áreas de proceso que están predefinidas.

• Modelo: un modelo CMMI es un conjunto de asesoramiento y se puede utilizar como marco para evaluar la madurez de los procesos de una organización.

• Integración: este enfoque utiliza una combinación de modelos seleccionados (por ejemplo, CMMI para software, ingeniería de sistemas y desarrollo de productos integrados) que se integran en el marco único, CMMI.

Un aspecto importante para tener en cuenta acerca del modelo del CMMI es, que no es ni un proceso ni una descripción del proceso [3] si no, un conjunto de buenas prácticas relacionadas con los procesos, desde sus prácticas específicas y genéricas. En el modelo, un área de proceso consiste en un conjunto de prácticas relacionadas, cuando estas se implementan juntas, satisfacen las metas del área de proceso (objetivos específicos y genéricos), lo que significa que se ha logrado la mejora del proceso en esa área de proceso.

B. Niveles de capacidad

Los niveles de capacidad son 4:

Nivel de capacidad 0, incompleto: No se satisfacen objetivos específicos para el área de proceso. Además, no existen metas genéricas para este nivel. Nivel de capacidad 1, realizado: Se logra el trabajo necesario y se satisfacen los objetivos específicos de cada área de proceso. En este nivel las mejoras de procesos deben institucionalizarse y mantenerse. Nivel de capacidad 2, administrado: El proceso ha sido planificado y ejecutado, según lo definido por la organización. Nivel de capacidad 3, definido: La adaptación de los procesos a partir de los procesos defini-

dos se realiza en la organización siguiendo sus pautas de adaptación, además, los procesos estándar son comunes en toda la organización y se adaptan a un proyecto o unidad organizativa.

C. Niveles de madurez

Nivel de madurez 1, inicial: En una organización de nivel de madurez 1, los productos construidos y los servicios prestados funcionan bien la mayor parte del tiempo; sin embargo, el presupuesto y el cronograma siempre se ven afectados y se desvían de sus planes documentados. Además, se ha observado que los equipos de nivel 1 se comprometen en exceso con sus clientes. Esto se debe a que, en momentos de crisis todo el equipo abandona el proceso para entregar más rápido. Debido a esto, no pueden repetir el éxito. Nivel de madurez 2, gestionado: Gestionado o administrado, significa que los proyectos se adhieren a los procesos definidos por la organización. El equipo y los recursos que trabajan en el proyecto poseen los niveles de capacidad adecuados para producir resultados controlados. Nivel de madurez 3, definido: Definido significa que los procesos están bien definidos, documentados, comprendidos y seguidos por varios medios (por ejemplo, ya sea a través de procedimientos, métodos o herramientas e instructivos de trabajo). Nivel de madurez 4, gestionado cuantitativamente: Una organización establece objetivos cuantitativamente para la calidad y el desempeño del proceso tanto a nivel organizacional como de proyecto. Luego utiliza estos objetivos cuantitativos como criterios en la gestión de proyectos. Nivel de madurez 5, optimización: Optimización significa que una organización se enfoca en mejorar sus procesos de manera continua al comprender sus objetivos comerciales y necesidades de desempeño (en términos cuantitativos). También, utilizan un enfoque cuantitativo para comprender la variación inherente al proceso y las causas comunes de los resultados del proceso.

D. Objetivos específicos

Un objetivo específico es único y está presente en cada área de proceso. Debajo de cada objetivo específico, existen ciertas prácticas específicas y una vez que se cumplen todos los objetivos específicos, el área de proceso está satisfecha.

E. Practicas especificas

Una práctica específica es la descripción de la actividad que ayuda a lograr el objetivo específico asociado.

F. Objetivos genéricos

Estos objetivos se denominan “genéricos” porque son comunes en las diferentes áreas de proceso.

G. Practicas genéricas

Las practicas genéricas son comunes en las áreas de proceso (instrucción de trabajo). Una práctica genérica está presente en los objetivos genéricos y contiene una descripción de la actividad que, una vez implementada, ayuda a lograr el objetivo genérico de un área de proceso

H. Diagnóstico empresarial como instrumento detonante en la mejora de los procesos industriales

Los procesos industriales, consisten en un conjunto de operaciones interrelacionadas enfocadas a la producción de bienes a partir de la transformación de las materias primas. Por esta razón, es imprescindible identificar aquellos procesos industriales susceptibles de mejora. Es importante señalar, que existen diversas alternativas para desarrollar proyectos de mejora a partir del método científico, como el ciclo PHVA [4], qué consiste en planear, hacer, verificar y actuar; además de la metodología DMAIC [5] por sus acrónimos en inglés, definir, medir, analizar, mejorar y controlar.

Por otro lado, el diagnóstico permite conocer el funcionamiento actual de un sistema, consigue información pertinente sobre las operaciones actuales, analiza y es concluyente para la realización de un cambio y mejora potencial, además aporta un conocimiento sistemático de la empresa (Guerrero, 2007).

Uno de los principales métodos para diagnosticar, es el Análisis Factorial (Roldán, 2013), que determina la interacción entre cada uno de los procesos en la empresa industrial. De manera general, el Análisis Factorial consiste

en definir los factores más significativos para la empresa, los cuales son susceptibles de mejora, señala el nivel de eficiencia en el que se encuentra, a partir de la información de cada elemento de cada factor mediante su calificación. Además, integra un gráfico comparativo entre los factores, con el fin de identificar los factores con áreas de oportunidad y priorizarlos en la toma de decisiones en la empresa.
Los factores que integran el diagnóstico son los siguientes: Recursos humanos, Dirección, Finanzas, Control y Planeación de la Producción, Control de Calidad, Ingeniería, Mantenimiento, Logística y Compras. De esta manera, el diagnóstico empresarial permite ser un instrumento detonante en la mejora de los procesos industriales.
I. Caracteristicas de la Industria 4.0 y fabricas inteligentes
El término "Industria 4.0" se originó en Alemania y se utiliza desde 2011 y el concepto de Fabrica Inteligente es característico de la industria 4.0. La implantación de una fábrica inteligente requiere 1) una infraestructura de red adecuada, controladores inteligentes, software de análisis con sistemas de información integrados y 2) la utilización de nuevas tecnologías, incluyendo: IoT, nube, la informática, el Big Data y la tecnología que utiliza la inteligencia artificial.
Para empezar a hacer realidad el concepto de fábrica inteligente, hay que alcanzar un nivel de madurez adecuado y cumplir una serie de requisitos, entre ellos, el acceso a las tecnologías para la automatización, el acceso a personal cualificado, organización de los datos del proceso de producción, un proceso de producción repetible, una estrecha colaboración de todas las áreas en la cadena de suministro, y el acceso a un presupuesto de capital adecuado. [6]

III. Materiales y métodos

Esta investigación será de tipo cuali-cuantitativo, ya que esta técnica nos permite determinar características y cualidades, e identificar necesidades, y también da la posibilidad de describir en forma cuantificable los resultados. [7] Requiere una profunda revisión de los niveles de capacidad y madurez del CMMI para extraer las características más relevantes de cada nivel del modelo. La determinación de las características y practicas específicas de los diferentes procesos se basó en la consulta, análisis y estudio de diferentes fuentes bibliográficas relacionadas con la capacidad y madurez de los procesos en sus enfoques CMMI y Seis Sigma, así como fuentes bibliográficas referentes a la industria 4.0 y las características de las fábricas inteligentes.
El diseño del instrumento de diagnóstico consta de un cuestionario realizado en una hoja de cálculo de Microsoft Excel basado en los 4 niveles de capacidad. Un cuestionario es un conjunto de preguntas que tiene como finalidad la obtención de los datos necesarios para una investigación. [8] Para su elaboración se parte de los procesos de las empresas de manufactura, tales como, Recursos humanos, Dirección, Finanzas, Control y Planeación de la Producción, Control de Calidad, Ingeniería, Mantenimiento, Logística y Compras, y a su vez se consideran los objetivos específicos para cada uno de estos procesos, evaluado objetivamente bajo los niveles de capacidad, asignándolos de la siguiente manera: Nivel 0: incompleto – 0, Nivel 1: realizado – 1, Nivel 2: administrado – 2 y Nivel 3: definido – 3
Así mismo, se realiza un promedio para establecer en qué nivel de madurez se encuentran los procesos.

IV. Resultados

El producto final que se obtuvo fue el diagnóstico de procesos de manufactura basado en la capacidad y madurez. La base del diagnóstico fue un proyecto de diagnóstico que se había desarrollado en otra edición del verano de la investigación y el desarrollo, en gran medida, de las prácticas especificas fue basado en la experiencia del investigador. A continuación, se presentan elementos del diagnóstico:

Fig. 1. Formulario de información de la empresa

DIAGNÓSTICO DE MADUREZ Y CAPACIDAD DE LOS PROCESOS DE EMPRESAS MANUFACTURERAS

Informacion de la empresa / organización	
Nombre de la Empresa / Organización / Razón Social:	XXX
Domicilio de la empresa:	XXX
Ciudad / Municipio:	XXX
Estado:	XXX
Actividad económica	
Fecha de la fundación de la empresa:	XXX
Principal actividad económica:	XXX
Sector económico:	XXX
Cantidad de empleados que laboran:	XXX
Tamaño de la empresa:	XXX

Fig. 2. Descripción de los niveles de capacidad

VALOR	NIVEL DE CAPACIDAD (NC)	DESCRIPCIÓN
3	DEFINIDO	Los procesos estándar son comunes en toda la organización. Se permite que los procesos se adapten a un proyecto o unidad organizativa. La adaptación se realiza siguiendo las pautas de adaptación definidas para la organización.
2	ADMINISTRADO	El proceso ha sido planificado y ejecutado por la organización. Incluye un equipo de personas capacitadas Produce salidas de manera controlada. Involucra a las partes interesadas. El proceso se supervisa, controla y revisa. El proceso esta estandarizado y se cuenta con instructivos de trabajo o procedimientos
1	REALIZADO	Se logra el trabajo necesario. Se satisfacen los objetivos específicos del área de proceso. El proceso no ha sido planificado por la organización.
0	INCOMPLETO	No se satisfacen objetivos específicos para el área de proceso. Los objetivos se logran por esfuerzos individuales. El proceso se ejecuta parcialmente.

Fig. 3. Ejemplo de evaluación del área de Planeación y control de la producción

PROCESO	OBJETIVO ESPECIFIC	PRÁCTICAS ESPECÍFICAS	N	CAPACIDAD
Planeación y Control de	Control de la Producción	Procedimiento de producción	1	REALIZADO
Planeación y Control de	Control de la Producción	Control Diario de Producción	3	DEFINIDO
Planeación y Control de	Control de la Producción	(%) Porcentaje de reprocesos	0	INCOMPLETO
Planeación y Control de	Control de la Producción	Procedimiento programación de producción	0	INCOMPLETO
Planeación y Control de	Control de la Producción	Tiempo Estándar	3	DEFINIDO
Planeación y Control de	Control de la Producción	(Takt Time) Ritmo de producción	3	DEFINIDO
Planeación y Control de	Control de la Producción	(Lead Time) Tiempo Ciclo	0	INCOMPLETO
Planeación y Control de	Control de la Producción	Fichas técnicas de los productos	2	ADMINISTRADO
Planeación y Control de	Control de la Producción	Diagramas del Proceso de Operaciones	2	ADMINISTRADO
Planeación y Control de	Control de la Producción	Capacidad de Instalada	0	INCOMPLETO
Planeación y Control de	Control de la Producción	Registro de Paros de Linea	0	INCOMPLETO
Planeación y Control de	Control de la Producción	Registro de Producto No Conforme	1	REALIZADO
Planeación y Control de	Control de la Producción	OEE	2	ADMINISTRADO

Fig. 4. Ejemplo de evaluación del área de Ingeniería

PROCES	OBJETIVO ESPECIFICO	PRÁCTICAS ESPECÍFICAS	N	CAPACIDAD
Ingeniería	Diseño y Desarrollo de Productos	Diseño y Desarrollo de Productos y Herramentales	2	ADMINISTRADO
Ingeniería	Diseño y Desarrollo de Productos	Checklist de Diseño del Producto	1	REALIZADO
Ingeniería	Diseño y Desarrollo de Productos	Checklist del Desarrollo del Producto	0	INCOMPLETO
Ingeniería	Diseño y Desarrollo de Productos	Checklist de Diseño del Herramentales	0	INCOMPLETO
Ingeniería	Diseño y Desarrollo de Productos	Checklist del Desarrollo del Herramentales	1	REALIZADO

V. Discusión (o análisis de resultados)

Si bien la implementación del instrumento no se llevó a cabo, se identificaron algunos aspectos clave que sirven como base para la transición de las empresas de manufactura a conformarse como fábricas inteligentes, en ese sentido hay que alcanzar un nivel de madurez adecuado y cumplir una serie de requisitos, entre ellos, el acceso a las tecnologías para la automatización, el acceso a personal cualificado, organización de los datos del proceso de producción, un proceso de producción repetible, una estrecha colaboración de todas las áreas en la cadena de suministro, y el acceso a un presupuesto de capital adecuado. [6] Los cuales, están estrechamente ligados a los niveles de capacidad definido y administrado, y a un nivel de madurez de optimizado y gestionado cuantitativamente.

VI. Conclusiones y recomendaciones

El desarrollo del instrumento evidencio la poca literatura que existe acerca del tema. Si bien, el modelo del CMMI de capacidad y madurez, está enfocado en el diseño de software, las empresas de manufactura lo adaptan desde una perspectiva de Lean Six Sigma. A su vez, por la naturaleza de ser un modelo genérico, la evaluación debe de ser personalizada para cada organización. Este instrumento sirve de apoyo para el desarrollo de proyectos de mejora, puesto que permitirá determinar con qué prácticas especificas cuenta la organización y en consecuencia, con qué herramientas se podrá desarrollar el proyecto de mejora. Además, permite identificar la pertinencia de las organizaciones a transición de fábricas inteligentes.

VII. Reconocimientos (o agradecimientos)

Agradezco al comité organizador del Verano de la Ciencia Región Centro por brindarme la oportunidad de participar en este programa y hacer posible esta experiencia en la que pude aprender muchas cosas interesantes. Si bien no pudo ser de manera presencial, agradezco al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón por recibirme y al profesor José Luis Tavares López por el asesoramiento brindado durante la estancia del verano y por compartir sus conocimientos conmigo. De igual manera agradezco al Dr. Martin Hernández Sustaita por su apoyo durante el proceso de ingreso a este verano de la ciencia.

Referencias

[1] Díaz-Jaimes, M. D. P., & Ortíz-Pimiento, N. R. (2012). Revisión de modelos de madurez: estrategia de evaluación del desempeño para empresas de manufactura. Revista UIS Ingenierías, 11(1), 55-72.
[2] Mayorga, S. A., & Pinzón, N. B. C. (2008). Diagnóstico de la madurez de los procesos en empresas medianas colombianas. Ingeniería y Universidad, 12(2), 245-267.
[3] Chaudhary, M., & Chopra, A. (2017). CMMI for Development: Implementation Guide. Apress.
[4] Gutiérrez Pulido, H. (2010). Calidad total y productividad.
[5] Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. R. (2007). The six sigma way. In Das Summa Summarum des Management (pp. 299-308). Gabler.
[6] Odważny, F., Szymańska, O., & Cyplik, P. (2018). Smart Factory: the requirements for implementation of the Industry 4.0 solutions in FMCG environment-case study. LogForum, 14(2).
[7] Ramirez, R. E. (2007). Guía General Para La Elaboración De Encuestas. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.
[8] Oncins de Frutos, M. (1991). NTP 283: Encuestas: metodología para su utilización. Nota Técnica de Prevención, Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).

Real time programming for human motion

Brenda Ivonne Valtierra Zavala,
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato-Silao km 12.5 El Copal 36821.
lis17110238@irapuato.tecnm.mx ,

Miroslava Cano Lara
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato-Silao km 12.5 El Copal 36821.
miroslava.cl@irapuato.tecnm.mx

Resumen — En este trabajo se presenta el desarrollo de un sistema de detección de rostros, el cual utiliza el lenguaje de programación "Python". Utilizando la librería openCV compuesta de varios algoritmos que fueron entrenados para obtener resultados más precisos.

La primera parte del desarrollo como parámetro de entrada se utilizan fotografías para observar y analizar los resultados obtenidos. Una vez que se obtuvieron los resultados esperados, la segunda parte del desarrollo fue aplicar la detección de rostros en tiempo real tomando en cuenta las condiciones que se presentan en el entorno que rodea al usuario.

Palabras clave — Python, OpenCV, detección de rostro, tiempo real.

Abstract — This work presents the development of a face detection system, which uses the programming language "Python". Using the openCV library composed of several algorithms that were trained to obtain more precise results.The first part of the development as an input parameter, photographs are used to observe and analyze the results obtained. Once the expected results were obtained, the second part of the development was to apply face detection in real time taking into account the conditions that arise in the environment around the user.

Keywords — Python, OpenCV, face detection, real time.

I. Introducción

La visión artificial es una disciplina científica que incluye métodos para adquirir, procesar y analizar imágenes del mundo real con el fin de producir información que pueda ser tratada por una máquina. Una manera simple de comprender este sistema es basarnos en nuestros propios sentidos. Los humanos usamos nuestros ojos para comprender el mundo que nos rodea, y la visión artificial trata de producir ese mismo efecto en máquinas. Éstas podrán percibir y entender una imagen o secuencia de imágenes y actuar según convenga en una determinada situación. La comprensión en los dispositivos se consigue gracias a una descomposición de la imagen en pequeños fragmentos (píxeles) y en su posterior estudio.

II. Marco teórico

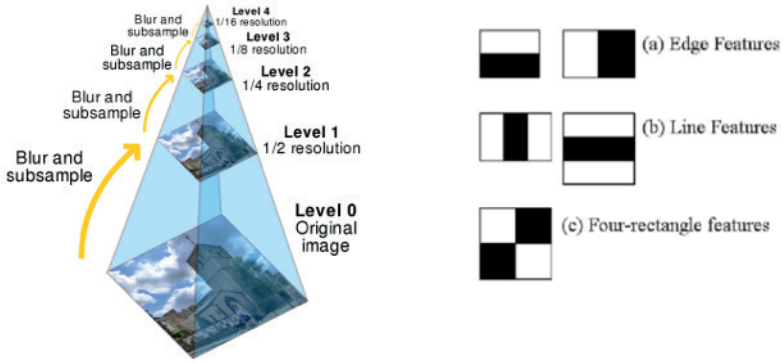
El algoritmo necesita imágenes positivas (imágenes de rostros) e imágenes negativas (imágenes sin rostros) para entrenar al clasificador. Se requiere extraer características de él. Son como nuestro núcleo convolucional. Cada característica es un valor único obtenido al restar la suma de píxeles debajo del rectángulo blanco de la suma de píxeles debajo del rectángulo negro (figura 1).

ScaleFactor: Si se ingresa 1.1, quiere decir que se va a ir reduciendo la imagen en 10%, con 1.3 se reducirá 30%, creando de esta manera una pirámide de imágenes. Si se asigna un número muy alto, se pierden algunas detecciones. Mientras que para valores muy pequeños como por ejemplo 1,01 (es decir reducir en un 1% la imagen), pueden incrementar los falsos positivos (que son detecciones presentadas como objetos u rostros, pero que en realidad no lo son). Esto es debido al tamaño que presenten los rostros en la imagen, unos pueden ocupar mayor o menor área que otros, por lo que para que se trate de detectar todos en sus distintos tamaños se aplica la pirámide de imágenes (figura 2).

MinNeighbors: Este parámetro especifíca cuántos vecinos debe tener cada rectángulo candidato para retenerlo, o el número mínimo de cuadros delimitadores o vecinos que debe tener un rostro para que detectado como tal (figura 3).

MinSize: Este parámetro indica el tamaño mínimo posible del objeto. Objetos más pequeños son ignorados.

MaxSize: Este parámetro indica el tamaño máximo posible del objeto. Objetos más grandes son ignorados.



III. Materiales y métodos

En la identificación de rostros a través de fotografía la primera sección del algoritmo requiere de la librería openCv con las herramientas necesarias para manejar elementos gráficos, como imágenes y video, perteneciente al entorno de programación phyton, seguido de un llamado al pre-entrenador que previamente al igual que la imagen a analizar deberán estar almacenados en la misma carpeta, así se asignan a un nombre identificador. Las imágenes usadas fueron capturadas con la cámara de un dispositivo móvil de 16 Mega píxeles.

Ahora el procesamiento de imagen al pasar la imagen a escala de grises, se inicia con la estructura de los argumentos (con una escala de factor de 1.5 reduciéndola 50%, un mínimo de vecinos de 5, con áreas que radiquen dentro del mínimo de 30 por 30 hasta 200 por 200) que permiten identificar las características que debe tener un rostro para que se reconozca como tal. La segunda etapa está constituida en la primera sección por la declaración de biblioteca, el pre-entrenador y además de realizar comunicación con la cámara de 16 mega pixeles perteneciente a un dispositivo móvil para su apertura.
La segunda sección consta de la lectura de la cámara del dispositivo móvil conectado al equipo de cómputo, la presencia de solo dos argumentos (la escala a 1.3 y con un mínimo de 5 vecinos, en este caso no se le adjunto los parámetros faltantes ya que presentaba falsos positivos recurrentes) en la función que realiza las escalas, encuadrando los rostros encontrados en tiempo real con las coordenadas que realizan el barrido. Mostrando el video en tiempo real de salida.

IV. Resultados

Para los resultados fueron trabajados con los mismos estudiantes del proyecto. Se logra percibir en un tiempo de unos cuantos segundos la detección del rostro. Considerando que puede aplicar en movimiento y en forma estatica. El recuadro verde, señala la región del rostro (figura 4).

V. Análisis de resultados

La implementación del sistema de reconocimiento facial creado en base del pre entrenador de la serie de algoritmos que ofrece OpenCV, este sistema primeramente empleado en fotografías resulto más complejo en cuestión de establecer los parámetros para que los rostros tuvieran los rasgos característicos necesarios, como área ocupada por los mismos, vecinos máximos y mínimos que determinan con base a la escala que se le haya otorgado los falsos positivos que podría presentar la fotografía analizada. En relación con el análisis en tiempo real los parámetros mencionados como distancia en relación del sujeto plasmado en la fotografía no fueron relevantes ya que acceder a la cámara del equipo se logra obtener un cuadro fijo en consideración con los acercamientos que presentaban algunas fotografías, parámetros como escala y vecinos próximos son suficientes para que el sistema no detecte la presencia de falsos positivos o no pueda analizar el área que las facciones faciales comprenden.

VI. Conclusiones

El sistema desarrollado fue entrenado para lograr la detección de rostros en fotografías y tiempo real, aun cuando se presentan distintas condiciones en el entorno que se encuentra el usuario (s), como podría ser el cambio en el nivel de luz, si existe algún accesorio en el rostro a detectar, etc.
La metodología usada fue primero probar los algoritmos en fotografías y después adaptarlo para trabajar en tiempo real y así presentara un menor margen de error.

VII. Reconocmientos

Expresamos nuestro agradecimiento a la doctora Miroslava Cano Lara por permitirnos la oportunidad de participar y es un privilegio haber realizado estancia de verano.

VIII. Referencias

[1] Solano, G. (2020, 21 enero). Detección de rostros. OMES. https://omes-va.com/deteccion-de-rostros-con-haar-cascades-python-opencv/
[2] Paul Viola y Michael J. Jones. Detección de rostros robusta en tiempo real. Revista Internacional de Visión

por Computador, 57 (2): 137-154, 2004.
[3] Rainer Lienhart y Jochen Maydt. Un conjunto extendido de funciones similares a haar para la detección rápida de objetos. En procesamiento de imágenes. 2002. Actas. Conferencia Internacional sobre 2002, volumen 1, páginas I-900.

[4] Hong, K. (2014). OBJECT DETECTION: FACE DETECTION USING HAAR CASCADE CLASSFIERS. BogoToBogo. https://www.bogotobogo.com/python/OpenCV_Python/python_opencv3_Image_Object_Detection_Face_Detection_Haar_Cascade_Classifiers.php

[5] Tiwari, S. (2016). Reconocimiento facial con Python. Real Python. https://realpython.com/face-recognition-with-python/

[6] Bin Wang y Piotr Dudek. Un algoritmo de resta de fondo de autoajuste rápido. En Talleres de reconocimiento de patrones y visión por computadora (CVPRW), Conferencia IEEE 2014, páginas 401–404. IEEE, 201

Vigilancia tecnológica para la identificación de innovaciones en el monitoreo y adquisición de variables en una línea de producción de tejas de barro

Juan Tomás Oliva Ramos
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Ing. En Gestión Empresarial
Blvd. Del Valle # 2301. Guardarrayas C.P. 36413, Purísima del Rincón Gto
tomas.or@purisima.tecnm

Carina Guadalupe Chagolla Barajas
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Ing. En Gestión Empresarial
Blvd. Del Valle # 2301. Guardarrayas C.P. 36413, Purísima del Rincón Gto
LRS17110012@purisima.tecnm.mx

Resumen — La vigilancia tecnológica nos permite conocer la dinámica en cuanto a invenciones, y en específico en cuanto a las empresas e inventores que actualmente están a la vanguardia en el desarrollo de tecnologías de monitoreo, así mismo se pudo observar los países donde más desarrollos se generan en cuanto a este rubro, por otro lado, también se pudo distinguir los principales atributos y elementos técnicos de estas invenciones.

Abstract — Technological surveillance allows us to know the dynamics in terms of inventions, and specifically with regard to the companies and inventors that are currently at the forefront in the development of monitoring technologies, it was also possible to observe the countries where the most developments are generated in this field, on the other hand, it was also possible to distinguish the main attributes and technical elements of these inventions.

Keywords — Technological surveillance, monitoring and acquisition of variables, clay tiles

I. Introducción

La vigilancia tecnológica es un proceso que requiere de una planeación y organización, se basa en seleccionar de manera permanente, información del exterior y al mismo tiempo de la misma organización ligada con aspectos técnicos y científicos, así mismo es necesario seleccionarla, analizarla, difundirla y comunicarla, con el objetivo de transformarla en conocimientos, que ayuden a tomar decisiones acertadas y tener la posibilidad de anticiparse a los posibles cambios que puedan generarse en un sector industrial.

El objetivo del proyecto que se presenta es identificar innovaciones y nuevas soluciones para el monitoreo y la adquisición de variables en una línea de producción de tejas de barro.

Desde hace más de 40 años, los procesos de producción de tejas de barro están integrados por una serie de operaciones donde la mano de obra es intensiva, sin embargo, desde hace poco más de 10 años las operaciones de este proceso se han modificado en gran medida, es decir, implementándose mejoras e innovaciones significativas, esto se ha dado gracias a la automatización de algunas operaciones. La automatización ha permitido incrementar y generar ventajas técnicas para este proceso. Para esto se realizó un proceso de vigilancia tecnológica a través de una búsqueda de información, referente a tecnologías de proceso, tendencias, normatividad y soluciones tecnológicas que permitieran distinguir las principales alternativas para brindar respuesta en el proceso de producción de tejas de barro.

II. Marco teórico

Vigilancia Tecnológica

La vigilancia tecnológica es un proceso que requiere de una planeación y organización, se basa en seleccionar de manera permanente, información del exterior y al mismo tiempo de la misma organización ligada con aspectos técnicos y científicos, así mismo es necesario seleccionarla, analizarla, difundirla y comunicarla, con el objetivo de transformarla en conocimientos, que ayuden a tomar decisiones acertadas y tener la posibilidad de anticiparse a los posibles cambios que puedan generarse en un sector industrial.

Línea de producción

Fuente: Sy Corvo, Helmut. (24 de julio de 2019). Línea de producción: características, organización, balance, ejemplo. Lifeder. Recuperado de https://www.lifeder.com/linea-de- produccion/.

Figura 1 Línea de producción

Fuente: Elaboración propia. Los procesos automatizados

Monitoreo y Adquisición de variables en una línea de producción

Una línea de producción es un grupo de operaciones en secuencia instaladas en una fábrica, donde se ensamblan componentes para hacer un producto terminado, o donde se someten los materiales a un proceso de transformación para fabricar un producto final que sea apropiado para su consumo posterior.

El desarrollo tecnológico ha favorecido la implantación de sistemas que facilitan la producción. Entre ellos, podemos destacar la automatización industrial. En la mayoría de procesos productivos, existen fases en las que se realizan tareas repetitivas y monótonas. Unas faenas que pueden resultar tediosas para los trabajadores, pero que no presentan ninguna complicación para las máquinas.

Los sistemas de manufactura funcionan a través de una serie de operaciones, estas deben ser monitoreadas y controladas. Es pertinente resaltar que de manera convencional el factor humano influye directamente para el monitoreo de las variables que se generan en esas operaciones. Por otro lado, en nuestros días para diversos procesos continuos es posible monitorear y adquirir variables a través de alternativas innovadoras como son los

PLC ´s o bien a través de los microcontroladores y al mismo tiempo mediante una serie de sensores que están vinculados a los mismos sistemas.
Por otro lado, es pertinente resaltar la importancia que tienen las interfaces humano máquina (HMI), las cuales es posible ejecutar a través de una computadora personal o bien mediante pantallas gráficas. Las interfaces ayudan a representar y dar a conocer de forma idéntica la realidad de los procesos, esto permitirá que los colaboradores que se encuentren en una línea de producción establezcan una interrelación de los equipos físicos del mismo proceso con los equipos virtuales de las mismas interfaces de usuario. En las interfaces HMI se muestra de forma muy particular las variables monitoreadas y adquiridas, de tal forma que se pueda ir visualizando su comportamiento a lo largo de un periodo de tiempo.

Figura 4 Monitoreo y adquisición de variables en un proceso. Fuente: Elaboración propia.

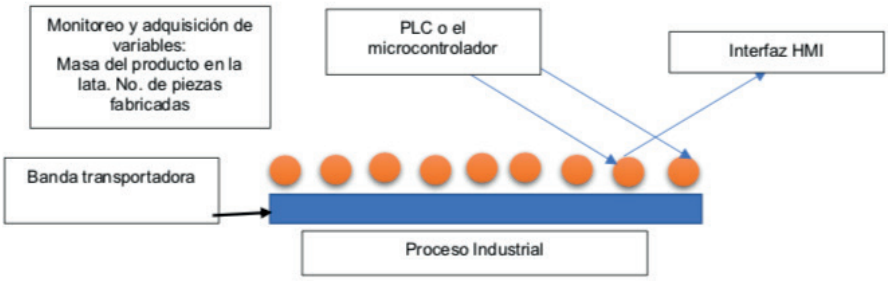


Diagrama de flujo del proceso de producción de tejas de barro

Referencias

al, G. e. (2008).
Base de patentes. (s.f.). Obtenido de
http://www.onapi.gov.do/images/pdf/Invenciones/Bases_datos_patentes.pdf busto, d. (1991).
cubiertas. (14 de enero de 2016). Historia de la Teja y su Desarrollo Cronológico. Obtenido de https://cubiertas.com.es/historia-la-teja-y-su-desarrollo-cronologico/
Gallegos. (2005). propiedades del ladrillo.
Gómez. (2008).
Guerrero, J. A. (diciembre de 2020). Diseño de la automatización del proceso de producción
de materiales de. Obtenido de file:///C:/Users/carin/OneDrive/Documentos/VERANO%20DE%20LA%20
LESCANO, J. B. (febrero de 2014). PROCESO PRODUCTIVO DE LOS LADRILLOS DE ARCILLA PRODUCIDOS EN LA REGIÓN PIURA. Obtenido de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1755/ICI_199.pdf
Martínez, A. M. (s.f.). Aprendizaje tecnológico e innovación. Obtenido de file:///C:/Users/carin/OneDrive/Documentos/VERANO%20DE%20LA%20CIENCI A%202021/2015ElcasodetejasElAguila.pdf
Propiedad Industrial e Intelectual en la Universidad de Granada. (s.f.). Obtenido de https://otri.ugr.es/patent-blog/bases-de-datos-de-patentes-una-importante-fuente-de- informacion-tecnologica/
Rhodes. (1990). propiedades de la arcilla. shaw. (2006).

Manufactura de CNC potenciado con IA industrial

Daniel Capetillo Sanchez
Instituto Tecnológico Superior De Purísima Del Rincón
Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas. Purísima del Rincón, Gto.
dcapetillo89@gmail.com

Juan De Anda Surez
Instituto Tecnológico Superior De Purísima Del Rincón
Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas. Purísima del Rincón, Gto.
juan.ds@purisima.tecnm.mx

Resumen — Este proyecto se delimita a la realización del prototipo del CNC, a la programación de la raspberry para que en conjunto con la placa Arduino se pueda llevar a cabo el control de los motores a pasos. También se llegó a instalar los programas necesarios para obtener el código G desde una imagen JGP y con ella darles órdenes a los motores. En este documento se desglosará todos los pasos que se llevaron a cabo para poder realizar el prototipo y como se le instalaron los programas necesarios a la raspberry para el proyecto.

Palabras clave — CNC, Raspberry, Código G, Prototipo.

Abstract — This project is limited to the realization of the prototype of the CNC, to the programming of the raspberry so that together with the Arduino board, the control of the stepper motors can be carried out. The necessary programs were also installed to obtain the G code from a JGP image and with it give orders to the engines. This document will break down all the steps that were carried out to make the prototype and how the necessary programs were installed on the raspberry for the project.

Keywords — CNC, Raspberry, Code G, Prototipe.

I. Introducción

Mediante el presente proyecto se realizó el rediseño de la estructura mecánica de una cortadora de 3 ejes CNC con la ayuda de un programa tipo CAD (Diseño asistido por computadora) a través de las herramientas de boceto, de sólidos 3D y por último los planos. Este proyecto se realizó con el objetivo de tomarlo como base para nuestro de Tesis que posteriormente se continuara con la investigación para mejorarla, y se fundamentara en las herramientas del programa tipo CAD utilizado para su realización.
Si se desarrolla correctamente el modelado en 3 ejes de la cortadora CNC, entonces podrá ser implementado

como un prototipo a escala. La metodología utilizada para poder llevar la hipótesis a cabo fue la realización de los bocetos, una vez hechos estos bocetos se solidificarán a partir de ellos con la herramienta de extracción. al terminar el sólido se pasa a plano y para terminar se conjuntan las piezas en un ensamble tridimensional.
Nuestro proyecto podrá proporcionar a largo plazo y de ser pasado a físico con la implementación del control computarizado y un láser, ser aplicado como cortadora laser para pieles en empresas de dimensiones mucho mayores proporcionando ventajas como.

- Asistente de personal en el área de corte
- Reducción de tiempos en el proceso de corte

Con ello podremos ahórranos lo siguiente:

- Mayor productividad pues se podrán cortar más pieles por día en menor tiempo

Todo esto con un valor estimado de

- Suponiendo que trabajen 5 personas en el área de corte, pero la maquina
requiere un operario, ser reducen 4 personas a los cuales se les pagaba un aproximado de 1400 pesos a la semana, por lo tanto, será un ahorra estimado de 5600 pesos semanales.

II. Marco teórico

Definición de CNC:
El control numérico por computadora (o más comúnmente conocido como CNC) es un sistema que permite controlar en todo momento la posición de un elemento físico. Normalmente una herramienta, que está montada en una máquina.
Características:
Las cortadoras CNC funcionan con motores; y la única condicionante para poner en operación estas máquinas, es que todos los cortes que requieras hacer deben estar plasmados en vectores, mismos que puedes crear con softwars especializados.
Estos vectores se traducen a un sistema de códigos que son leídos por el CNC para comenzar a hacer los cortes.
Los Routers CNC constan de un solo eje vertical que se desplaza por tres ejes (X, Y, Z) cualidad que ayuda a precisar los cortes y hacer diseños en tres dimensiones.
Impresión 3D:
La impresión 3D es un grupo de tecnologías de fabricación por adición capaz de crear un objeto tridimensional mediante la superposición de capas sucesivas de un determinado material. Un proceso por el que se crean objetos físicos a través de la colocación de un material en capas a partir de un modelo digital. Por lo tanto, se trata de un proceso en el que se crear un objeto físico en tres dimensiones a través de un objeto o modelos digital mediante una impresora 3D que puede usar diferentes tecnologías y materiales para ir superponiendo capas hasta crear una réplica perfecta.
Motor a pasos:
Un motor paso a paso es un dispositivo electromecánico que convierte una serie de pulsos eléctricos en desplazamientos angulares, lo que significa que es capaz de girar una cantidad de grados (paso o medio paso) dependiendo de sus entradas de control.

Raspberry Pi:
La Raspberry Pi es una serie de ordenadores de placa reducida, ordenadores de placa única u ordenadores de placa simple (SBC) de bajo coste desarrollado en el Reino Unido por la Raspberry Pi Foundation, con el objetivo de poner en manos de las personas de todo el mundo el poder de la informática y la creación digital. Si bien el modelo original buscaba la promoción de la enseñanza de informática en las escuelas, este acabó siendo más popular de lo que se esperaba, hasta incluso vendiéndose fuera del mercado objetivo para usos como robótica. No incluye periféricos (como teclado y ratón) o carcasa.
Arduino UNO R3:
Esencialmente la placa Arduino Uno es una placa electrónica basada en el chip de Atmel ATmega328. Tiene 14 pines digitales de entrada / salida, es el Arduino Pinout de los cuales 6 los puede utilizar como salidas PWM, 6 entradas analógicas, un oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP y un botón de reset. El software de la placa incluye un controlador USB que puede simular un ratón, un teclado y el puerto serie.
Shield CNC:
La Arduino CNC Shield es una pequeña placa que permite controlar hasta 4 motores paso a paso fácilmente con tu Arduino gracias a su formato shield. Soporta 4 controladores de potencia Pololu A4988 o Pololu DRV8825 y dispone de todas las conexiones necesarias para conectar interruptores de final de carrera, salidas de relé y diversos sensores. Es totalmente compatible con el firmware de control GRBL y puede ser utilizada con cualquier modelo de Arduino, aunque se recomienda utilizar un modelo del tipo Arduino UNO o Arduino Leonardo.

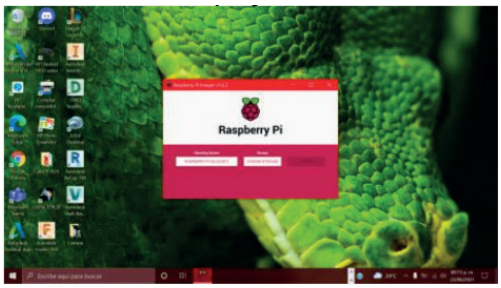
III. Metodología

En primera instancia tenemos la placa raspberry e identificamos las partes importantes de la misma.

Fig 1.- Placa raspberry

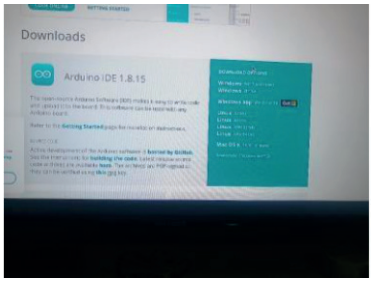
Con lo que procedemos a instalar el sistema operativo en la tarjeta con un programa especial, el sistema operativo se llama Raspbyan.

Fig 2.- Instalador del sistema operativo



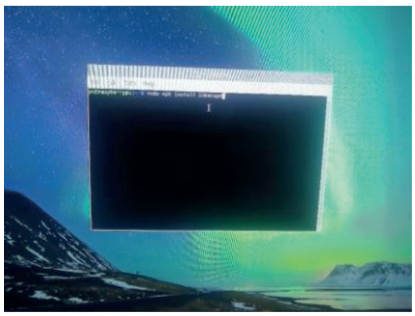
A continuación, se procedió a usar la raspberry e instalar la aplicación de Arduino para poder programar la placa de Arduino desde la Raspberry, para ello se requiere ir a la página de Arduino, descargar el programa para Linux ARM de 32 bits.

Fig 3.- Pagina para descargar Arduino



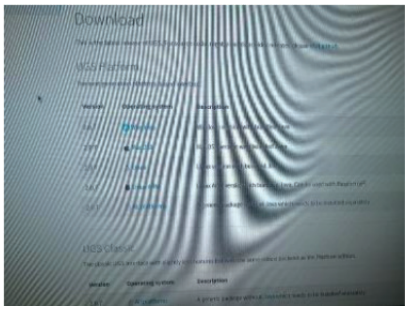
Con ello continuamos a instalar la aplicación de Inkscape para poder vectorizar las imágenes que usaremos para nuestra CNC.

Fig 4.- Comando para instalar directamente inkscape



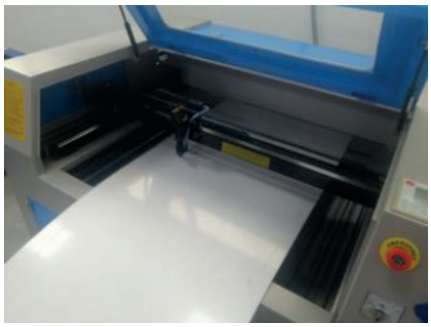
Con ello procedemos con la descarga del programa UGS, que será el encargado de controlar los motores a pasos a través de la placa de Arduino.

Fig 5.- Descarga del programa UGS



Al terminar de instalar los programas necesarios en la raspberry y comprobar que no presentan ningún fallo, se procedió a cortar las piezas para poder armar la estructura de la CNC, el material empleado fue acrílico, y se usó la cortadora laser para cortar el material en la forma requerida.
Se procedió a cortar el material de tal forma que cupiera bien en el área de trabajo de la cortadora laser, ya que la placa de material era muy grande para poderse trabajar de esa manera.

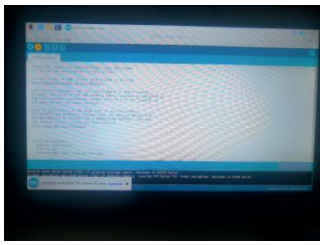
Fig 6.- Acomodo de la placa para cortarla



Resultados

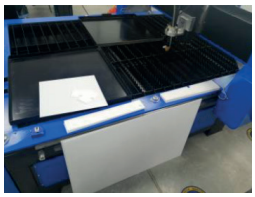
Aquí mostrare los resultados obtenidos tanto en la raspberry como en el corte de la placa de acrílico que se usara en la elaboración del prototipo. A continuación, se mostrarán los resultados obtenidos en la raspberry al instalar los programas requeridos para el proyecto. Iniciamos con el programa de Arduino para controlar la placa de Arduino, ya que con ella manejaremos los motores a pasos de una mejor manera. Como se mostrará en la imagen siguiente, se le cargará a la placa de Arduino un programa especial para que pueda leer el código GRBL que se requerirá para manejar los motores a pasos.

Fig 7.- Programa de Arduino desde la raspberry



Después de varias horas de trabajo obtuvimos todos los cortes necesarios para poder hacer el prototipo, y sobro un poco de material si llegamos a necesitar hacer correcciones o adaptaciones al modelo.

Fig 8.- Cortes y material sobrante



IV. Conclusiones

Las conclusiones a las que llegue después de realizar este proyecto son:

La gran importancia que está tomando la industria 4.0 en la actualidad, ya que esta tecnología está proporcionando grandes facilidades a las industrias de mejorar sus procesos de una manera muy eficiente a la hora de mejorar los tiempos de producción, además de que se pueden operar las máquinas de manera remota, no se necesita un operario de manera física en la planta y eso también representa una gran ventaja.

Además, también llegue a la conclusión de que es muy importante tener un conocimiento básico de informática para esta clase de proyectos ya que al usar la placa raspberry se necesita programar ciertos aspectos de esta y sin el conocimiento requerido esto se puede volver un gran problema que lleva su tiempo resolver.

Reconocimientos
Expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico De Purísima Del Rincón y al CONACyT por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

Referencias
3DNEWORLD. (11 de April de 2018). Que es la impresion 3D. Obtenido de Que es la impresion 3D: https://3dneworld.com/que-es-la-impresion-3d/
Adeva, R. (03 de Marzo de 2021). adslzone. Obtenido de adslzone: https://www.adslzone.net/reportajes/tecnologia/impresion-3d/
Brico Geek. (15 de Enero de 2020). Arduino CNC Shield v3. Obtenido de Arduino CNC Shield v3: https://tienda.bricogeek.com/shields-arduino/837-arduino-cnc-shield-v3.html
Calderón, H. R. (2003). Lecturas básicas de metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill.
De maquinas y herramientas. (28 de Diciembre de 2015). De maquinas y herramientas. Obtenido de De maquinas y herramientas: https://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/introduccion- a-la-tecnologia-cnc
De maquinas y herramientas. (24 de Octubre de 2016). Nueva Máquina de Corte Láser en Argentina. Obtenido de Nueva Máquina de Corte Láser en Argentina: https://www.demaquinasyherramientas.com/novedades/lanzamiento-maquina-de-corte-laser
DescubrimeintoArduino. (20 de Agosto de 2014). Arduino Uno, partes, componentes, para qué sirve y donde comprar. Obtenido de Arduino Uno, partes, componentes, para qué sirve y donde comprar: https://descubrearduino.com/arduino-uno/
Electronic components. (08 de Septiembre de 2020). MOTOR PASO A PASO – TIPOS Y EJEMPLOS DEL USO DE MOTORES PASO A PASO. Obtenido de MOTOR PASO A PASO – TIPOS Y EJEMPLOS DEL USO DE MOTORES PASO A PASO: https://www.tme.eu/es/news/library- articles/page/41861/Motor-paso-a-paso-tipos-y-ejemplos-del-uso-de-motores-paso-a-paso/
FANUC. (25 de Agosto de 2017). FANUCAMERICA. Obtenido de FANUCAMERICA: https://www.fanucamerica.com/mex/fanuc-mexico/cnc-products
García, G. (2017). Formato de tesis ITESPR. Purísima del Rincón: ITESPR.
Interempresas. (27 de April de 2016). Innovación en corte por láser en el stand de Grupo Redima. Obtenido de Innovación en corte por láser en el stand de Grupo Redima: https://www.interempresas.net/Deformacion-y-chapa/Articulos/155619-Innovacion-en-corte-por- laser-en-el-stand-de-Grupo-Redima.html
Neoteo. (15 de Febreo de 2018). Neoteo. Obtenido de Neoteo: https://www.neoteo.com/simuladores-cnc-para-windows/
Rogiro Aceros. (16 de Julio de 2014). Industriasyempresas. Obtenido de Industriasyempresas: http://industriasyempresas.com.ar/node/2088
Sojo Monzón, V. (13 de Agosto de 2003). Normas de la American Psychological Asociation (A.P.A) para las citas y referencias bibliográficas. . Obtenido de Caracas: Universidad Central de Venezuela, Facultad de Humanidades y Educación. : https://docs.google.com/document/d/1Zh2gAfMnhb_xq_9ZYcIzBmuzbHpwBJYjEDzvx-6vAdvo/edit?hl =es&pli=1
TRUMPF. (10 de Enero de 2021). TruLaser Cell 7040. Obtenido de TruLaser Cell 7040: https://www.trumpf.com/es_ES/productos/maquinas-sistemas/maquinas-de-corte-por-laser- 3d/trulaser-cell-7040/
Wikipedia. (05 de Julio de 2018). Raspberry. Obtenido de Raspberry: https://es.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi

Desarrollo de un modelo basado en Machine Learning para la predicción de propiedades mecánicas de un acero.

Fermín Abimael Rodriguez Campuzano
Universidad Autónoma de Coahuila
Carretera 57 Km 5, 25710 Monclova, Coah.
ferminrodriguez@uadec.edu.mx

Manuel García Yregoi, Ma. Gloria Rosales Sosa, R. Servín Castañeda
Universidad Autónoma de Coahuila
Carretera 57 Km 5, 25710 Monclova, Coah.
manuel_garcia@uadec.edu.mx

Resumen — En esta investigación se entrenaron y validaron dos diferentes modelos, redes neuronales artificiales (RNA) y regresión logística (RLM) para predecir las propiedades mecánicas de un acero, el mejor modelo se evaluó con los datos de pruebas. En el entrenamiento de los modelos se utilizaron datos de la composición química y pruebas mecánicas experimentales. Se contó con una base de datos con 215 instancias con 16 atributos. El perceptrón multicapa con arquitectura [6, 10,5 3,1] con funciones de transferencia relu en capas ocultas y de salida y algoritmo entrenamiento adam de sklearn fue la que obtuvo tasas de efectividad de hasta 94.2%, mayor al 85% que se estableció como meta en la investigación.

Palabras clave —red neuronal, aceros.

Abstract - In this research, two different models, artificial neural networks (ANN) and logistic regression (RLM), were trained and validated to predict the mechanical properties of a steel, the best model was evaluated with the test data. In the training of the models, chemical composition data and experimental mechanical tests were used. There was a database with 215 instances with 16 attributes. The multilayer perceptron with architecture [6, 10,5 3,1] with relu transfer functions in hidden and output layers and the Adam de Sklearn training algorithm was the one that obtained effectiveness rates of up to 94.2%, higher than the 85% established. as an objective of the investigation.

Keywords: neural network, steels.

I. Introducción

El acero laminado en caliente es muy versátil, reciclable y amigable con el medio ambiente, es ampliamente utilizado en un gran número de aplicaciones como la industria automotriz, de construcción, maquinaria, electrodomésticos, etc. La confiabilidad en los materiales utilizados en las aplicaciones antes descritas está centrada básicamente en las propiedades mecánicas, por ello es importante predecir con gran precisión las pruebas mecánicas como: última tensión (TS), límite elástico (YS) y % elongación (EL) y dureza (HBN).

Las propiedades mecánicas del acero están relacionadas principalmente a la composición química y los parámetros del proceso de productivo de laminación en caliente [1] - [4]. En el proceso productivo existe una interacción de factores que dan como resultado un sistema complejo de no linealidad, y que son matemáticamente difícil de representar. [5], [6].

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 [7]. 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 [8], el cual presenta información sobre la identificación de los sistemas.

III. Materiales y métodos

Equipo utilizado

Se utilizó una laptop marca Asus con Windows 10, Microsoft Office 395, lenguaje de programación Python y la librería Scikit-Learn en la cual se programó la red neuronal, además de realizar el preprocesamiento, partición, escalamiento, de los datos de entrada del modelo, para compilar y correr el modelo se utilizó la plataforma de Google colab.

Descripción de los datos

Para entrenar la RNA se utilizó el 80% de datos, y 20% para probar el modelo. Los 215 registros se obtuvieron de hojas de registros de una empresa de la localidad. Para las pruebas mecánicas utilizan muestras cilíndricas de 88 mm × 15 mm en laboratorio. La probeta se ajusta al estándar de la norma ASTM A36-8. La tabla 1 y 2 muestra un análisis descriptivo de los datos, así como los valores máximos y mínimo de los componentes químicos del acero A572 gr 170.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de los datos del acero A 572 gr 170.

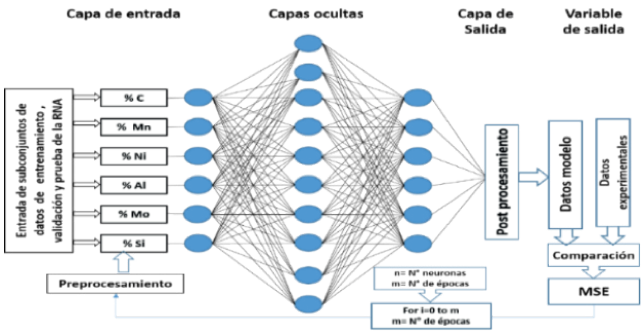
param.	%C	%Mn	%P	%S	%Si	%Cb	%Cr	%V	%Cu	%Ca	%Ni	%Mo	%N	DUREZA
count	215	215	215	215	215	215	215	215	215	215	215	215	215	215
mean	0.23289302	1.269	0.0144	0.0054093	0.19	0.001967	0.0123721	0.0047	0.023721	0.00251023	0.0255814	0.00912093	0.00497617	303.95814
std	0.00867118	0.036	0.0072	0.00241508	0.06	0.006005	0.0142229	0.00649	0.015011	0.00053011	0.00782469	0.00369191	0.00173626	10.9639646
min	0.22	1.21	0	0.001	0.1	0	0	0	-0.01	0	0	0	0	286
max	0.254	1.55	0.1	0.013	0.27	0.08	0.05	0.057	0.11	0.004	0.05	0.015	0.008	321

Tabla 2 Composición química del acero a 572 Gr50 por norma y modificado.

A, Químico		C	Mn	P	S	Si	Cu	V	Ni	Cr	Ti	Mo
Modificado	Min%	0.20	1.00	0	0	0.15	0	0	0	0	0	0
	Max%	0.26	1.35	0.025	0.02	0.35	0.2	0.03	0.4	0.3	0.03	0.12
Norma	Min%	0	0.00	0	0	0.00	0	--	--	--	--	--
	Max%	0.23	1.35	0.040	0.05	0.35	0.2	--	--	--	--	--

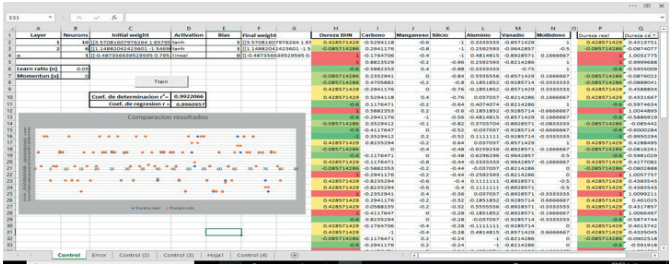
El dataset se particiono en tres conjuntos: entrenamiento, validación y pruebas. Los datos de entrenamiento fueron los mismos para cada una de las pruebas mecánicas, lo que cambio fueron los valores de prueba mecánica a predecir, es decir dureza, % elongación y resistencia a la tensión como se muestra en la tabla 1. El primer paso es la definición del modelo de red a entrenar, esto se realizo mediante la programación de módulos en Sckit-learn de Python. Una vez entrenado y probado el modelo se utilizaron nuevos datos para probar la eficacia del modelo. Los patrones de entrada al modelo de red fueron 6 correspondientes 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 con 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, y solo cambiar los valores objetivos en el modelo. El modelo de red neuronal y el diagrama de flujo propuesto para este trabajo se muestra en la fig.1.Una vez entrenado el modelo de RNA, se contrasto los valores obtenidos del modelo y los experimentales para obtener la gráfica y calcular el coeficiente de correlación r. Se utilizaron los resultados experimentales del ensayo mecánico de Dureza Brinell (HBN) medidos en Mpa. como valores objetivos (targets) en la capa de salida.

Figura 1. Modelo de red y diagrama de flujo propuesto para este estudio.



IV. Resultados

Figura 2. Pantalla de Excel donde se muestran los datos con los patrones de entada, objetivos y parámetros necesarios para ejecución del modelo ejecutado en Google colab.



La Figura 2. Muestra la gráfica obtenida de los valores obtenidos del entrenamiento de la red neuronal contra los valores de prueba, al momento de predecir los valores de prueba el coeficiente de correlación es del 22%, por lo que se tiene que realizar una validación cruzada para que le ayude a generalizar.
R^2 = 0.9842. lo que equivale a R=0.982967, como lo demuestra también figura 3, 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. Hay que 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:

Figura 3. Grafica del coeficiente de regresión entre los valores reales y estimados

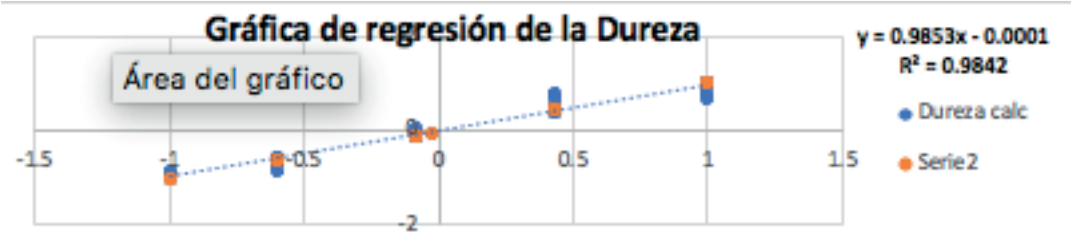


Tabla 1. Datos desnormalizados del proceso de entrenamiento de la RNA

Figura 4. Grafica de error 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 4 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.

V. Conclusiones

En este artículo se presentó una comparación de dos algoritmos del machine Learning una de redes neuronales artificiales y regresión logística aplicadas al dominio de la predicción de datos. Se utilizó un total de 215 registro con arquitectura [6,10,10,3,1], que la que mejor desempeño de las RNA, en cuanto a tiempo y calidad de respuesta. Los resultados muestran claramente que: De acuerdo con 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 ma-

terial 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.

VII. Agradecimientos

Agradezco a la Dr. Manuel García Yregoi por su tiempo dedicado a este proyecto, por su tiempo invaluable que dedico como guía para la realización de esta investigación. 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 Dra. María Gloria Rosales Sosa que fue quien hizo posible mi participación en este verano de la ciencia.

VIII. Referencias

[1] T. Thankachan, K. S. Prakash, and M. Kamarthin, "Optimizing the tribological behavior of hybrid copper surface composites using statistical and machine learning techniques," J. Tribol., vol. 140, no. 3, Jan. 2018, Art. no. 031610.
[2] M. Beghini, L. Bertini, B. D. Monelli, C. Santus, and M. Bandini, "Experiimental parameter sensitivity analysis of residual stresses induced by deep rolling on 7075-T6 aluminium alloy," Surf. Coat. Technol., vol. 254, pp. 175–186, Sep. 2014.
[3] C.-K. Cheng, J.-T. Tsai, T.-T. Lee, J.-H. Chou, and K.-S. Hwang, "Modeling and optimizing tensile strength and yield point on steel bar by artificial neural network with evolutionary algorithm," in Proc. IEEE Int. Conf. Automat. Sci. Eng. (CASE), Gothenburg, Sweden, Aug. 2015, pp. 1562–1563.
[4] Q. Zou, L. Chen, N. Xiong, S. Zou, and C. Wang, "Prediction and key computer programming of mechanical properties of hot rolled plate based on BP neural network," in Proc. Int. Conf. Comput. Sci. Eng., Vancouver, BC, Canada, Aug. 2009, pp. 967–971.
[5] H.-T. He and H.-M. Liu, "The research on integrated neural networks in rolling load prediction system for temper mill," in Proc. Int. Conf. Mach. Learn. Cybern., Guangzhou, China, vol. 7, Aug. 2005, pp. 4089–4093.
[6] Z.-H. Wang, D.-Y. Gong, X. Li, G.-T. Li, and D.-H. Zhang, "Prediction of bending force in the hot strip rolling process using artificial neural network and genetic algorithm (ANN-GA)," Int. J. Adv. Manuf. Technol., vol. 93, nos. 9–12, pp. 3325–3338, Dec. 2017
[7] Alonso A., Sedano J. y Villar J. (2007). Identificación de sistemas no lineales mediante redes neuronales artificiales. Técnica Industrial, 2007, 267; p..46-53.
[8] 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.
[9] Bruce E. Segee, Michael D. (2000). Artificial Neural Networks Using Microsoft Excel for Windows 95 Amos University of Maine.
[10] Bishop. C. (1995) Pattern Recognition and Neural Networks (Oxford, U.K.: Oxford Univ. Press, 1995, 482 pp., ISBN 0 19 853849 9.)
[11] B. Cheng and D. Titterington, (1994). "Neural networks: A review from a statistical perspective," Statist. Sci., vol. 9, no. 1, pp. 2–54, 1994

Integración de Industria 4.0 a un Sistema de Manufactura Esbelta

Guersom Roberto Barrón
Menchaca Universidad Politécnica de SLP
170997@upslp.edu.mx

Luis Fernando Niño Luna
Universidad Politécnica de San Luis Potosí
lfnino@upslp.edu.mx

Resumen: Este documento presenta los resultados de una investigación documental sobre el tema: Integración de Industria 4.0. a un Sistema de Manufactura Esbelta; proponiendo que Industria 4.0 puede asumirse como un medio ambiente de elementos unitarios altamente tecnológicos factibles de incorporarse a sistemas integrados más complejos, validando esta propuesta por medio de un análisis de funciones y aplicabilidad de tecnologías frecuentemente relacionadas a Industria 4.0. en una metodología para implementar el sistema de manufactura esbelta.

Palabras clave: Industria 4.0, Sistema de Manufactura Esbelta, Pensamiento Sistémico, Metodología.

Abstract: This document presents the results of a documentary research on the topic: Integration of Industry 4.0. into Lean Manufacturing System; proposing that Industry 4.0 can be assumed as an environment of highly technological unitary elements that can be incorporated into more complex integrated systems, validating this proposal through an analysis of functions and applicability of technologies frequently related to Industry

4.0. in a methodology to implement the lean manufacturing system.

Keywords: Industry 4.0, Lean Manufacturing System, Systemic Thinking, Methodology.

Introducción

Este trabajo de investigación, inicia de la observación de varias interpretaciones que se tienen del concepto de industria 4.0, en específico dos puntos de vista que se contraponen, ya que por un lado se propone a Industria 4.0 como un sistema integrado de manufactura y por otro, como diversas herramientas de alta tecnología o disruptivas, factibles de incorporarse como elementos unitarios de sistemas más complejos.

Se tiene como objetivo, encontrar elementos de Industria 4.0 susceptibles integrarse en una metodología de implementación del sistema de manufactura esbelta; para tomando este caso como ejemplo, inferir de manera preliminar con esta muestra pequeña que el paradigma de Industria 4.0 puede entenderse, no como sistema integrado, sino como un medio ambiente de alta tecnología cuyos elementos individuales pueden integrarse a sistemas más complejos para incrementar su rapidez, eficiencia y confiabilidad, a través de la actualización tecnológica tanto en su fase de implementación como en el logro de sus objetivos.

Marco teórico

La aplicación de la filosofía Lean en la industria será más rápida y efectiva si se utiliza tecnología y habilitadores digitales de la industria 4.0 (Lean Manufacturing 4.0). Una fábrica o industria 4.0 será en esencia una fábrica lean, en que se utilizan aquellas tecnologías que sean útiles para digitalizar aquellos procesos industriales de Lean Manufacturing. Cada empresa es diferente, por lo que necesita configurar las herramientas digitales que necesite para su proceso [1].

Sistema de manufactura esbelta (LMS - lean manufacturing system)

El concepto de Manufactura Esbelta fue usado por vez primera por Womack y Jones en su libro "La máquina que cambió el mundo" [2]. Ellos describieron la filosofía de manufactura que Toyota siguió para desarrollar un sistema integral de producción, Manufactura Esbelta, fue practicado por Toyota bajo el nombre de Sistema de Producción Toyota (TPS por su acrónimo en inglés). El lean manufacturing tiene su origen en el sistema de producción Just in Time (JIT), que fue desarrollada en los años 50 por Toyota. Esta filosofía a través de los años se ha ido modificando y convirtiendo en el paradigma de los sistemas de mejora de la productividad asociada a la excelencia industrial [3].

Se puede decir que el Sistema de Manufactura Esbelta (LMS por su acrónimo en inglés) es esencialmente un sistema integrado de producción, el cual busca la eliminación de toda clase de desperdicio, estableciendo un flujo continuo a través de todo el proceso, reduciendo los tiempos de entrega y siendo lo suficientemente flexible para ser adaptado a los cambios del mercado con el apoyo de diversas metodologías de mejora [4].

La metodología diseñada por Niño y Bednarek [5] es una secuencia lógica de implantación de los elementos más comúnmente relacionados al LMS y se basó en 5 grandes fases: 1. Diagnóstico y Preparación, 2. Lanzamiento, 3. Estabilización, 4. Estandarización Y 5. Flujo. Cada una de éstas, se compone por etapas – objetivos (columna izquierda) y por herramientas o metodologías relacionadas para llevarlas a cabo (columna derecha)

Figura 1: Diseño Final de la Metodología para Implantar el Sistema de Manufactura Esbelta en Plantas Industriales Mexicanas Seleccionadas [4,5]

Industria 4.0

El concepto Industria 4.0, acuñado en el marco de la estrategia de alta tecnología del Gobierno federal Alemán, describe una producción industrial en la que todos los productos y máquinas están interconectados entre sí digitalmente. En el 2011, esa estrategia fue presentada en la Feria de Hannover, la feria industrial más importante de Alemania [6]. En Estados Unidos, el concepto de Industria 4.0 o Industrial Intelligence es llamado Smart Manufacturing o Industrial Internet [7].

Industria 4.0 es también conocida como la cuarta revolución industrial, es aquella nueva tendencia que integra a las personas y las máquinas controladas digitalmente con Internet de las cosas y la tecnología de la información. Esto implica toda la cadena de valor: los objetos que se producen o se utilizan en la fabricación siempre son identificables de manera única y se comunican de forma independiente entre sí. La información fluye vertical y horizontalmente desde los componentes individuales hasta la plataforma de TI de la empresa y viceversa. La información también fluye entre las máquinas que participan en la producción y el sistema de fabricación de la empresa. Se crearon los sistemas de producción inteligentes, que consisten en la unión de las tecnologías físicas y digitales y que normalmente incorporan las siguientes características: Conectividad, Análisis Instantáneo de Datos, Digitalización, Descentralización de la Toma de Decisiones, Modularización y Ciberseguridad [8].

A través del análisis de diversas fuentes [8,9,10,11] se han identificado tecnologías representativas frecuentemente relacionadas al medio ambiente de Industria 4.0. Algunas de estas herramientas propuestas son:

- Internet de las cosas.
- Cloud Computing.
- Realidad Aumentada.
- Realidad Virtual
- Big Data
- Business Intelligence
- Data Science
- Inteligencia Artificial
- Machine Learning
- Deep Learning
- Simulación
- Digital Twins
- Ciberseguridad
- Hardware de comunicación
- Interfases humano computadora
- Monitoreo en tiempo real
- Sistemas de Integración Horizontal y Vertical.
- Robótica y Cobots
- Manufactura Ubicua
- Fabricación Aditiva.
- Mantenimiento a Distancia
- Mantenimiento Predictivo
- Sensores
- Inspección Inteligente
- Medición por Láser (3D)
- Plataformas de Información – ERP

- RFID
- Vehículos Autónomos
- Drones
- Almacenes Inteligentes

Conceptos de sistemas

Para entender el Sistema de Manufactura Esbelta, es importante revisar el concepto de Sistema; que según Ackoff, estructuralmente es un todo divisible pero visto funcionalmente es un todo indivisible [12], una definición mas actual la proporciona la Norma internacional ISO 9000:2015, diciendo que es un conjunto de elementos interrelacionados o que interactúan [13], en su taxonomía Checkland propone que existen sistemas con propósito, que buscan el logro de uno o más objetivos a través de la interacción de los elementos que conforman el sistema [14].

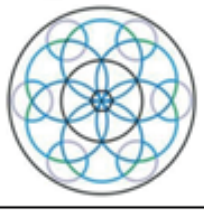
Métodos

Objetivo: Proponer diferentes elementos de industria 4.0 factibles de integrarse en etapas de desarrollo de la metodología para implementar un sistema de manufactura esbelta, lo cual demostrará que industria 4.0 es un ecosistema de herramientas tecnológicas disruptivas que como elementos unitarios pueden integrarse a sistemas integrados complejos para hacerlos más rápidos, eficientes y confiables, en la búsqueda de los objetivos globales del sistema y la generación de sus propiedades emergentes.

Para lograr lo anterior, se plantearon las siguientes preguntas de investigación ¿Cómo funciona el sistema de manufactura esbelta? ¿Cuáles son las etapas para su implementación? ¿Qué es Industria 4.0 y cuáles son sus elementos? ¿Es posible integrar los elementos de industria 4.0 en una metodología para implementar el sistema de Manufactura esbelta? ¿Existen ejemplos de aplicación de elementos de industria 4.0 que permitan validar su integración al sistema de manufactura esbelta? ¿Es posible que este comportamiento se repita de manera general en otros sistemas productivos?

Hipótesis: ¿Es posible integrar los elementos de industria 4.0 en una metodología para implementar el sistema de manufactura esbelta? Si la respuesta es sí, se probará que las tecnologías relacionadas a industria 4.0 se pueden clasificar como elementos o subsistemas susceptibles de incorporarse a sistemas integrados más complejos y con objetivos definidos.

Fig. A. Esquema mental del Sistema de Manufactura Esbelta como Sistema Integrado con una estructura lógica y objetivos definidos *Fig. B. Esquema mental de Industria 4.0 y sus tecnologías relacionadas como elementos aislados.*

Fig. A. Esquema mental del Sistema de Manufactura Esbelta como Sistema Integrado con una estructura lógica y objetivos definidos	Fig. B. Esquema mental de Industria 4.0 y sus tecnologías relacionadas como elementos aislados.
	

Fuente: Elaboración Propia. Interpretación Gráfica de la Hipótesis Propuesta.

En la figura B, se representan los conceptos y tecnologías integradas al contexto de industria 4.0 como los círculos en colores, si algunos de éstos pueden insertarse en la figura A, que representa un sistema integrado y aportan valor al logro de sus objetivos, se considera que se puede probar esta hipótesis como verdadera. Es importante hacer notar que esta es una primera investigación documental y exploratoria que, a partir de esta muestra pequeña, sirva como base para futuras investigaciones, más específicas y de validación de la hipótesis propuesta.
Para hacer un análisis sobre la factibilidad de integración de las tecnologías relacionadas a industria 4.0 a la Metodología para Implantar el Sistema de Manufactura Esbelta se investigaron los siguientes puntos:

1. Etapa – Objetivo LMS
2. Características de la herramienta LMS
3. Herramienta de Industria 4.0 propuesta
4. Características de la herramienta de Industria 4.0
5. Razón de uso de la herramienta

Ejemplo

1. Etapa – Objetivo en LMS: Establecer Orden Administrativo
2. Características de la Herramienta actual propuesta: Control de documentos. Aún se utiliza un control de documentos impresos, de manera manual, aunque muchas empresas recurren a software especializado de control a través de plataformas y hardware en sus propias instalaciones.
3. Herramienta de Industria 4.0 propuesta: Cloud computing: Nube privada.
4. Características de la herramienta de Industria 4.0: La computación en la nube utiliza una capa de red para conectar los dispositivos de punto periférico de los usuarios, como computadoras, smartphones y accesorios portátiles, a recursos centralizados en el data center. En la nube privada, está constituida de una sola organización con su propia nube de servidores y software para la utilización sin un punto de acceso público.
5. Razón de uso de la herramienta: El control de documentos requiere del uso de aplicaciones y datos compartidos entre diferentes ubicaciones y sistemas; con un incremento de capacidad y seguridad cada vez mayor, ofreciendo una gran reducción en el costo, el tiempo y la eficiencia.

Resultados

Después de la aplicación de la pasada metodología con diversas herramientas de Lean Manufacturing, se obtuvo la siguiente matriz.
Tecnologías Industria 4.0.

Tabla 1: Herramientas de la industria 4.0 aplicadas en herramientas Lean Manufacturing.

	Tecnologías Industria 4.0. IA = Inteligencia Artificial, RA = Realidad Aumentada, RV = Realidad Virtual, IoT = Internet de las Cosas								
Herramientas Lean	Simulación.	Cloud Computing	Big Data	IA	Machine Learning	RA	RV	IoT	Ciberseguridad
SPC		X	X	X	X			X	
TPM/PM/PrM		X	X	X	X	X	X	X	
SMED	X				X	X	X	X	
MRP		X	X	X				X	X
5'S	X					X	X	X	
Trabajo estándar	X	X		X		X	X	X	
Rutas de trabajo	X	X		X		X	X	X	
Tecnología de Grupos	X	X	X	X	X			X	
Control de documentos		X	X			X		X	X

Fuente: Elaboración propia

Se encontró que diversas tecnologías relacionadas a Industria 4.0 pueden ser incorporadas, complementarse o incluso sustituir a los elementos de la Metodología para Implantar Lean Manufacturing System, lo cual confirma como verdadera la hipótesis presentada para esta investigación y proporciona un nuevo argumento hacia la percepción de que industria 4.0 es un medio ambiente de diversas tecnologías que de manera unitaria pueden incorporarse a sistemas integrados más complejos, dándoles mayor agilidad, eficiencia y confiabilidad en la fabricación de productos o en la implementación de sí mismo.

Lamentablemente el tiempo reducido del verano de la ciencia no permitió investigar mas tecnologías disruptivas susceptibles de integrarse a las etapas – objetivo de LMS, ni se pudo lograr documentar una propuesta global de integración, pero lo logrado aporta un gran valor al entendimiento de la aplicación de Industria 4.0 en los sistemas integrados de producción actuales como el Sistema de Manufactura Esbelta.

Dado lo anterior y que este caso es una muestra muy pequeña, se debe continuar con una investigación más exhaustiva de los elementos para generar una propuesta global de integración, la aplicación de Industria 4.0 en otros sistemas integrados como Total Quality Management o Mantenimiento Productivo Total y la validación práctica y aplicada de lo expuesto en este trabajo con ejemplos en la industria, las cuales serán parte de las investigaciones futuras que de aquí se desprendan.

Conclusión

La manufactura esbelta es uno de los pilares fundamentales de la industria actual, pero el paradigma de la industria 4.0 es cada vez más importante también, por lo cual encontrar herramientas que sirven para que la industria 4.0 se integre a la metodología Lean es algo con mucha importancia. El evaluar cada herramienta enfocada en los procesos de producción y ver cómo aplicarla da una nueva perspectiva de la industria.

En ningún momento el resultado de este trabajo trata de negar el gran impacto positivo que ha tenido Industria 4.0 en las empresas actuales y mucho menos lo que vendrá a futuro, se trata de proveer un conocimiento de su naturaleza y de sus elementos tecnológicos para una aplicación certera y pertinente de éstos y de tener la visión clara para establecer estrategias de desarrollo tecnológico sin falsas expectativas, apegadas al alcance del paradigma de Industria 4.0.

Por lo anterior, es importante mencionar que si en este momento se encuentra alguna empresa trabajando con múltiples tecnologías de Industria 4.0 de manera estructurada o integrada y con objetivos claros de la aplicación de éstas a su proceso de negocio, entonces se podrá hablar de un sistema de producción Industria 4.0.

Si bien las nuevas tecnologías agilizan inmensamente la transmisión de datos y aportan una eficiencia, impensada hace algunas décadas, alrededor del intercambio de información en una fábrica, los principios Lean siguen siendo la base del concepto alrededor del cual se toman decisiones con el objetivo de reducir desperdicio en los procesos y generar valor. Los fabricantes han perseguido la mejora de sus procesos aplicando los principios del Justo a Tiempo, del Toyota Production System o Lean Manufacturing, durante décadas, solo que ahora tienen a su disposición sensores, datos y herramientas de análisis avanzadas para la resolución de problemas y la toma de decisiones estratégicas y operativas mucho más rápidas e informadas.

Bibliografía

1. Martínez, J., Álvarez, J & López, R. (2020). Lean Manufacturing en la industria 4.0. Septiembre 24, 2021, de Conecta Industria Sitio web: https://www.conectaindustria.es/industria_40/001767/lean-manufacturing-en-la-industria-40

2. Womack J., Jones D.T., Roos D., La máquina que cambió el mundo, McGraw Hill, Madrid 1992

3. Hernández J. & Vizán, A. Lean manufacturing. Concepto, técnicas e implantación. España: Escuela de Organización Industrial. España 2013
4. Niño, L. & Bednarek, M., Metodología para implantar el sistema de manufactura esbelta en PyMES industriales mexicanas, Tesis Doctoral Orgmasz Institute, Polonia 2010.

5. Niño, L. & Bednarek, M.. (2010). Metodología para implantar el sistema de manufactura esbelta en PYMES industriales mexicanas. Septiembre 24, 2021, de Ide@s Concyteg 5(65) Sitio web: https://xdocs.pub/doc/65042010- metodologia-implem-sist-manufac-esbelta-pymes-987j2zdp378z
6. Deutsche Messe - Industry 4.0. (2014). Industria 4.0 en la Feria de Hannover. Septiembre 24, 2021, de deutschland.de Sitio web: https://www.deutschland.de/es/topic/economia/globalizacion-comercio-mundial/industria- 40-en-la-feria-de-hannover
7. López, J. (2016). ¿Qué es la Industria 4.0?. Septiembre 24, 2021, de Factoría del Futuro Sitio web: https://www.factoriadelfuturo.com/que-es-la-industria-4-0/
8. Niño, L. & Tavares, R. (2017). Industria 4.0 y Tendencia de la Ingeniería Industrial. En Introducción a la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. Vol. III Núm. 7 Ingeniería y Tecnología (págs. 269-272). México: 19 Verano de la Ciencia Región Centro.
9. Supply Chain Game Changer. (2017). The Industry 4.0 Ecosystem!. septiembre 24, 2021, de Mortson Enterprises Inc. Sitio web: https://supplychaingamechanger.com/industry-4-0-ecosystem-infographic/
10. Berger, R. & Hosseini, M.. (2015). What will the future look like under industry 4.0 and digital transformation in the healthcare space. Septiembre 24, 2021, de Roland Berger Strategy Consultants Sitio web: https://docplayer.net/4029537-What-will-the-future-look-like-under-industry-4-0-and-digital-transformation-in-the- healthcare-space.html
11. ICEMD Instituto de la Economía Digital, ESIC Business & Marketing School. (2017). ICEMD potencia su oferta formativa de tecnología para la Transformación Digital. septiembre 24, 2021, de IT User. Tech & Business Sitio web: https://www.ituser.es/estrategias-digitales/2017/06/icemd-potencia-su-oferta-formativa-de-tecnologia-para-la- transformacion-digital
12. Ackoff (1974) Redesigning the future: A systems approach to societal problems, J. Wiley & Sons, New York
13. ISO 9000:2015. Sistemas de gestión de la calidad — Fundamentos y vocabulario
14. Checkland, P. & Scholes, J.. (1990). Soft Systems Methodology in Action. USA: Wiley.

Diseño conceptual de prótesis basada en materiales compuestos poliméricos

Mara Patricia Simeón Chávez
Instituto Tecnológico de Querétaro
Av. Tecnológico s/n, Centro, 76000 Santiago de Querétaro, Qro
lmlmara25@gmail.com

Juventino López Barroso
Instituto Tecnológico de Querétaro
Av. Tecnológico s/n, Centro, 76000 Santiago de Querétaro, Qro
juventino.lb@queretaro.tecnm.mx

Resumen — En este trabajo se presenta el diseño asistido por CAD/CAE/CAM de una prótesis transtibial. La herramienta de diseño SolidWorks se utilizó para el modelado 3D. La simulación de los materiales se llevó a cabo con el software ANSYS. A partir de los resultados de la simulación con elemento finito se seleccionó el material compuesto polimérico de mejor desempeño mecánico para la aplicación. Por otro lado, se propuso la manufactura aditiva para la construcción del modelo físico debido a sus ventajas como el tiempo de manufactura y costo. De esta manera, las personas que han sufrido amputaciones por problemas crónicos como enfermedades vasculares o por genética tendrían una opción accesible para mejorar su calidad de vida.

Palabras clave — Compuestos poliméricos, CAD/CAE/CAM, manufactura aditiva.

Abstract — This work presents the design of a transtibial prosthesis using CAD/CAE/CAM tools. The SolidWorks design tool was used for 3D modeling. Materials simulation was carried out using ANSYS software. From the finite element simulation results, the polymer composite material with the best mechanical performance for the application was selected. On the other hand, additive manufacturing was proposed for the construction of the physical model due to its advantages such as manufacturing time and cost. In this way, people who have suffered amputations due to chronic problems such as vascular diseases or genetics would have an accessible option to improve their quality of life.

Keywords — Polymer composites, CAD/CAE/CAM, additive manufacturing.

I. Introducción

La prótesis es un dispositivo diseñado para reemplazar una parte faltante del cuerpo o para hacer que una parte del cuerpo trabaje mejor. Los ojos, los brazos, las manos, las piernas o las articulaciones faltantes o enfermas comúnmente son reemplazados por dispositivos protésicos [1]. De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI), en México viven alrededor de 780 mil personas amputadas, de las cuales únicamente el 10 por ciento cuenta con una prótesis [2]. Es importante buscar alternativas para la elaboración de prótesis, considerando todas las características, físicas, químicas, mecánicas y económicas [3].

Gracias al desarrollo de nuevos materiales se ha podido conseguir un avance en distintas áreas como la médica con el uso de las impresoras 3D y los materiales compuestos poliméricos que han revolucionado la creación de prótesis. Esto permite al paciente tener una mayor comodidad reduciendo el peso de los aparatos debido al uso de diferentes materiales compuestos en su fabricación [4,5].

Para el diseño de una prótesis transtibial se realizó en este trabajo mediante las herramientas de diseño e ingeniería asistidas por computadora, SolidWorks y Ansys. El grupo de estudio se enfocó a las medidas de un hombre diabético mexicano promedio en el rango de edad de 18 a 65 años, debido a su ocurrencia 2:1 en comparación con el sexo femenino [3]. Este trabajo busca una alternativa funcional con materiales de menor costo y cómodos como en las prótesis existentes. De esta manera se reduce el dolor y necesidad de atención e impacto psicológico que favorece a una vida plena e independiente [2].

II. Marco teórico

Materiales compuestos

Los materiales compuestos son aquellas combinaciones de dos o más elementos, naturales o artificiales, que permiten conseguir unas propiedades que no se pueden obtener con los materiales originales [6].

Los materiales compuestos de matriz polimérica se caracterizan por poseer propiedades mecánicas, resistentes a la corrosión. Su matriz está compuesta por un polímero y el refuerzo es algún tipo de fibra, ya sea sintética o inorgánica [7].

En las prótesis transtibiales los materiales requieren alta resistencia mecánica, a la fatiga y corrosión, además de baja densidad y mínimo mantenimiento. Algunos ejemplos de estos son el polipropileno, polietileno, fibra de carbono, poliestirenos de alto impacto, acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), entre algunos más. Un polímero es una cadena de unidades de repetición o monómeros que se unen y repiten formando una macromolécula o polímero. Existen varias clases de polímeros como los plásticos, hules y fibras [8].

Prótesis

Una prótesis se define como una pieza o aparato artificial que sustituye una parte, pieza, órgano o miembro del cuerpo humano que no exista por agenesia o perdida por amputación, sin perder las funciones naturales. Su uso proviene de las amputaciones existentes por las guerras. [9]

Una endoprótesis es aquella que se encuentra rodeada de tejido corporal, precisa de procedimientos quirúrgicos para su colocación [10].

CAD/CAE/CAM

CAD por sus siglas en ingles Computer Aided Design significa Diseño Asistido por Computadora, es una herramienta para el diseño de piezas mecánicas. Estos sistemas de diseño se utilizan para generar modelos de un determinado producto. Permite manipular características como el tamaño, contorno y la forma de cada componente, con el fin de modificar las ideas de diseño con mayor facilidad para así simular el funcionamiento del producto [11]. CAE significa Ingeniería Asistida por Computadora, también conocida como Computer Aided Engineering, es una herramienta para asistir las decisiones en ingeniería para el desarrollo y optimización de

productos [12]. Se pueden realizar diferentes análisis como estáticos, dinámicos, electromagnéticos y acústicos [13]. Por otro lado, CAM por sus siglas Computer Aided Manufacturing, significa manufactura asistida por computadora y consiste en el uso de aplicaciones de software de control numérico con el objetivo de crear instrucciones detalladas que impulsen las máquinas-herramienta de control numérico por ordenador (CNC) para las piezas de fabricación [14].

Manufactura aditiva (Impresión 3D)

La fabricación aditiva (también conocida como impresión 3D) consiste en la fabricación de piezas a partir de un modelo 3D, sin necesidad de moldes ni utillajes de ningún tipo, mediante la deposición de capas de material polimérico o metálico y su posterior consolidación, que puede realizarse mediante sinterizado láser, curado por luz ultravioleta o adición de un aglomerante, dependiendo de la tecnología [15]. Además de la disminución de desperdicio y costos haciendo más asequible el producto [16]. Estudios recientes señalan que la impresión 3D es una excelente opción de manufactura de prótesis con excelente desempeño y comodidad [17].

III. Materiales y métodos

El grupo de trabajo seleccionado fueron hombres de 18 a 65 años con una estatura y peso promedio, con amputaciones transtibiales causadas por enfermedades vasculares como diabetes de acuerdo con las referencias revisadas. De esta forma se determinaron las medidas y requerimientos anatómicos necesarios para el prototipo. En la Figura 1 se muestra la metodología utilizada en el trabajo.

Figura 1. Metodología para la realización del proyecto

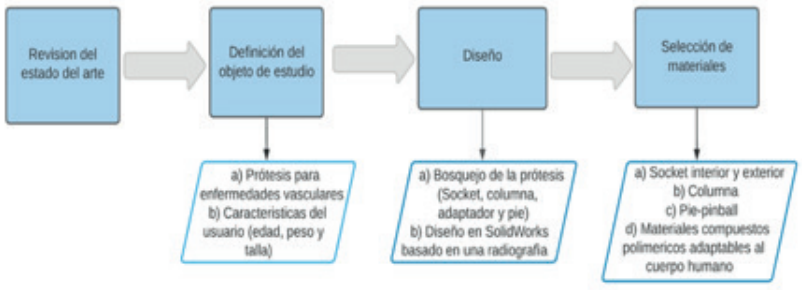


Tabla 1. Materiales implementados en el diseño de la prótesis

Material	Esfuerzo de cedencia (MPa)	Módulo de Young (MPa)	Densidad (kg/mm^3)	Coeficiente de Poisson	Ref.
Policarbonato	103	3240	$1.18x10^{-6}$	0.31	[16]
ABS (30% fibra de vidrio)	92.47	7513	$1.29x10^{-6}$	0.3795	[17]
ABS (10% fibra de carbono)	74.24	6512	$1.095x10^{-5}$	0.3651	[17]
Espuma de Estireno Acrilonitrilo	83	85	$1.03x10^{-7}$	0.3	[16,17]

Para llevar a cabo el diseño de la prótesis se realizaron bosquejos de cada parte a mano alzada. Con la finalidad de realizar el prototipo de una prótesis transtibial basada en materiales compuestos poliméricos, se realizó un bosquejo de la prótesis (Figura 2a). El diseño en SolidWorks involucró para el interior del socket un material confortable al muñón de una capacidad de deformación alta. Se consideró una espuma polimérica, que se ocupa usualmente en prótesis de este tipo. Así también los componentes rígidos socket exterior, la columna y el pie con su adaptador de la prótesis fueron modelados en SolidWorks. En el caso del pie, el diseño se asistió de una radiografía y mediante un análisis de optimización topológica en ANSYS, este diseño se modificó para un mejor desempeño.

Para la simulación del prototipo se utilizó el análisis estático estructural y se cambiaron los componentes rígidos de acuerdo con la Tabla 1, se mantuvo la espuma en el interior del socket para los tres análisis. Después del diseño y Simulación de Elemento Finito (SEF) del prototipo, se realizó la selección de materiales de acuerdo a las necesidades mecánicas como resistencia, flexibilidad, densidad, y compatibilidad. La SEF evidenció el desempeño mecánico de cada uno de los materiales. Finalmente, los archivos se guardaron en extensión. stl para la impresión 3D.

IV. Resultados

Los resultados de las simulaciones de la prótesis transtibial realizadas se muestran en la Tabla 2. El estudio se llevó a cabo cambiando los tres materiales utilizados en los componentes rígidos. Estas simulaciones involucraron el análisis de la deformación total, el esfuerzo de von Misses y el factor de seguridad mencionado. En la figura 2 se observa la secuencia de trabajo utilizada con las herramientas CAD/CAE/CAM. La figura 2a muestra el dibujo a mano alzada que fue la base para la construcción en SolidWorks del modelo 3D. En la figura 2c se observa el resultado del factor de seguridad de la FES del material compuesto reforzado con fibra de carbono.

Tabla 2. Resultados del análisis estático estructural para los materiales poliméricos

	Esfuerzo equivalente (von Mises, MPa)			Deformación (mm)			Factor de seguridad		
	Máx	Mín	Prom.	Máx	Mín	Prom.	Máx	Mín	Prom.
Policarbonato	16.51	$5.03x10^{-8}$	0.33	1.39	0	0.69	15	6.2	14.9
ABS (30% Fibra de vidrio)	16.77	$4.9x10^{-8}$	0.33	0.57	0	0.29	15	5.51	14.9
ABS (10% Fibra de carbono)	17.77	$5.4x10^{-8}$	0.53	3.39	0	1.4	15	4.17	14.96

V. Discusión

Para la construcción de modelado 3D se realizó un bosquejo como un punto de partida para la concepción en la herramienta de CAD, plasmando los puntos necesarios para la construcción del prototipo.

Gracias a que herramienta CAD permite elaborar piezas editables según las necesidades del usuario lo cual es una ventaja ya que evita el desperdicio de material. Además, en esta herramienta es posible construir a partir de una imagen el modelo como lo que se realizó en este trabajo que partió de una radiografía.

Según con los resultados del funcionamiento mecánico de las simulaciones el material compuesto con base en fibra de carbono exhibió la más grande deformación comparativamente del material compuesto reforzado con fibra de vidrio y el policarbonato. Por lo cual en la situación del material reforzado con fibra de carbono se observa que la deformación registrada podría tener relación con una más grande habituación mecánica a la aplicación sin perder el nivel de componente de estabilidad como observamos en los demás materiales. Es decir, el material

compuesto con la fibra de carbono centra una baja concentración de refuerzo y un manejo mecánico semejante a la composición de una sola etapa (policarbonato) y a la de un elevado volumen de refuerzo (ABS +30% de fibra).

VI. Conclusiones y recomendaciones

Para diseñar una prótesis transtibial, en este proyecto se propuso el manejo de las herramientas CAD/CAE/CAM. Lo que permite el desarrollo de un prototipo práctico, asequible y estético para las personas que lo necesiten. Se consigue un ahorro de material en comparación con otros métodos de manufactura, así mismo se optimiza el tiempo de manufactura sin perjudicar la calidad adecuada para la aplicación.

Por lo que se recomienda analizar con más detalle la geometría y proponer un diseño que incremente el desempeño obtenido.

VII. Reconocimientos

Expresamos nuestro agradecimiento al Tecnológico Nacional de México campus Querétaro y al 23° Verano de la Ciencia Región Centro por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano de la ciencia.

Referencias

[1] Prótesis. MedlinePlus. Recuperado 23 de octubre de 2021, de https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002286.htm

[2] Es noticia hoy, «Es noticia hoy,» 2018. [En línea]. Disponible en: http://esnoticiahoy.com/2019/09/30/mexico-un-pais-con-muchos-amputados-pero-poco-conocimiento-en-protesis/. [Último acceso: 11 agosto 2021].

[3] E. Vela, Los amputados y su rehabilitación, D.F. Intersistemas S.A. de C.V., 2016

[4] L. Chacón, «Manufactura,» 10 Octubre 2014. [En línea]. Disponible: https://manufactura.mx/industria/2014/10/10/inicia-la-era-de-protesis-de-polimeros-biomedicos. [Último acceso: 11 agosto 2021].

[5] J. Luna, «Canales sectoriales,» 26 Junio 2018. [En línea]. Disponible: https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/220050-Polimeros-en-medicina-aplicaciones-actuales-y-tendencias-futuras.html. [Último acceso: 11 Agosto 2021]

[6] B. (2021, 29 junio). Materiales compuestos: tipos, ejemplos y usos. PerezCamps. https://perezcamps.com/es/materiales-compuestos/

[7] A. B. Dietrich, Materiales compuestos. Procesos de fabricación en embarcaciones, Catalunya: Edicions UPC, 2005.

[8] F. Stupenengo, Materiales y materias primas, Buenos Aires: Instituto Nacional de Eduación y tecnología, 2011.

[9] K. G. y. S. Pelozo, «Monografía y auditoria médica,» 2017. [En línea]. Disponible: https://www.auditoriamedicahoy.com. [Último acceso: 12 de agosto 2021].

[10] H. D. SE, «Harmonic Drive SE,» 01 Junio 2016. [En línea]. [Último acceso: 12 agosto 2021]

[11] Autodesk, «Autodesk,» 2020. [En línea]. Disponible: https://www.autodesk.mx/solutions/cad-design. [Último acceso: 12 Agosto 2021].

[12] Pakhaliuk, V., Polyakov, A., Kalinin, M., & Kramar, V. (2015). Improving the Finite Element Simulation of Wear of Total Hip Prosthesis' Spherical Joint with the Polymeric Component. Procedia Engineering, 100, 539–548. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.01.401

[13] Blog ESSS simulating the future, «ESSS,» 08 Agosto 2014. [En línea]. Disponible: https://www.esss.co/es/blog/ingenieria-asistida-por-computadora-que-es-y-como-funciona/. [Último acceso: 13 Julio 2021].

[14] M. Sinc, «Mecasinc,» 2019. [En línea]. Disponible: https://www.mecanizadossinc.com/cad-cam-mecaniza-

do/. [Último acceso: 12 agosto 2021].
[15] User, S. (s. f.). Fabricación aditiva (impresión 3D) - Prodintec. PRONTEC. Recuperado 23 de octubre de 2021, de http://www.prodintec.es/es/nuestra-actividad/fabricacion-avanzada/fabricacion-aditiva-impresion-3d
[16] G. G. Blázquez, Proyecto de diseño de una prótesis a partir de fabricación aditiva (impresión 3d), Catalunya: Escuela Superior de Ingenierías Industrial, Aeroespacial y Audiovisual de Terrassa, 2019.
[17] Sabyrov, N., Sotsial, Z., Abilgaziyev, A., Adair, D., & Ali, M. H. (2021). Design of a flexible neck orthosis on Fused Deposition Modeling printer for rehabilitation on regular usage. Procedia Computer Science, 179, 63–71. https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.12.009

Prototipo de un monitor gestacional

Jasiel Garcia Serrano
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. del Valle 2301. Guardarrayas C.P.36425 ,Purísima del rincón, Gto.
lrs17110151@purisima.tecnm.mx

Diego Eduardo Morales Lopez
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. del Valle 2301. Guardarrayas C.P.36425 ,Purísima del rincón, Gto.
diego.ml@purisima.tecnm.mx

Resumen — Una amenaza de aborto es la presencia de hemorragia de origen intrauterino antes de la vigésima semana completa de gestación, con o sin contracciones uterinas, sin dilatación cervical y sin expulsión de los productos de la concepción. Los síntomas abarcan amenorrea secundaria, presencia de vitalidad fetal y cólicos abdominales con o sin sangrado vaginal entre otros [3]. En este trabajo se presenta el desarrollo de un monitor gestacional en una aplicación móvil, con el objetivo de llevar monitorear los síntomas de amenaza de aborto, se detectó mediante el módulo bluetooth diferentes señales con los sensores. Estas señales son vinculadas dentro de la aplicación móvil las cuales son graficadas en tiempo real y terminando el monitoreo son subidas a la nube con el fin de ser compartidas a un especialista para ser analizadas para evaluar estos factores en sus pacientes y tomar una decisión médica.

Palabras clave — Monitor gestacional, Aborto espontaneo, Aplicación móvil.

Abstract — A threatened abortion is the presence of intrauterine bleeding before the 20th complete week of gestation, with or without uterine contractions, without cervical dilation and without expulsion of the products of conception. Symptoms include secondary amenorrhea, presence of fetal vitality, and abdominal cramps with or without vaginal bleeding, among others [3]. In this work, the development of a gestational monitor in a mobile application is presented, in order to monitor the symptoms of threatened abortion, different signals with the sensors were detected through the Bluetooth module. These signals are linked within the mobile application which are graphed in real time and, upon completion of the monitoring, they are uploaded to the cloud in order to be shared with a specialist to be analyzed to evaluate these factors in their patients and make a medical decision.

Keywords — Gestational monitor, Miscarriage, Mobile application..

I. Introducción

La reproducción es una actividad natural instintiva como se puede ver en las espacies animales, la reproducción humana es algo continuo con diferentes propósitos como dejar un legado en este mundo cuando ya no estemos aquí, o el simple de hecho de querer tener un hijo y compartir momentos. El embarazo es consecuencia de la reproducción por lo que es algo natural y frecuente en la sociedad, pero este proceso puede tener complicación que llegan a terminar este proceso de manera no satisfactoria terminando con la vida de uno de los dos o a veces de ambos.

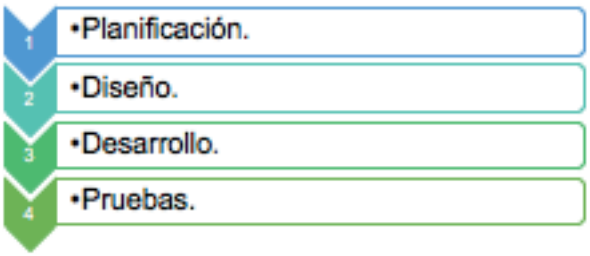
Una de las complicaciones en el embarazo es el aborto espontaneo que es la perdida involuntaria del embarazo antes de que el feto sea viable. las pacientes con aborto espontáneo temprano pueden presentar algunos síntomas como el sangrado transvaginal, cólicos abdominales o bien estar asintomáticas. [1]Existen muchas complicaciones que con llevan este estado de salud como el intenso dolor ligeramente mayor que la menstruación combinada de factores como temor y ansiedad algunas pacientes pueden tener sentimiento de culpa [1].

Sobre la terapia de la amenaza de aborto, ha sido tratado bajo diferentes puntos de vista, y no podía ser de otro modo, dadas las numerosas interpretaciones que a su patogénesis se le han dado. Los conocimientos al respecto son ya muy claros y ampliamente difundidos, hasta entre los que, apartados de la investigación experimental, se limitan al ejercicio general de la profesión. No es de sorprender, por lo tanto, el hecho de que se hayan propuesto tantos y tan variados métodos terapéuticos; y sean muy numerosos los medicamentos ensayados [2].

La base principal para el manejo del aborto es su diagnóstico. Desde hace 20 años se dispone de tecnología que facilita el diagnóstico temprano del embarazo lo que ha permitido avances en el manejo de la amenaza del aborto y del aborto espontaneo y en los cuidados prenatales [2].

Teniendo un diagnóstico temprano de amenaza de aborto no garantiza la salud del embarazo, pero si es una gran ventaja para poder tener más oportunidad de solucionar esta complicación, por medio de terapia o un análisis medico profesional que pueda decidir con un tratamiento a seguir [1-2]. Previamente se desarrolló un dispositivo electrónico el cual es colocado en el vientre del paciente gestante este dispositivo obtiene datos como el pulso cardiaco, la actividad de movimiento muscular en el abdomen, y la temperatura corporal, el objetivo de este proyecto es realizar una conexión con este dispositivo para poder visualizar los datos de estos sensores a través de una aplicación móvil, con diferentes funcionalidades como visualizar los datos en tiempo real, guardar los datos del análisis en la nube y compartir estos datos con un especialista que interpretara estos datos convirtiéndolos en información que ellos les será de utilidad para su análisis médico.

Fig. 1. Metodología utilizada.



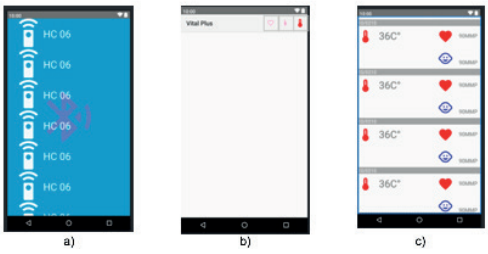
II. Metodología

En el presente trabajo se utilizó la metodología de la figura 1 para el desarrollo de la aplicación móvil esta metodología consta de 4 etapas.

a) Planificación, Se desarrollaron las historias de usuario que son los requerimientos del sistema como tal y también se desarrollaron las tareas que son las actividades que se necesitan realizar para alcanzar dichas historias. Con la información recaudada sobre el aborto espontaneo o amenaza aborto se definieron los requerimientos del sistema teniendo en cuenta también el dispositivo electrónico que cuenta con los sensores previamente ya desarrollado.

b) Diseño, en esta etapa se desarrollarlo el diseño de las diferentes interfaces, la primera interfaz desarrollada como en la fase de planificación se observa es la conexión bluetooth, que se muestra en la figura 2 la cual muestra un listado de los dispositivos vinculados, el usuario debe seleccionar el modulo bluetooth de nuestro dispositivo electrónico para realizar la conexión.

Fig. 2. a) Conexión bluetooth, b) Monitor c) Historial de datos.



La interfaz del monitor en general fue desarrollada en Código java con la utilización de un lienzo e hilos programados para pintar el valor recibido de los sensores, para la manipulación de estos datos se utilizó una serie de botones que se muestran en la figura 2.

Por último, el histórico de los datos que provienen de la base de datos donde es almacenada en una lista que alimenta al recyclerview donde podemos observar en la figura 2 que muestra la fecha de realización de la prueba, la temperatura, pulsaciones y movimientos detectados.

c) Etapa de desarrollo, el proyecto se desarrolló en el lenguaje java con el IDE Android Studio para la plataforma móvil del sistema operativo Android, el almacenamiento de información se realizó a través de la plataforma de base de datos no relacional Firebase ya que ofrece un plan gratuito para probar aplicaciones con baja actividad.

La conexión bluetooth es una conexión de radio frecuencias que esta implementada en la mayoría de los dispositivos móviles actuales, se usara esta tecnología para realizar la conexión con un módulo bluetooth que es un dispositivo electrónico que nos ayudara hacer el enlace con nuestro prototipo electrónico.

Una vez teniendo los datos del vínculo se realiza un socket para iniciar la conexión, iniciando la conexión al igual se inicia un hilo donde se podrá recibir la información enviada desde el módulo bluetooth a través de un buffer, también se desarrolló un método para la salida de información y poder enviar datos como caracteres que el dispositivo electrónico desde el módulo bluetooth pueda recibir y actuar con sus sensores ya programados desde Arduino. Para actuar los sensores con el envió de caracteres se programaron los botones de cada sensor que se visualizan en la barra de herramientas del monitor.

Realizado la entrada y salida de datos podemos pasar al siguiente parte que fue graficar los datos de entrada, a través de un lienzo y hilos que iban generando líneas con los datos y en relación con el tiempo. La detección de pulso fue desarrollada en base a un cambio significativo del valor anterior con la entrada actual, al igual con la

detección de movimiento del sensor de tono muscular. La entrada de los datos de temperatura no fue graficada solamente se actualizan en una caja de texto que también se encarga de mostrar los pulso o movimientos, de lo que muestra depende del sensor del cual se está usando.
Una vez terminado la prueba con los sensores, se enviarán a la base de datos de Firebase para ser almacenados y poder visualizarlos posteriormente en nuestro módulo de historial.
d) Pruebas, la última etapa de nuestro proyecto es probar las funcionalidades y asegurarnos de que haga los procesos de manera correcta y evitar errores o problemas futuros. Para esto se realizaron diferentes casos de prueba.

III. Resultados

Al finalizar la última etapa de pruebas y recodificar de los errores que se encontraron, el monitor gestacional funciona de manera satisfactoria siendo capaz de enviar y recibir información a través de las señales bluetooth. Las señales enviadas cambian la alimentación de los sensores, así como la impresión de estos a través del puerto serial como se esperaba en un principio. Las señales recibidas son graficadas dependiendo del sensor seleccionado, así como la detección del pulso y conteo de este (Ver figura 3). El almacenamiento en la nube fue exitoso, enviando los datos obtenidos del monitor y almacenándolos en un historial donde se podrán visualizar con la fecha cuando se inició el monitoreo (Ver figura 4).

Fig. 3. Monitor gestacional pulso cardiaco.

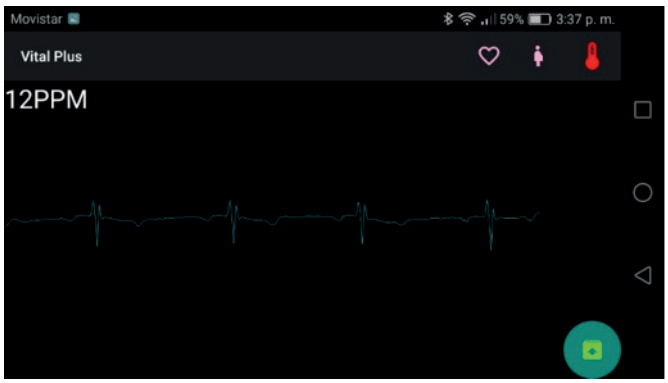


Fig. 4. Visualización de los datos registrados.

IV. Conclusiones

En este proyecto se realizó un monitor gestacional el cual funciona por medio de una aplicación móvil en Android el cual recibe datos de un dispositivo como temperatura, ritmo cardiaco y tono muscular, estos datos son graficados como un monitor el cual pueden ser observados por el paciente o especialista y guardados en la nube. Con la finalidad de ayudar como una herramienta en el proceso del embarazo el monitor gestacional podrá detectar signos de vitalidad y los médicos profesionales puedan analizar estos datos arrogados por la aplicación y dispositivo para el diagnóstico del paciente ya que es una parte muy importante para poder tratar el aborto espontaneo.

V. Reconocimientos

Expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón por la oportunidad de participar en este proyecto, así como el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

Referencias

[1] J. F. Menéndez, “El manejo del aborto espontáneo y de sus complicaciones”, Gaceta Médica de México,-Vol.139, pp. 47-53. 2003.
[2] D. Cazzola, “Orientaciones modernas en la terapia de la amenaza de aborto”, Ginecol Obstet Mex, Vol.81, pp.120-125. 2013.
[3] A. C. González, “Amenaza de aborto”, revista médica de costa rica y centroamérica, Vol.599, pp. 495-498, 2011.
[4] J. A. Restrepo, E. M. Awad, L. F. Uribe, et al., “Prueba Electrónica de Vitalidad Anteparto Fetal”, Revista colombiana de obstetricia y ginecologia, Vol.33, pp.297-308, 1982.
[5] S. P. Penagos, L. D. Salazar, F. E. Vera, et al., “Guías para Manejo de Urgencias. Bogotá”, Colombia (Ministerio de la Protección Social), Disponible en http://hectorfutbool.mex.tl/images/32235/Control_de_signos_vitales.pdf [consultado en 2021].

Limpieza de la pirita por lixiviacion

Rangel Sosa José Rodrigo (1),
1.- Universidad Autónoma de Aguascalientes,
Departamento de Ingeniería Bioquímica, Avenida Universidad #940, C.P 20131 Aguascalientes, Ags.
joserodrigorangel58@gmail.com

Muñoz Ramírez Leonor (2) , **Reyes Guzmán Claudia Verónica**(2),
2.- Universidad Autónoma de Coahuila,
Facultad de Metalurgia, Carretera 57 Km 5, Los Bosques,
C.P. 25710 Monclova, Coah.
leonorm68@yahoo.com.mx

Resumen — Se desea lixiviar un mineral de piritico con distintos medios oxidantes para determinar las condiciones óptimas en la obtención de hierro, aplicando las mejores variables o los parámetros necesarios: la velocidad de agitación constante, la concentración de ácido .005, .5, 1M, el tiempo de reacción constante 24 horas. La minería se desarrolla principalmente en la concentración de cobre, molibdeno, oro y plata, mediante el proceso de flotación. Este genera grandes tonelajes de relaves que contienen diversas minerales, principalmente pirita. Dado que estos minerales se depositan en los tanques, estos pueden generar aguas ácidas; se propone como alternativa la desulfuración de los sulfuros por flotación. La pirita por mucho tiempo ha sido utilizada coma una fuente de azufre

Palabras clave — LIXIVIACION, PIRITA, LIMPIEZA

Abstract --- It is desired to leach a pyritic mineral with different oxidizing means to determine the optimal conditions for obtaining iron, applying the best variables or the necessary parameters: constant stirring speed, acid concentration .005, .5, 1M, the constant reaction time 24 hours. Mining takes place mainly in the concentration of copper, molybdenum, gold, and silver, through the flotation process. This generates large tonnages of tailings that contain various minerals, mainly pyrite. Since these minerals are deposited in the tanks, they can generate acidic waters; As an alternative, the desulphurization of the sulfides by flotation is proposed. Pyrite has long been used as a source of sulfur and its recovery as a by-product of the flotation of certain minerals is well known.

Keywords -- LEACHING, PYRITE, CLEANING

Introduccion

Dentro del gran universo de objetos creados en el mundo prehispánico, uno de los que más han llamado la atención son los espejos o superficies reflejantes que se realizaban en materiales tan diversos como la obsidiana, la hematita y la pirita. Debido a su estética, pero más aún por la destreza implicada en su manufactura, los investigadores concuerdan en que la cantidad de horas-hombre requeridas para la producción de un solo espejo de mosaico debió haber sido enorme y que, probablemente, fue uno de los objetos más complejos producidos por los artesanos prehispánicos. (Gallaga M., 2001)

La pirita es un mineral compuesto de hierro y azufre perteneciente a los sulfuros de hierro (Fe S2). Tiene una coloración de amarillo metálico y una dureza de 6 a 6-5 en la escala de Mohs. La forma predominante de sus cristales es cúbica. Debido a su inestabilidad, la acción del agua y el oxígeno pueden transformarla en otros minerales como el óxido de hierro (limonita y siderita). (Zamora F., 2002)

En cuanto a su origen, se han identificado siete yacimientos o minas prehispánicas en las que se infiere se extraía pirita junto con otros materiales. El primero de ellos son las minas de Chalchihuites en Zacatecas, además de la Sierra Gorda en la Huasteca, la cuenca del Río Balsas en Guerrero, las áreas de Huehuetenango, Aguacatán y Quetzaltenango en Guatemala; y por último, las Cockscomb Mountains en Belice. (Maldonado C., 1980)

La lixiviación consiste en la disolución de metales desde minerales, la que puede ser o no ser asistida por la actividad catalítica de microorganismos. Los metales se encuentran presentes en minerales sulfurados tales como la pirita (FeS2), calcopirita (CuFeS2), covelina (CuS) u otros donde la extracción vía tratamientos pirometalúrgicos resulta económicamente desfavorable. (Sanhueza A., 1992)

De los minerales anteriormente mencionados, la pirita es el mineral sulfurado más abundante en la corteza terrestre y se encuentra comúnmente en carbones, venas hidrotermales y en rocas sedimentarias. (Sanhueza A., 1992)

La disolución de pirita corresponde a una reacción de óxido-reducción, en la cual mientras la pirita oxida iones férricos (Fe+3) y/u oxígeno (O2) son reducidos en la superficie del mineral. La reacción global se puede escribir en términos de las semirreacciones de oxidación de pirita y de reducción de Fe+3 u O2 disuelto. En sistemas acuosos, estas reacciones ocurren en forma simultánea en la superficie de la pirita a velocidades que satisfacen la condición de una producción neta de electrones igual a cero. (Velasco N., 2009)

La lixiviación consiste en la remoción o extracción de un componente soluble (soluto) contenido en un sólido mediante un solvente apropiado. La lixiviación es una operación de transferencia de masa por lo que es indispensable que exista un contacto íntimo entre el solvente y el soluto contenido en el sólido. (Garrels R. y col, 1960)

La operación unitaria se puede considerar, como una extracción, aunque el término también se refiere la extracción líquido -líquido. Cuando la lixiviación tiene por objeto eliminar con agua un componente indeseable de un sólido, el proceso recibe el nombre de lavado. El proceso de lixiviación para materiales orgánicos e. inorgánicos son de uso común en los procesos metalúrgicos. (Gutiérrez L., 2017)

Los métodos de lixiviación de especies sulfuradas pueden ser divididos en dos grupos:

- En ausencia de agentes oxidantes.
- En presencia de agentes oxidantes.

Para que la Lixiviación tenga éxito se tienen que cumplir varios requerimientos, siendo el primero asegurar la permeabilidad de la masa a lixiviar, de manera que el líquido lixiviante pase a través de todo el material y que el contacto entre el agente lixiviante y el mineral sea el óptimo. (Codelco, 2019)

Esto depende de los siguientes factores, los que deben ser considerados en todas las etapas del proceso:

1. La localización de los minerales a disolver.

2. Volumen del material y distribución de tamaños.
3. Área expuesta.
4. Superficie específica.
5. Tipo de solvente a utilizar.
6. Temperatura del proceso.
7. Tamaño de partículas.
8. Porosidad.
9. Presión capilar.
10. Rugosidad o aspereza de las superficies.

Teniendo en cuenta las características del mineral, así como las reservas y el valor potencial del yacimiento, se selecciona el o los agentes lixiviantes más idóneos. Para ello se realizan diferentes caracterizaciones mineralógicas previas que permiten determinar los valores iniciales para realizar posteriormente las pruebas de laboratorio de lixiviación en columnas unitarias. El ideal sería elegir un solo agente químico, que sea económico y recuperable, y un ciclo de lixiviación lo más corto posible (ojalá uno solo), para extraer un máximo de cobre y un mínimo de impurezas, lo cual es difícil en la mayoría de los casos. 1. (Codelco, 2019)
En la elección del proceso es fundamental conocer la cinética de la reacción química que influye, mediante las diversas fases de investigación en laboratorio. Para ello se hacen análisis preliminares en botellas rotatorias y en columnas o vasijas, según si el mineral es apto a la lixiviación estática o dinámica. (Codelco, 2019)
Al momento de elegir el agente lixiviante es importante tener en cuenta la composición mineralógica del material, tipo de ganga, tamaños de granos y diseminación, contenido de azufre, presencia de carbonato, cloruros u otros constituyentes, así como, su costo, disponibilidad, estabilidad química, selectividad y grado de generación de soluciones ricas en mineral, de tal forma que sea lo más económico y fácil de trabajar. Por lo que es necesaria la investigación y la experiencia operativa, para seleccionar el lixiviante y obtener los datos necesarios para predecir el comportamiento de la lixiviación. (Codelco, 2019

Tabla 1. Agentes de lixiviación más utilizados. (Codelco, 2019)

Tipo de agente	Ejemplos
Ácidos inorgánicos	Acido sulfúrico Acido clorhídrico Acido nítrico
Bases	Hidróxido de amonio
Agentes complejantes	Amoniaco Sales de amonio Cianuros Carbonatos Cloruros

Los ácidos inorgánicos se utilizan como sustancias químicas intermedias y catalizadores en reacciones químicas. Se encuentran en distintas industrias, como metalistería, madera, textiles, colorantes, petróleo y fotografía. El ácido clorhídrico, o cloruro de hidrógeno en solución acuosa, se utiliza para la acidificación industrial, para el refinado de minerales de estaño y tantalio, para convertir el almidón de maíz en jarabe y para eliminar la capa de óxido de las calderas y equipos de intercambio de calor. También se utiliza como agente curtidor en la industria del cuero. (Mager J., 1995)
El ácido sulfúrico se utiliza en papel encerado y en distintos procesos como la purificación de petróleo, la industria de los explosivos, el refinado de aceites vegetales, el carbonizado de tejidos de lana, la extracción de uranio a partir de pechblenda y el desoxidado de hierro y acero. piscinas. El ácido nítrico se utiliza en la fabricación de

nitrato amónico para fertilizantes y explosivos. Asimismo se utiliza en síntesis orgánicas, metalurgia, flotación de minerales, y para el reprocesado de combustible nuclear agotado. (Mager J., 1995)
Estos ácidos reaccionan con determinados metales liberando hidrógeno, que es una sustancia altamente inflamable y explosiva cuando se mezcla con el aire o con oxígeno. También pueden actuar como agentes oxidantes y, cuando contactan con productos orgánicos u otras sustancias oxidables, pueden reaccionar de forma violenta. Los ácidos inorgánicos son corrosivos, especialmente cuando se encuentran a altas concentraciones. (Mager J., 1995)

Materiales y metodos

Para iniciar con la experimentación se trajo el material de una mina en el cual se extrae plata y otros minerales, como en toda industria minera se inicia con la reducción de tamaño, de la misma forma se llevó acabo en este proyecto, iniciando por la trituradora de quijada para obtener un tamaño más pequeño y adecuado (Figura 1), Ya terminada la etapa de la trituradora, se optó por usar el molino de bolas (Figura 2). Se trabajó en el molino de bolas durante 5 días ya que como se mencionó anteriormente el material era muy duro y no se lograba obtener un tamaño adecuado así que se decido aumentar el tiempo en el cual aquí
se pudo obtener distintos tamaños de partículas (finos y gruesos)

Figura 1: Equipos de molienda (Trituradora de quijada).

Figura 2: Equipos de molienda (Molino de Bolas)

Ya realizada la etapa anterior de la reducción de tamaño del material, y poder observar que haya finos y gruesos, este se pasó al tamizado, en el cual consiste en que el instrumento (tamiz o malla) pueda separar por medio de agitación las partículas más grandes de otras más pequeñas, clasificándolas o colocándolas en los distintos tamices con el fin de poder separar como ya mencionado lo fino de lo grueso (Figura 3).
Se utilizaron mallas desde la 40 hasta la 400, se tamizó una cantidad de material de alrededor de 5 kg.

Figura 3: Clasificador de partículas con sus mallas

Para poder llevar a cabo la experimentación se eligió el tamaños de granulometría (mallas 325), como se muestra en la Tabla 2 en pulgadas o micras, en este tamaño de malla se encuentra lo más fino y es el tamaño adecuado para poder llevar a cabo una lixiviación y tener un mejor resultado.

Tabla 2: Tamaño de tamiz en pulgadas y en micras

MALLA	PULGADAS	µm
325	0.0017	45

Los ácidos con el cual se trabajó fueron H2SO4 (ácido sulfúrico), HNO3 (ácido nítrico) Y HCl (ácido clorhídrico) como se muestra en la Figura 4. Se realizaron las operaciones necesarias para tener una concentración de cada acido a 0.005, 0.5 y 1 mol con medio litro de agua tridestilada.

Figura 4: Ácidos utilizados en la experimentación.

Se vacío la concentración de 0.005 mol con medio litro de agua tridestilada y después se colocó el vaso en una parrilla de calentamiento y agitación, se colocó un imán en el vaso de precipitado para después encender el agitador de la parrilla manteniendo contante la velocidad de agitación.

Figura 5: Balanza analitica

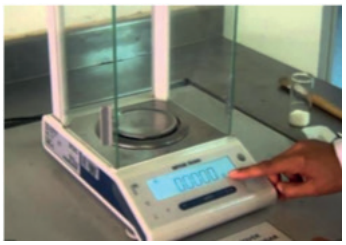
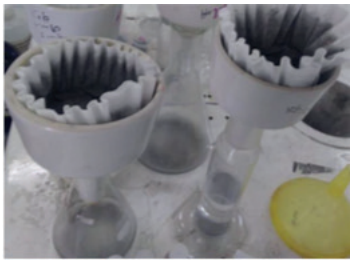


Figura 6: Vasos de precipitado con el lixiviante y el mineral.

Es muy importante mencionar que este proceso de agitación se llevó a cabo durante 24 horas, en intervalos de tiempo se agitaba con una varilla de vidrio para evitar asentamientos como se muestra en la Figura 6.
Este parámetro de velocidad de agitación fue 5 propuesto para que la reacción que sucediera fuera acelerada por medio de la ya mencionada agitación y que el soluto (el ácido y el agua tridestilada) se pudiera penetrar

más rápido en la partícula, ya que la partícula tiende a estar más expuesta a las disoluciones Se pudo observar que existen varios factores en el cual la agitación nos favoreció, en el cual se disminuyó el espesor de la capa, se limitó y maximizo el área de la interface gas- liquido, redujo el tiempo de procesamiento. Ya pasado las 24 horas pasamos a la etapa de filtración, en donde se trata de separar lo solido de lo liquido, el sólido quedándose en el filtro y el líquido se filtra (Figura 7), se dejó filtrar durante un lapso de 3 a 4 horas, tiempo necesario para que el líquido se haya filtrado por completo. Ya terminado el filtrado, estos se dejaron secar durante 20 horas a temperatura ambiente, es decir, durante casi un día completo, este tiempo fue necesario para que el sólido no tuviera presencia de humedad y mucho menos de líquido, que estuviera seco casi al 100%. Cumplido este tiempo y ver que el sólido que se quedó en el filtro estaba completamente seco sin presencia de humedad fue extraído del filtro para posteriormente ser almacenado para su caracterización

Figura 7: Filtros de las muestras de lixiviación. RESULTADOS Y DISCUSIÓN



Estudio y reconocimiento de la materia prima

La muestra de pirita se obtuvo de la mina de la región del estado de Coahuila. La composición elemental de la cabeza que se nos proporcionó se analizó por ICP-MS (Plasma Acoplada Inductivamente - Espectroscopia de Masas) y los resultados se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Ensayo Químico de la cabeza del mineral

MINERAL	% elementos químicos presentes (%en peso)					
	Fe	S	Pb	Cu	Zn	Mn
Pirita	52	44	.12	10	.8	.02

La cabeza el mineral el elemento mayoritario se encontró que es hierro por lo tanto es un mineral piritico, con alto contenido de azufre.

Análisis químico ensayado en las mallas utilizadas en el proceso

La tabla 4 muestra el análisis químico de la muestra obtenida después de la molienda con el molino de bolas y el análisis químico realizado a las mallas 100, 140, 200, 325 y 400 A.S.T.M.

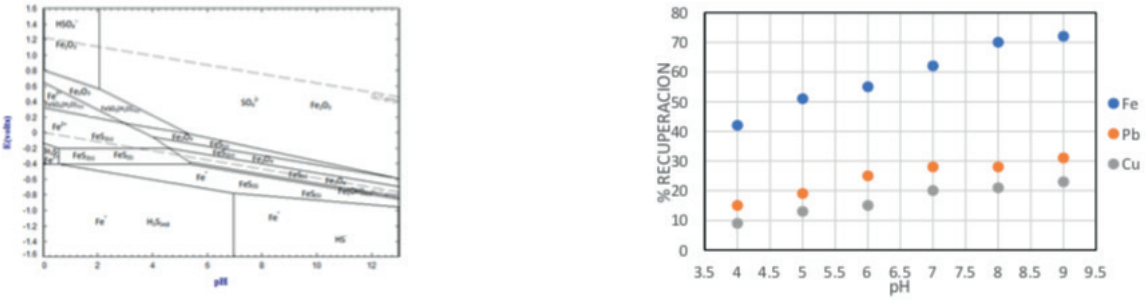
Tabla 4. Análisis químico de las mallas utilizadas

MALLAS	PESO	LEY DE LA PIRITA
100	-	
140	1.360 kg	2.9
200	1.100 kg	3.8
325	.240 kg	4.3
400	-	

El pH entre 7-9 aseguraron buena recuperación para minerales de Fe con aceptable depresión de resto de elementos. El Plomo trabaja con pH de 8, Zn 6-8 y el Fe 8 según los diagramas de pourbaix reportados por Takeno en el 2005 y como se muestra en la Figura 8, pero por cuestiones de factibilidad en nuestra investigación se trabajará a pH 8 para que tengamos una buena desulfuración de hierro, mientras que el resto de los minerales se encuentren en niveles bajos como se muestra en la Figura 9.

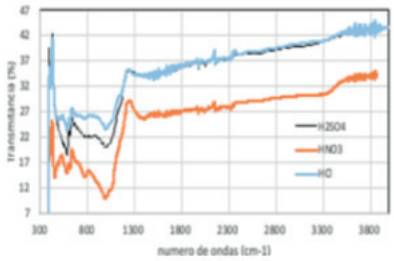
Con la relación a la fig. 8 se anticipa que el ion sulfato SO4 -2 coexiste con especies oxidadas de hierro sólidas y acuosas, dependiendo de los valores de pH y potencial electroquímico. Por ejemplo, de pH 3.0 a 4.0 y condiciones oxidantes del medio (Eh ≥ 0.6 V), las especies estables son el óxido férrico en forma de hematita Fe2O3 y el ion sulfato SO4 -2, obviamente coexistiendo con moléculas de H2O. Mientras a Eh ≤ 0.4 V las especies estables son hematita Fe2O3 y el sulfato ferroso hepta hidratado FeSO4(H2O)7 De la porción de esta figura que incluye las zonas de estabilidad del sistema Fe – S –H2O pero en el rango de pH entre 4 y 9, se observa que las especies sólidas presentes son: la hematita Fe2O3, pirita, sulfuro de hierro FeS, magnetita Fe3O4 e hidróxido de hierro, mientras en estado acuoso, se encuentran las especies sulfato y sulfuro de hidrógeno (HS–)y que si trabajáramos con pirita esta seria estable químicamente y será factible su desulfuración.

Figura 8. Análisis termodinámico, sistema Fe – S –H2O. FactStage versión 8.0



Con relación a la espectroscopia infrarroja con transformadas de Fourier nos indica una ancha banda de absorción centrada en 1033 cm-1, que corresponden a los enlaces C-S γ C=S; concuerda con lo reportado por Pillai et al. (2013), quien identificó la incorporación de grupos azufre por la aparición de picos, entre 1020 y 1151,5cm-1. Las bandas de vibración, próximas a 1350 cm-1 y 1386 cm-1 muestran al azufre sobre la superficie del precipitado de hierro formando un doble enlace con el oxígeno molecular S =O, donde el oxígeno es quimio absorbido por el azufre superficial, por otro lado, la banda en 1464 cm-1 se asigna a la división del modo vibración v3 del ion carbonato CO_ producido por la reacción del CO2 de la atmósfera con la superficie del precipitado de hierro en fase acuosa- como se muestra la figura 10

Figura 10.- F.T.I.R de una muestra piritica



Conclusiones

En cuanto a la caracterización por espectroscopia infrarroja FTIR se encontró presencia de azufre producto de la desulfuración de la pirita Este estudio mostro que es posible generar un impacto ambiental positivo si se logra disminuir el azufre de una gran parte de la pirita destinada a ser depositada en los relaves; en caso contrario, con el paso de los años su presencia en los relaves creará las condiciones necesarias para la producción de aguas ácidas.

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 23° Verano de la Ciencia Región Centro por la invitación, así como la oportunidad de participar en el proyecto.

Bibliografia

Codelco. (2019). Lixiviación “El riego”. Codelco EDUCA. Chile

Gallaga M. (2001). Descripción y análisis de los espejos de pirita del sitio de Snaketown, AZ, EU y su relación con Mesoamérica. XXVI Mesa Redonda de Antropología. México.

Garrels, R. y Thompson, M. (1960). Oxidation of pyrite by iron sulfate solutions. American Journal of Science. United States of America.

Gutiérrez L. (2017). Estudio del tratamiento de minerales sulfurados auríferos mediante procesos secuenciales de flotación, lixiviación alcalina, biolixiviación y cianuración para la recuperación de oro. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú.

Mager J. (1995). Propiedades de los ácidos inorgánicos. En Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo(104.5). España: Chantal Dufresne.

Maldonado C. (1980). Ofrendas asociadas a entierros del Infiernillo en el Balsas. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México.

Sanhueza, A. (1992). Estudio electroquímico de la acción de Thiobacillus ferrooxidas en la disolución bacteriana de pirita. Memoria para optar al título de Químico. Universidad de Chile. Chile.

Velasco N. (2009). Estudio electroquímico de la lixiviación de la pirita. Universidad de Chile. Chile.

Zamora, F. (2002). La industria de la pirita en el sitio de Aguateca durante el periodo Clásico Tardío. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala:

Obtención de hidroxiapatita a partir de escamas de tilapia para la elaboración de un biomaterial

Karla Beatriz Medina Aguilera
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas Purísima del Rincón, Gto. C.P.
36413 lrs17110342@purisima.tecnm.mx

Rosa Jazmín Trasviña Osorio
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413
rosa.to@purisima.tecnm.mx

Resumen- El mineral apatita es el fosfato de calcio natural más abundante en la superficie terrestre y la principal fuente de fósforo, por lo que es de gran importancia en distintos campos de investigación y la industria. El objetivo del presente proyecto es analizar el proceso de extracción de hidroxiapatita a partir de escamas de tilapia. En la metodología se controló el pH de manera constante en cada una de las etapas del proceso. El mineral se extrajo en medio ácido y se cuantificó su rendimiento teórico desde la etapa inicial. El mineral obtuvo una eficiencia de extracción del 16.42% p/p (peso final/peso inicial). En la literatura se muestra un rendimiento máximo de hasta 25%, por lo que el proceso de extracción puede ser optimizado químicamente y estadísticamente.

Palabras clave- Hidroxiapatita, escamas, tilapia

Abstract- The mineral apatite is the most abundant natural calcium phosphate on the earth's surface and the main source of phosphorus, so is very important in different fields of research and industry. The objective of this project is to analyze the hydroxyapatite extraction process from tilapia scales. In the methodology, the pH was constantly controlled in each stage of the process. The mineral was extracted in an acid medium and its theoretical yield was quantified from the initial stage. The mineral had an extraction efficiency of 16.42% w/w (final weight / initial weight). In the literature, a maximum yield of up to 25% is shown, so the extraction process can be optimized chemically and statistically.

Keywords- Hydroxyapatite, scales, tilapia

I. Introducción

Informes que describan el potencial de los huesos de tilapia, de espinas y escamas de pescado para extracción de hidroxiapatita (HA) (Panda et al., 2013). Los principales componentes químicos de la HA son el calcio y el fosfato. La HA natural contiene porcentajes mínimos de sodio, cloro, carbonatos y magnesio, los cuales, en conjunto vuelven a forjar la estructura del hueso (García y Reyes, 2006).

La HA se puede usar como reemplazo de partes pequeñas de hueso, relleno de cavidades en odontología, recubrimiento de superficies de metales para implantes, refuerzo en materiales compuestos y como liberador de medicamentos, entre otros (Hernández, et al., 1998).

De ahí la intención de usar las escamas de la tilapia del Nilo (Oreochromis niloticus), ya que es una especie de pez tropical que prefiere vivir en aguas someras y se adapta fácilmente a diferentes ambientes, además, forma parte del grupo de peces más cultivados, sólo superado por la carpa. Presenta escamas cicloideas, con una capa superficial compuesta por HA y carbonato de calcio, y una capa más profunda compuesta en su mayoría por colágeno..

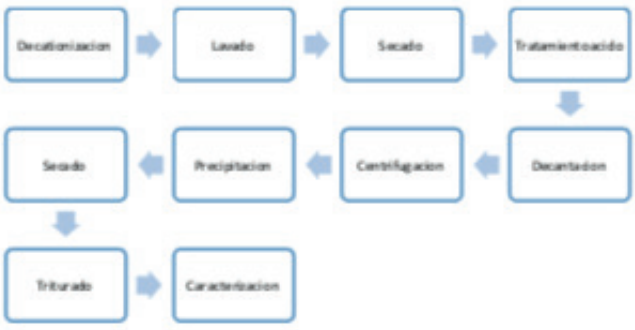
II. Marco teórico

Dentro de las biocerámicas la hidroxiapatita y el fosfato tricálcico son los materiales más comúnmente utilizados pues además de la composición química semejante a la fase mineral ósea, proveen respuestas diferenciadas y satisfactorias, además de eso, se sabe que esos materiales posibilitan el crecimiento óseo y facilitan la integración del implante. Para la obtención de los materiales a base de fosfato de calcio, dependiendo de los métodos utilizados, de los reactivos y de las variables adoptadas, es posible obtener innumerables fases, además de una gran variación de comportamiento resultante de otras variaciones tales como: defectos cristalinos, área superficial, afinidad por materiales orgánicos encontrados en el medio fisiológico, etc. La HA puede ser utilizada en forma de polvo, bloques porosos o gránulos para rellenar los defectos óseos o espacios que se pueden generar cuando grandes secciones de hueso han sido removidas, como por ejemplo en cáncer óseo o reconstrucciones maxilofaciales (Martinetti, et al., 2005). Existen dos formas de obtener HA, natural o sintetizada. No existen diferencias en la formulación química entre la HA natural y la sintética. Sin embargo, en términos macro y micro estructurales se presentan variaciones como el arreglo cristalino y la pureza (Marquez, et al., 2005).

III. Materiales y métodos

A continuación, se muestra el diagrama de extracción del mineral de HA en la siguiente Figura 1:

Figura 1 Proceso de extracción de hidroxiapatita



Se describe el procedimiento llevado a cabo para la extracción del mineral:

Se llevó a cabo la caracterización en la cual consta de la toma cuatro muestras de la materia prima, se deshidrato durante 24 h a 68°c, después se lleva a mufla durante 24 h a 550 °C y midió el pH. Se obtuvo un pH inicial de 4.85.
En la decatonización se retiraron iones e impurezas con agua desionizada en un tambor rotatorio durante 24 h.
En la etapa de lavado, se añade 2.5 l de reactivo EDTA, se comienza a lavar las escamas durante 24hrs. Terminado el lavado se por triplicado las muestras y se caracteriza.
En el proceso de secado se realizó un lavado alcalino para retirar residuos no deseados, se caracterizó y se procedió con la experimentación.
La etapa de tratamiento ácido constó en tomar 6 muestras de 20 - 25 g aproximadamente y se somete a tratamiento ácido con ácido cítrico 3 muestras de 100 ml con ácido, por 40 h y agitación constante. Las 3 muestras de ácido cítrico un pH promedio de 2.5.
Se decantó cada muestra, y se tomaron 13 ml de líquido de cada solución por duplicado y se centrifugó a 3500 rpm por 15 min, almacenamos el sobrenadante y el precipitado se deshidrató a 68°c por 24 h, trituramos y caracterizamos. También se esterilizó por 15 min en una esterilizadora UV.

IV. Resultados

Inicialmente, se caracterizó físicamente la materia prima. El pH de las escamas se midió por triplicado y se obtuvo un promedio de 4.85. Además, se determinó el contenido de humedad y cenizas. La cantidad de sólidos en las escamas tuvo un promedio cercano del 40%, por lo que, la diferencia, el 60% restante, correspondió al agua ligada en las escamas de tilapia.

Figura 2. Composición de las escamas de tilapia

A la cantidad de sólidos obtenidos anteriormente, es decir, las muestras secas, se sometieron a la mufla con el objetivo de estimar el material inorgánico de la materia prima. Los resultados se muestran en la Tabla 1:

Tabla 1. Determinación de cenizas 1.

Muestra	Peso de muestra deshidratada (g)	Peso de cenizas (g)
1	20.645	8.105
2	20.874	8.777
3	20.051	8.125
4	20.386	7.858

Se llegó a pH = 6.9 a las 50hrs y añadimos en total 28.5 ml de hidróxido de amonio.

Tabla 2. Lavado con EDTA

Tiempo [hrs]	pH	NH_4OH añadido (ml)
24	4.85	5
25	5.82	5
26	6.37	2
48	6.50	3
49	6.79	1.5
50	6.94	0.5

Terminado el lavado se tomaron 3 muestras, se deshidrató y llevó a cenizas.

Tabla 3. EDTA

Muestra	Peso de muestra (g)	Peso de ceniza (g)
1	10.0373	1.267
2	10.0362	1.141
3	10.0166	1.212

Se hace un tratamiento acido para la obtención del mineral

Tabla 4. Tratamiento ácido cítrico

Muestra	Peso de muestra (g)	Peso de muestra deshidratada (g)	A mufla (g)	Peso cenizas (g)
1	20.0746	8.466	6.332	0.164
2	20.0572	7.897	6.336	0.222
3	20.0152	6.518	3.526	0.223

Tabla 5. Prueba 1 A.C.

Muestra	Peso de pastilla [g]
1	0.1419
2	0.0727
3	0.0353

Tabla 6. Prueba 2 A.C.

Muestra	Peso de pastilla [g]
1	0.1419
2	0.0727
3	0.0353

V. Discusión (o análisis de resultados)

De acuerdo con los resultados, en la etapa de caracterización se tomaron de 50 g de muestra, escamas de pescado. La materia prima se deshidrató y se obtuvieron alrededor de 20 gr de sólidos en cada muestra. El material seco se llevó a mufla y se cuantificó 8.21 g de cenizas, por lo que, el 16.42% del material carbonizado, es decir, las cenizas, corresponde a material inorgánico, y el 83.58% restante, contiene humedad y material orgánico.

En la tabla numero dos se puede ver cómo fue aumentando el pH conforme agregábamos el hidróxido de amonio y en la tabla 3, después del lavado con EDTA y un ph de 6.9 con un peso de 10 gr de la muestra se obtuvo 1.2 gr de ceniza.

En el tratamiento ácido cítrico con las 3 muestras de 20 g cada una, se obtuvo una muestra deshidratada de 7.6 gr, se llevaron a mufla 5.4 g y se obtuvieron 0.2 g de cenizas. Con el precipitado que se obtuvo de la centrifugación se recolectó una pastilla de 0.08 g y 0.21 g con las muestras 1 y 2, respectivamente.

VI. Conclusiones y recomendaciones

Basándonos en la información obtenida, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1) Las escamas contenían un total de humedad promedio del 59.08%, por lo que, por diferencia, el 40.91%

corresponde a sólidos como material orgánico e inorgánico que contienen de forma inherente las escamas de tilapia.
2) Después del tratamiento con EDTA, para retirar iones metálicos no deseados (decationización), se redujeron las cenizas hasta un promedio del 12.04% dentro del material inorgánico, disminuyendo significativamente el rendimiento del mineral a extraer.
3) El material inorgánico, las cenizas, tuvieron un valor promedio de 16.50% con respecto al peso inicial de las escamas, por lo que este valor, sería un rendimiento teórico estimado de hidroxiapatita a obtenerse de manera óptima en el proceso de extracción.
4) El mineral extraído de la fase acuosa tuvo un rendimiento del 45.83% con ácido cítrico. Estos datos fueron estimados con respecto a las cenizas de la materia prima que ingreso en la etapa de extracción y la pastilla obtenida después del proceso de centrifugación.

VII. Reconocimientos (o agradecimientos)

Agradezco ampliamente a la institución y a mi asesora la Mtra. Jazmín Trasviña por confiar en mis capacidades y hacer de este Verano Científico una grata experiencia, además de contar con todo el apoyo para el uso de las instalaciones del Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, así como el material necesario para llevar a cabo el proyecto hasta su término.

VIII. Referencias

1. García, M y Reyes, J. (2006). La hidroxiapatita, su importancia en los tejidos mineralizados y su aplicación biomédica. Tip Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas. vol. 9, núm. 2, p. 90-95. Universidad Nacional Autónoma de México. https://www.redalyc.org/pdf/432/43211937005.pdf
2. Hernández, R.; Palma, R. y Piña, Ma. (1998). Hidroxiapatita y sus aplicaciones. Revista Mexicana de física "5 suplemento 1, p.144-147. Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México.
3. Londoño, M.; Echavarría, A. y De La Calle, F. (2006). Características cristaloquímicas de la hidroxiapatita sintética tratada a diferentes temperaturas. Revista EIA. No. 5, p. 109-118. Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín (Colombia).
4. Martinetti, R.; Dolcini, L. y Mangano, C. (2005). Physical and chemical aspects of a new porous hydroxyapatite. Analytical and Bioanalytical Chemistry. 381: 634-638. https://link.springer.com/article/10.1007/s00216-004-2957-7
5. Rivera, E.; Curiel, R. y Rodríguez, R. (2003). Selectivity in the hydroxyapatite synthesis from eggshell using different thermal treatments. Materials Research Innovations. Vol. 7. p. 85–90. https://doi.org/10.1007/s10019-003-0233-7
6. Zapanta, L. (1994). Capitulo, Biological and Synthetic Apatites, en: Hydroxyapatite and related materials. Editorial CRC Press. 1ra Edición, p. 26. https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9780203751367-1/biological-synthetic-apatites-racquel-zapanta-legeros

Prototipo de captura de imágenes para manejo de suministros en líneas de producción

Patricia Galván Morales
Tecnológico Nacional de México en Celaya
Departamento de Sistemas y Computación Av. Tecnológico esq. Antonio García C. C.P. 38010, Celaya, Gto.
patricia.galvan@itcelaya.edu.mx

Marco Ubaldo Flores Ayala
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato - Silao km 12.5 Colonia El Copal
C.P. 36821, Irapuato, Gto.
LIS17110361@irapuato.tecnm.mx

Resumen — El proyecto consiste en la creación de un prototipo de captura de imágenes en dos dimensiones, utilizando herramientas de captura de bajo costo para el procesamiento automático de reconocimiento de zona y descripción de imágenes en semáforo rojo, amarillo y verde, que permita evaluar la logística y disponibilidad de materiales en almacén para suministro en una línea de producción mediante análisis de visión artificial disponibles y el transporte seguro en la red.

Abstract — The project consists of the creation of a two-dimensional image capture prototype, using low-cost capture tools for the automatic processing of area recognition and description of images in red, yellow and green traffic lights, which allows to evaluate the logistics and availability of materials in warehouse for supply on a production line through available machine vision analysis and safe transport on the network.

Palabras clave — Captura de imágenes, logística, inventario.

Keywords — Image capture, logistics, inventory.

I. Introducción

En la cuarta revolución industrial se generaron un conjunto de soluciones prácticas para actividades cotidianas en todo tipo de empresa y en general, en la sociedad. La industria de la manufactura ha adoptado cada vez más soluciones que faciliten la producción y productividad.

El año 2020 será recordado con mucho por marcar un evento que impactó hasta la más mínima actividad de la vida productiva y social, la pandemia por COVID 19 aceleró la urgencia de soluciones que por un lado permitan la continuación de los trabajos de producción y, por otro lado, que restringiera el contacto personal de los trabajadores para evitar contagio pero que siguieran siendo productivos.

Antes de la denominada pandemia, ya se había detectado la necesidad de mejorar la logistica de suministro de las mesas de armado de productos, que permitiesen optimizar los tiempos de los trabajadores de las líneas de ensamble.

En el proceso de suministro de las líneas de ensamble siempre hay una cantidad de partes que son las que el obrero tendrá que ir ubicando en el producto que se está armando. Cada mesa debe tener suficiente cantidad de partes. Cuando faltan partes se debe prestar atención a los tiempos que los trabajadores dejaran de trabajar debido a un faltante en su mesa.

El proyecto plantea como crear una solución barata y accesible a traves de visión con un a imagen captada por web cam mediante una aplicación instalada en raspberry pi que indique en un semaforo simple de 3 colores si los suministros llenan totalmente la mesa (verde), están parcialmente (amarillo) o si hay vacíos en la mesa (rojo) para que en tiempo real se envíe en la red el aviso al almacén y se entregue el suministro adecuado para los modelos de producción que se están ensamblando.

Para que el transporte de datos entre la cámara y la red se genere en forma natural solo se precisa que haya un protocolo de envío y recepción, sin embargo, es importante que haya garantía en el envío y seguridad de recepción, se recomienda el uso de una vpn.

II. Marco teórico

El IoT (Internet of Things) o el Internet de las cosas ha adquirido gran resonancia en los diversos medios informativos y redes sociales no solo como una extensión y utilidad del Internet sino como un pilar de la propuesta a la transformación en la Revolución Industrial 4.0

La cuarta revolución industrial (llamada Industry 4.0 en Europa y Smart Industry en EU) está dirigida por el sector automotriz, éste cambio radical del modelo industrial y pronto en otros sectores. Para las PyMES (que tienen 2/3 de los empleados a nivel mundial) el esfuerzo de la transición puede ser apabullante, por lo tanto es vital para ellos encontrar la solución correcto y obtenerla lo antes posible.

IoT en procesos industriales, integración de CPS (Cyber – Physical Systems) horizontalmente en la cadena de valor y y verticalmente desde sensores de parámetros de procesos en tiempo real para la toma de decisiones. En el modelo de la industria Data – Centric lo más relevante es el Big Data y el Advanced Analytics.

En un reporte de Industry 4.0 , Tecnalia (Tecnalia - Inspiring Business, 2016) lista las seis tendencias para las empresas del futuro:

1. Disponibilidad de nuevas tecnologías (Will, 2018)
2. La escases de recursos naturales
3. Sustentabilidad del medioambiente
4. El envejecimiento y el retiro tardío
5. La especialización del staff en áreas específicas
6. Personalización vs producción serial

Para que el transporte de datos entre los sensores y la nube se de en forma natural solo se precisa que haya un protocolo de envío y recepción, sin embargo, es importante que haya garantía en el envío y seguridad de recepción. El uso de VPN con la tecnología de la adquisición de datos y su posterior envío al servicio (y por ende servidor) que reciba en forma confiable y con algún algoritmo de encriptación de datos para que se haga análisis en tiempo real y para cimentar una plataforma de big data y virtualización de procesos.

La computación en nube se ha convertido en una gran solución para proporcionar una solución flexible, bajo demanda, y de una infraestructura de computación dinámicamente escalable para muchas aplicaciones. La computación en la nube también presenta tendencias tecnológicas significativas, y obviamente que está remodelando los procesos y el mercado de las TIC. (Furht & Escalante, 2010)

La computación en la nube puede verse como una colección de servicios que pueden ser representados en un modelo en capas (ver figura 1).

Figura 1. Arquitectura en capas de la computación en la nube. Fuente (Furht & Escalante, 2010).

La capacidad de cada capa desarrollada en una aplicación prototipo nos permite ver la utilidad de las empresas acorde a sus necesidades de almacenamiento y disponibilidad en ambientes móviles y ubicuos. Por otra parte los sistemas embebido es un sistema electrónico diseñado para realizar funciones de acuerdo a un estimulo externo en tiempo real, según sea el caso y se diseñan para cubrir necesidades específicas en el tiempo adecuado y para el cual fueron programados, hay que tener en cuenta qué las respuestas correctas pero tardías son erróneas. La mayoría de los sistemas embebidos son de tiempo real (real-time) y la mayoría de los sistemas de tiempo real son embebidos. (Peters, 2007)

Existe una clasificación de cuatro sistemas en tiempo real (Peters, 2007):

Duro (hard), el tiempo de respuesta debe ser exacto sino conduce a la pérdida potencial de la vida y / o a grandes daños financieros

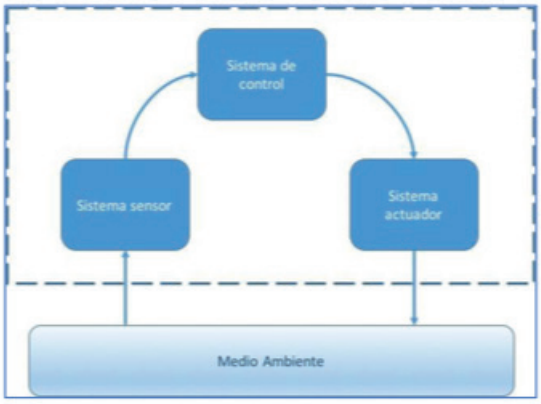
Suave (soft), el tiempo de respuesta puede ser rebasado o no exacto, esto es tolerado pero no deseable.

Firme (firm), la respuesta computacional se convierte en obsoleta si el trabajo no se ha terminado en tiempo.

Débilmente duro (weakly hard), se debe cumplir el plazo de entrega.

El esquema general de un sistema en tiempo real se muestra en la figura 2 (Burns & Wellings, 2001), donde se denota la importancia del medio ambiente como un dotador de información para un sistema de adquisición de datos en tiempo real.

Figura 2. Esquema general de un sistema en tiempo real. Fuente (Burns & Wellings, 2001).



III. Metodología

La metodología aplicada se divide en dos direcciones, una corresponde a un proceso de ciencia aplicada en donde se unen los elementos tecnológicos pertenecientes al estado de la técnica, lo cual se complementará con el desarrollo de los componentes de integración requeridos, lo cual se realiza bajo un proceso de seis etapas (Kendall & Kendall, 2011):

1. Análisis de necesidades a cubrir.
2. Diseño del componente requerido.
3. Desarrollo del componente.
4. Pruebas unitarias para validar la funcionalidad local.
5. Pruebas de integración para verificar la funcionalidad global.
6. Adición de la experiencia al banco de conocimiento del proyecto.

En otra dirección está el proceso de datos bajo el enfoque cuantitativo, el cual será de tipo secuencial y probatorio. En ese contexto, el proceso metodológico por aplicar comprende las siguientes fases (Hernandez-Sampieri, Fernández, & Baptista, 2010):

Fase I: Conceptualización del problema. Fase II: Diseño experimental.

Fase III: Obtención y análisis de evidencia.

La integración de aplicaciones a través de diferentes métodos de adquisición de datos en el dispositivo mediante la captura de imagen permitirá tomar decisiones de procesos en tiempo real.

IV. Resultados

Para entender el funcionamiento del prototipo se desglosará el scratch completo, donde, se explicará la función de cada una de las partes:

Figura 3. Sección de inicio. Pestañas donde se encuentran las funciones.

Para poder iniciar con el código, se debe seleccionar la pestaña “presionar”
Para activar la cámara, seleccionar las pestañas que se ven de color turquesa (Figura 3) estas se encuentran en la pestaña “sensor de video”.
“Fijar efecto”, sirve para darle tonalidad al puntero.

Figura 4. Detección y conteo de colores.

Esta sección cuenta con 3 condiciones:
Condición 1: para que el programa pueda realizar el conteo se usaron pestañas de “decisiones”, teniendo como condición principal detectar una tonalidad de color, siendo esto lo que permite contabilizar la variable (pza1) dentro de la decisión.
Condición 2: realizar un llamado de atención es objetivo de la segunda condición, si la variable iguala o supera el límite de piezas establecido para evitar el desabasto de la mesa de ensamblado generará un mensaje “RED”:

Figura 5. Advertencia de desabasto de piezas.

Al generar el mensaje “RED” por la condición 2 se ejecuta un código (Figura 5) cuyo propósito de este es mandar un mensaje a la persona solicitando que resurta las piezas faltantes que ha utilizado.
Este mensaje dejará de aparecer hasta que la variable “pza1” sea igual a 0.
Condición 3: permite regresar la variable a 0 por medio de detectores de color, el cual, al ser identificado por el programa genera un mensaje, “RELLENO”:

Figura 6. Reinicio de conteo.

Este proceso se repite para las “n” cantidad de piezas requeridas.

Figura 7. Conteo de pieza 2.

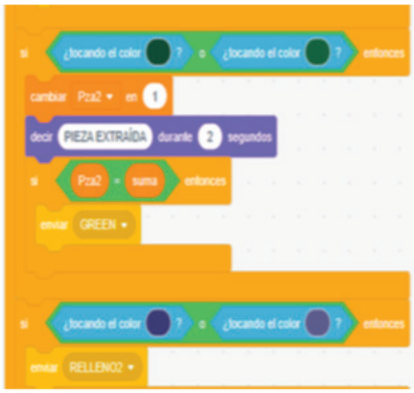


Figura 8. Conteo de pieza 3.

Figura 9. Arranque del programa.

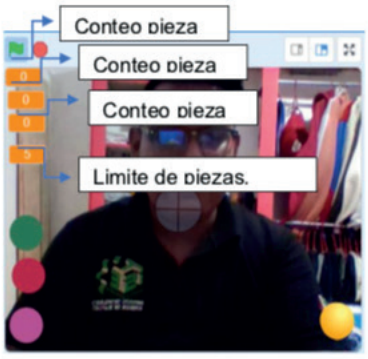
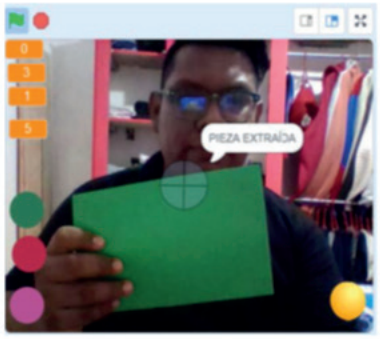


Figura 10. Conteo de pieza 3.



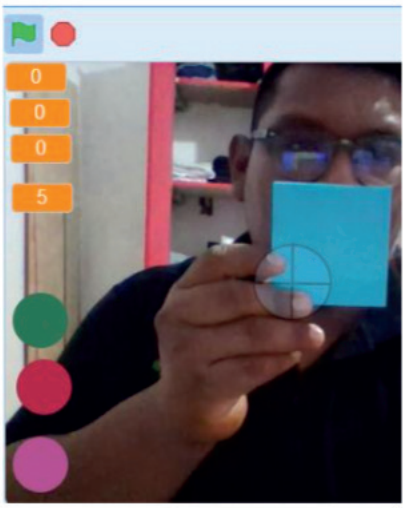
El programa al detectar el color con el puntero muestra un mensaje notificando que la pieza ha sido contabilizada, reflejándose en la esquina superior derecha Figura 10.

Figura 11. Mensaje de advertencia.

Cuando las piezas igualan o superan las piezas permitidas el programa manda un mensaje donde advierte que debe resurtir la mesa Figura 11, en caso a haber terminado, debe reiniciar el conteo.
Para reiniciar el conteo se debe pasar una hoja azul Figura 12.

V. Conclusiones

Figura 12. Reinicio del conteo de la pieza 2.



En este proyecto denominado "Prototipo de captura de imágenes para manejo de suministros en líneas de producción" se propuso y realizó la implementación de un sistema de manejo de semaforo para el aviso de faltantes en el suministro de una mesa de armado de productos.
Con la finalidad de proponer una solución simple que pueda ser adaptada con dispositivos que pueden variar en precio y formato, pero adaptables entre si para otorgar una solución de apoyo a las empresas de manufactura acorde a las demandas de la industria 4.0.
Las habilidades y conocimientos del alumno y la investigadora permitieron llevar a cabo el proyecto con resultados positivos, logrando que el prototipo sea funcional y se pueda implementar dentro de las líneas de producción.

VI. Reconocimientos

Reconocemos el esfuerzo de crear la plataforma de comunicación entre Instituciones de Educación Superior para la generación de ciencia y tecnología en condiciones virtuales. La participación del Tecnológico Nacional de México en Celaya y el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Irapuato, ambos pertenecientes al Tecnologico Nacional de México.

Referencias

[1] Aguilar, L. J. (2011). Computacion en la Nube e Innovaciones Tecnologicas. El Agora de Latinoamérica [Revista electrónica]. Recuperado de https://goo.gl/gQzJzP
[2] Carrera, M. (2015). Las tecnologias de la informacion y la comunicacion. RevTecnol.
[3] Del Vecchio, J. F., Paternina, F. J., Henríquez, C. (2015). La computacion en la nube: un modelo para el desarrollo de las empresas. Prospect, vol. 13, núm. 2. Colombia: Universidad Autónoma del Caribe. Recuperado de http://www.redalyc.org/pdf/4962/496250642010.pdf

[4] Hernández, R., Fernández, C., Baptista, M. (2014). Metodología de la Investigación. 6a edición. México: Mc Graw Hill.
[5] G. Will, Industria Riqueza, Gald, Will. Industria 4.0: Riqueza, Ciudadanía y Estado, Washington: Ed. Kindle, 2018.
[6] Osores, M. (2013, diciembre). Software as a Service: Oportunidad para pymes en América Latina. TechTarget. Recuperado de https://goo.gl/cTD7BX
[7] Tecnalia - Inspiring Business, «FÁBRICA DEL FUTURO - Diseñada para progresar,» 2016. [En línea]. Available: https://www.tecnalia.com/es/. [Último acceso: 01 10 2018].
[8] Villafranco, G. (2015, octubre 30). Cómputo en la nube, ¿herramienta de veras útil para las pymes? Forbes México. Recuperado de https://goo.gl/dWQ8xP

Análisis bibliométrico: Uso del carbonizado de hueso en suelos

Melannie Montserrat Pedroza Jiménez
Universidad Autónoma de Aguascalientes
Avenida Universidad # 940, C.U., 20131 Aguascalientes, Ags.
mmpj2712@hotmail.com

Nahum Andrés Medellín Castillo
Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Álvaro Obregón 64, Centro, 78300 San Luis, S.L.P.
nahum.medellin@uaslp.mx

Resumen — En este documento se realizó un análisis bibliométrico utilizando la plataforma Dimensions en su versión gratuita, con las palabras clave "bone char on soil", con el objetivo de determinar el interés alrededor del uso del carbonizado de hueso en suelos con diversos propósitos, considerando que este material presenta una serie de propiedades que permiten solucionar problemáticas como la contaminación de suelos y la necesidad de fertilizantes alternativos. Del análisis de los datos obtenidos se observó un creciente interés por el estudio del carbonizado de hueso especialmente en áreas de las ciencias ambientales y un cambio de enfoque en los estudios. Además de estudiarse la relevancia y correlaciones entre autores, el número de publicaciones y país de origen.

Palabras clave — Carbonizado de hueso, suelos, análisis bibliométrico.

Abstract — On this document it is presented a bibliometric analysis carried out employing the Dimensions platform on its free version using as key words "bone char on soil" with the objective of finding out the interest surrounding the use of bone char on soil for different purposes, considering bone char presents a group of properties that allows it to solve problematics such as soils contamination and the necessity for alternative fertilizers. From the data analysis it was clear there was a growing interest for the study of bone char specially in environmental sciences and changing approaches of the studies along time. It was also studied the importance and correlations between authors, the number of publications and where were they published.

Keywords — Bone char, soils, bibliometric analysis.

I. Introducción

El estudio del suelo y su calidad son de gran importancia ya que es el factor ambiental más importante del que depende la vida humana (Zhao et al., 2020). La calidad del suelo no depende únicamente de los contaminantes sino también de su funcionalidad en el ecosistema y su capacidad de mantener la productividad biológica promoviendo la salud de plantas y animales (Bünemann et al., 2018). En la actualidad, fenómenos como el calentamiento global, la desertificación y la salinización de los suelos, junto con la creciente demanda alimenticia y la actividad humana han producido la degradación del suelo (Sajyan et al., 2020; Alaoui et al., 2020). Por lo anterior se han buscado alternativas que puedan dar solución a los problemas de desgaste y contaminación de suelos. Una de las nuevas alternativas que se están explorando es el carbonizado de hueso, el cual es producido mediante la pirólisis de hueso animal sin grasa y desgelatinizado; las condiciones de este proceso, así como los materiales base influyen en las propiedades del carbonizado de hueso (Amin, 2020). El interés en este material se debe a que presenta una oportunidad de solucionar problemáticas como la contaminación de suelos por metales pesados (Leinweber et al., 2019; Siebers et al., 2014), el uso y aprovechamiento de residuos generados en mataderos (Arvanitoyannis & Ladas, 2008) y los problemas de disponibilidad-agotamiento al ser un recurso no renovable y tener una distribución geopolítica desbalanceada de las fuentes minerales de fósforo para fertilizantes (Mahmoud et al., 2017; Sun et al., 2018; Morshedizad et al., 2018). De manera que en este estudio se busca observar la relevancia que los diversos usos del carbonizado de hueso (bone char) en el suelo, ha tomado en los últimos 20 años.

II. Materiales y métodos

Para el análisis bibliométrico se realizó una búsqueda utilizando Dimensions en su versión gratuita utilizando como palabras clave “bone char on soil”, limitando la búsqueda a la presencia de las palabras clave en el título o abstract, de manera que se asegure que el artículo es referente al tema. Los datos fueron extraídos el 15 de julio de 2021 y se analizó el número de publicaciones (artículos y capítulos de libro) respecto al tema realizadas en los últimos 20 años (2001-2021), los autores con el mayor número de publicaciones referentes al tema, las revistas en las que se han publicado los documentos y las áreas de investigación a las que corresponden. También, se analizaron las relaciones entre autores por co-autoría y de las palabras con co-ocurrencia más relevantes, utilizando para esto el programa gratuito VOSviewer en su versión 1.6.17, esto con los datos descargables en Dimensions los cuales son arrojados en un formato compatible con el programa.

III. Resultados y discusión

En los últimos 20 años en Dimensions se registraron 36 documentos relacionados a la búsqueda realizada, entre los que se encuentran 33 artículos (91.67 %) y 3 capítulos de libro (8.33 %), esto tiene sentido considerando que los artículos son la principal forma de difusión de información científica (Maasen, 2016). De dichas publicaciones se encontró que las 5 fuentes donde se publicó más del tema fueron las revistas Environmental Engineering Science, Chemosphere, Journal of Plant Nutrition and Soil Science, Journal of Soil Science and Plant Nutrition y Acta Universitatis Sapientiae Agriculture and Environment, con dos publicaciones cada una; todas ellas revistas relacionadas a ciencias ambientales y del suelo. Considerando la naturaleza temática de las fuentes fue de esperarse que, tras analizar los campos temáticos de investigación, se observó una clara dominancia en el área de ciencias ambientales, seguida por la ingeniería, ciencias biológicas y ciencias de la agricultura y veterinarias (Fig. 2) donde se pueden encontrar artículos relativos a su uso en la mejora de suelos deficientes en fósforo, en la remoción de plomo, inmovilización de cadmio, uso en la biodegradación de petróleo crudo y otros efectos. En la Fig. 1 se puede observar la distribución de la publicación de dichos documentos por año donde se aprecia

un incremento en el número de publicaciones, reflejando la creciente atención que se le ha dado al uso y aplicación del carbonizado de hueso de diferentes animales en el suelo, especialmente en los últimos 5 años. Este creciente interés podría estar relacionado a la necesidad de encontrar alternativas amigables con el ambiente que aseguren la sustentabilidad, la búsqueda de aplicaciones para residuos animales cuyo uso es muy controlado tras la crisis de encefalopatía espongiforme siendo eliminados comúnmente por incineración o pirólisis (Vassilev et al., 2013); y a los resultados positivos que se han obtenido en estudios antes realizados.

En la Tabla 1 se muestran los 6 autores con el mayor número de publicaciones respecto al uso de carbonizado de hueso en suelos, de los cuales cuatro pertenecen a universidades alemanas, y tres de estas son de la University of Rostock, lo que podría indicar que en esta universidad existe un mayor interés sobre el tema. También, cabría destacar que, aunque Leinweber es el autor con mayor número de publicaciones, Zhu es quien posee la mayor cantidad de citas. Por otro lado, en la Fig. 3, se puede observar la correlación de los 25 autores con mayor interrelación por co-autoría en publicaciones referentes al uso del carbonizado de hueso en suelos. Este fue obtenido con apoyo de VOSviewer haciendo un análisis de co-autoría por autores, con un conteo total (Full counting), sin mínimo de documentos publicados o citas por autor, tomando en cuenta los 25 autores con mayor correlación. Esto permite determinar a los autores más relevantes y sus trabajos colaborativos con otros.

Fig. 1. Número de publicaciones relacionadas a la búsqueda "Bone char on soil" por año y según el tipo de publicación (artículo o capítulo de libro)

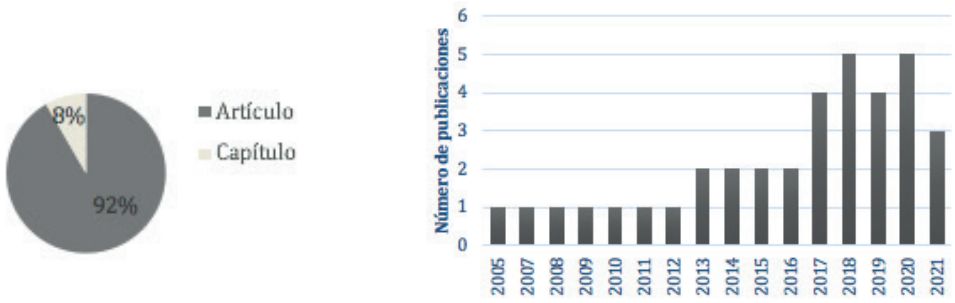


Fig. 2. Número de publicaciones según las distintas áreas de investigación

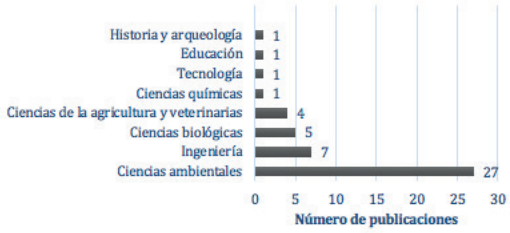


Tabla 1. Top 6 autores con mayor número de publicaciones de la temática

Nombre *Organización y país*	**Publicaciones**	**Citas**	**Media de citas**
Peter Leinweber *University of Rostock, Alemania*	7	65	9.29
Mohsen Morshedizad *University of Rostock, Alemania*	4	30	7.50
Dana Zimmer *University of Rostock, Alemania*	3	21	7.00
Yong-Guan Zhu *Institute of Urban Environment, China*	3	78	26.00
Abu El-Eyuoon Abu Zied Amin *Assiut University, Egipto*	3	3	1.00
Kerstin Panten *Federal Research Centre for Cultivated Plants, Alemania*	3	21	7.00

Adicionalmente, se realizó un análisis por co-ocurrencia de términos usando la configuración predeterminada por VOSviewer cambiando a un conteo total y con un mínimo de ocurrencias de término a 5 veces, resultando el mapa que se muestra en la Fig. 4. Este nos permite apreciar un desplazamiento en los enfoques que se le ha dado al uso de carbonizado de hueso pasando de un uso relacionado con la contaminación de suelos a la investigación centrada a su uso como fertilizante de fósforo como un material de bajo costo. Adicionalmente, se pueden observar correlaciones interesantes, por ejemplo, el "carbonizado de hueso animal" se relaciona con "solución", "contaminación del suelo", "metales pesados" "inmovilización", "biodisponibilidad", "nutrientes" y "bajo costo", esta última, a su vez, se relaciona con los términos "fertilizante de fosfato". Esto podría sugerir, que en los estudios realizados se ha relacionado el uso de este material como una solución económica para la contaminación de suelos con metales pesados involucrado en la inmovilización y biodisponibilidad de estos y de los nutrientes; así mismo se plantea como un fertilizante de fósforo de bajo.

Fig. 3. Mapa de correlación entre autores por co-autoría. Se muestran los autores en diferente color según el número promedio de citas y en diferente tamaño según el número de publicaciones.

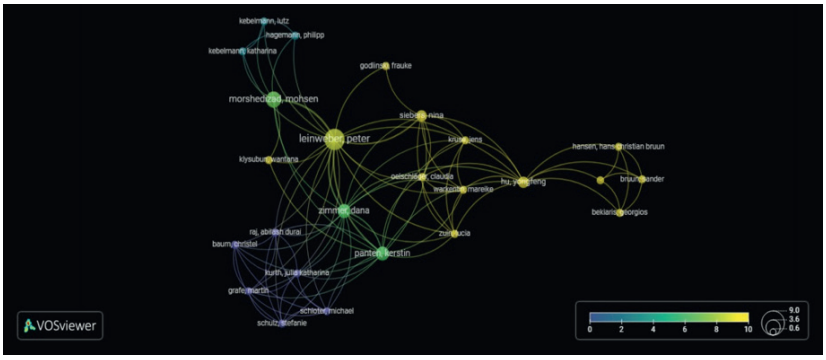
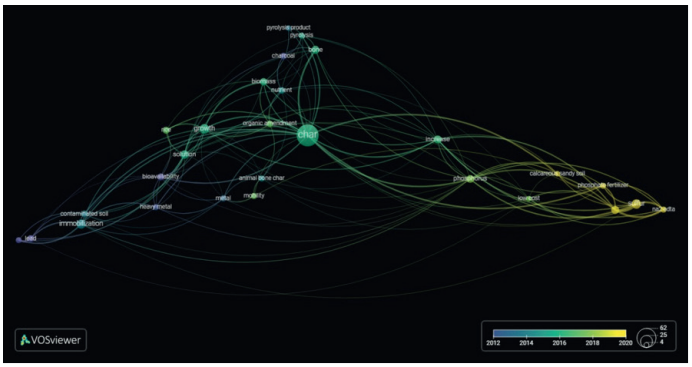


Fig. 4. En este mapa se puede observar cada término en mayor tamaño según su ocurrencia y en diferente color de acuerdo con un promedio de año de publicación de los artículos en que aparece.



IV. Conclusiones y recomendaciones

En este estudio se ha demostrado que existe un creciente interés en el estudio del uso del carbonizado de hueso en suelos y sus efectos tanto positivos como negativos, considerando en que es un recurso renovable, económico y fácil de conseguir que, al no aprovecharse representa un problema por ser un desecho que requiere de tratamiento. También, se observó el cambio de enfoque que se le ha dado a la investigación con el paso de los años al observar el cambio en la co-ocurrencia de términos relevantes en los artículos. Estudios más profundos pueden

realizarse para identificar los países con mayor interés en la temática y comprobar si esto tiene relación con la búsqueda de alternativas amigables con el ambiente para solucionar problemas locales, además de observar de forma más específica que tipo de aplicaciones (remediación, fertilizantes, mejoramiento de las propiedades del suelo u otras) son las más investigadas.

V. Reconocimientos (o agradecimientos)

Se agradece profundamente al Dr Nahum Andres Medellin Castillo y al M. en C. Sergio Armando Cruz Briano por la oportunidad de participar en este 23 Verano de la Ciencia Región Centro bajo su tutela. Al igual que a la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y a la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

VI. Referencias

Zhao, H., Huang, X., Liu, F., Hu, X., Zhao, X., Wang, L., Gao, P. & Ji, P. (2020). A two-year field study of using a new material for remediation of cadmium contaminated paddy soil. Environmental Pollution. 263: 114614. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114614

Bünemann, E.K., Bongiorno, G., Bai, Z., Creamer, R.E., Deyn, G.D, de Geode, R., Fleskens, L., Geissen, V., Kuyper, T.W., Mäder, P., Pulleman, M., Sukkel, W., van Groenigen, J.W., Brussaard, L. (2018). Soil quality: a critical review. Soil Biology and Biochemistry. 120: 105-125. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.01.030

Sajyan, T.K., Alturki, S.M. & Sassine, Y.N. (2020). Nano-fertilizers and their impact on vegetables: Contribution of Nano-chelate Super Plus ZFM and Lithovit®-standard to improve salt-tolerance of pepper Annals of Agricultural Sciences. 65: 200-208.

Alaoui, A., Barão, L., Ferreira, C.S., Schwilch, G., Basch, G., García, F., Morugan, A., Mataix, J., Kosmas, C., Glavan, M., Szabó, B., Hermann, T., Petrutza, O., Lipiec, J., Frac, M., Reintam, E., Xu, M., Di, J., Fan, H., Sukkel, W., Lemesle, J., Geissen, V. & Fleskens, L. (2020). Visual assessment of the impact of agricultural management practices on soil quality. Agronomy Journal. 112: 2608– 2623. https://doi.org/10.1002/agj2.20216

Amin, A.E. (2020). Sulfur, Na2-EDTA and their mixture effects on phosphorus release from cow bone char in P-poor sandy soil. Environmental Technology & Innovartion. 17: 100636. https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.100636

Leinweber, P., Hagemann, P., Kebelman, L., Kebelman, K. & Morshedizad, M. (2019). Bonechar as a novel phosphorus fertilizer. En Ohtake, H. & Tsuneda, S. (Eds). Phosphorus Recovery and recycling. (pp 419-432). Springer Nature.

Siebers, N., Godlinski, F. & Leinweber, P. (2014). Bone char as phosphorus fertilizer involved in cadmium inmobilization in lettuce, wheat, and potato cropping. J. Plant Nutr. Soil Sci. 177:75-83. 10.1002/jpln.201300113

Arvanitoyannis, I.S. & Ladas, D. (2008). Meat waste treatment methods and potential uses. International Journal of Food Science and Technology. 43: 543-559

Mahmoud, A.H., Saleh, M.E. & El-Rafaey, A.A. (2017). Evaluation of poultry manure and acidified water for improving phosphorus utilization from bone char: a comparative study. Egypt J Soil Sci. 57 (2): 233-245.

Sun, D., Hale, L., Kar, G., Soolanayakanahally, R. & Adl, S. (2018). Phosphorus recovery and reuse bay pyrolysis: Applications for agriculture and environment. Chemosphere. 194: 682-691. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.12.035

Morshedizad, M., Panten, K., Klysubun, W. & Leinweber, P. (2018). Bone char effects on soil: sequential fractionations and XANES spectroscopy. Soil. 4: 23-35. https://doi.org/10.5194/soil-4-23-2018

Maasen, S. (2016). Bibliometric analysis of research on wastewater irrigation during 1991-2014. Irrigation and Drainage. 65: 644-653. 10.1002/ird.1981

Vassilev, N., Marthos, E., Mendes, G., Martos, V. & Vassileva, M. (2013). Biochar of animal origin: a sustaninable solution to the global problem of high-grade rock phosphate scarcity? J sci food agric. 93: 1799-1804. 10.1002/jsfa.6130

Real time programming for human motion

Oliver Alejandro Mendiola Barrón
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato-Silao km 12.5 El Copal 36821.
lis17110238@irapuato.tecnm.mx ,
lis17110587@irapuato.tecnm.mx

Miroslava Cano Lara
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Carretera Irapuato-Silao km 12.5 El Copal 36821.
miroslava.cl@irapuato.tecnm.mx

Resumen — En este trabajo se presenta el desarrollo de un sistema de detección de rostros, el cual utiliza el lenguaje de programación "Python". Utilizando la librería openCV compuesta de varios algoritmos que fueron entrenados para obtener resultados más precisos.

La primera parte del desarrollo como parámetro de entrada se utilizan fotografías para observar y analizar los resultados obtenidos. Una vez que se obtuvieron los resultados esperados, la segunda parte del desarrollo fue aplicar la detección de rostros en tiempo real tomando en cuenta las condiciones que se presentan en el entorno que rodea al usuario.

Palabras clave — Python, OpenCV, detección de rostro, tiempo real.

Abstract — This work presents the development of a face detection system, which uses the programming language "Python". Using the openCV library composed of several algorithms that were trained to obtain more precise results.The first part of the development as an input parameter, photographs are used to observe and analyze the results obtained. Once the expected results were obtained, the second part of the development was to apply face detection in real time taking into account the conditions that arise in the environment around the user.

Keywords — Python, OpenCV, face detection, real time.

I. Introducción

La visión artificial es una disciplina científica que incluye métodos para adquirir, procesar y analizar imágenes del mundo real con el fin de producir información que pueda ser tratada por una máquina. Una manera simple de comprender este sistema es basarnos en nuestros propios sentidos. Los humanos usamos nuestros ojos para comprender el mundo que nos rodea, y la visión artificial trata de producir ese mismo efecto en máquinas. Éstas podrán percibir y entender una imagen o secuencia de imágenes y actuar según convenga en una determinada situación. La comprensión en los dispositivos se consigue gracias a una descomposición de la imagen en pequeños fragmentos (píxeles) y en su posterior estudio.

II. Marco teórico

El algoritmo necesita imágenes positivas (imágenes de rostros) e imágenes negativas (imágenes sin rostros) para entrenar al clasificador. Se requiere extraer características de él. Son como nuestro núcleo convolucional. Cada característica es un valor único obtenido al restar la suma de píxeles debajo del rectángulo blanco de la suma de píxeles debajo del rectángulo negro (figura 1).

ScaleFactor: Si se ingresa 1.1, quiere decir que se va a ir reduciendo la imagen en 10%, con 1.3 se reducirá 30%, creando de esta manera una pirámide de imágenes. Si se asigna un número muy alto, se pierden algunas detecciones. Mientras que para valores muy pequeños como por ejemplo 1,01 (es decir reducir en un 1% la imagen), pueden incrementar los falsos positivos (que son detecciones presentadas como objetos u rostros, pero que en realidad no lo son). Esto es debido al tamaño que presenten los rostros en la imagen, unos pueden ocupar mayor o menor área que otros, por lo que para que se trate de detectar todos en sus distintos tamaños se aplica la pirámide de imágenes (figura 2).

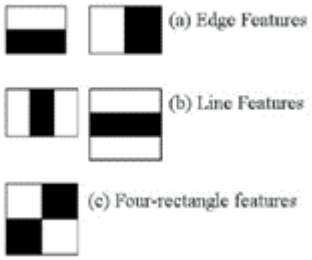
MinNeighbors: Este parámetro especifíca cuántos vecinos debe tener cada rectángulo candidato para retenerlo, o el número mínimo de cuadros delimitadores o vecinos que debe tener un rostro para que detectado como tal (figura 3).

MinSize: Este parámetro indica el tamaño mínimo posible del objeto. Objetos más pequeños son ignorados.

MaxSize: Este parámetro indica el tamaño máximo posible del objeto. Objetos más grandes son ignorados.

Figura 1. Proceso de extracción de características

Figura 2. Pirámide de imágenes.



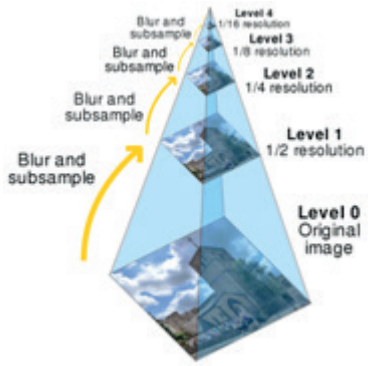
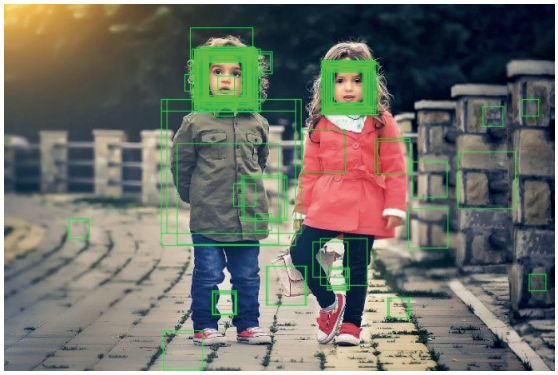


Figura 3. Conflicto de detección de rostro.



III. Materiales y métodos

En la identificación de rostros a través de fotografía la primera sección del algoritmo requiere de la librería openCv con las herramientas necesarias para manejar elementos gráficos, como imágenes y video, perteneciente al entorno de programación phyton, seguido de un llamado al pre-entrenador que previamente al igual que la imagen a analizar deberán estar almacenados en la misma carpeta, así se asignan a un nombre identificador. Las imágenes usadas fueron capturadas con la cámara de un dispositivo móvil de 16 Mega píxeles.

Ahora el procesamiento de imagen al pasar la imagen a escala de grises, se inicia con la estructura de los argumentos (con una escala de factor de 1.5 reduciéndola 50%, un mínimo de vecinos de 5, con áreas que radiquen dentro del mínimo de 30 por 30 hasta 200 por 200) que permiten identificar las características que debe tener un rostro para que se reconozca como tal. La segunda etapa está constituida en la primera sección por la declaración de biblioteca, el pre-entrenador y además de realizar comunicación con la cámara de 16 mega pixeles perteneciente a un dispositivo móvil para su apertura.

La segunda sección consta de la lectura de la cámara del dispositivo móvil conectado al equipo de cómputo, la presencia de solo dos argumentos (la escala a 1.3 y con un mínimo de 5 vecinos, en este caso no se le adjunto los parámetros faltantes ya que presentaba falsos positivos recurrentes) en la función que realiza las escalas, encuadrando los rostros encontrados en tiempo real con las coordenadas que realizan el barrido. Mostrando el video en tiempo real de salida.

IV. Resultados

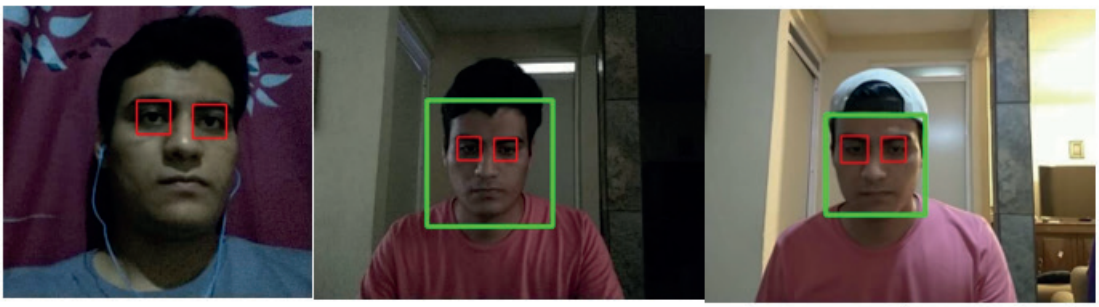
Para los resultados fueron trabajados con los mismos estudiantes del proyecto. Se logra percibir en un tiempo de unos cuantos segundos la detección del rostro. Considerando que puede aplicar en movimiento y en forma estatica. El recuadro verde, señala la región del rostro (figura 4).

Figura 4. Imágenes de salida al aplicarse en fotografías

```python
import cv2 as cv

camara = cv.VideoCapture(1)
faceClassis = cv.CascadeClassifier('haarcascade_frontalface_default.xml')
eye_cascade = cv.CascadeClassifier('haarcascade_eye.xml')

while True:
    ret,frame = camara.read()
    gray = cv.cvtColor(frame, cv.COLOR_BGR2GRAY)
    faces = faceClassis.detectMultiScale(gray,1.3, 4)


    for (x,y,w,h) in faces:
        cv.rectangle(frame,(x,y),(x+w,y+h),(0,255,0),6)
        roi_gray = gray[y:y+h, x:x+w]
        roi_color = frame[y:y+h, x:x+w]
        eyes = eye_cascade.detectMultiScale(roi_gray, 1.2, 5)
        for(ex, ey, ew, eh) in eyes:
            cv.rectangle(roi_color, (ex, ey), (ex+ew, ey+eh), (0, 0, 255),2)


    cv.imshow('video',frame)
    if cv.waitKey(1) & 0xFF==ord('x'):
        cv.imwrite('captura2.png', frame)
        break
```

***Figura 5**. Código empleado en el algoritmo detección de rostros y ojos*

Figura 6. Capturas tomadas durante la detección de rostro en tiempo real, a) Primera prueba aplicada a detección de ojo, b) rostro descubierto y poca iluminación, c) Rostro descubierta una mayor iluminación y evitando el uso de lentes para no provocar falsos positivos en el área de los ojos



a) b) c)

V. Análisis de resultados

La implementación del sistema de reconocimiento facial creado en base del pre entrenador de la serie de algoritmos que ofrece OpenCV, este sistema primeramente empleado en fotografías resulto más complejo en cuestión de establecer los parámetros para que los rostros tuvieran los rasgos característicos necesarios, como área ocupada por los mismos, vecinos máximos y mínimos que determinan con base a la escala que se le haya otorgado los falsos positivos que podría presentar la fotografía analizada. En relación con el análisis en tiempo real los parámetros mencionados como distancia en relación del sujeto plasmado en la fotografía no fueron relevantes ya que acceder a la cámara del equipo se logra obtener un cuadro fijo en consideración con los acercamientos que presentaban algunas fotografías, parámetros como escala y vecinos próximos son suficientes para que el sistema no detecte la presencia de falsos positivos o no pueda analizar el área que las facciones faciales comprenden.

VI. Conclusiones

El sistema de visión aprende a desarrollar las habilidades necesarias para identificar uno o varios rostros en escenarios distintos, con variaciones en distancia, luz o algunos objetos que cubran cierta área de los rostros, además de presentar falsos positivos sin ser intermitentes ya que estos radican en el movimiento que el usuario realice ya que ante un movimiento brusco y rápido en su afán por encontrar deprisa el rostro el sistema comienza a rastrear áreas que sean similares con las que el ya tenia comprendido por un rostro.

VII. Reconocimientos

Expresamos nuestro agradecimiento a la doctora Miroslava Cano Lara por permitirnos la oportunidad de participar y es un privilegio haber realizado estancia de verano.

Referencias

[1] Solano, G. (2020, 21 enero). Detección de rostros. OMES. https://omes-va.com/deteccion-de-rostros-con-haar-cascades-python-opencv/

[2] Paul Viola y Michael J. Jones. Detección de rostros robusta en tiempo real. Revista Internacional de Visión por Computador, 57 (2): 137-154, 2004.

[3] Rainer Lienhart y Jochen Maydt. Un conjunto extendido de funciones similares a haar para la detección rápida de objetos. En procesamiento de imágenes. 2002. Actas. Conferencia Internacional sobre 2002, volumen 1, páginas I-900.

[4] Hong, K. (2014). OBJECT DETECTION: FACE DETECTION USING HAAR CASCADE CLASSFIERS. BogoToBogo. https://www.bogotobogo.com/python/OpenCV_Python/python_opencv3_Image_Object_Detection_Face_Detection_Haar_Cascade_Classifiers.php

[5] Tiwari, S. (2016). Reconocimiento facial con Python. Real Python. https://realpython.com/face-recognition-with-python/

[6] Bin Wang y Piotr Dudek. Un algoritmo de resta de fondo de autoajuste rápido. En Talleres de reconocimiento de patrones y visión por computadora (CVPRW), Conferencia IEEE 2014, páginas 401–404. IEEE, 2014.

Tratamiento de un mineral con ácido acético para la obtención de compuestos formadores de cerámicos magnéticos

Siria Monserrath Ozoria Martinez.
UADEC, Facultad de Metalurgia. Carretera 57 km 5, Monclova, Coahuila.
sozoria@uadec.edu.mx

Ma. Gloria Rosales Sosa
UADEC, Facultad de Metalurgia.
Carretera 57 km 5, Monclova, Coahuila.
mrosales@uadec.edu.mx

Resumen — Muestras de mineral de caliza fueron molidas hasta un tamaño menor de 200 mallas, posteriormente fueron lixiviadas en ácido acético al 10, 20 y 30% (ácido acético-agua destilada), a una temperatura de 60 ºC y agitación magnética durante 15 minutos. Después las muestras fueron filtradas, lavadas y secadas. El carbonato de calcio obtenido se puso a reaccionar con magnetita en estado sólido a una temperatura de 745°C. El ácido acético es un buen lixiviante. Los productos fueron caracterizados por fluorescencia de rayos x y difracción de rayos x.

Palabras clave —Mineral de caliza, ácido acético, lixiviación, .

Abstract — Limestone mineral samples were ground to a size of less than 200 mesh, later they were leached in 10, 20 and 30% acetic acid (acetic acid-distilled water), at a temperature of 60 ° C and magnetic stirring for 15 minutes. The samples were then filtered, washed and dried. The calcium carbonate obtained was reacted with magnetite in the solid state at a temperature of 745 ° C. Acetic acid is a good leach. The products were characterized by x-ray fluorescence and x-ray diffraction.

Keywords — Limestone ore 1, acetic acid 2, leaching 3.

I. Introducción

Las características y usos del carbonato de calcio abarcan una amplia gama de posibilidades que incluyen, además, la farmacología y la nutrición. Su fórmula química es CaCO3 y se encuentra de modo muy frecuente en la naturaleza, en caparazones y conchas de algunos animales marinos o en rocas, resultando su elemento esencial. El carbonato de calcio en forma natural sufre un complejo proceso químico hasta que adquiere la forma en que es comercializado. En la industria de plásticos y hules es apreciado por su elevado rango de blancura, elevada pu-

reza, baja abrasividad y ventajas en cuanto a su precio. Los usos del carbonato de calcio en este sector se aplican al PVC rígido y plastificado, polietileno, polipropileno y algunas resinas de poliéster, además de otras clases de plásticos. La inclusión de este compuesto en esta industria obedece, entre otras características, a su poca absorción de plastificante y óptima capacidad para dispersarse.
En la industria del caucho, el carbonato de calcio se usa para conservar la maleabilidad y dotar de resistencia al caucho. Por otra parte, una de las características del carbonato de calcio es que reduce el envejecimiento de los cauchos, además de resultar provechoso en lo económico al disminuir el coste que conllevan las resinas.

II. Marco teórico

La caliza es una roca sedimentaria porosa formada por carbonatos, principalmente carbonato de calcio. Cuando tiene alta proporción de carbonatos de magnesio se le conoce como dolomita. La roca caliza tiene una gran resistencia a la meteorización, eso ha permitido que muchas esculturas y edificios de la antigüedad tallados en dichas rocas hayan llegado hasta nosotros. Sin embargo, la acción del agua de lluvia y ríos provoca la disolución de la caliza, creando un tipo de erosión característica denominada kárstica. La roca caliza es un componente importante del cemento usado en las construcciones modernas. Orgánico, de Briozoos, fango calizo caracterizado por las estructuras en red de briozoos fosilizados. La matriz de un grano fino y textura regular. La caliza, roca compuesta aproximadamente por un porcentaje superior al 70% de CaC01 y cantidades variables de impurezas, se utiliza extensamente en forma natural para el encalado de suelos y otras aplicaciones. Asimismo, constituye la materia prima usada para producir carbonato de calcio precipitado y otros productos de mayor valor agregado (Romano, 2006). La clasificación de las calizas se realiza en base a su composición y contenidos de impurezas, aquellas que poseen entre 1 o 2 % de Mgü se denominan magnesianas mientras que, si la proporción se encuentra entre 7 y 22 % reciben el nombre de dolomitas, carbonato doble de calcio y magnesio. El material calcáreo conformado por 25 %a 75 %de CaC01 y como contaminantes material arcilloso y sílice, se conocen como calizas margas (Bordas, 1969).
Carbonato de calcio, magnesio y potasio. Tiene muchas sustancias nutritivas. Cristales romboédricos, escalenoédricos y prismáticos, a veces combinaciones de estas; normalmente concrecionada estalactita, psolífica, fibrosas y laminares; frecuentes maclas y variadas. El ácido acético, también llamado ácido metilcarboxílico o ácido etanoico, es una sustancia orgánica presente en la composición del vinagre, responsable de su típico olor y sabor agrio. El ácido acético pertenece a los ácidos carboxílicos (caracterizados por la presencia de un grupo químico funcional carboxilo: -COOH), y se lo suele ubicar en las clasificaciones entre el ácido fórmico o metanoico (que posee un único átomo de carbono) y el ácido propanoico (que posee ya una cadena de tres átomos de carbono).
A la lixiviación también se la conoce como extracción sólido-líquido, ya que consiste en el uso de un disolvente líquido con un sólido pulverizado, una acción que permite la disolución de los elementos solubles del sólido. A través de lixiviación, en definitiva, es posible extraer solutos de un sólido gracias a la utilización de un disolvente líquido. Cuando las fases se contactan, los solutos se difunden al líquido, lográndose la separación.
En el terreno de la metalurgia, la lixiviación posibilita la extracción de especies útiles desde un mineral, usando reactivos que se encargan de su disolución. El cobre, la plata y el oro son metales que suelen extraerse mediante la lixiviación, que se puede llevar a cabo de distintas maneras (por agitación, en pilas, en botaderos, etc.).

III. Materiales y métodos

-Ácido acético. -Probeta. -Termómetro.
-Parrilla cimarec thermo scientific. -Agua destilada.
-Agitador magnético. - Vaso de precipitado 100 ml. -Imán.

A. Equipo

• Mufla marca Felisa
• Difractor de rayos X, Bruker D8 Advance
• Molino mecánico

B. Lixiviación:

En un vaso de precipitado se añadieron 100 ml de ácido acético-agua destilada(10%), la cual fue calentada hasta los 60 °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 100 ml de ácido acético-agua destilada(20%) posteriormente en otro vaso de precipitado se colocaron 100 ml de ácido acético-agua destilada(30%) se esperaron algunos minutos para que éste retomara la temperatura dicha, después se puso un imán debajo del vaso para que este empezara a separar el mineral y después quitar e exceso de agua destilada con un proceso de filtración dejando secar durante dos días. En la Fig. 1, se ilustra este procedimiento.

Fig. 1. Proceso de Lixiviación

Una vez obtenida, se deja reposar a temperatura ambiente formándose un sólido, el cual se molió .obteniéndose aproximadamente 10 gramos de caliza lixiviada. Posteriormente se le dio un tratamiento térmico a 745°C por 6 horas, tratando de obtener la ferrita de calcio, en el horno mufla marca witeg, (Fig. 2).

Fig. 2. Tratamiento térmico a 745°C por 6 horas.

IV. Resultados

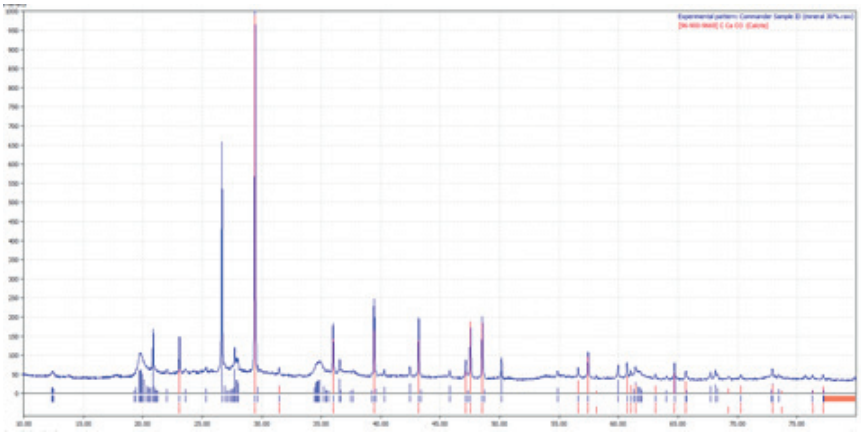
En la Tabla 1 podemos ver el análisis químico elemental principal del mineral, antes y después de la lixiviación . Como podemos notar, los elementos que se encuentran en mayor porcentaje, estos se mantienen, pero al observar el calcio, vemos que, si reaccionó con el ácido acético, puesto que hubo una disminución de este elemento, pero otras trazas de elementos fueron eliminadas.

Tabla 1. Análisis químico del mineral, antes y después de la lixiviación

Al	2.703	%	Al	2.713	%
Si	9.367	%	Si	9.6	%
K	2.264	%	K	2.411	%
Fe	6.436	%	Fe	6.973	%
Ti	0.555	%	Ti	0.58	%
Ca	19.052	%	Ca	14.15	%

En la fig. 3 podemos ver los resultados obtenidos del mineral que ha sido lixiviado con ácido acético al 30%., Apreciamos que los picos del difracto grama son coincidentes con la fase calcita (CaCO3), según software MATCH, 5.1, esta fase tiene estructura hexagonal (carta de entrada 969009669). Como se puede observar en el difracto grama la fase calcita se presenta en la mayoría de los picos, aunque también se observan picos de cuarzo y de cristobalita, que son compuestos a base de silicio y oxígeno, estos se presentan a ángulos 2 theta de 20.88, 26.66 y 50.19. En el Angulo dos theta de 29.50 se observa un compuesto de ferro silicio, según carta de entrada 969000481 de software Match. Los compuestos encontrados corresponden a los elementos de mayor porcentaje emitidos en el análisis químico por fluorescencia de rayos.

Fig. 3. Difracto grama del mineral lixiviado con ácido acético al 30%



Los resultados del tratamiento de la reacción entre la calcita y la magnetita a 745°Cpor 6 horas están pendientes de reportar.

V. Conclusiones

El ácido acético es un excelente componente cuando se trata de limpiar minerales, sin embargo, como pudimos observar el ácido acético reacciona con los compuestos de calcio, pues el mineral antes de ser tratado con ácido acético arrojó un 19% de calcio y después de ser tratado arrojó un 14% de calcio, haciendo notorio el ataque del vinagre al calcio.

VI. Agradecimientos

Agradezco a la Facultad de Metalurgia por permitirme el uso de sus instalaciones y asi elevar mi aprendizaje sobre diferentes temas de estudio e investigación, 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 y apoyo constante 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] S. Romero Vargas y E. Reguera, “Síntesis y caracterización de nanoferritas”. Articulo. CICATA-IPN México D. F., 2008.
[3] Dr. Regino Sáez Puche y Dra. María José Torralvo Fernández “Nanopartículas de ferrita estabilizadas o encapsuladas en matrices síntesis y comportamiento magnético” tesis (2018).
[4] Ministerio de Ciencia e Innovación & Consejo superior de investigaciones científicas. (s. f.). Magnetita. Museo Virtual de la Ciencia del CSIC. museovirtual.csic.es. Recuperado 14 de agosto de 2021, de http://museovirtual.csic.es/salas/magnetismo/biografias/magnetita.html

Sistema de Congestión Vehicular para monitoreo de rutas alternas

Piña García Jorge
Universidad Politécnica de Querétaro, Carretera Estatal 420 S/N
018027878@upq.edu.mx

Anaya Rivera Ely Karina
Universidad Politécnica de Querétaro, Carretera Estatal 420 S/N
karina.anaya@upq.mx

Resumen — En este trabajo se describe el desarrollo de un sistema de infraestructura inteligente para la detección de congestionamiento vehicular, a través de técnicas de visión artificial. El objetivo es obtener información del flujo vehícular, extraer los datos y categorizarlos, con la finalidad de analizar los patrones de comportamiento, entrenando al algoritmo para sugerir posibles rutas alternas. El congestionamiento vial es uno de los problemas que más afecta a la población, principalmente en tiempos de traslado, estrés y contaminación ambiental. La propuesta presentada, permite la optimización de tiempos dentro de zonas de alto tránsito, reducción de la aglomeración de automovilistas, mayor eficiencia, eficacia y rendimiento de las infraestructuras de transporte, por consiguiente, bajando los costos en mantenimiento de una red vial.

Palabras clave — Visión Artificial, Congestión Vehicular, Sistema de infraestructura inteligente.

Abstract — This work describes the development of an intelligent infrastructure system for the detection of vehicular congestion, through artificial vision techniques. The goal is to obtain information from the vehicular flow, extract data and categorize it, in order to analyze the patterns of behavior, training the algorithm to suggest possible alternative routers. Road congestion is one of the problems that most affects the population, mainly travels, stress and environment pollution. The proposal presented, allows the optimization of times within the areas with greater vehicular traffic, reduction of the agglomeration of motorists, greater efficiency, effectiveness and performance of transport infrastructures, therefore lowering the costs of maintaining a road network.

Keywords — Artificial Vision, Vehicular Congestion, intelligent infrastructure system.

I. Introducción

La detección de vehículos es un facilitador clave para la gestión de tránsito, el monitoreo de una red vial y la atención de incidentes. Algunos ejemplos de esto son la operación de una intersección semaforizada, la estrategia

de gestión de una autopista con límites de velocidad variables, el accionamiento de cámaras de video de violación de semáforo en rojo y barreras de control. En la mayoría de los casos los conductores no son conscientes de la existencia de los sistemas de detección vehicular, pero son afectados por sus resultados.
La detección de vehículos también es una herramienta esencial para la gestión de incidentes y el conteo de tránsito que puede complementar informes de los servicios de atención de emergencias y otras fuentes manuales de información.
El objetivo, será desarrollar e implementar un sistema de infraestructura inteligente para detección de congestionamiento vehicular, brindando una solución para la aglomeración de automovilistas; a través de un sistema telemático de detección y conteo de objetos empleando técnicas de visión artificial. La visualización de la información procesada se integrará en una interfaz gráfica para generar con facilidad la interpretación de los resultados por el usuario final.

II. Marco teórico

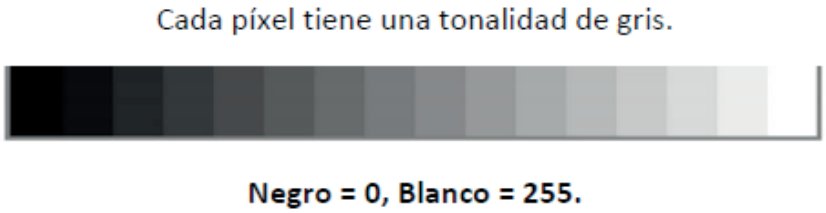
El uso de técnicas de detección automática resulta de utilidad. Las técnicas de detección automática utilizan información de sensores para monitorear constantemente el estado de operación de la misma y algoritmos que permiten identificar patrones asociados a la ocurrencia de incidentes [1]. El autor Acha Daza presenta algunas de las tecnologías comúnmente utilizadas para la recolección de información de tráfico, describiendo además sus ventajas y desventajas. Las tecnologías usadas pueden ser: circuitos inductivos, detectores activos infrarrojos, detectores pasivos infrarrojos y detectores de microondas, siendo los circuitos inductivos embebidos en el pavimento, por sus ventajas de costo, instalación y mantenimiento, los más comúnmente usados [2]. El mismo autor describe las llamadas nuevas tecnologías para lograr el mismo fin, entre las cuales se incluyen la identificación mediante dispositivos de radiofrecuencia (RFID), los dispositivos BlueTooth, los dispositivos WiFi, los sistemas de posicionamiento global (GPS), el uso de drones y la combinación de esas nuevas tecnologías.
Existen apps en el mercado que implementan sistemas remotos de monitoreo vehicular. Un ejemplo es Waze, app colaborativa y gratuita, en la que la comunidad de conductores que la emplean son los que avisan de las distintas situaciones que se pueden encontrar por el camino. Cada usuario puede añadir tantas alertas como considere oportuno, y también compartir otros puntos de interés, accesos, atajos, entre otros que podría beneficiar a otros conductores. Otro ejemplo muy conocido es Google Maps, la compañía ha incorporado la posibilidad de ver atascos y embotellamientos en tiempo real, además, ofrece información muy actualizada sobre el estado de las carreteras, puntos de interés, asimismo, puede emplearse como navegador GPS para llegar rápidamente al destino. Una aplicación que permite alimentarse de los comentarios de los usuarios es SocialDrive, comunidad social en la que los usuarios informan en la app sobre el estado de la carretera, controles policiales, ubicación de radares, etc. Cuenta con el permiso de la DGT para la gestión de la información.
La propuesta aquí presentada, cumple con un sistema de monitoreo de detección vehicular similar a las descritas previamente; recolectando la información predominante de la red vial y dando soporte a otras actividades de operación de la red. La base de un sistema de monitoreo de una red vial. La recolección de información oportuna, precisa y confiable del flujo de tránsito y estado de la carretera es un prerrequisito para alimentar el sistema, incluyendo la gestión del tránsito e incidentes.

III. Materiales y metodología

Para el desarrollo del prototipo del sistema de detección de tráfico vehicular, se cuenta con una videograbación de la vialidad obtenida por un sistema de video vigilancia. Los beneficios de usar cámaras es que puedes observar los objetos en concreto, y transmitir esa misma información en tiempo real. Las tareas del procesado consisten

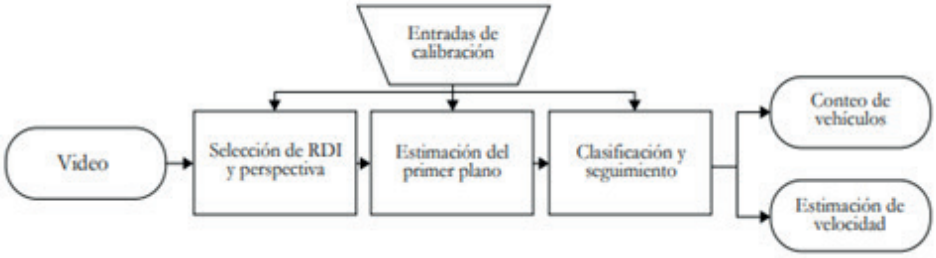
en algoritmos matemáticos que calculan nuevas intensidades luminosas para los píxeles y la mayoría, aunque sencillos, consumen más cantidad en tiempo de cálculo. Esto representa un inconveniente cuando se pretende que el sistema sea capaz de ver en tiempo real, para esto es necesario estudiar todos los métodos posibles y la forma de realizarlos con la menor carga de proceso computacional posible.
Al hacer un acercamiento a una parte de una imagen en la computadora, se puede apreciar que se tienen diferentes píxeles con tonalidades que van del blanco al negro pasando por diferentes tonalidades de gris. A cada color se le asigna un número. Ya sea 0 el color negro, si se considera el blanco como el 255 se tienen 254 tonalidades de grises. Asignando a cada píxel el número del color correspondiente y se tiene una matriz de MxN definida por la resolución de la imagen.

Fig.1. Tonalidades grises del acercamiento en computadora de una imagen.



Para el desarrollo del sistema de detección, se emplearon diversos métodos matemáticos para poder definir las imágenes que se detectaron en el programa, utilizando diversas fórmulas para determinar la proyección de las imágenes. Si se desea obtener cierta información de una imagen, hay una escala óptima para ello, en la cual se tiene el nivel de detalle necesario de cada parte de la imagen. Dicha escala se puede obtener mediante un compromiso entre el minimizar el número de bits para representar la región (menor resolución). Por otro lado, el filtrado gaussiano a la imagen variando la desviación estándar del filtro en función del gradiente local de cada región de la imagen. Para estimar el gradiente en diferentes regiones de la imagen se utiliza el concepto de escala local. La escala se refiere al nivel de detalle que se tiene en una imagen; es decir, a escalas grandes podemos observar todos los detalles de los objetos, y al ir reduciendo la escala se va perdiendo información (como si fuera una imagen borrosa).
Por otro lado, se implementa un radioenlace de larga distancia que permita la conexión entre los dispositivos de telecomunicación por medio de ondas electromagnéticas, debido a que la distancia es muy extensa entre ambos puntos a unir. El tipo de enlace utilizado según su frecuencia es el radio enlace UHF. (Ultra High Frecuency). Dada esta gama de frecuencias a utilizar, es necesario que las antenas que intervienen en el enlace de larga distancia (antena emisora y antena receptora) no tengan obstáculos entre ellas. Cuando se logra que no existan obstáculos en el medio, se dice que existe una "línea visual libre".
En este prototipo se implementó un enlace punto-punto en que intervienen sólo 2 nodos de transmisión y recepción donde se conectan el sistema de video vigilancia con el punto de monitoreo inteligente que se encuentran en lugares distantes diferentes.
En la actualidad se emplean técnicas de visión artificial para extraer, de manera automática, distintos tipos de información. El ámbito de aplicación de las cámaras ha aumentado, y se emplean para vigilancia, del mismo modo, para la detección y conteo de vehículos e identificación de los mismos por extracción automática de la matrícula, entre otras cosas. El desarrollo de un algoritmo de detección y seguimiento de vehículos en tiempo real a partir de video, el cual permite el conteo de vehículos en la vía y la estimación del volumen de tráfico. Los componentes principales del algoritmo de detección y conteo de vehículos se muestran en la fig.2.

Fig.2. Diagrama de bloques del algoritmo.



Las propiedades de cada vehículo en la escena son determinadas a partir de los momentos centrales del conjunto de píxeles que lo conforman, posteriormente la localización del vehículo es encontrada a partir del primer momento (centro de masa) y el tamaño del mismo es determinado en función del segundo momento (varianza). Los dos primeros momentos centrales de cada objeto de interés son utilizados para realizar el seguimiento cuadro a cuadro dentro de la RDI, con el fin de no contar múltiples veces un mismo vehículo. El algoritmo se implementó usando las bibliotecas de Opencv y Numpy. Finalmente, el código fuente de Python, importa las librerías, se declaran los comandos y se da la orden de procesar la imagen para mostrar resultados.
Por consiguiente, el software recibe la captura de video, de todos los automóviles que vayan pasando, esa captura de video se almacena en una variable, para que se divida la captura de video frame por frame o cuadro por cuadro y así detalladamente se analiza el proceso de cambio de sus píxeles, después ese cuadro se pasa a escala de grises, todo esto para eliminar cualquier ruido o perturbación que pueda poseer la imagen, la imagen es escala de grises, posteriormente es procesada para convertirla en binario, necesitamos que los objetos (los automóviles), sean de color blanco y el fondo negro.

Fig.3. Implementación de algoritmo propuesto primer plano.

En el sistema desarrollado se definió una base de datos, así como la implementación de un sistema telemático en donde se utilizan algoritmos y conmutación de información para detección vehicular. Finalmente se crea una interfaz gráfica para mejor visualización e interacción con el usuario final. A continuación, se presenta un diagrama del sistema de detección vehicular desarrollado:

Fig. 4. Sistema de detección de tráfico vehicular.

IV. Resultados

Se tomaron videos en tres ubicaciones para entrenar y evaluar el algoritmo. Así se obtuvieron muestras con distintos tipos de tráfico vehicular. El sistema de detección se aplicó en una zona de la ciudad con mayor afluencia vehicular. Se logró identificar el flujo vehicular y la notificación a través de una app del congestionamiento vial, identificando en la misma aplicación posibles rutas alternativas.

Fig. 5. Sistema de detección vehicular.

V. Conclusiones

Una de las cosas que nos ha traído el desarrollo y crecimiento de una ciudad es el aumento en traslados de vehículos privados o públicos. El congestionamiento vial es una situación que nos afecta día con día en las carreteras, autopistas con embotellamiento, incluso en las calles. Nuestro objetivo con el "Sistema de Congestión Vehicular para monitoreo de rutas alternas" es obtener un conteo de vehículos en tiempo real mediante visión artificial, los datos recabados serán procesados y categorizados con la finalidad de generar datos estadísticos con estimaciones de tiempo, determinando rutas alternas ahorrando tiempo y dinero para comerciantes, conductores de servicio público, servicios de emergencia, entre otros.

El proyecto tiene un amplio potencial a futuro, se pueden hacer modificaciones manteniendo siempre la idea original planteada. Algunas futuras mejoras utilizando la visión artificial sería realizar una separación de los carriles de las rutas para monitorear si algún auto maneja de manera peligrosa o variantes como en zigzag, digamos que, si en dicho caso llegara a haber un accidente, se mandaría la información a los servicios correspondientes para atender dicho incidente. Estos sistemas estarán posicionados de manera estratégica en las rutas más transitadas, el añadir una cámara 360° podría ser otra opción para el conteo y monitoreo de ambos sentidos de la ruta.

La visión artificial para el sector vehicular es un tema muy amplio y complejo, todos los datos tienen que ser precisos y en tiempo real, para lograr una mayor exactitud de nuestros datos obtenidos se necesita utilizar las diversas técnicas de "Machine learning" para entrenar a nuestro algoritmo y que realice su función de manera autónoma.

VI. Referencias

[1] ACHA DAZA, Jorge A. Nuevas tecnologías para la obtención de información de tráfico. Instituto Mexicano del Transporte. Publicación Técnica No. 468, San Fandila, Qro., 2015

[2] MAHMASSANI, H. S.; HASS, C.; ZHOU, S., y PETERMAN, J. Evaluation of Incident detection methodologies. Federal Highway Administration Rep. FHWA/TX00/1795-1, 1999.

[3] C.C.C. Pang, W.W.L. Lam and N.H.C. Yung. "A Method for Vehicle Count in the Presence of Multiple-Vehicle Occlusions in Traffic Images". IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Vol. 8, No. 3, 2007, pp. 441-459.

[4] G. Bradsky and A. Kaehler. Learning OpenCV, O'Reilly Media, Inc., 1st edition, 2008.

Sistema de Congestión Vehicular para monitoreo de rutas alternas

Gómez García Martín Adrián
Universidad Politécnica de Querétaro
Carretera Estatal 420 S/N
018027355@upq.edu.mx

Anaya Rivera Ely Karina
Universidad Politécnica de Querétaro
Carretera Estatal 420 S/N
karina.anaya@upq.mx

Resumen — En este trabajo se describe el desarrollo de un sistema de infraestructura inteligente para la detección de congestionamiento vehicular, a través de técnicas de visión artificial. El objetivo es obtener información del flujo vehicular, extraer los datos y categorizarlos, con la finalidad de analizar los patrones de comportamiento, entrenando al algoritmo para sugerir posibles rutas alternas. El congestionamiento vial es uno de los problemas que más afecta a la población, principalmente en tiempos de traslado, estrés y contaminación ambiental. La propuesta presentada, permite la optimización de tiempos dentro de zonas de alto tránsito, reducción de la aglomeración de automovilistas, mayor eficiencia, eficacia y rendimiento de las infraestructuras de transporte, por consiguiente, bajando los costos en mantenimiento de una red vial.

Palabras clave — Visión Artificial, Congestión Vehicular, Sistema de infraestructura inteligente.

Abstract — This work describes the development of an intelligent infrastructure system for the detection of vehicular congestion, through artificial vision techniques. The goal is to obtain information from the vehicular flow, extract data and categorize it, in order to analyze the patterns of behavior, training the algorithm to suggest possible alternative routers. Road congestion is one of the problems that most affects the population, mainly travels, stress and environment pollution. The proposal presented, allows the optimization of times within the areas with greater vehicular traffic, reduction of the agglomeration of motorists, greater efficiency, effectiveness and performance of transport infrastructures, therefore lowering the costs of maintaining a road network.

Keywords — Artificial Vision, Vehicular Congestion, intelligent infrastructure system.

I. Introducción

La detección de vehículos es un facilitador clave para la gestión de tránsito, el monitoreo de una red vial y la atención de incidentes. Algunos ejemplos de esto son la operación de una intersección semaforizada, la estrategia de gestión de una autopista con límites de velocidad variables, el accionamiento de cámaras de video de violación de semáforo en rojo y barreras de control. En la mayoría de los casos los conductores no son conscientes de la existencia de los sistemas de detección vehicular, pero son afectados por sus resultados.

La detección de vehículos también es una herramienta esencial para la gestión de incidentes y el conteo de tránsito que puede complementar informes de los servicios de atención de emergencias y otras fuentes manuales de información.

El objetivo, será desarrollar e implementar un sistema de infraestructura inteligente para detección de congestionamiento vehicular, brindando una solución para la aglomeración de automovilistas; a través de un sistema telemático de detección y conteo de objetos empleando técnicas de visión artificial. La visualización de la información procesada se integrará en una interfaz gráfica para generar con facilidad la interpretación de los resultados por el usuario final.

II. Marco teórico

El uso de técnicas de detección automática resulta de utilidad. Las técnicas de detección automática utilizan información de sensores para monitorear constantemente el estado de operación de la misma y algoritmos que permiten identificar patrones asociados a la ocurrencia de incidentes [1]. El autor Acha Daza presenta algunas de las tecnologías comúnmente utilizadas para la recolección de información de tráfico, describiendo además sus ventajas y desventajas. Las tecnologías usadas pueden ser: circuitos inductivos, detectores activos infrarrojos, detectores pasivos infrarrojos y detectores de microondas, siendo los circuitos inductivos embebidos en el pavimento, por sus ventajas de costo, instalación y mantenimiento, los más comúnmente usados [2]. El mismo autor describe las llamadas nuevas tecnologías para lograr el mismo fin, entre las cuales se incluyen la identificación mediante dispositivos de radiofrecuencia (RFID), los dispositivos BlueTooth, los dispositivos WiFi, los sistemas de posicionamiento global (GPS), el uso de drones y la combinación de esas nuevas tecnologías.

Existen apps en el mercado que implementan sistemas remotos de monitoreo vehicular. Un ejemplo es Waze, app colaborativa y gratuita, en la que la comunidad de conductores que la emplean son los que avisan de las distintas situaciones que se pueden encontrar por el camino. Cada usuario puede añadir tantas alertas como considere oportuno, y también compartir otros puntos de interés, accesos, atajos, entre otros que podría beneficiar a otros conductores. Otro ejemplo muy conocido es Google Maps, la compañía ha incorporado la posibilidad de ver atascos y embotellamientos en tiempo real, además, ofrece información muy actualizada sobre el estado de las carreteras, puntos de interés, asimismo, puede emplearse como navegador GPS para llegar rápidamente al destino. Una aplicación que permite alimentarse de los comentarios de los usuarios es SocialDrive, comunidad social en la que los usuarios informan en la app sobre el estado de la carretera, controles policiales, ubicación de radares, etc. Cuenta con el permiso de la DGT para la gestión de la información.

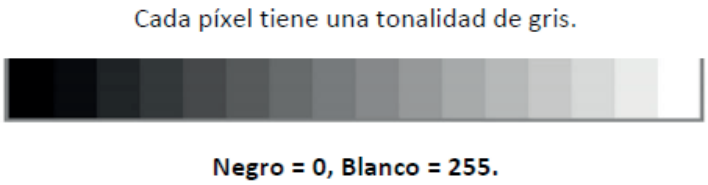
La propuesta aquí presentada, cumple con un sistema de monitoreo de detección vehicular similar a las descritas previamente; recolectando la información predominante de la red vial y dando soporte a otras actividades de operación de la red. La base de un sistema de monitoreo de una red vial. La recolección de información oportuna, precisa y confiable del flujo de tránsito y estado de la carretera es un prerrequisito para alimentar el sistema, incluyendo la gestión del tránsito e incidentes.

III. Materiales y metodología

Para el desarrollo del prototipo del sistema de detección de tráfico vehicular, se cuenta con una videograbación de la vialidad obtenida por un sistema de video vigilancia. Los beneficios de usar cámaras es que puedes observar los objetos en concreto, y transmitir esa misma información en tiempo real. Las tareas del procesado consisten en algoritmos matemáticos que calculan nuevas intensidades luminosas para los píxeles y la mayoría, aunque sencillos, consumen más cantidad en tiempo de cálculo. Esto representa un inconveniente cuando se pretende que el sistema sea capaz de ver en tiempo real, para esto es necesario estudiar todos los métodos posibles y la forma de realizarlos con la menor carga de proceso computacional posible.

Al hacer un acercamiento a una parte de una imagen en la computadora, se puede apreciar que se tienen diferentes píxeles con tonalidades que van del blanco al negro pasando por diferentes tonalidades de gris. A cada color se le asigna un número. Ya sea 0 el color negro, si se considera el blanco como el 255 se tienen 254 tonalidades de grises. Asignando a cada píxel el número del color correspondiente y se tiene una matriz de MxN definida por la resolución de la imagen.

Fig.1. Tonalidades grises del acercamiento en computadora de una imagen.



Para el desarrollo del sistema de detección, se emplearon diversos métodos matemáticos para poder definir las imágenes que se detectaron en el programa, utilizando diversas fórmulas para determinar la proyección de las imágenes. Si se desea obtener cierta información de una imagen, hay una escala óptima para ello, en la cual se tiene el nivel de detalle necesario de cada parte de la imagen. Dicha escala se puede obtener mediante un compromiso entre el minimizar el número de bits para representar la región (menor resolución). Por otro lado, el filtrado gaussiano a la imagen variando la desviación estándar del filtro en función del gradiente local de cada región de la imagen. Para estimar el gradiente en diferentes regiones de la imagen se utiliza el concepto de escala local. La escala se refiere al nivel de detalle que se tiene en una imagen; es decir, a escalas grandes podemos observar todos los detalles de los objetos, y al ir reduciendo la escala se va perdiendo información (como si fuera una imagen borrosa).

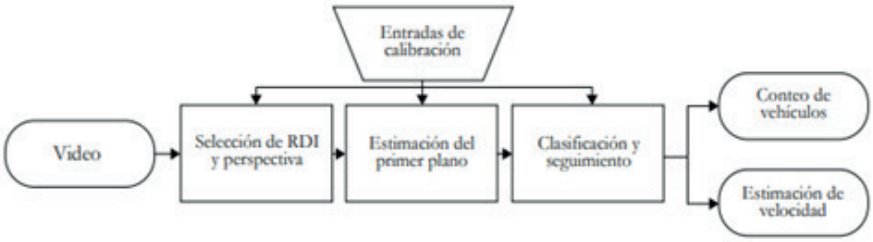
Por otro lado, se implementa un radioenlace de larga distancia que permita la conexión entre los dispositivos de telecomunicación por medio de ondas electromagnéticas, debido a que la distancia es muy extensa entre ambos puntos a unir. El tipo de enlace utilizado según su frecuencia es el radio enlace UHF. (Ultra High Frecuency). Dada esta gama de frecuencias a utilizar, es necesario que las antenas que intervienen en el enlace de larga distancia (antena emisora y antena receptora) no tengan obstáculos entre ellas. Cuando se logra que no existan obstáculos en el medio, se dice que existe una "línea visual libre".

En este prototipo se implementó un enlace punto-punto en que intervienen sólo 2 nodos de transmisión y recepción donde se conectan el sistema de video vigilancia con el punto de monitoreo inteligente que se encuentran en lugares distantes diferentes.

En la actualidad se emplean técnicas de visión artificial para extraer, de manera automática, distintos tipos de información. El ámbito de aplicación de las cámaras ha aumentado, y se emplean para vigilancia, del mismo modo, para la detección y conteo de vehículos e identificación de los mismos por extracción automática de la

matrícula, entre otras cosas. El desarrollo de un algoritmo de detección y seguimiento de vehículos en tiempo real a partir de video, el cual permite el conteo de vehículos en la vía y la estimación del volumen de tráfico. Los componentes principales del algoritmo de detección y conteo de vehículos se muestran en la fig.2.

Fig.2. Diagrama de bloques del algoritmo.



Las propiedades de cada vehículo en la escena son determinadas a partir de los momentos centrales del conjunto de píxeles que lo conforman, posteriormente la localización del vehículo es encontrada a partir del primer momento (centro de masa) y el tamaño del mismo es determinado en función del segundo momento (varianza). Los dos primeros momentos centrales de cada objeto de interés son utilizados para realizar el seguimiento cuadro a cuadro dentro de la RDI, con el fin de no contar múltiples veces un mismo vehículo. El algoritmo se implementó usando las bibliotecas de Opencv y Numpy. Finalmente, el código fuente de Python, importa las librerías, se declaran los comandos y se da la orden de procesar la imagen para mostrar resultados.

Por consiguiente, el software recibe la captura de video, de todos los automóviles que vayan pasando, esa captura de video se almacena en una variable, para que se divida la captura de video frame por frame o cuadro por cuadro y así detalladamente se analiza el proceso de cambio de sus píxeles, después ese cuadro se pasa a escala de grises, todo esto para eliminar cualquier ruido o perturbación que pueda poseer la imagen, la imagen es escala de grises, posteriormente es procesada para convertirla en binario, necesitamos que los objetos (los automóviles), sean de color blanco y el fondo negro.

Fig.3. Implementación de algoritmo propuesto primer plano.

En el sistema desarrollado se definió una base de datos, así como la implementación de un sistema telemático en donde se utilizan algoritmos y conmutación de información para detección vehicular. Finalmente se crea una interfaz gráfica para mejor visualización e interacción con el usuario final. A continuación, se presenta un diagrama del sistema de detección vehicular desarrollado:

Fig. 4. Sistema de detección de tráfico vehicular.

IV. Resultados

Se tomaron videos en tres ubicaciones para entrenar y evaluar el algoritmo. Así se obtuvieron muestras con distintos tipos de tráfico vehicular. El sistema de detección se aplicó en una zona de la ciudad con mayor afluencia vehicular. Se logró identificar el flujo vehicular y la notificación a través de una app del congestionamiento vial, identificando en la misma aplicación posibles rutas alternativas.

Fig. 5. Sistema de detección vehicular.

V. Conclusiones

Al desarrollar un sistema de detección de congestión vehicular se da la pauta principal para la implementación de una red cámaras de videovigilancia como sistema de infraestructura inteligente en el ámbito de tránsito vial y movilidad en el estado de Querétaro, entrenando al sistema de monitoreo del flujo de tránsito vehicular en vialidades.

La explotación de los datos del sistema nos permite contabilizar los automóviles que transitan en zonas de riesgo de congestionamiento, con esta fase se logra identificar el movimiento de los autos, por otro lado, la interfaz gráfica, muestra la interpretación del tráfico en cierta hora del día, el algoritmo puede llegar a hacer más preciso el sistema de recomendaciones haciendo uso de la tecnología de machine learning o inteligencia artificial.

Referencias

[1] ACHA DAZA, Jorge A. Nuevas tecnologías para la obtención de información de tráfico. Instituto Mexicano del Transporte. Publicación Técnica No. 468, San Fandila, Qro., 2015

[2] MAHMASSANI, H. S.; HASS, C.; ZHOU, S., y PETERMAN, J. Evaluation of Incident detection methodologies. Federal Highway Administration Rep. FHWA/TX00/1795-1, 1999.
[3] C.C.C. Pang, W.W.L. Lam and N.H.C. Yung. "A Method for Vehicle Count in the Presence of MultipleVehicle Occlusions in Traffic Images". IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Vol. 8, No. 3, 2007, pp. 441-459.
[4] G. Bradsky and A. Kaehler. Learning OpenCV, O'Reilly Media, Inc., 1st edition, 2008.

Desarrollo de un sistema de inteligencia artificial industrial sobre arquitecturas embebidas para el análisis y detección de defectos en insumos de corte para la industria del cuero y calzado

Carlos Uriel Cano Zavala
Universidad tecnológica de purísima del rincón
BLVD. del valle 2301, guardarrayas, 36425 Gto.

Valentín Calzada Ledesma
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. del Valle 2301, Guardarrayas, 36425 Gto.
valentin.cl@purisima.tecnm.mx

Resumen — En el proceso de producción de productos en la industria del cuero y calzado, trabajadores llevan a cabo una etapa de análisis y detección de defectos en los insumos de corte. Esta etapa es sumamente importante, ya que con ésta se mantienen los estándares de calidad en los productos. Para llevar con éxito esta tarea, es necesaria la experiencia empírica. De manera general, en el presente proyecto se propone el desarrollo de un sistema de inteligencia artificial industrial capaz de realizar el análisis y detección de defectos en insumos de corte de manera automática; mediante el uso de técnicas de visión artificial. Específicamente, en este trabajo se presenta una investigación documental de datasets en el estado del arte de visión por computadora, de imágenes de cuero y piel, que funcionarán como suministro para el entrenamiento de una red neuronal artificial.

Palabras clave – Inteligencia artificial, Recolección de datos, Consolidación de información, Visión artificial.

Abstract — In the process of producing products in the leather and footwear industry, workers carry out a stage of analysis and detection of defects in cutting supplies. This stage is extremely important, since with it the quality standards of the products are maintained. To carry out this task successfully, empirical experience is necessary. In general, this project proposes the development of an industrial artificial intelligence system capable of automatically analyzing and detecting defects in cutting supplies; through the use of artificial vision techniques. Specifically, this work presents a documentary investigation of datasets in the state of the art of computer vision, of images of leather and skin, which will function as a supply for the training of an artificial neural network.

Keywords – Artificial intelligence, Data collection, Information consolidation, Artificial vision.

I. Introducción

En el presente proyecto, se propone el desarrollo de un sistema capaz de realizar el análisis y detección de defectos en insumos de corte de manera automática. Para lograrlo, se obtendrán imágenes de los distintos materiales. Posteriormente, mediante el uso de algoritmos de visión artificial y redes neuronales artificiales, se hará el pre-tratamiento digital, la segmentación y finalmente la detección de dichos defectos. A futuro se pretende realizar la implementación de la metodología sobre arquitecturas embebidas, las cuales son ampliamente utilizadas en sistemas de IoT, debido a su bajo costo, su facilidad de mantenimiento, escalamiento y conectividad a la nube. Todo esto permitirá encaminar el presente proyecto de investigación hacia la aplicación de tecnología en el contexto de la cuarta revolución industrial.

Para realizar el entrenamiento de una red neuronal artificial es necesario un conjunto de datos. Es por eso que, en esta fase del proyecto, correspondiente al Verano de la ciencia, se realizará la búsqueda de una base de datos de referencia en el estado del arte internacional, con la finalidad de obtener una estandarización para crear una base de datos propia y al mismo tiempo, realizar pruebas parciales para el entrenamiento de la red neuronal.

Con el desarrollo del presente proyecto se tendrán grandes oportunidades de aplicación tecnológica en la comunidad docente y estudiantil, permitiendo la generación de desarrollos tecnológicos, proyectos de residencias profesionales, tesis e investigación. Además, el desarrollo del sistema de inteligencia artificial industrial podrá ser utilizado para fines didácticos y de enseñanza profesional sobre la implementación de sistemas de vanguardia que impactan directamente en el entorno social e industrial de la región.

II. Marco teórico

A. Inteligencia artificial industrial

En general, existen cuatro desafíos principales en la realización de IA industrial: datos, velocidad, fidelidad e interpretabilidad [1]. Actualmente, los sistemas de ingeniería generan una gran cantidad de datos o entorno de big data. A pesar de que los datos de la industria suelen estar estructurados, suelen ser de baja calidad.

A diferencia de la inteligencia artificial general, que es una disciplina de investigación de frontera para la construcción de sistemas computarizados que realizan tareas que requieren inteligencia humana, la inteligencia artificial industrial se preocupa más por aplicar tales tecnologías para abordar los puntos débiles industriales para crear valor para el cliente, mejorando la productividad, reduciendo costos y optimizando los procesos [1].

Las aplicaciones de IA industrial suelen abordar problemas críticos relacionados con la seguridad, la confiabilidad y las operaciones. Cualquier falla en las predicciones podría tener un impacto económico y/o de seguridad negativo en los usuarios y disuadirlos de confiar en los sistemas de inteligencia artificial [1].

Además de la precisión de la predicción y la fidelidad del rendimiento, los sistemas de IA industriales también deben ir más allá de los resultados de la predicción y proporcionar un análisis de la causa raíz de las anomalías, lo cual exige un alto conocimiento y especialización del problema a tratar.

B. Detección de anomalías en imágenes

La detección de estructuras anómalas en imágenes, es una tarea de suma importancia en el campo de la visión artificial y los procesos de producción. Consiste en identificar y segmentar el cambio estructural presentado en un material [2].

Este tipo de tareas implican la combinación de diversos algoritmos de procesamiento de imágenes y aprendizaje máquina. Actualmente, no existe un algoritmo universal que pueda realizar esta tarea con éxito para cualquier tipo de material y todos los tipos de cambio estructural, sin embargo, en el estado del arte se han realizado diversas propuestas que funcionan bajo ciertas condiciones específicas. Entre los métodos más populares se encuentran [3]:

- Modelo de mezcla Gaussiana.
- Redes generativas antagónicas.
- Autoencoders convolucionales profundos.
- Redes neuronales convolucionales previamente entrenadas.

C. Insumos de corte

Cuero:

La piel de animal curtida se llama cuero. Proviene de una capa de tejido que recubre a los animales y que tiene propiedades de resistencia y flexibilidad adecuadas para su posterior manipulación. Se separa la capa de piel del cuerpo de los animales, se retira el pelo o la lana, excepto en los casos en los que se desee conservar esta cobertura pilosa en el resultado final, y posteriormente se somete a un proceso de curtido. El cuero se utiliza como materia prima para la elaboración de productos como bolsas, carteras o zapatos.

III. Metodología

En el estado del arte existen diversos modelos para la creación de sistemas de visión por computadora, los cuales a su vez se basan los sistemas de reconocimiento de patrones. La metodología más conocida es la propuesta por Jouko Lampinen, 1997, para la construcción de un sistema de reconocimiento de patrones, a continuación, se listan las etapas [4]:

- Recolección de datos.
- Registro de datos.
- Pre-procesamiento.
- Segmentación.
- Normalización.
- Extracción de características.
- Clasificación.
- Post-procesamieto.

Para efectos del desarrollo del presente trabajo, las etapas a cubrir son: Recolección de datos, Registro de datos y Normalización. Una vez consolidado el conjunto de datos, se deja la puerta abierta para su procesamiento a través de una red neuronal artificial, trabajo que compete a otro miembro del equipo del verano de la ciencia.

A continuación se detallan las etapas realizadas en este proyecto.

Recolección de datos:

En esta etapa, se realizará la búsqueda de imágenes de materiales de corte, como piel y cuero. Aquí se identifican las variables críticas, considerando a su vez las condiciones externas al sistema, como la iluminación, la humedad, y todos aquellos factores que puedan alterar el proceso de recolección de datos.

Registro de datos:

Una vez realizado el proceso de recolección de imágenes, se debe de entrar a un proceso de organización de la información. En esta etapa se crearán/registrarán los conjuntos de datos experimentales, con los cuales se realizará la experimentación necesaria para construir un sistema de detección de defectos confiable. Cada conjunto de datos estará conformado por un grupo de imágenes previamente examinadas.

IV. Resultados

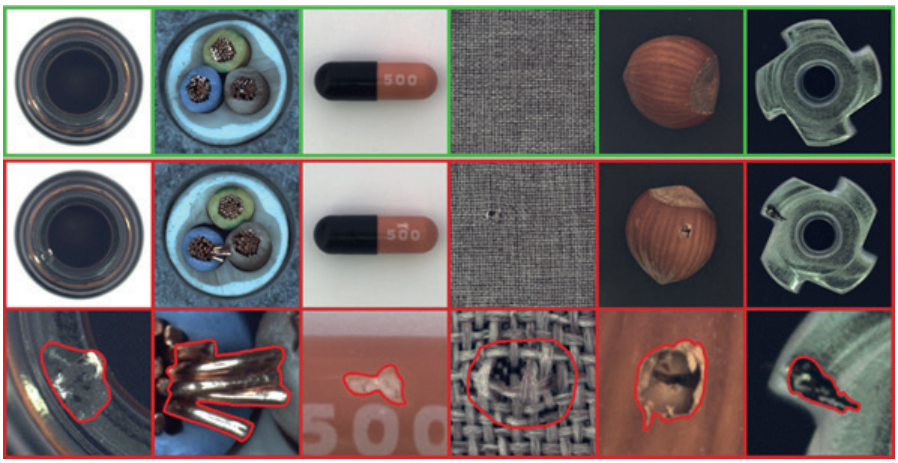
A continuación se muestra la base de datos identificada, posterior a una búsqueda exhaustiva en el estado del arte.

A. Resultados de la búsqueda de datos

MVTec AD es un conjunto de datos para comparar métodos de detección de anomalías con un enfoque en la

inspección industrial. Contiene más de 5000 imágenes de alta resolución divididas en quince categorías diferentes de objetos y texturas [3]. En la Fig. 1 se muestran algunos ejemplos de imágenes para cada categoría junto con un ejemplo de defecto.

Fig. 1. Ejemplos de anomalías en dataset MVTec AD, aplicadas en diferentes categorías [3].



El conjunto de datos de detección de anomalías de MVTec comprende 15 categorías las cuales se listan a continuación.

- Botella
- Cable
- Cápsula
- Alfombra
- Cuadrícula
- Avellana
- Cuero
- Tuerca de metal
- Píldora
- Tornillo
- Mosaico
- Cepillo de dientes
- Transistor
- Madera
- Cremallera

Todas las resoluciones de imagen están en el rango entre 700 × 700 y 1024 × 1024 píxeles. Dado que las imágenes en escala de grises también son comunes en la inspección industrial, tres categorías de objetos (cuadrícula, tornillo y cremallera) están disponibles únicamente como imágenes de un solo canal. Las imágenes se adquirieron en condiciones de iluminación muy controladas. Sin embargo, para algunas clases de objetos, la iluminación se alteró intencionalmente para aumentar la variabilidad. En total, el conjunto de datos contiene 1900 regiones anotadas manualmente [5].

Licencia

Los datos se publican bajo la licencia internacional Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAli-

ke 4.0 International License (CC BY-NC-SA 4.0).

B. Resultados del registro de datos

Del dataset MVTec, se trabajó específicamente con la categoría "Cuero", la cual se dividió en dos sub-datasets:
- 'train', que contiene las imágenes de entrenamiento (sin defectos).
- 'test', que contiene las imágenes de prueba.

Descripción del dataset Cuero.

En total, existen 73 tipos de defectos diferentes aplicados en todo el dataset, algunos de éstos generados de manera manual y controlada, y por cada categoría se trabajan en promedio cinco defectos. Los defectos se generaron manualmente con el objetivo de producir anomalías realistas como ocurrirían en escenarios de inspección industrial del mundo real. En la Tabla 1, se muestra una descripción de la configuración realizada para este proyecto.

Tabla 1. Configuración del dataset Cuero.

Cuero					
Train	**Test (sin defectos)**	**Test (con defectos)**	**Tipos de defectos**	**Regiones con defectos**	**Resolución**
245	32	92	5	99	1024 x 1024

En la Fig. 2 se muestran algunos ejemplos representativos del dataset cuero, en donde se pueden apreciar los diferentes tipos de defectos.

Fig 2. Ejemplos de anomalías o defectos en cuero [5].

V. Conclusiones

Con la base de datos identificada, se realizó el entrenamiento de una red neuronal artificial para el análisis y detección de defectos en insumos de corte.

Los resultados obtenidos fueron parcialmente aceptables, ya que es necesaria más información para el correcto entrenamiento de la red neuronal, sin embargo, ya se tiene una estructura sobre la organización del dataset, para crear uno propio. Lo cual deja abierta la investigación para lograr obtener mejores resultados.

VI. Reconocimientos

Expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón y a los docentes por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

REFERENCIAS

[1] Lee, J., Davari, H., Singh, J., y Pandhare, V. «Industrial Artificial Intelligence for industry 4.0-based manufacturing systems», Manufacturing letters, 18, 20-23, 2018.

[2] Szeliski, R. «Computer vision: algorithms and applications». Springer Science & Business Media, 2010.

[3] Bergmann, P., Fauser, M., Sattlegger, D., y Steger, C. «MVTec AD--A Comprehensive Real-World Dataset for Unsupervised Anomaly Detection». In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition pp. 9592-9600, 2019.

[4] Lampinen, J., Laaksonen, J., y Oja, E. «Neural network systems, techniques and applications in pattern recognition». Helsinki University of Technology. 1997.

[5] Bergmann P., Batzner K., Fauser M., Sattlegger D., Steger C., «The MVTec Anomaly Detection Dataset: A Comprehensive Real-World Dataset for Unsupervised Anomaly Detection», in: International Journal of Computer Vision, January 2021.

Sistema telemático para la medición de nivel de combustible en vehículos utilizando sistemas embebidos

Edder Jair Pérez Hernández
Universidad Politécnica de Querétaro
Carretera Estatal 420 S/N, El Rosario, 76240 Qro.
019029820@upq.edu.mx

Dr. Jonny Paul Zavala De Paz
Universidad Politécnica de Querétaro
Carretera Estatal 420 S/N, El Rosario, 76240 Qro.
jonny.zavala@upq.edu.mx

Resumen — Dilatar el despacho para que no caiga una gota de gasolina hasta 11 segundos después de que inició el conteo del dispensario y modificaciones remotas a los despachadores, son algunas técnicas que la Procuraduría General del Consumidor (PROFECO), la Dirección General de Normas y los proveedores de dispensarios identificaron como nuevas modalidades de robo de combustibles. Con este proyecto el usuario tendrá la posibilidad de detectar que gasolineras están alteradas con monitoreo constante con el método Hall por IoT y protocolos como MQTT, DHCP para el envió de información a la nube, visualizando así los datos de manera estadística y grafica desde su computador o aplicación móvil.

Palabras clave — MQTT, IoT, DHCP, Hall.

Abstract — Dilating the dispatch so that a drop of gasoline does not fall until 11 seconds after the dispensary count started and remote modifications to the dispatchers, are some techniques that the Attorney General's Office of the Consumer (PROFECO), the General Directorate of Standards and the suppliers of dispensaries identified as new forms of fuel theft. With this project, the user will have the possibility of detecting which gas stations are altered with constant monitoring with the Hall method by IoT and protocols such as MQTT, DHCP for sending information to the cloud, thus viewing the data statistically and graphically from their computer or mobile app.

Keywords — MQTT, IoT, DHCP, Hall.

I. Introducción

El desarrollo de la industria automotriz ha sido exponencial en los últimos años, demandando el uso de nuevas tecnologías dentro de los vehículos, esto para ofrecer mayor comodidad y seguridad al usuario, al igual que lograr una mayor eficiencia y aprovechamiento de todos los componentes del vehículo [1]. Por ello se decide implementar el Internet de las cosas y de esta manera poder visualizar los datos del sistema de sensores del automóvil desde el móvil, esto está cada vez más cerca, por ello se implementará el protocolo MQTT (Message Queing Telemetry Transport) para él envió de información y DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) para la asignación de la IP dentro de la red local del automóvil de la placa al servidor.

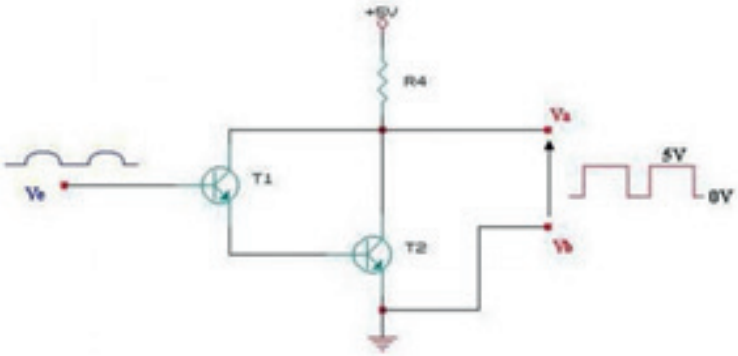
II. Marco teórico

• DHCP: es un protocolo cliente/servidor que proporciona automáticamente un host de protocolo de Internet (IP) con su dirección IP y otra información de configuración relacionada, como la máscara de subred y la puerta de enlace predeterminada.

• 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 [2, 3].

• Hall: El efecto Hall se produce cuando cierto tipo de semiconductor es recorrido por una corriente eléctrica y se somete a un campo magnético perpendicular. Provocando que el semiconductor genere en sus extremos un diferente nivel de voltaje, el sistema propuesta se muestra en la figura 1.

Fig. 1. Circuito interno del sensor Hall.



III. Materiales y métodos

Los materiales presentados en la tabla 1 son fundamentales para el funcionamiento del prototipo, se anexa el nombre del material y el número de piezas necesarias.

El sistema de medición consta de cinco partes, en el cual se usa un medidor de flujo de combustible que calcula el consumo volumétrico de esté.

a) En la primera etapa tenemos el sensor de flujo que tiene una manguera en uno de sus extremos por donde pasará el combustible, a los laterales de la manguera se colocó un emisor y un receptor infrarrojo.

b) En la segunda etapa la gasolina tiene la capacidad de absorber un porcentaje de la longitud de onda de infrarrojo lo que permite hacer un sistema sensible al paso de la gasolina.

c) La tercera etapa es el sistema en un estado inicial manda un valor especifico cuando no hay presencia de

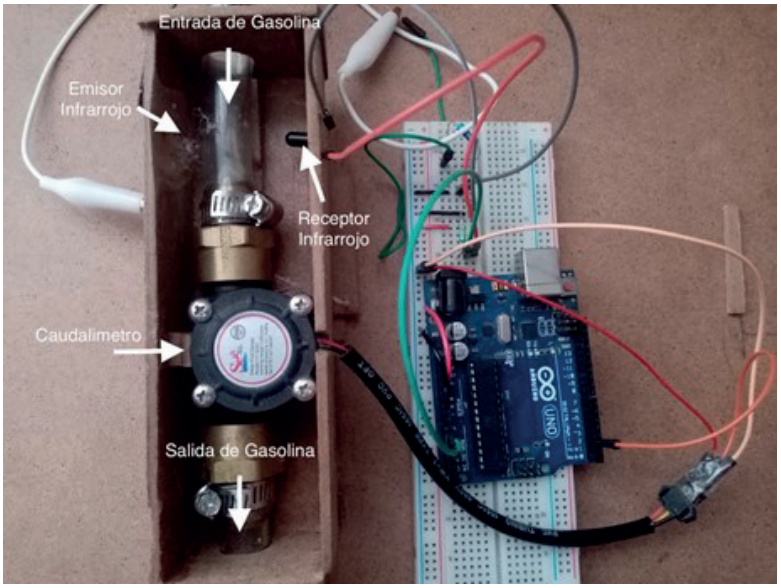
gasolina, esto le permite al Arduino ignorar cualquier señal que el sensor de flujo genere y evitar que la medición de la cantidad de combustible que es suministrada al automóvil se vea afectada.

Tabla 1. Materiales para el desarrollo del proyecto.

Material	Piezas
Arduino uno.	1
Sensor YF-S201	1
Protoboard.	1
Jumpers.	40
Manguera de ½"	1m
Acople de ½"	2
Manguera para pecera	1m
Led infrarrojo	1
Receptor infrarrojo	1
Bomba de agua de 12 V	1
Tabla de mdf 3 MM X 0.61 X 1.22 M	1
Resisitencia de 120	1
Resistencia de 330k	1
Recipiente de gasolina de 1L	2

d) En la cuarta etapa tenemos una condicionante; si pasara algún elemento liquido o gaseoso diferente a la gasolina sería completamente ignorado.
e) Y por último en la quinta etapa cuando hay presencia de gasolina el Arduino toma en cuenta la señal generada por el sensor de flujo y se ejecutan una seria de instrucciones las cuales permiten obtener la cantidad de litros que pasan a través del sensor y ser enviados a una aplicación en tiempo real.
El sistema de medición se muestra en la figura 2.

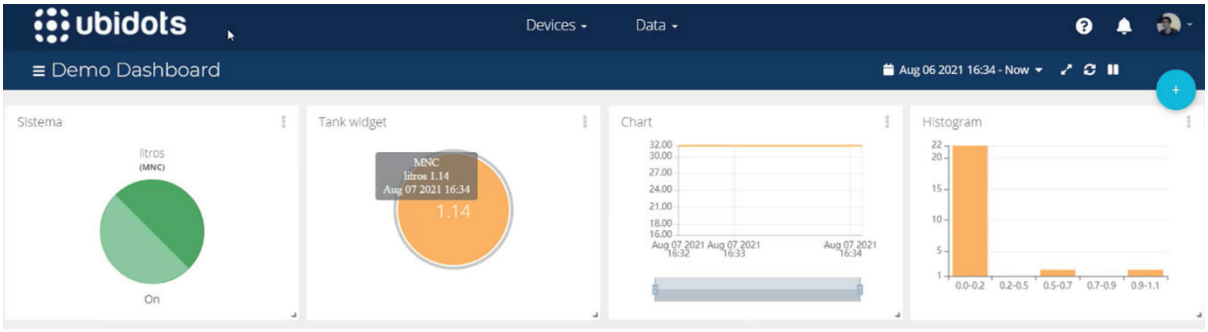
Fig. 2. Sistema de medición de combustible propuesto.



IV. Resultados

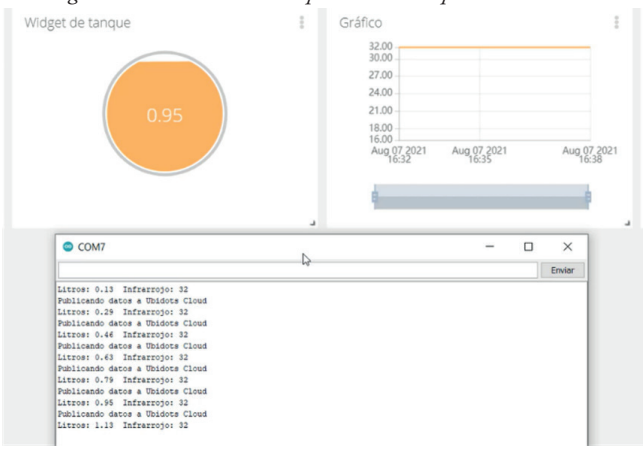
Con la finalidad de verificar la funcionalidad del sistema de medición y la comunicación con la parte del servidor, se realizaron algunas pruebas estadísticas, las cuales son usadas para obtener la relación de error que hay entre el widget del tanque y el histograma (ver figura 3).

Fig. 3. Interfaz gráfica propuesta en Ubidots.



Los resultados obtenidos fueron correspondientes a los datos enviados desde la placa ESP32 por el protocolo MQTT, lo cual nos indica una buena seguridad del envió de datos de manera precisa y en tiempo real. Observe la figura 4.

Fig. 4. Envió de datos en tiempo real desde la placa al Ubidots.



V. Discusión (o análisis de resultados)

El sistema desarrollado brinda información procesada en datos y graficas que ayudan al usuario a identificar concretamente el nivel de gasolina del vehículo. El sistema es capaz de mostrar al usuario mediante una aplicación web el análisis del nivel de combustible y brindar información al usuario acerca del dispensario de las gasolineras esta alterada o no, 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 de la gasolina y rendimiento del gasto del usuario, 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 el protocolo 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 el nivel de combustible en su vehículo al momento, en el que mediante el proceso de adquisición, procesamiento y despliegue de datos el usuario conocerá la cantidad de gasolina presente en el vehículo.

VII. Reconocimientos (o agradecimientos)

Agradecemos a la Universidad Politécnica de Querétaro por el espacio brindado para realizar el proyecto de investigación del programa Verano de la Ciencia 2021. También brindar las gracias al Dr. Jonny Paul Zavala por las asesorías y atenciones brindadas durante mi desarrollo del proyecto del trabajo.

Referencias

[1] A. E. Meneses Flores, V. Agustín Nicolas, S. Hernández Vite y C. A. Ortega Crespo, "Sistema de medición del volumen de combustible despachado en gasolineras", Revista de Aplicaciones de la Ingeniería, Vol. 5, No. 17, Diciembre 2018.

[2] Connect an ESP32-DevKitC to Ubidots over MQTT. (s. f.). Ubidots Help Center. Consultado el 05 de Julio 2021 Disponible en: https://help.ubidots.com/en/articles/748067-connect-an-esp32-devkitc-to-ubidots-over-mqtt

[3] Yuan, M. Conociendo MQTT. Consultado el 14 de Julio 2021, Disponible en: https://www.ibm.com/developerworks/ssa/library/iot-mqtt-why-good-for-iot/index.html

El presente volumen fue editado por el Departamento Editorial del Instituto Tecnológico Superior de Monclova en el marco del Verano de la Ciencia de la Región Centro 2021. Su edición es digital para su descarga y lectura gratuita en línea. El registro ISBN se encuentra en trámite.