

INDUCCIÓN A LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA
Y LA INNOVACIÓN EN LA REGIÓN CENTRO

VOL. III, NUM. 7

Ingeniería y Tecnología



19° Verano
de la Ciencia
Región Centro



Ingeniería y Tecnología

Ingeniería y Tecnología

ESTUDIO COMPARATIVO DE ANTENAS PARA MEDICIONES DE OCUPACION DEL ESPECTRO RADIOELECTRICO 22
Medina Alvarado, T.1; Stevens Navarro, E.2

SISTEMA DE MONITOREO PARA EL ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE UN AEROGENERADOR 26
Roque García Carlos Javier y Granados Lieberman David

DISEÑO DE UNA LÍNEA DE VIDEOJUEGOS SERIOS PARA NIÑOS CON DISLEXIA 31
González Rosado Gerardo y Álvarez Rodríguez Francisco Javier

PREPARACIÓN DE MATERIALES HÍBRIDOS COAGULANTES PARA LA REMOCIÓN DE METALES PESADOS DURANTE EL TRATAMIENTO DE AGUAS 35
Dávila Salazar Grace Marcela y Rangel Porras Gustavo.

DESARROLLO DE UN SISTEMA PARA ILUSTRAR EL PROCESO DE CONDUCCIÓN DE LA LUZ EN LAS GUÍAS DE ONDA 39
Hernández Hernández Iván y Guerrero Viramontes J. Ascensión.

DESARROLLO DE UN SISTEMA PARA ILUSTRAR EL PROCESO DE CONDUCCIÓN DE LA LUZ EN LAS FIBRAS ÓPTICAS 43
Rivera De La Cruz Jorge Luis y Guerrero Viramontes J. Ascensión

RECICLAJE DE EMBALAJES POR MEDIO DE SOLVÓLISIS 46
Medina Huerta María de la Luz y Sánchez Cadena Lorena Eugenia

RECUPERACIÓN DE IONES METÁLICOS POR MEDIO DE EXTRACCIÓN LÍQUIDO-LÍQUIDO 50
Acosta Aguilar Ruth y Ávila Rodríguez Mario

REMOCIÓN DE ARSÉNICO EN SOLUCIÓN ACUOSA EMPLEANDO CARBÓN ACTIVADO DE NOPAL 55
Rodriguez Lemus Yolanda y Bonilla Petriciolet Adrián

ELECTRO-ADSORCIÓN DE METALES PESADOS POR CARBÓN ACTIVADO

Diana A. Medina Gonzalez, Liliana Hernández P. , Mario Corona A. 3 y Lucía Alvarado M. 3

59

PROPUESTA PARA REALIZAR UN CLASIFICADOR SVM-BORROSO

Emmanuel Noriega Vaca y Norma Verónica Ramírez Pérez

63

CLASIFICADOR (BAYES, KOHONEN) DE DATOS EN MATLAB PARA EL DIAGNÓSTICO DE LA ENFERMEDAD ALZHEIMER

Francisco Javier Huitzache Hernández¹ y Norma Verónica Ramírez Pérez²

67

DETECCIÓN DE PULSOS DE LAS ESTRELLAS PULSARES USANDO FPGA Y UNA ANTENA

Iván Humberto Cabrera González¹ y Solai Jeyakumar²

71

ESTUDIOS DE EQUILIBRIO DE COMPLEJOS DE MAGNESIO PARA LA IMITACIÓN ESPECTRAL DE COMPLEJOS ANTENA

Javier Rodríguez Gutiérrez y José de Jesús Nezahualcóyotl Segoviano Garfias

77

INCORPORACIÓN DE ÓXIDO DE GRAFENO A UNA MATRIZ VÍTREA DE SiO₂

Manuel Damian Alberto¹, Oscar Gómez Guzmán², Eduardo Pérez², Ana Laura Martínez Hernández².

82

CONVERTIDOR CD-CD DE ALTA FRECUENCIA PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

Italis Vital. Freud¹ y Bárcenas Bárcenas Ernesto

86

OPTIMIZACIÓN DE COSTOS LOGÍSTICOS EN EL TRANSPORTE DE LOS BLOQUES DE SILLAR DESDE AMEALCO HASTA QUERÉTARO.

Adriana Guadalupe Elizalde González¹ e Hilda Romero Zepeda²

91

SISTEMA DE MONITOREO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA CASAS INTELIGENTES CONECTADO AL INTERNET DE LAS COSAS (IOT)

Alma Eliza Guerrero Sánchez y Dr. Edgar Alejandro Rivas Arai

94

DIAGNÓSTICO SOBRE LA EFECTIVIDAD DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LAS EMPRESAS DE LA REGIÓN CENTRO DEL ESTADO DE COAHUILA. CASO INDUSTRIA HIDROCARBUROS NO CONVENCIONALES Dania Sánchez García y M. C. Edith Margoth Meléndez López	98
LA EFICIENCIA DE LAS ACTIVIDADES LOGÍSTICAS EN EL DESEMPEÑO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DEL SECTOR AUTOMOTRIZ Dulce María Cristina Sánchez Acosta Miguel Alejandro García Vidales y José Antonio Vázquez Canseco	102
MICRODUREZA DE MATERIALES COMPUESTOS AL-AL2O3 SINTERIZADOS EN FASE SÓLIDA Estefany Herrera Jiménez y José Arturo Toscano Giles	106
DIAGNÓSTICO SOBRE LA EFECTIVIDAD DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LAS EMPRESAS DE LA REGIÓN CENTRO DEL ESTADO DE COAHUILA. CASO INDUSTRIA AUTOMOTRIZ Itcel Mahely López Rosas e Ing. Guillermo Riojas Rodríguez.	111
ANÁLISIS DE LAS HABILIDADES DE ESTUDIO E INTERESES PROFESIONALES EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y SU RELACIÓN CON EL DESEMPEÑO ACADÉMICO Jorge Balderas Ponce Y Paloma Teresita Gutiérrez Rosas	115
DISEÑO DE SOLDADORA DE TERMOPARES Y ALAMBRES DELGADOS Morales Martínez Jorge Alberto Y Martínez Fuentes Víctor	119
ANÁLISIS DE LAS HABILIDADES DE ESTUDIO E INTERESES PROFESIONALES EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y SU RELACIÓN CON EL DESEMPEÑO ACADÉMICO. José Roberto Herrera Sánchez y Paloma Teresita Gutiérrez Rosas	123
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE INVERNADERO DOMESTICO COMERCIALIZABLE DE BAJO COSTO Santes Cámez Juan Rigoberto y M.C. Omar Alejandro Cervantes G	127

DISEÑO DE SOFTWARE PARA EL CONTROL Y MONITOREO REMOTO DE UN INVERNADERO Karina Guadalupe Hernández Rivera y María Ángela Magdalena Jiménez Grajales	132
INFLUENCIA DE LAS COMPETENCIAS PREVIAS EN EL DESEMPEÑO ACADÉMICO DE LOS ESTUDIANTES Marcos Monroy Mondragón y Ma. Guadalupe Medina Torres	136
DIAGNÓSTICO SOBRE LA EFECTIVIDAD DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LAS EMPRESAS DE LA REGIÓN CENTRO DEL ESTADO DE COAHUILA. CASO INDUSTRIA HIDROCARBUROS NO CONVENCIONALES María Ely Hernández Ramírez y M. C. Edith Margoth Meléndez López.	141
DESARROLLO DE TURBINA DE VIENTO PARA USO DOMESTICO Mauricio Zúñiga Bárcenas Y Héctor León Torres	145
OBTENCIÓN DE UN BIOMATERIAL COMPUESTO ORGÁNICO-INORGÁNICO CON POROSIDAD CONTROLADA. Nadia Giovana Perea Ramos ¹ y Rodrigo Rafael Velázquez Castillo ² .	149
NAVEGACIÓN Y MAPEO DE ROBOTS MÓVILES (ROBOT ROOMBA) del 19° VCRC Castillo Martínez Rolando y Núñez Varela José Ignacio	152
ANALISIS DE FENOMENOS DE FLUIDO DE PLASTICOS A TRAVES DE LA OPTIMIZACION DE LOS PARAMETROS DE INYECCION DE PLASTICO Vargas Rodríguez Sandra Claudia ¹ y Tanabe Mikio ²	157
EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE COMERCIALIZACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DEL TECN M DENTRO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO Pedro Isaac Gámez Hernández y M. en A. Irma Cecilia Ortiz Chávez	162
Product LIFECYCLE MANAGEMENT: EL PERFIL DEL TRABAJADOR HACIA LA SIGUIENTE DECADA Aarón Jorge Venegas y Patricia Castillo Galvan	166

ANALISIS DEL DESARROLLO DE FITOPATOGENOS IN VITRO MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL Mosqueda Pérez Aarón Ricardo y Guzmán Altamirano Miguel Ángel	170
INHIBICIÓN DE CEPAS PRODUCTORAS DE XILITOL EN PRESENCIA DE PRETRATADO DE RASTROJO DE MAÍZ Aidé Guadalupe Bermúdez Medrano y Divanery Rodríguez Gómez	174
IMPLEMENTACIÓN DE LA ETAPA DE AMPLIFICACIÓN DEL SISTEMA DE SIMULACIÓN EN TIEMPO REAL PARA APLICACIONES DE POWER HARDWARE IN THE LOOP Alejandro Gabriel Pineda Martínez, Guillermo Tapia Tinoco, David Granados Lieberman ²	177
INTERFAZ EN MATLAB PARA UN SENSOR INERCIAL César Alejandro Vidal Saldaña y José Ángel Colín Robles	181
DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN ROBOT ACUÁTICO Daniel Miranda Gutiérrez ¹ y Alejandro Tadeo Chávez ²	185
AUTOMATIZACIÓN DE UN AUTOTRANSFORMADOR USANDO EL VOLTAJE Y CORRIENTE PARA CONTROLAR UNA BOBINA DE INDUCCIÓN. Diego Ramírez Regalado ¹ y Fernando Figueroa Godoy ²	188
DESARROLLO DE UNA INTERFAZ GRÁFICA PARA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE MODELADO LINEAL Edgar Juan de Dios Martínez Mancera ¹ y Javier Silvestre Zavala ²	192
ESTUDIO DE PELICULAS DELGADAS ORGANICAS COMO DISPOSITIVOS OPTOELECTRONICOS Ortiz Belman Erick Daniel ¹ y Miroslava Cano Lara ²	195
ESTUDIO DE PELÍCULAS DELGADAS ORGÁNICAS COMO DISPOSITIVOS OPTPELECTRÓNICOS Esperanza Paulina Romero Gutiérrez ¹ y Miroslava Cano Lara ²	199
INTERFAZ GRAFICA DE USUARIO PARA LA SELECCIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO DE AGUA A PARTIR DE LOS PARAMETROS DE OPERACIÓN DE CARGA DINAMICA Y CAUDAL Francisco Javier Castañeda Cardoso ¹ y Juan Pablo Razón Gonzalez ²	203

SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE SWCNT-TNT PARA TRANSFORMACIONES CATALÍTICAS Martínez Herrera Gerardo 1 y Handy Brent Edward2	207
REDISEÑO DE UNA SILLA DE RUEDAS Gómez Rincón Gustavo Ángel Abraham1 y García Torres Alicia2	210
DESARROLLO DE UN SISTEMA DE BARRIDO LASER UTILIZANDO TECNOLOGÍA MOEMS Moreno Pantoja José Angel1 y Guzmán Altamirano Miguel Angel2	214
ESTUDIO DEL EFECTO DEL MODELADO DE CARGAS ELÉCTRICAS DEPENDIENTES DE VOLTAJE DEL TIPO COMPUESTO EN EL ANÁLISIS DE FUJOS DE POTENCIA Juan Daniel Bizarro Ahedo1 y José Miguel García Guzmán2	218
AUTOMATIZACIÓN DE UN AUTOTRANSFORMADOR USANDO EL VOLTAJE Y CORRIENTE PARA CONTROLAR UNA BOBINA DE INDUCCIÓN Juan José Miranda Cabello 1 y Fernando Figueroa Godoy 2	222
CONTROL ESTADÍSTICO DE LA PRODUCCIÓN DE TRANSFORMADORES MEDIANTE EL GRAFICO DE CONTROL MULTIVARIADO T2 DE HOTELLING. Juan Luis Ramírez Arteaga1 y Edgar Augusto Ruelas Santoyo2	226
DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN ROBOT ACUÁTICO Katia Jiménez Anguiano1 y Dr.Alejandro Tadeo Chávez2	230
OPTIMIZACIÓN DE LAS OPERACIONES DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS TECNOLÓGICOS EXISTENTES PARA EL MANEJO DE MATERIALES Y DE INFORMACIÓN EN EL BAJÍO Leyra Sharet Martínez Pérez1 y Rocío Edith Rodríguez Gutiérrez2	233
CARACTERIZACIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE BRONCE-CARBONO SINTETIZADAS UTILIZANDO ARCO ELÉCTRICO INMERSO EN AGUA DESTILADA. Rodríguez Larios Lucía1 y Rebollo Plata Bernabé	235

REDISEÑO DE UN MECANISMO ARTICULADO CONTROLADO POR ARDUINO Luis Enrique Gallardo Molina y Francisco Javier Ortega Herrera	238
IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL PARA UN PÉNDULO INVERTIDO ROTACIONAL Flores Alvarado Manuel y Vergara Esparza Rosalía	242
DISEÑO Y APLICACIÓN DE CONSORCIOS MICROBIANOS DEGRADADORES DE HIDROCARBUROS EN SUELO CONTAMINADO María de los Ángeles Romero Bañuelos ¹ y Varinia López Ramírez ²	246
DIAGNÓSTICO DE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL. ESTUDIO LOCAL EN EMPRESAS DEL SECTOR AUTOMOTRIZ EN QUERÉTARO María Guadalupe Sánchez Gonzalez ¹ y Madeleine Medina Castillo ²	250
CRECIMIENTO DEL SISTEMA PORTUARIO NACIONAL FRENTE AL VOLUMEN DE OPERACIÓN DEL PUERTO INTERIOR DE GUANAJUATO Mario Emmanue Medina García y Martha Gabriela Gutiérrez Cortez	255
COSTO DE LA CONGESTIÓN VEHICULAR EN LAS PRINCIPALES REDES VIALES EN EL MUNICIPIO DE IRAPUATO Velazquez Sibrian Miguel Alejandro y Aguirre Ibarra Daniel Armando	259
OPTIMIZACIÓN DE LAS OPERACIONES DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS TECNOLÓGICOS EXISTENTES PARA EL MANEJO DE MATERIALES Y DE INFORMACIÓN EN EL BAJÍO DEL 19° VCRC Nidia Teresa Díaz Valdés ¹ y Rocío Edith Rodríguez Gutiérrez ²	263
ESTUDIO DE PELÍCULAS DELGADAS ORGÁNICAS COMO DISPOSITIVOS OPTOELECTRÓNICOS Oscar Alejandro Ramírez Medina ¹ y Miroslava Cano Lara ²	265
INDUSTRIA 4.0 Y TENDENCIA DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL Ricardo Tavares Rodriguez ¹ y Luis Fernando Niño Luna ²	269

LA INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES DE LOGÍSTICA EN LA CADENA DE SUMINISTRO DEL SECTOR AUTOMOTRIZ EN EL ESTADO DE AGUASCALIENTES. Roberto Murillo Ramírez y Miguel Alejandro García Vidales	273
ANÁLISIS DE LA SENSIBILIDAD DEL PUNTO DE OPERACIÓN DE ESTADO ESTACIONARIO DE SISTEMAS DE POTENCIA ANTE EL MODELADO DE CARGAS DEPENDIENTES DE VOLTAJE Rubén Navarrete Diosdado ¹ y José Miguel García Guzmán ²	276
DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA PARA LA CAPTACIÓN FLUVIAL Y ENERGÍA SOLAR. Alvarado López Stefany Itzel y Vergara Esparza Rosalía	280
EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE COMERCIALIZACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DEL TECNM DENTRO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO Tonatiah Adán Vargas Morán e Irma Cecilia Ortiz Chávez	284
IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL PARA UN PÉNDULO INVERTIDO ROTACIONAL Guevara Carrillo Valentín y Vergara Esparza Rosalía	288
CRECIMIENTO DEL SISTEMA PORTUARIO NACIONAL FRENTE AL VOLUMEN DE OPERACIÓN DE PUERTO INTERIOR DE GUANAJUATO Valeria Samanta Macias Hernández Martha Gabriela Gutiérrez Cortés	292
ANÁLISIS Y DISEÑO DE SISTEMA DE CONTROL INTERNO COMO HERRAMIENTA PARA ELEVAR LA PRODUCTIVIDAD EN LAS MIPYMES. Abraham Luna Martínez ¹ y Elizabeth Valdez Soto ²	297
SISTEMAS SEMI-AUTOMÁTICO PARA LA PLANTA PURIFICADORA DE AGUA POTABLE DEL ITSMEM Edgar Jaziel Jimenez Zapata, Jordán Marmolejo Luis Gerardo M.C. ²	301
APLICACIONES DE VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS (VANTS, DRONES), EN TAREAS DE: LOCALIZACIÓN, SINIESTROS, REDES AÉREAS, RESCATE Y PROTECCIÓN CIVIL. Gabriela Cuevas Pérez ¹ y Ulises Pineda Rico ² ;	304

- DISEÑO, MODELACION Y CONSTRUCCION DE LA CARROCERIA DE UN GOKART** **308**
Josué Arturo García Ramírez , Alejandro Martínez Badillo
- ANALISIS DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EMPRESAS DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA DE LA REGIÓN CENTRO DEL ESTADO DE COAHUILA. CASO INDUSTRIA MAQUILADORA** **311**
Karina Lizeth de la Cruz Borrego¹ y Sandra Lilia Jasso Ibarra²
- ANALISIS DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EMPRESAS DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA DE LA REGIÓN CENTRO DEL ESTADO DE COAHUILA. CASO INDUSTRIA MAQUILADORA** **315**
Katya Mariel Villasana Castillo¹ y Sandra Lilia Jasso Ibarra²
- EFFECTO DEL TIEMPO DE RECOCIDO SOBRE LA MICROESTRUCTURA Y LA MICRODUREZA DE ACEROS DE DOBLE FASE PARA USO AUTOMOTRIZ** **319**
Zapata González, K.¹ y Gutiérrez Castañeda, J.E.²
- DIAGNOSTICO DEL USO DE SOFTWARE ADMINISTRATIVO EN LA TOMA DE DECISIONES DE LAS MICROS, PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS DEL SECTOR COMERCIAL** **322**
María Fernanda Garza Jasso ¹ y Martha Elena Rentería Avilez ²
- DIAGNOSTICO DEL USO DE SOFTWARE ADMINISTRATIVO, EN LA TOMA DE DECISIONES** **325**
Narda Jaqueline Bernal González y Martha Elena Rentería Avilez²
- CONSTRUCCIÓN DE TARJETAS DE SEÑALIZACIÓN PARA VEHÍCULOS TERRESTRES EN MOVIMIENTO.** **329**
Raúl Nájera Solís ¹ y Osbaldo Vite Chávez²
- PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CON UN ENFOQUE DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL** **333**
Verdín García Antonia Nix Hadassa¹ y Luis Fernando Villanueva Jiménez²
- PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CON UN ENFOQUE DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL** **337**
Pérez Navarro Hugo Fernando¹ y Luis Fernando Villanueva Jiménez²

PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CON ENFOQUE DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Horta Muñoz Juan Lius¹ y Villanueva Jiménez Luis Fernando²

341

DISEÑO DE UN CALENTADOR DE AGUA DOMESTICO MEDIANTE INDUCTANCIA MAGNÉTICA DE BAJO CONSUMO ENERGÉTICO Y CERO EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Karina Jahel Aguilar Nolasco ¹ y Ángel Karim Mandujano Gaytán ²

345

DISEÑO DE UN CALENTADOR DE AGUA DOMESTICO MEDIANTE INDUCTANCIA MAGNÉTICA DE BAJO CONSUMO ENERGÉTICO Y CERO EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Víctor Manuel Carpio Verdín ¹ y Ángel Karim Mandujano Gaytán ²

349

FOTOPOLIMERIZACIÓN DE MATERIALES COMPUESTOS BASADOS EN SISTEMAS EPOXI-GRAFENO

María Fernanda Torres Rueda y M.C Aida Esmeralda García Valdez

353

DISEÑO DE UNA INTERFAZ HUMANO MAQUINA PARA CONTROLAR UN ROBOT HUMANOIDE

Gil Peralta, D1 y Pineda Rico, Z.2

356

DESIGN AND TESTING OF A NON-CONTACT AUTOMATIC WOUND HEALING MEASUREMENT SYSTEM

Erika Vanessa Espinosa Miranda y Carlos Eric Galván Tejada²

360

LOCALIZACION DE ZONA DE INTERES EN IMÁGENES DE TERMOGRAFIA INFRAROJA MEDIANTE MATLAB Y COMO HERRAMIENTA EN EL TAMIZAJE DE CÁNCER DE MAMA

Acero Mendoza , Ezequiel¹ y Kolosovas-Machuca, Eleazar Samuel ²

364

IFRAESTRUCTURA LOGISTICA DE GUANAJUATO (ETAPA 1)

Fernanda Pérez Guzmán y Daniel Armando Aguirre Ibarra

367

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD TECNOLÓGICA DE ELABORADO DE PAPEL CON CELULOSA DE Opuntia ficus-indica Y SUS CARACTERÍSTICAS.

Macedo Mendoza, Karla Paola¹ y Abraján Villaseñor, Myrna Alicia²

371

RECONSTRUCCIÓN 3D DE ESTRUCTURAS ANATÓMICAS A PARTIR DE IMÁGENES 2D DE ULTRASONIDO Liliana Granados Castro y Aldo Rodrigo Mejía Rodríguez	375
CONTROL ESTADÍSTICO DE LA PRODUCCIÓN DE TRANSFORMADORES MEDIANTE EL GRAFICO DE CONTROL MULTIVARIADO T2 DE HOTELLING. Juan Luis Ramírez Arteaga, Luis Mariano Sandoval González y Edgar Augusto Ruelas Santoyo	379
SINTESIS DE COMPUESTOS DE IRIDIO CON LIGANTES N,S-DONADORES DE TIPO TIOCETOIMINATOS María Fernanda Prado Fernandez ¹ y Crispín Silviano Cristóbal Gasga ²	383
APLICACIONES EN CRIMINALISTICA SOBRE LA DETECCIÓN DE HUELLAS DACTILARES LATENTES UTILIZANDO MATERIALES FOSFORESCENTES Y FLUORESCENTES. Mariana Cecilia Pérez Villalobos ¹ y Carlos Eduardo Rodríguez García ²	388
ESTUDIO DE SUSTITUCIÓN DE BATERÍAS AUTOMOTRICES MEDIANTE EL USO DE SUPERCAPACITORES	393
USO DE UN ANÁLOGO DE LA GnRH EN UNA SERIE CLÍNICA COMO PRUEBA PILOTO EN HUMANOS	397
SINTESIS DE COMPUESTOS DE IRIDIO CON LIGANTES N,S-DONADORES DE TIPO TIOCETOIMINATOS Ramón Ivan Oliva Esparza ¹ y Crispín Silviano Cristóbal Gasga ²	401
ANÁLISIS DE VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDIACA DURANTE ESTRÉS Y RELAJACIÓN EMPLEANDO SEÑALES ADQUIRIDAS CON UN SMARTPHONE Ruth V. Acero ¹ , Bersain A. Reyes ²	405
PROCESAMIENTO HIDROMETALÚRGICO DE SULFUROS METÁLICOS POR OXIDACIÓN AVANZADA	409
CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL DE UNA SUPER-ALEACIÓN BASE NÍQUEL Carlos Alan González Terrazas ¹ y Francisco Fernando Curiel Lopez ²	412

RECICLAJE DE EMBALAJES DE PLÁSTICO POR MEDIO DE SOLVÓLISIS Carlos Sotero Gaytan Rivera ¹ , Lorena Eugenia Sánchez Cadena ²	415
ADSORCION DE XANTATO EN CARBON ACTIVADO TOVARJUAREZ CECILIO HUGO, REYES GUZMAN CLAUDIA VERONICA	420
EFFECTO DEL PH DE REFRIGERANTE AUTOMOTRIZ EN LA CORROSION LOCALIZADA DE LA ALEACION DE ALUMINIO A356 EMPLEADA EN LA FABRICACIÓN DE COMPONENTES AUTOMOTRICES Claudia Lizbeth Domínguez Mona ¹ y Francisco Fernando Curiel Lopez ²	426
ANÁLISIS ELECTROQUÍMICO DE LA ALEACIÓN DE AL 2014 CON DIFERENTES TIEMPOS DE SOLUBILIZADO Y ENVEJECIDO ARTIFICIAL. Cony Lorena Gutierrez Garcia ¹ y Marco Arturo Garcia Rentería ²	429
DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE RIEGO INTELIGENTE A BASE DE SISTEMAS EXPERTOS Cristina Alejandra Arriaga Pecina ¹ y M.C.Omar Alejandro Cervantes Gloria ²	433
EVOLUCIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DE UNA ALEACIÓN DE ALUMINIO A319 A PARTIR DE UN TRATAMIENTO TÉRMICO T6 Cristina Monserrat Valadez Hernández ¹ y Ma. De Jesús Soria Aguilar ²	437
ESTUDIO DEL BENEFICIO DE UN MINERAL COMBUSTIBLE PROCEDENTE DE LA REGIÓN CENTRO DE COAHUILA Cynthia Abigail Guerra Linare ¹ y Griselda Escalante Ibarra ² , Juanita Yazmin Guevara Chávez ² .	441
PRUEBAS EN PLANTA PILOTO PARA BENEFICIO DE ARENA SÍLICE Daisy Carolina Hernández Martínez ¹ y Nancy Verónica Pérez Aguilar	444
TECNOLOGIA CRISPR/CAS9 EN LA INGENIERIA DEL GENOMA DE DANIO RERIO Daniel Rodríguez Rico ¹ y Luis Roberto Rodríguez Ortiz ²	448

OBTENCIÓN, PURIFICACIÓN Y ESCALADO DE COMPUESTOS DE EXTRACTOS BIOACTIVOS CON VALOR INDUSTRIAL, OBTENIDOS USANDO TECNOLOGÍAS AVANZADAS DE EXTRACCIÓN Y A PARTIR DE CULTIVOS, SUBPRODUCTOS Y RECURSOS NATURALES POCO VALORADOS: APROVECHAMIENTO DEL AGUAMIEL. Daniel Tobías Soria ¹ , Ángela M. González ² y Raúl Rodríguez Herrera ³	452
LA INNOVACIÓN ORGANIZACIONAL EN LAS AGENCIAS AUTOMOTRICES DE LA CIUDAD DE TORREÓN, COAHUILA. Acosta Pérez Daniela ¹ y Mendoza Wong Lilibet ²	456
ESTUDIO SOBRE LA INCORPORACION DE NANOPARTICULAS DE Nb, Mn, Ni, EN ELECTRODOS PARA SOLDADURA DE ACERO INOXIDABLE FERRITICO Denisse Sanchez Leyva ¹ , José Arturo Toscano Giles ² y Alfredo Flores Valdes ³	460
EFFECTO DEL TRATAMIENTO TÉRMICO T6 SOBRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS, MICROESTRUCTURALES Y DE CORROSIÓN DE UNA ALEACIÓN DE ALUMINIO A356 Diana Sanchez ¹ y Dra. Ma de Jesús Soria Aguilar. ²	464
BIOPROSPECCIÓN GENÓMICA DE BACTERIAS EXTERRMOFILAS DEL ALTIPLANO DE SAN LUIS POTOSI Erika Paola Ramos Iracheta ¹ Sandra Perez Miranda ²	468
PRODUCCION DE BIOETANOL DE SEGUNDA GENERACION Fernanda Daniela Pérez Vertti Rodríguez ¹ y Aldo Amaro Reyes ²	471
MEDICION DE PARAMETROS DE CALIDAD EN MUESTRAS DE CARBON Francisco Andrés Treviño Borrego ¹ , Griselda Escalante Ibarra ² , Juanita Yazmin Guevara Chavez ²	475
EFFECTO DEL TRATAMIENTO TERMICO SOBRE LAS PROPIEDADES MICROESTRUCTURALES DEL COMPÓSITO AlN/AZ91E Gonzalo Villarreal Mata ¹ y Josefina García Guerra ²	479
MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UN ACERO GRADO ESTRUCTURAL MEDIANTE TRATAMIENTOS TERMICOS DE NORMALIZADO Ilse Daniela Sánchez López ¹ y Evelyn Rodríguez Reyna ²	482

MATERIAL COMPUESTO DE ALTO DESEMPEÑO Y LARGA VIDA UTIL

J. A. Carreño Barajas 1, J. E. Camporredondo Saucedo

486

ELABORACIÓN DE MATERIALES MICROCELULARES (ESPUMADOS) A BASE DE POLÍMEROS Y MATERIALES RECICLABLES

Joel Amado Salazar Alvarez¹ y José Francisco Hernández Gámez²

490

EFFECTO DEL TRATAMIENTO TERMICO SOBRE LAS PROPIEDADES MÉCICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL COMPÓSITO AlN/AZ91E

José Carlos Silva Ponce¹ y Josefina García Guerra ²

494

“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ANODIZADO DE UN ALUMINIO COMERCIAL (99% Al), VARIANDO SISTEMÁTICAMENTE EL PARÁMETRO DE TEMPERATURA, CON Y SIN INYECCIÓN DE AIRE”

Juan de Dios Camporredondo Barrón¹ y Adrián Moisés García Lara²

498

DESARROLLO DE NUEVOS DISPOSITIVOS FOTOVOLTAICOS Y MATERIALES

Cárdenas Valdez, Col. República Ote

502

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UN ACERO GRADO ESTRUCTURAL (ASME/SA516-70N ED15) MEDIANTE TRATAMIENTO TERMICO NORMALIZADO

Liliana Yaneth Martínez Trejo¹ y Evelyn Rodríguez Reyna²

506

CARBONATACION DE SULFATO DE ESTRONCIO A PARTIR DE MINERAL CELESTITA COMO PRECURSOR PARA LA FORMACION DE FERRITAS

Macías Viramontes Luis Alberto ¹ , Treviño Vera Gloria Guadalupe ², Rosales Sosa Ma.Gloria ², García Guerra Josefina², Dávalos Sánchez Aglae ²

511

EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD TÉRMICA, CITOTOXICIDAD Y GENOTOXICIDAD DE NANOBARRAS DE ORO.

M.d.G. Blanco Domínguez,¹ G.A. Martínez Castañón,² C. Bermúdez Jiménez²

515

1EFFECTO DEL TRATAMIENTO TERMICO DE SOLUBILIZADO EN LA RESISTENCIA A LA CORROSION DE LA ALEACION AL2014

M. Fernanda Venegas¹, Marco Arturo García Rentería²

519

EFFECTO DEL GAS DE PROTECCIÓN EN SOLDADURAS DE ACERO INOXIDABLE DUPLEX 2205 EN LA RESISTENCIA A LA CORROSIÓN

María José Esquivel Rojas¹ y Marco Arturo García Rentería²

523

FABRICACIÓN DE UN NANOGENERADOR TRIBOELÉCTRICO BASADO EN PELICULA DE PDMS PARA LA APLICACIÓN DE UNA FUENTE DE ENERGÍA AUTOSOSTENIDA.

Aguilar Valles María Montserrat¹ y González Contreras Gabriel²

527

PRODUCCIÓN DE BIODIESEL MEDIANTE DESTILACIÓN REACTIVA

Oscar Javier Lara Berlanga¹ y José Carlos Cárdenas Guerra²

531

INNOVACIÓN Y SUSTENTABILIDAD DEL CLUSTER AUTOMOTRIZ EN LA COMARCA LAGUNERA

Paula María Ramírez Muñiz¹ y Blanca Gisela Martínez Flores

535

TÉCNICAS ELECTROQUÍMICAS PARA EVALUACIÓN DE LA CORROSIÓN DE MATERIALES EN CONTACTO CON BIODIESEL

Rogelio Enrique Montes Flores¹ y Adrián Sosa Dominguez²

539

TÉCNICAS ELECTROQUÍMICAS PARA EVALUACIÓN DE LA CORROSIÓN DE MATERIALES EN CONTACTO CON BIODIESEL

Scarlent Monserrat Tovar Altamirano¹ y Adrián Sosa Dominguez²

541

ANALISIS EN LA MEJORA DE PROPIEDADES MECANICAS EN UN ACERO DE GRADO ESTRUCTURAL MEDIANTE TRATAMIENTOS TERMICOS DE NORMALIZADO

Víctor Félix Ríos Menchaca ¹ y Evelyn Rodríguez Reyna²

544

OPTIMIZACION DEL PROCESO DE ANODIZADO DE UN ALUMINIO COMERCIAL, VARIANDO SISTEMATICAMENTE LOS PARAMETROS DE DENSIDAD DE CORRIENTE, TEMPERATURA Y DISTANCIA INTERELECTRODO.

Víctor Manuel Alvarado Ponce y Adrián Moisés García Lara

548

ENCRIPCIÓN DE VIDEO USANDO EL ALGORITMO HILL CIPHER APLICANDO PROGRAMACIÓN PARALELA CONCUDA

Octavio Rodríguez García, Sandra Luz Canchola Magdaleno

551

SÍNTESIS DE HAp CON ORIENTACIÓN CRISTALINA PREFERENCIAL MEDIANTE EL MÉTODO HIDROTHERMAL ASISTIDO POR MICROONDAS	555
Valdez Dimas Leonardo Andrés 1 y Velázquez Castillo Rodrigo Rafael 2	
ENCRIPCIÓN DE IMÁGENES USANDO EL ALGORITMO AES APLICANDO PROGRAMACIÓN PARALELA CON CUDA	559
María Cecilia Rodríguez Hernández y Sandra Luz Canchola Magdaleno 1	
FILTRO KIRSCH CON IMÁGENES UTILIZANDO PROGRAMACIÓN PARALELA CON CUDA	563
Mariela Rangel Torres ¹ Sandra Luz Canchola Magdaleno ²	
PROCESAMIENTO DE IMÁGENES: CIFRADO PARCIAL SEGURO	567
Espíndola Paizano, B.J.; Ramírez Torres, M.T.; González Del Río, J.D.	
EVALUACIÓN DEL ESTRÉS A TRAVÉS DE DIFERENTES SEÑALES FISIOLÓGICAS	571
Rojas Sánchez, D.L1 y Dorantes Méndez	
EVALUACIÓN DEL ESTRÉS A TRAVÉS DE DIFERENTES SEÑALES FISIOLÓGICAS	575
Rojas Sánchez, D.L1 y Dorantes Ménde	
HIDROFOBICIDAD EN SUPERFICIES ESTRUCTURADAS DE POLIESTIRENO	579
Ruiz González, F.; Sánchez Balderas, G.; Pérez López, E.	
FLUJO EN EBULLICIÓN EN GRAVEDAD TERRESTRE DENTRO DE UN TUBO DE 4 MM: COMPARACIÓN DE FLUJOS MÁSCOS	582
Maximiliano Hernández Santos ¹ y Cesar Manuel Valencia Castillo ²	
NANOTUBOS DE CARBONO CON FRONTERA DE GRANO: ANILLOS OCTAGONALES Y CUADRADOS	586
Alma Janet Salazar Ibarra ¹ y Florentino López Urías ²	
DESARROLLO DE LA APLICACIÓN WEB PARA CONSULTA DE MATERIAL BIBLIOGRÁFICO EN EL CAMPUS JALPA UTILIZANDO ANGULARJS Y PHP	590
1Blanca Iveth Sandoval Villa y 2Alejandro Ulises López Orozco	

DESARROLLO DE LA APLICACIÓN WEB PARA CONSULTA DE MATERIAL BIBLIOGRÁFICO EN EL CAMPUS JALPA UTILIZANDO ANGULARJS Y PHP Edgar Omar Ortiz Murillo ¹ y Alejandro Ulises López Orozco ²	594
DESARROLLO DE LA APLICACIÓN WEB PARA CONSULTA DE MATERIAL BIBLIOGRÁFICO EN EL CAMPUS JALPA UTILIZANDO ANGULARJS Y PHP Edgar Omar Ortiz Murillo ¹ y Alejandro Ulises López Orozco ²	598
DESARROLLO DE UNA PÁGINA WEB CON UN MAPA DINÁMICO DEL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE ZACATECAS. Edith Miriam Stephanie Enciso Martínez ¹ y Eduardo García Sánchez ²	602
DISEÑO DE UN SISTEMA PARA EL RECICLADO DE AGUAS GRISES EN VIVIENDAS POR SECTORES Erikc Eduardo Aviña Montes ¹ y Gabriela de Jesús Córdova Lara ²	606
ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS CONTROLADORES DE ACCESO CON TECNOLOGÍA RFID Fabián Lozano Joaquín ¹ y J. Guadalupe Lara Cisneros ²	610
EFFECTO ELASTOCALÓRICO EN ALEACIONES CON TRANSFORMACIÓN MARTENSÍTICA Francisco Molina Ramírez ¹ y Horacio Flores Zúñiga ²	614
TRANSPORTE ELECTRONICO EN MATERIALES 2D Lourdes Monserrat López Martínez ¹ e Isaac Rodríguez Vargas ²	618
USO DE LIFERAY PARA LA CREACIÓN DE UNA PÁGINA WEB Luis Enrique Rico Marquez ¹ y Jennifer Rentería Conseción ²	622
CONTROL DE LA ALTITUD DE UN NANOCUADRICÓPTERO UTILIZANDO UN CONTROLADOR PID Moises Viramontes Flores ¹ y M. en I. Roberto Olivera Reyna ² .	626
DISEÑO DE UNA INTERFAZ PARA MOSTRAR LOS MOVIMIENTOS BÁSICOS DE UN NANO CUADRICÓPTERO Oscar Lozano González ¹ y M. en I. Reynel Olivera Reyna ²	630
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN DE MICROFLUIDOS Alexis Palomo Domínguez ¹ y Alondra Ortiz Verdín ² .	635
TRADUCTOR DE CÓDIGO ENTRE LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN ORIENTADOS A OBJETOS Dulce Carolina Santiago Bick ¹ y Francisco Antonio Castillo Velázquez ²	638

GRAFOS PLANARES Y EMBALDOSADOS RECTILÍNEOS. Mendiola Téllez Esteban ¹ y González Gutiérrez Fidel, M. en C. 2	642
SISTEMA TECNOLÓGICO APLICADO PARA LA TRANSMISIÓN REDUNDANTE Y SEGURA DE DATOS USANDO PROTOCOLOS DE INFRAESTRUCTURA DE TELEFONÍA CELULAR José Francisco Espinosa Ventura ¹ y Dr. Cesar Isaza ²	645
GRAFOS PLANARES Y EMBALDOSADOS RECTILÍNEOS Roland Antolin Maire Alencaster ¹ y Fidel González Gutiérrez, M. en C. 2	649
INTERNET DE LAS COSAS José Alvaro Martínez Romero 1 y Francisco Cruz Ordaz Salazar	652
ESTUDIO COMPARATIVO DE ANTENAS PARA MEDICIONES DE OCUPACION DEL ESPECTRO RADIOELECTRICO Medina Alvarado, T.1; Stevens Navarro, E.2	655
INTERFAZ EN MATLAB PARA UN SENSOR INERCIAL Fortino Jaramillo Mares ¹ Y José Ángel Colín Robles ²	660
DISEÑO DE PROTOTIPOS EXPERIMENTALES DE BAJO COSTO COMO EQUIPO PARA LABORATORIOS DE FÍSICA DE NIVEL MEDIO Janis Paulina Lara Patiño ¹ yFrancisco Antonio Horta Rangel ²	664
ESTUDIO NUMERICO DE LA CORRELACIÓN ENTRE NEURONAS USANDO EL MODELO DE ISING Jovani Guadalupe Hernández Santana ¹ y Cesar Maldonado ²	668
ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO DE TESIS EN LA MAESTRÍA DE EDUCACIÓN PARA LA CIUDADANÍA EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO: 2014- 2017 María Guadalupe Pérez Solis ¹ y Dra. Rocío Adela Andrade Cázares ²	672
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA ATMOSFERA DE TITÁN. Melisa Barrera López ¹ y Miguel Ángel Trinidad Hernández 2	676
DESARROLLO DE UN INSTRUMENTO PORTÁTIL PARA MEDICIÓN DE ESFUERZOS EN PRENSAS INDUSTRIALES PARA INYECCIÓN DE PLÁSTICO Zavala Díaz Noel Alan (1), Plascencia Mora Héctor (2)	679
USO DE LA TEORÍA DEL FUNCIONAL DE LA DENSIDAD PARA EL ANÁLISIS DE MOLÉCULAS ORGÁNICAS DE INTERÉS ÓPTICO Salma Patricia Gutiérrez Rivera ¹ y Rigoberto Chavira Quintero ²	684

ESTUDIO COMPARATIVO DE ANTENAS PARA MEDICIONES DE OCUPACION DEL ESPECTRO RADIOELECTRICO

Medina Alvarado, T.1; Stevens Navarro, E.2

RESUMEN

En este proyecto se realizó una campaña de mediciones del espectro radioeléctrico en tres localizaciones con un entorno diferente. El análisis incluye los siguientes anchos de banda: las estaciones de radio FM, los canales de televisión digital, bandas de telefonía celular y canales del estándar IEEE 802.11. En cada ubicación se tomaron un total de 60 muestras de cada rango de frecuencias en un tiempo de 15 a 20 minutos. El objetivo de esta investigación es comparar la potencia recibida con diferentes antenas y en distintas ubicaciones en el mismo horario en distintos días para revisar la ocupación del espectro y después hacer uso del radio cognitivo para alternar entre frecuencias que ya tienen un concesionario o propietario y volverse un usuario secundario.

ABSTRACT

In this project was made a measurement campaign from radioelectric spectrum in three locations with different environment. The analysis includes the next bandwidths: FM radio stations, digital television channels, cellphone bands and standard IEEE 802.11 channels. In each ubication was taken a total of 60 samples of each frequency range approximately in 15-20 minutes. The objective of this investigation is compare the received power in different ubications at the same schedule in distinct days to check the spectrum occupancy and then draw on of the cognitive radio to alternate between frequencies with an owner and become a secondary user.

INTRODUCCIÓN

El estudio del radio cognitivo ha sido analizado desde algunos años por investigadores de la Facultad de Ciencias de la UASLP en México y de la Universidad Politécnica de Cataluña en España, el uso del radio cognitivo es una herramienta que en un futuro será necesaria sin lugar a dudas debido a las nuevas tecnologías que se van integrando de la mano del Internet de las Cosas y la Industria 4.0. En estos últimos años la tecnología inalámbrica es lo que ha estado impactando más y con ello viene el uso de un recurso finito que es el espectro radioeléctrico. En un punto de saturación del espectro es cuando entra el radio cognitivo, que es el acceso dinámico en distintas frecuencias; algunos rangos de frecuencia ya tienen propietario o concesionario y el hacer uso de ellas sin un permiso es ilegal. La tecnología del radio cognitivo consiste en hacer uso oportunista de cualquier frecuencia siempre y cuando esté desocupada, al momento de comenzar una transmisión por el usuario principal/propietario se realiza un cambio y el usuario secundario cambia su frecuencia de transmisión evitando así interferencias en las comunicaciones. Una definición más acertada del radio cognitivo se menciona en la revista de divulgación de la Universitario Potosinos "Un radio cognoscitivo puede definirse como un sistema de comunicación inalámbrico dotado de inteligencia que le permite interactuar con el mundo externo, analizar el ambiente que le rodea para recolectar datos y adaptar en tiempo real los parámetros de comunicación apropiados (frecuencia de operación, esquema de modulación, potencia de transmisión y tecnología de comunicación), según estímulo dinámico de radiofrecuencia." (Cárdenas, 2015, p. 16). Las campañas de mediciones pueden proporcionarnos con significativos niveles de sensibilidad un conjunto de datos empíricos estructurados que pueden ser procesados con rapidez, facilidad y de manera eficiente.

MARCO TEÓRICO

MARCO TEORICO

Tabla. 1. Características de los materiales utilizados.

Analizador de Espectro PSA2701T <ul style="list-style-type: none">• Rango de Frecuencia: 1MHz a 2.7GHz• Peso: 495gr• Numero de marcadores: 2• Rango de pantalla: 80dB	Antenas VERT900 <ul style="list-style-type: none">• National Instruments• Vertical Antenna (824 - 960 MHz, 1710 - 1990 MHz)• Dual Band• Antena vertical omnidireccional• Ganancia: 3dBi	Antena VERT2450 <ul style="list-style-type: none">• National Instruments• Vertical Antenna (2400 - 2500 MHz, 4900 - 5900 MHz)• Dual Band• Antena vertical omnidireccional• Ganancia: 3dBi	Antena DISCONE AD3200 <ul style="list-style-type: none">• Ultra-wideband• 25-3000MHz• Solo recepción.• Peso: Aproximadamente 1Kg• Ganancia: 3dBi
---	--	--	---

METODOLOGÍA

En primaria instancia se realizó una investigación sobre los canales de operación y las frecuencias utilizadas en los distintos anchos de banda para posteriormente usar el analizador de espectros con las diferentes antenas disponibles y determinar cual tiene mejor recepción de potencia y así comenzar la campaña de mediciones. La información recopilada se muestra en las Tablas 2, 3 y 4. Las especificaciones del analizador de espectro y las antenas disponibles para este trabajo se muestra en la Tabla 1.

Tabla. 2. Estaciones de Radio FM (85MHz a 110 MHz)

No.	Frecuencia (Mhz)	Potencia (kW)	Concesionario / Permisionario	Nombre de la estación
1	88.5	3	UASLP	Radio Universidad
2	90.1	25	Grupo Formula / GlobalMedia	Trión
3	90.9	25	MG Radio / MVS Radio	La Mejor FM
4	91.9	13.42	Grupo Radorama	La Poderosa
5	93.1	25	Grupo Radorama	Romántica
6	94.1	25	Cadena RASA	Candela
7	95.3	31.581	Grupo ACIR	Amor
8	96.1	15.36	MG Radio	Factor 96.1
9	96.9	41.89	GlobalMedia / Megacima Radio	RMX
10	97.7	50	Multimedios Radio	La Caliente
11	98.5	31.614	Grupo ACIR	La Comadre
12	99.3	1.886	Grupo ACIR	Mix
13	100.1	41.89	GlobalMedia / Megacima Radio	WFM
14	102.1	25	MG Radio / MVS Radio	Exa FM
15	103.1	25	Grupo Imagen / GlobalMedia	Imagen Radio
16	103.9	25	Televisa Radio	Los 40
17	104.9	25	Grupo ABC Radio	ABC Radio
18	105.7	10	GlobalMedia / Televisa Radio	Ke Buena
19	107.1	5	Fundacion Niklola Tesla	Magnetica FM
20	107.9	3	MG Radio / Fundacion	Radio Maria

Fuente: <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/industria/infraestructurasradiodifusionfm31-03-16.pdf>

Tabla.3. Canales de televisión digital (480 MHz a 600 MHz)

No.	Canal (UHF)	Nombre	Video (MHz)	Audio (MHz)
1	16	Canal 13	483.25	487.75
2	22	Azteca 7	519.25	523.75
3	24	Canal Once	531.25	535.75
4	28	Azteca Trece	555.25	559.75
5	29	Canal 7	561.25	565.75
6	31	Las Estrellas	573.25	577.75
7	33	Imagen Televisión	585.25	589.75
8	34	Canal 5	591.25	595.75
9	35	Canal 9	597.25	601.75

Fuente: <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/industria/infraestructurasradiodifusiontelevision31-03-16.pdf>

Bandas de Telefonía Móvil

Se analizaron dos anchos de banda comprendidos entre: 845MHz a 895MHz y 1925MHz a 1985MHz

Fuente:

<http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/industria/cuadroestadisticodistribuciondeestacionesmarzo2016.pdf>

Tabla. 4. Estándar IEEE 802.11 (2400 MHz a 2475MHz)

No se usan los canales 12, 13 y 14 (no hay actividad).

⊕ Mayor actividad en canales 1 a 6.

No.	Canal	Frecuencia (MHz)
1	1	2412
2	2	2417
3	3	2422
4	4	2427
5	5	2432
6	6	2437
7	7	2442
8	8	2447
9	9	2452
10	10	2457
11	11	2462
12	12	2467
13	13	2472
14	14	2484

Fuente:

<http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/routers/access/3200/software/wireless/3200WirelessConfigGuide/RadioChannelFrequencies.pdf>

Al tener bien definidos los rangos de frecuencias que se iban a utilizar para determinar la eficacia de las antenas se realizaron las pruebas iniciales de recepción de señal en el laboratorio de CISCO de la Facultad de Ciencias de la UASLP ubicado en el cuarto piso del edificio 2 donde se podía percibir una buena recepción.

Estaciones de Radio FM

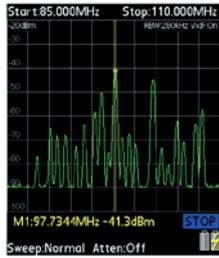


Figura. 1. VERT900 (85-110MHz)

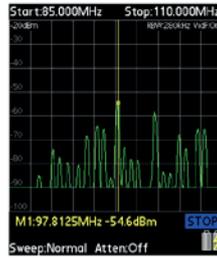


Figura. 2. VERT2450 (85-110MHz)

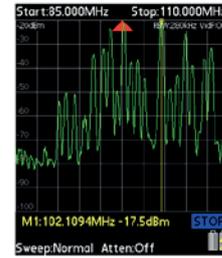


Figura. 3. DISCONE AD3200 (85-110MHz)

Canales de Televisión Digital



Figura. 4. VERT900 (480-600MHz)

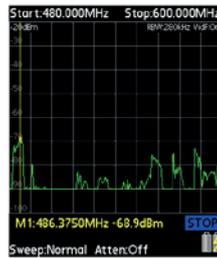


Figura. 5. VERT2450 (480-600MHz)



Figura. 6. DISCONE AD3200 (480-600MHz)

Banda Celular 800-900

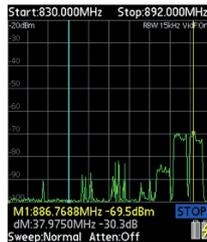


Figura. 7. VERT900 (830-892MHz)



Figura. 8. VERT2450 (830-892MHz)

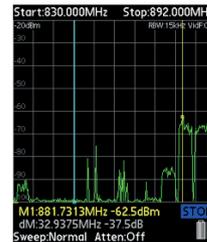


Figura. 9. DISCONE AD3200 (830-892MHz)

Banda Celular 1900

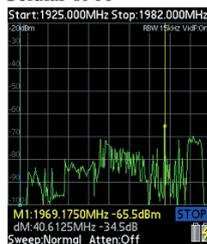


Figura. 10. VERT900 (1925-1982MHz)

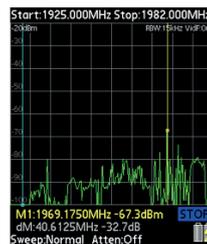


Figura. 11. VERT2450 (1925-1982MHz)

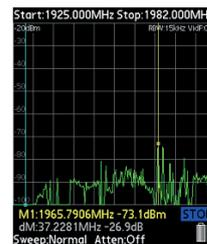


Figura. 12. DISCONE AD3200 (1925-1982MHz)

Canales del Estándar IEEE 802.11

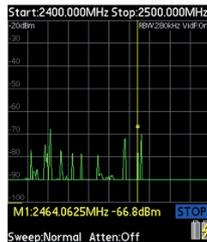


Figura. 13. VERT900 (2400-2500MHz)

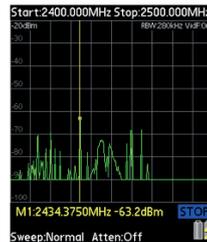


Figura. 14. VERT2450 (2400-2500MHz)

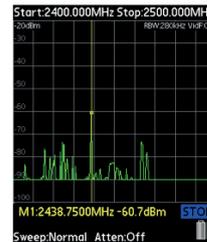


Figura. 15. DISCONE AD3200 (2400-2500MHz)

RESULTADOS Y DISCUSION

Al hacer las comparaciones de las mediciones de acuerdo a los resultados mostrados en las Figuras 1 a 15 se puede concluir las siguientes selecciones de antenas respecto a cada rango de frecuencia.

1Universidad Politécnica de San Luis Potosí, Urbano Villalón No. 500, La Ladrillera, C.P 78369 San Luis Potosí, S.L.P., MÉXICO, thoombk@gmail.com; 2Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Salvador Nava Mtz. S/N C.P. 78290, San Luis Potosí, S.L.P., MÉXICO estevens@fc.uaslp.mx

Tabla. 5. Antenas – Rangos de Frecuencia

No.	Rango de Frecuencia	Nombre	Antena Seleccionada
1	85MHz – 110MHz	Estaciones de Radio	DISCONE AD3200
2	480MHz – 600MHz	Canales de Televisión	DISCONE AD3200
3	830MHz – 892MHz	Red Celular GSM 800-900	DISCONE AD3200
4	1925MHz – 1982MHz	Red Celular GSM 1900	VERT900
5	2400MHz – 2500MHz	Canales del Estándar IEEE 802.11	VERT2450

Después de esta selección se comenzó la campaña de mediciones en la misma ubicación donde se hicieron las comparaciones de antenas el día miércoles 21 de Julio a las 12:40pm ocupando espacios aproximadamente de 20 minutos por rango de frecuencia con 60 muestras de potencia recibida y concluyendo alrededor de las 14:00. Al día siguiente se fijó la misma hora de inicio, pero se cambió la ubicación al Laboratorio de Electrónica ubicado en el segundo piso del edificio 2 de la Facultad de Ciencias de la UASLP. Las características de este edificio es que al tener mayor antigüedad es más robusto debido a los materiales que se usaron para su construcción y podemos notar en las mediciones una percepción menor de las señales. Las que se pierden bastante son las de televisión digital. El último día de la campaña se realizó en la explanada frente a ambos edificios (1 y 2) de la Facultad de Ciencias, en esta área se logró captar una mejor calidad de la recepción de todas las frecuencias a excepción de los canales de red inalámbrica local (IEEE 802.11) esto se debe a que los puntos de acceso instalados dentro de los edificios quedaban algo retirados de la realización del estudio. Finalmente, la Tabla 6 muestra las potencias de recepción de señal más altas recibidas en los diferentes puntos de medición.

Tabla. 6. Potencia más altas recibidas

No.	Rango de Frecuencia	Ubicación	Nombre	Potencia (dBm)
1	85MHz – 110MHz	Exterior	Estaciones de Radio	-20
2	480MHz – 600MHz	Edificio 2	Canales de Televisión	-65
3	830MHz – 892MHz	Edificio 2	Banda Celular 800-900	-58
4	1925MHz – 1982MHz	Edificio 2	Banda Celular 1900	-62
5	2400MHz – 2500MHz	Edificio 2	Canales del Estándar IEEE 802.11	-54

Las potencias más altas recibidas son un promedio de las 60 mediciones que se hicieron en cada ubicación. Los estudios realizados en el edificio 2 resultaron ser los más efectivos al encontrarse en un cuarto piso y ser un edificio nuevo con una estructura más ligera permitiendo una mejor recepción de las señales.

CONCLUSIONES

El estudio realizado forma parte de un proyecto de investigación en desarrollo en la Facultad de Ciencias de la UASLP y con la información recabada en este verano de la ciencia se facilitará la continuación del estudio hacia radio cognitivo porque ya se determinó por medio de mediciones la mejor antena o la mejor ubicación para realizar las mismas. Este proyecto ayuda a comprender el funcionamiento del espectro radioeléctrico y su utilización eficiente, así como ver los problemas futuros a los que se enfrenta junto con la llegada del Internet de las Cosas.

BIBLIOGRAFIA

CARDENAS JUAREZ, M. A., PINEDA RICO, U. & STEVENS NAVARRO, E., (2016) Utilización Eficiente del espectro electromagnético para comunicaciones inalámbricas inteligentes. Universitarios Potosinos, 10-15.

AGUILAR GONZALEZ, R., STEVENS NAVARRO, E. & PINEDA RICO, U. (2014) Radio Cognitivo: Alcances y Perspectivas. Universitarios Potosinos, 10-15.

LOPEZ-BENITEZ, M. & CASADEVALL, F., (2011) A Radio Spectrum Measurement Platform for Spectrum Surveying in Cognitive Radio. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering, p. 59-74.

SISTEMA DE MONITOREO PARA EL ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE UN AEROGENERADOR

Roque García Carlos Javier y Granados Lieberman David

RESUMEN

En el presente proyecto se instrumentó un túnel de viento en conjunto con un aerogenerador con el objetivo de monitorear la respuesta de este último ante diversas condiciones de viento. A través de un sistema de monitoreo y el desarrollo de un programa en el software MATLAB se controló la dinámica del viento generado por el túnel de viento y se analizó el comportamiento del aerogenerador. La interfaz desarrollada permite generar diversos perfiles de viento con diferentes parámetros, los cuales son definidos por el usuario para posteriormente realizar el control del túnel de viento y las mediciones. Las variables monitoreadas en el proyecto son velocidad de viento, velocidad de giro del aerogenerador, voltajes y corrientes generadas, mediciones para las cuales se instalaron y desarrollaron sensores y su instrumentación analógica, posteriormente las señales son adquiridas mediante una tarjeta de adquisición de datos National Instruments NI USB-6211. Así mismo se incluyó la opción de poder guardar registro del monitoreo de diferentes pruebas.

ABSTRACT

In this project a wind tunnel was implemented in conjunction with a wind turbine with the objective of monitoring the wind turbine response in different wind conditions. Through a monitoring system and the development of a program in MATLAB software, the dynamics of the wind generated by the wind tunnel was controlled and the performance of the wind turbine was analyzed. The developed interface allows the generation of different wind profiles with different parameters, which are defined by the user to carry out wind tunnel control and measurements. The variables monitored in this project are the wind speed, turbine speed, the generated voltages and currents, measurements for which sensors and their analog instrumentation were installed and developed, the signals are then acquired through a DAQ device of National Instruments NI USB-6211. Also was included the option to save the record of the monitoring on different tests.

Palabras Clave: Aerogenerador, Monitoreo, Túnel de Viento.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha dado un crecimiento en el interés de generar energía por medio de recursos naturales renovables, con el objetivo de reducir el impacto ambiental que actualmente significa la producción de energía eléctrica mediante la quema de combustibles fósiles en centrales termoeléctricas. Entre las consideradas energías renovables se encuentran la energía solar, eólica, geotérmica, hidráulica, entre otras. De todas ellas, la energía eólica ha tenido un gran auge en el estudio y desarrollo de tecnologías a nivel mundial. La energía eólica es aquella que utiliza la fuerza del viento para la generación de electricidad, cuyo principal medio de obtención son los aerogeneradores, cuyo desarrollo más reciente ha crecido de la mano de modernos desarrollos en los campos de la electrónica, materiales, diseño mecánico y eléctrico, entre otros.

El objetivo de este proyecto es crear un sistema de monitoreo que permita la medición y registro de variables involucradas en la producción de energía eléctrica mediante un aerogenerador de pequeña potencia, así como el control de un túnel de viento necesario para la realización de diversas pruebas, a partir de las cuales sea posible determinar la eficiencia y respuesta dinámica del aerogenerador en función de la velocidad del viento, dichas pruebas podrían ser utilizadas en la detección de fallas en la turbina eólica, realizar comparaciones de desempeño en diversos modelos de generadores, así como ayudar en la determinación de la viabilidad de su empleo en ciertas regiones dependiendo de las estadísticas de viento.

MÉTODOS Y MATERIALES

Materiales:

Para la elaboración del presente proyecto los principales equipos y materiales utilizados fueron:

- NI-USB 6211: Módulo de adquisición de datos multifunción, optimizado para precisión superior a velocidades de muestreo de hasta 250KS/s.
- Generador Sunforce E400W: Generador eólico para aplicaciones marinas y terrestres de 12Vcd, capaz de suministrar 400W.
- Convertidor de Frecuencia CFW-08: Equipo controlador de la velocidad rotacional de motores de CA mediante la variación de frecuencia de alimentación suministrada a estos.
- Sensor Óptico Reflectivo: Empleado en conjunto con cinta reflectiva para la medición de revoluciones en el generador.
- Termo-Anemómetro Digital DT-618: Instrumento de medición de velocidad de viento y temperatura, de alta sensibilidad y precisión.

Software:

- **MATLAB:** Entorno de programación y desarrollo de aplicaciones orientado al cálculo matemático, integrando funciones de análisis numérico, cálculo matricial, proceso de señal y visualización gráfica.

MÉTODOS

A continuación se describe la metodología utilizada de acuerdo a los objetivos planteados. El primer paso fue la determinación de los sensores a implementar, así como el procesamiento que se llevaría a cabo para cada una de las señales generadas por ellos, diferenciando las señales de anemómetro (velocidad de viento) y el sensor óptico (velocidad del generador en rpm) como digitales, y las del divisor de voltaje (sensor de voltaje) y shunt de corriente (sensor de corriente) como analógicas. Esta diferenciación fue necesaria debido que al tratamiento de señales requerida para la obtención de los datos digitales es diferente de la empleada para señales analógicas, así como la localización de los puertos en la tarjeta NI-USB 6211.

Debido a la alta sensibilidad de los sensores digitales empleados se requirió dar un pre-procesamiento, en el cual se empleó un transistor DTC114 y el cual sirvió para que las señales obtenidas mantuviesen una forma cuadrada, y una compuerta lógica 7414 (Disparador Schmitt inversor) para la eliminación del ruido en la señal, además se incluyó un filtro Pi en la alimentación de dichos sensores para suprimir el ruido presente en la instalación eléctrica. Para la medición de voltaje el divisor empleado reducía el voltaje máximo suministrado por el generador de 20 V a 10 V, con el objetivo de mantener la medición dentro del margen admitido por las entradas de la tarjeta DAQ.

Una vez instalados los sensores se realizó la programación mediante MATLAB de la obtención de datos de cada uno de ellos por separado, esto con el objetivo de identificar problemas de manera individual, así como para realizar la calibración de las mediciones obtenidas para la correcta interpretación de los datos en valores reales. Posteriormente se integraron los códigos, con el cual se muestran las gráficas para cada una de las variables mostradas, esto con el fin de observar su comportamiento a través de la duración de la prueba.

Ya terminada la parte de monitoreo se procedió a incluir el control del túnel de viento, para lo cual fue necesario crear mediante programación funciones cuyo valor pudiese variar entre 0 y 5 V (0-15 km/hr) mismo valor que sería enviado a través de la salida analógica de la tarjeta de NI hacia la terminal de control del convertidor en frecuencia CFW-08, este último genera una frecuencia a su salida de entre 0 y 60 Hz en relación al voltaje suministrado en su entrada de control (0-10V) y es de esta manera que cambia la velocidad de giro el motor encargado de generar el movimiento del ventilador del túnel de viento.

Finalmente, mediante las herramientas de creación de interfaz gráfica de usuario o GUI presentes en MATLAB se creó una interfaz mediante la cual se pudiese hacer uso del sistema de monitoreo y control sin necesidad de modificar el código para cada prueba, pudiendo así modificar parámetros de la prueba, seleccionar el perfil de viento que se generará (constante, rampa, ráfaga, personalizado o carga a partir de archivo) así como observar este último.

RESULTADOS

Se instrumentó un aerogenerador en conjunto con un túnel de viento con lo cual es posible monitorear el desempeño del primero mediante la reproducción de diversas condiciones de viento a través del control del túnel de viento (Figura 1).



Figura 1. Aerogenerador, túnel de viento y sistema de monitoreo durante la realización de una prueba

Se logró crear un sistema de monitoreo con el cual fuese posible, mediante una interfaz de usuario (Figura 2), determinar parámetros de prueba tales como tipo de perfil, duración de la prueba, amplitud, etc. Además de la opción de poder guardar el perfil de la prueba o los resultados de esta.

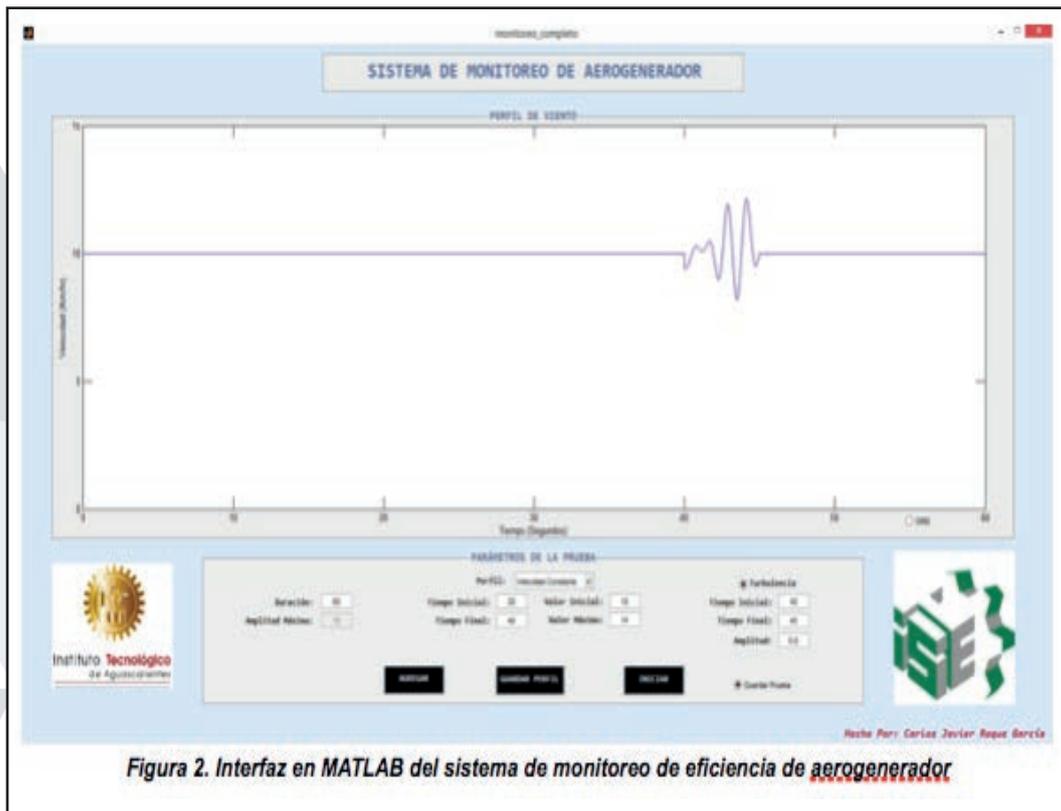


Figura 2. Interfaz en MATLAB del sistema de monitoreo de eficiencia de aerogenerador

Una vez finalizado el sistema y corroborado su funcionamiento se procedió a realizar diversas pruebas para cada uno de las opciones de perfil, para este caso se presentan los resultados obtenidos de los perfiles constante (Figura 3), ráfaga (Figura 4) y personalizado (Figura 5).

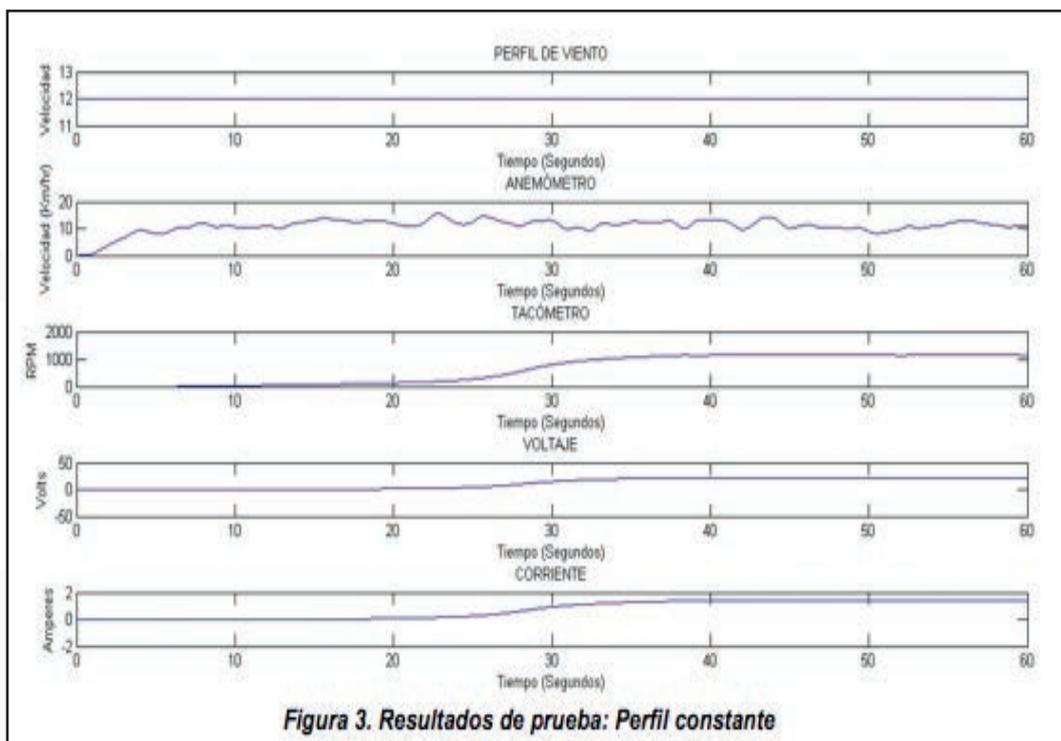


Figura 3. Resultados de prueba: Perfil constante

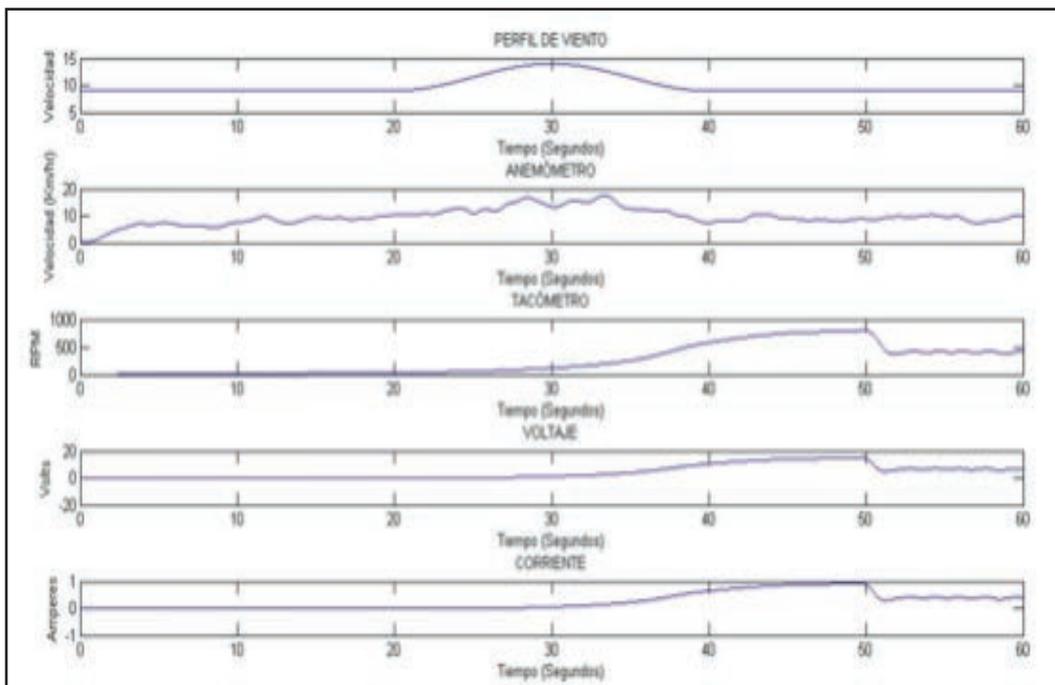


Figura 4. Resultados de prueba: Perfil ráfaga

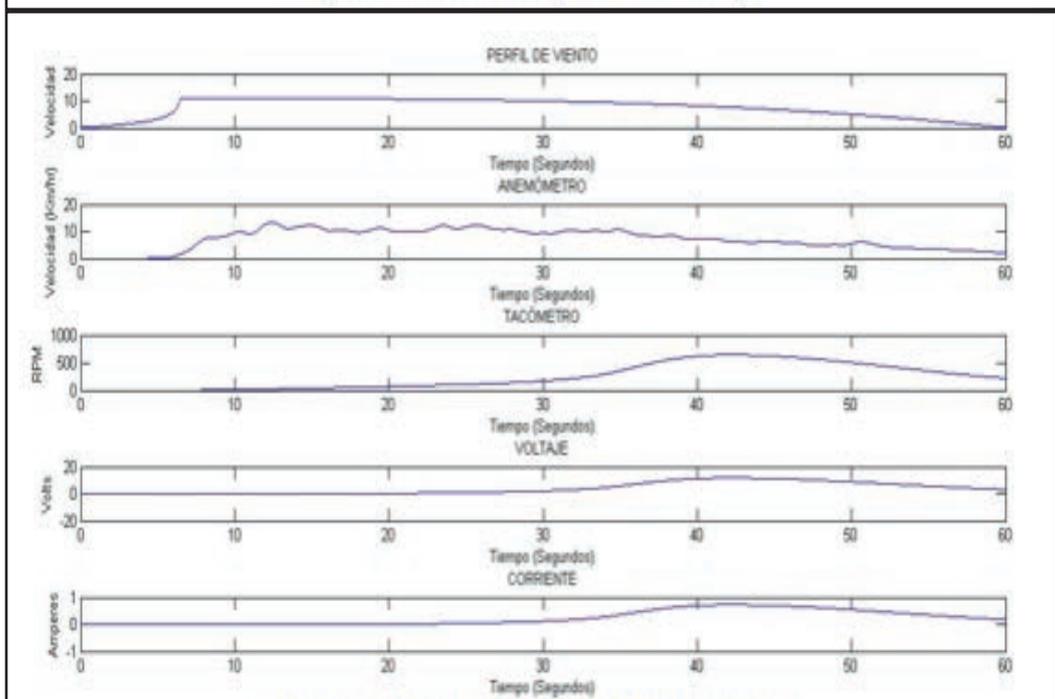


Figura 5. Resultados de prueba: Perfil personalizado

CONCLUSIONES

Con la realización de este proyecto fue posible implementar un sistema de monitoreo y control de un túnel de viento con el cual se obtiene información sobre el comportamiento de un aerogenerador a diversas condiciones del tipo de viento que incide sobre este, la información obtenida en cuanto al voltaje y corriente obtenidos a partir de su funcionamiento puede ser comparada con el perfil de viento generado por el túnel, lo cual permite observar bajo qué condiciones puede un generador operar de manera óptima. Dicho en otras palabras, para que velocidades de viento puede este proporcionar una potencia máxima o inclusive condiciones de baja eficiencia. Además la versatilidad de la interfaz desarrollada ofrece la posibilidad de ingresar un perfil de viento real y reproducirlo para, de esta forma, decidir por ejemplo si es redituable implementar un cierto modelo de aerogenerador en la zona donde se halla obtenido el perfil, así como realizar una comparación entre dos o más modelos al mismo perfil, entre otros.

Una parte importante, y la más complicada de realizar fue la correcta implementación de sensores, así como el procesamiento de sus señales, esto debido a que el ruido presente en el medio generado por el inversor afectaba las mediciones, por lo cual fue necesario dar el pre-procesamiento mencionado en el apartado de métodos y con el cual se logró erradicar dicho problema.

Gracias al presente trabajo se pueden realizar estudios e investigaciones en aerogeneradores determinando diversos parámetros de prueba, además de la posibilidad de mejorar este sistema.

BIBLIOGRAFIA

PINILLA, A. (2008). "El poder del viento" en Revista De Ingeniería, Núm. 28, Noviembre [pp. 64-69].

ARAÚJO, A. M., MELO, G. M., ARMANDO L. R DE MEDEIROS, & MAURÍLIO J DOS SANTOS. (2009). "Simulación de la producción de energía eléctrica con aerogeneradores de pequeño tamaño" en Información Tecnológica, Núm. 3, Vol. XX, [pp. 37-44].

ACOSTA SANTANA, P, ALCORTA GARCÍA, E., & RODRÍGUEZ ALAFARO, L. H. (2013). "Localización de fallas en un aerogenerador vía redundancia analítica" en Ingenierías, Núm. 58, Vol. XVI, Enero-Marzo [pp. 63-69].

DISEÑO DE UNA LÍNEA DE VIDEOJUEGOS SERIOS PARA NIÑOS CON DISLEXIA

González Rosado Gerardo y Álvarez Rodríguez Francisco Javier

RESUMEN.

Este artículo presenta el diseño de una línea de videojuegos serios para niños disléxicos y la implementación de un primer producto denominado “Rescatando a Pepe el pollo” un videojuego que tiene como finalidad tratar el trastorno de dislexia que presentan niños de 6 años a 8 años. El enfoque de este videojuego se centra en actividades que ayude a los usuarios (niños) a tratar problemas relacionados a la orientación visoespacial (dificultades de orientación derecha – izquierda).

ABSTRAC.

There are many children who suffer from dyslexia, an important problem because there are very few technological supports that help to combat the problem. Existing video games were analyzed finding points of improvement, specialists were contacted on the subject of dyslexia, creating a line of products that help as Treatment of the problem.

Palabras Claves: Videojuegos serios, dislexia, líneas de productos de software, orientación espacial.

INTRODUCCIÓN.

El aprendizaje basado en juegos de computador y dispositivos móviles ha demostrado en varios ámbitos de la educación ser eficaz para el aprendizaje (A.Huguet, 2002) El uso de videojuegos serios mejora el aprendizaje de habilidades, destrezas y procesos cognitivos de nivel superior en un contexto determinado para el eficiente desempeño de una actividad particular. Los videojuegos serios están hechos para proporcionar un contexto de entretenimiento y auto fortalecimiento para motivar, educar y entrenar a los jugadores (Lobo, 2011). El carácter motivador del videojuego lo hace un instrumento excelente cuando es utilizado con fines didácticos y de recuperación de dificultades de aprendizaje. (Rodríguez, 2008) Por lo tanto basándose en las ventajas que presenta el uso de videojuegos serios para tratar problemas de aprendizaje, se propuso elaborar una línea de videojuegos serios enfocado a niños con dislexia, el objetivo de plantear una línea es abarcar diferentes déficits y rangos de edades que permitieran que cada uno de los juegos fuera más específico a necesidades concretas, para poder plantear retos más apropiados para cada tipo de déficit, de esta forma se podrá desarrollar diversos productos (videojuegos serios) los cuales podrán estar enfocados en diferentes déficits que presentan los niños con dislexia (lectoescritura, visoespacial, etc.) ya que es más efectivo en lugar de querer abarcar en un solo juego todos los déficits que presentan estos niños. El primer producto que se presenta en este artículo “Rescatando a Pepe Pollo” está orientado a un rango de edad de 6 años a 8 años para tratar problemas en relación a la orientación visoespacial.

MARCO TEORICO.

La dislexia se define como “un trastorno específico del lenguaje, de origen constitucional, caracterizado por dificultades en la descodificación de palabras, que refleja habitualmente insuficiente capacidad de procesamiento fonológico. (Ferre, 2014) Dentro de los principales síntomas podemos encontrar que el niño se acerca mucho al libro; dice palabras en voz alta; señala, sustituye, omite e invierte las palabras; ve doble, salta y lee la misma línea dos veces; no lee con fluidez; tiene poca comprensión en la lectura oral; pestañea en exceso; se pone bizco al leer; tiende a frotarse los ojos y quejarse de que le pican; presenta problemas de limitación visual y deletreo pobre (Ferre, 2014). La dislexia puede ser detectada cuando el niño ingresa en el jardín de niños o en el primer año de la escuela primaria o cuando por primera vez se encuentra frente al desafío de la lectoescritura (Chica, 2005).

Los videojuegos serios son aquellos programas que comparten todas las características de los videojuegos de entretenimiento, pero incorporando al objetivo lúdico que exclusivamente tienen éstos, el de crear un impacto directo en los valores, actitudes o habilidades del usuario que modifique su experiencia externa al videojuego (Bogost, 2007).

Las líneas de producción de software son un grupo de sistemas intensivos en software que comparten características (“features”) para satisfacer las necesidades específicas de un segmento de mercado o misión, que son desarrollados a partir de un conjunto en común de activos base (“core assets”) de una manera planificada (Matturro, 2005).

En este proyecto se planteó el diseño de un conjunto de videojuegos serios orientados a niños con dislexia, que compartieran un conjunto de características orientadas a la mecánicas y dinámicas de los juegos que les permitan apoyar el tratamiento de déficits de niños con dislexia que constituyen un segmento del mercado.

MÉTODOS Y MATERIALES.

Uno de los primeros pasos que se realizó en el proyecto fue una revisión de los videojuegos y/o aplicaciones ya existentes en el mercado cuyas actividades son enfocadas a tratar los diferentes déficits de un niño con dislexia; se usó el google play, y google con las palabras claves: dislexia + videojuegos. En la tabla 1.1 se aprecia una pequeña descripción de las aplicaciones.

Tabla 1 videojuegos móviles que dan apoyo a diferentes déficits que presentan los niños con dislexia.

Nombre del juego	Tipo	Descripción	Sistema Operativo	Descargas	Año	Idioma	Versión actual
Galexia	Móvil	Mejorar la dislexia, fluidez lectora y dificultades en el habla de todas las edades.	Android 3.2 y versiones superiores	10000 a 50000	2017	Español	2.2.1
Eye games	Móvil	Beneficia la orientación y la rotación utilizado en las formas y letras.	Android 4.0 y versiones superiores	10000 a 50000	2016	Inglés	1.19
Tablexia	Móvil	Formación de habilidades cognitivas de los niños y jóvenes con dislexia.	Android 4.2 y versiones superiores	10000 a 50000	2017	Checo	3.4.1
DytectiveU	Móvil	Herramienta de apoyo al tratamiento de la dislexia. Recomendado a partir de 7 años.	Android 5.0 y versiones superiores	1000 a 5000	2017	Español	1.1.0

De igual forma se descargaron estos videojuegos con la finalidad de, detectar mecánicas, elementos gráficos, etc. Las actividades de estas aplicaciones tratan diferentes áreas del conocimiento; matemáticas, lectura, escritura, mixtos (relación de objetos). Otro aspecto importante por destacar es que en todos los videojuegos que se analizaron se detectó que no cuentan con un amplio repertorio en actividades para trabajar el déficit de orientación espacial (dificultad para identificar derecha e izquierda) ya que la mayoría de estos se enfocan en actividades de lectura y escritura (por ser el principal déficit que afecta la dislexia). El proceso que se siguió para la definición del alcance fue: I. John, J. Knodel, T. Lehner y D. Muthig, «A Practical Guide to Product Line Scoping,» de 10th International Software Product Line Conference (SPLC'06), 2006 Por ello se distribuyeron diferentes roles para conformar un equipo de trabajo, cada rol representaba un conocimiento específico para poder plantear la línea de productos: un experto de dominio el cual debió investigar y preparar toda la información sobre dislexia; un experto en mercado el cual se encargó de examinar los productos existentes como posibles competencias, un representante de usuarios el cual busca identificar elementos que son necesarios para que los juegos serán divertidos y atractivos para los niños, un experto técnico que debe dimensionar la viabilidad técnica de las propuestas y la posibilidad de una infraestructura reutilizable. Los diferentes integrantes se prepararon para desempeñar su rol. Se llevaron a cabo diversas reuniones con los integrantes de este artículo con la finalidad de aportar ideas y así definir el sector al que se orientará la línea, las características que compartirán y elementos técnicos como plataforma, herramientas de programación y diseño; El grupo identificó 4 posibles productos de la línea, y se concentró en 2 productos para dar inicio a la producción de videojuegos serios tomando en cuenta las necesidades de los niños con dislexia.

1.-“Rescatando a Pepe el pollo”: Un videojuego para niños con dislexia con un escenario en la feria y una historia para niños sobre las aventuras de unos animales de granja que se centra en ejercicios útiles para practicar la identificación de formas, la relación de formas, ejercicios de memoria y actividades centradas en la identificación del espacio y la identificación de las direcciones (motriz).este es el primer producto desarrollado, en el cual está enfocado el reporte.

2.- “Carrerix”: Un videojuego para niños con dislexia con un escenario de un superhéroe viajando por el mundo y realizando actividades adaptadas a ejercicios de relación e identificación de formas, ejercicios de memoria, orientación de imágenes y actividades centradas en la identificación del espacio y la identificación de las direcciones (motrices).

Para la ayuda del tratamiento del déficit de dislexia visoespacial, durante las mecánicas de los niveles se tomaron en cuenta los siguientes elementos pedagógicos en la siguiente tabla mismos que fueron avalados por el experto en el tema presentes (véase Tabla. 2.).

Tabla. 2. Estrategias pedagógicas que dan apoyo a diferentes déficits que presentan los niños con dislexia.

Nivel	Nombre del nivel	Objetivo y tipo de dislexia a tratar	Estrategia
1	Selección patitos	Ayudar a que el niño relacione figuras iguales Dislexia Visoespacial	<ul style="list-style-type: none"> • Capturar la atención del niño a través de sonidos en el logro y fallo de la actividad. • Involucrar al usuario con una historia (hacerlo parte de la misma) • Recompensar con (cuernos) para su uso durante la historia.
2	Dardos		
3	Payaso		

e emplearon distintas mecánicas y dinámicas en el videojuego como parte de la estrategia de entretener, de la misma manera para enmarcar las características y funciones durante la ejecución de la aplicación por el usuario. (Véase tabla 3.1. y tabla 3.2.).

	Mecánicas					
	Puntos	Niveles	Retos o desafíos	Bienes virtuales	Clasificación	Regalos premios
Nivel 1: Selección de patitos	x	x	x	x	x	x
Nivel 2: Arroja los dardos	x	x	x	x	x	x
Nivel 3: Payasos y pelotas	x	x	x	x	x	x
Historia						

Tabla. 3.2. Dinámicas para la creación de buscando a Pepe el pollo.

	Dinámicas					
	Recompensas	Status	Logros	Libre expresión	Competencia	Altruismo
Nivel 1: Selección de patitos						
Nivel 2: Arroja los dardos	x	x	x	x		
Nivel 3: Payasos y pelotas	x	x	x	x		
Historia						x

RESULTADOS.

La creación del video juego obtuvo varias etapas, la primera etapa de evaluación tiene como objetivo validar el segmento al que estarán dirigidos los juegos, edad de los niños, déficits, ejercicios, dinámicas y mecánicas proyectadas, así como la historia y retos de los juegos. La segunda etapa se realizó durante la elaboración del juego para validar los personajes, escenarios, ejercicios que se van implementando de tal forma que se obtenga una retroalimentación para conseguir llegar a juegos más adecuados. La tercera etapa fue la validación del producto final, para validar los objetivos del juego. Lo que permitió al equipo conocer los puntos positivos y negativos de los avances en el videojuego serio así como también las evaluaciones de los técnicos basados en los test Petronova, I. (14 de Julio de 2015). (Véase tabla 4 y tabla 5.).

Tabla. 4. Retroalimentación del especialista en dislexia para el videojuego serio "Buscando a Pepe el pollo".

Puntos positivos:	Puntos negativos solucionables:
Personajes divertidos.	Colores más llamativos (en proceso).
Los ejercicios propuestos si ayudan al usuario.	Agregar instrucciones y ayudas (en proceso).
Buena historia.	Agregar animaciones e indicadores (trabajo futuro).
Entretenido.	

Tabla. 5. Retroalimentación del especialista técnico para el videojuego serio "Buscando a Pepe el pollo".

Puntos positivos:	Puntos negativos solucionables:
Buena funcionalidad.	Utilizar más animaciones e indicaciones en el juego (en proceso).
El videojuego no presenta fallas.	Falta de algunas mecánicas y dinámicas (trabajo futuro).
Buen diseño de pantallas.	
Entretenido.	Solución de detalles técnicos (trabajo futuro).

CONCLUSIONES

La definición del alcance de la línea de productos necesito la participación de diferentes roles, para lo cual cada integrante del equipo preparo su participación investigando diferentes conocimientos desde diferentes perspectivas; el reto de plantear varios productos y no solo uno, fue más difícil y retador para el equipo, porque requirió pensar en varias historias, escenarios y déficits ocasionados por la dislexia. El video juego serio "Rescatando a Pepe el pollo" fue examinado, evaluado y aprobado por la Maestra Patricia López, con estudios en psicología de la infancia, asesoría psicopedagógica y terapia de reorganización neurofuncional la cual radica en el estado de Aguascalientes. "Rescatando a Pepe el pollo" está disponible en google play para los dispositivos en Android, de manera gratuita.

BIBLIOGRAFIAS

- A.Huguet, J. N. (2002). La interactividad en programas informáticos? es útil para el desarrollo del lenguaje. Logop. Foniatría y Audiol, 97–202.
- Alvarado, H., Damians, M., Gómez, E., Martorell, N., Salas, A., & Sancho, S. (2007). DISLEXIA. DETECCIÓN, DIAGNÓSTICO E INTERVENCIÓN. REVISTA, 16-17..
- Chica, F. D. (2005). Disexicos en español: papel de la fonología y ortografía . Granada.
- Ferre, S. C. (2014). Problemas de aprendizaje. España.
- Lobo, J. F. (2011). JUEGOS SERIOS: ALTERNATIVA INNOVADORA. Unidad Educativa Bolivariana .
- Llauradó, O. (12 de Diciembre de 2014). netquest. Recuperado el 26 de Julio de 2017, de netquest: <https://www.netquest.com/blog/es/la-escala-de-likert-que-es-y-como-utilizarla>
- Matturro, G. (2005). Líneas de Productos Software basadas en Gestión del Conocimiento . Madrid, España.
- Petronova, I. (14 de Julio de 2015). LinkedIn. Recuperado el 26 de Julio de 2017, de LinkedIn: <https://www.linkedin.com/pulse/game-testing-strategy-ilieana-petronova>.

PREPARACIÓN DE MATERIALES HÍBRIDOS COAGULANTES PARA LA REMOCIÓN DE METALES PESADOS DURANTE EL TRATAMIENTO DE AGUAS

Dávila Salazar Grace Marcela y Rangel Porras Gustavo.

RESUMEN

En el siguiente trabajo se presenta una alternativa de materiales híbridos coagulantes utilizados en el proceso de sedimentación, con el objeto de remover los metales pesados de las aguas residuales generadas por la industria, para la disminución de costos y tiempo empleado en el tratamiento de estas aguas. La experimentación se realizó utilizando un equipo de prueba de jarras para observar el comportamiento de los coagulantes sintetizados de alúmina y el material híbrido Alúmina- Magnetita, siendo éste último el que mostró los mejores resultados de eficiencia de remoción de partículas suspendidas, utilizado con diferentes condiciones físicas como la adición de cloruros y/o carbonatos.

ABSTRACT

In this investigation, we present an alternative of hybrid material coagulants in the process of sedimentation for the removal of sewage water's heavy metals generated by the industry, to reduce the costs and time used in the treatment of this water. The experiment was performed using a jar test kit to observe the behavior of the synthesized coagulants alumina and the hybrid material alumina-magnetite, the latter one showed the best results of the removal efficiency of suspended particles when used with different physical conditions such as the addition of chlorides or/and carbonates.

INTRODUCCIÓN

La contaminación de aguas subterráneas y superficiales por metales pesados, se ha convertido en un problema en la actualidad. Los metales pesados se encuentran generalmente como componentes naturales de la corteza terrestre, en forma de minerales, sales u otros compuestos, pueden ser absorbidos por las plantas y así incorporarse a las cadenas tróficas; pasar a la atmósfera por volatilización y movilizarse hacia el agua superficial o subterránea. (Óscar Raúl Mancilla Villa, 2011). Como origen natural, las altas concentraciones de metales en los sistemas acuáticos son el resultado de la lixiviación de suelos y rocas, y erupciones volcánicas. Otra fuente de contaminación son las actividades antropogénicas como son, agrícolas, domésticas, industriales y mineras (Mayorquín, 2011).

La contaminación del agua por metales pesados provoca efectos tanto en la salud humana como en el medio ambiente; los efectos referentes a la salud pueden ser múltiples daños dependiendo de cada metal, se producen efectos nocivos en cerebro, hígado y riñones como principales órganos, pero en general provocan algún daño celular (Revilla, 2009). El impacto al medio ambiente genera modificaciones a los ecosistemas, como cambio en la alcalinidad del suelo y degradación del mismo, alteración de flora y fauna o desertificación, además de que la permanencia de estos metales en el ambiente es de cientos de años (Revilla, 2009) (Emilio Galán Huertos, 2008).

Las aguas residuales generadas por las actividades antropogénicas, reciben un tratamiento para poder reestablecerlas al ecosistema sin generar un efecto perjudicial. La coagulación y la floculación es un proceso de sedimentación utilizado en un tratamiento primario en aguas residuales (Ramalho, 1996), la coagulación tiene por objeto desestabilizar las partículas en suspensión, mientras que la floculación tiene por objetivo favorecer con la ayuda de la mezcla lenta el contacto entre las partículas desestabilizadas (Cárdenas, 2000).

Los coagulantes más utilizados son los metálicos, de aluminio y hierro por su disponibilidad y bajo costo. El sulfato de aluminio es probablemente el coagulante más extensamente utilizado, con un contenido de 14 a 18% de alúmina (Bratby, 1980). Diversos autores (Baldillo, 2015) (Patricio Muñoz H., 2001) (F. Machado) (Ocasochoque, 2012) (Flores, 2009) han utilizado ampliamente la alúmina como soporte, debido a las propiedades específicas que posee, tales como área superficial, acidez, porosidad, etc.

El presente estudio tuvo como objetivo fundamental determinar el potencial uso de partículas híbridas de alúmina como aditivos en un proceso de coagulación y que adicionalmente contribuyan en la captura de especies iónicas contaminantes presentes en sistemas acuáticos.

METODOLOGÍA

Síntesis de alúmina

Se adicionan 15 g de sulfato de aluminio en 50 mL de agua desionizada, con agitación constante a una temperatura de 60°C durante 30 minutos, se precipitó con una solución de hidróxido de sodio saturado. El material se lavó y se secó durante 24 h a 70°C, finalmente se molió.

Impregnación con magnetita (Fe₃O₄)

Se realizaron dos soluciones de hierro; se disolvieron 0.482 g de sulfato de hierro (II) y 0.502 g de sulfato de hierro (III) en 50 mL de agua desionizada cada uno, se dejan reposar durante 24 h. Se agregó 0.5 g de alúmina con agitación constantemente durante 15 minutos, se agregó gota a gota 12.5 mL de hidróxido de sodio 5 M. Se separó el sólido por centrifugación y secar por 24 h. Se comprobó el magnetismo de la muestra con un imán.

CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA

Para determinar los grupos funcionales presentes en los sólidos, se caracterizó por espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (FTIR). También se realizaron pruebas de coagulación-floculación por el método de jarras.

- Prueba de jarras en presencia de cloruros

Se pesan 0.298 gr de caolín y NaCl a diferentes concentraciones (0.01, 0.001, 0.0001 y 0.00001M) en un litro de agua desionizada, se agitaron por 4 h, ajustando el pH a 6, se sedimenta por 2 h, se procede a separar la parte decantada y se mide la turbidez inicial, se procede a adicionar el coagulante (A o AM) y se mantiene en agitación por 3 min a 120 rpm, se adiciona el floculante (poliacrilamida) manteniendo una agitación de 45 rpm durante 30 min, se sedimenta durante 20 min y se mide la turbidez final.

- Prueba de jarras en presencia de carbonatos

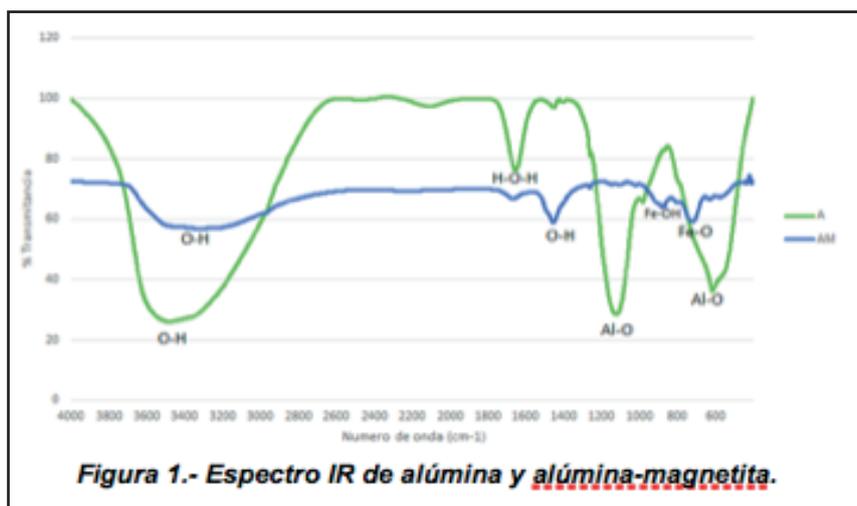
Se pesan 0.298 gr de caolín, NaCl 0.1M y Na₂CO₃ a diferentes concentraciones (0.1, 0.01, 0.001, 0.0001 M) en un litro de agua desionizada, se agitaron por 4 h, ajustando el pH a 6, se sedimenta por 2 h, se procede a separar la parte decantada y se mide la turbidez inicial, se continúa con el procedimiento descrito en la parte anterior.

Para cuantificar la cantidad de carbonatos se realizó la titulación de los mismos para observar cambios en las concentraciones al inicio y final del proceso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

FTIR

Los espectros IR de las muestras de ambos materiales, se presentan en la Figura 1. Para la A la banda más intensa y ancha entre 3200 cm⁻¹ a 3500 cm⁻¹ corresponde a las vibraciones de tensión del enlace O-H, mientras que la banda de 1550 cm⁻¹ a 1700 cm⁻¹ se asocia al modo de flexión H-O-H (Douglas A. Skoog, 2001). La banda intensa que va de 1050 cm⁻¹ a 1200 cm⁻¹ se debe a la vibración del enlace Al-O, otra señal por este enlace se presenta en la banda de 550 cm⁻¹ a 650 cm⁻¹ (Baldillo, 2015) (J.E. Rodríguez-Páez, 2001). Los grupos funcionales y enlaces encontrados en el FTIR demuestran que existen especies de aluminio e hidróxidos que pueden ser debido a presencia de agua o gibbsita Al(OH)₃.



En el caso de la AM se muestra una banda ancha que va de los 3000 cm⁻¹ a 3600 cm⁻¹, esta corresponde a la vibración del enlace O-H, se encuentra una banda por vibración del mismo enlace en el intervalo de 1450 cm⁻¹ a 1550 cm⁻¹ (Douglas A. Skoog, 2001). Se puede observar una señal de vibración del enlace Fe-OH en 850 cm⁻¹ a 900 cm⁻¹, mientras que entre los 750 cm⁻¹ a 800 cm⁻¹ se aprecia una banda correspondiente a la vibración Fe-O (P. R. Palacios, 2012) (Baldillo, 2015).

Resultados de remoción de partículas, en presencia de cloruros:

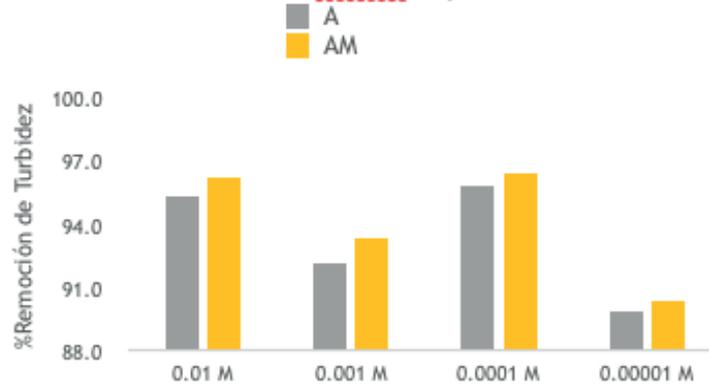
En la Tabla 1 se muestran los valores de conductividad presente en cada solución relacionada a la concentración de cloruros adicionada. En la Gráfica 1 se comparan los valores de remoción de turbidez obtenidos con los dos coagulantes.

El mayor porcentaje de remoción de partículas para ambos materiales (A y AM) se llevó a cabo con una concentración de 0.0001 N de NaCl, con una remoción de 95.9% y 96.5% respectivamente.

Tabla 1.- Valores de conductividad de acuerdo a la concentración de NaCl

	A	AM
[NaCl]	Conductividad (µS/cm)	Conductividad (µS/cm)
0.01 M	1275	1167
0.001 M	133.6	121.2
0.0001 M	23	23.5
0.00001 M	12.9	25.9

Gráfica 1.- Remoción de turbidez en presencia de cloruros



Resultados de remoción de partículas, matriz en presencia de cloruros y carbonatos:

En la Tabla 2 se presenta la remoción de carbonatos en la matriz, mientras que en la Gráfica 2 se presenta la remoción de turbidez en este sistema.

Los valores de remoción de partículas suspendidas aumentaron con la adición del carbonato de sodio, podemos suponer que el sistema con contenido de carbonatos mejora el funcionamiento de los coagulantes, además los flóculos formados fueron más consistentes y con apariencia esférica en esta matriz.

La remoción de carbonatos fue observada principalmente en las concentraciones más altas de carbonatos, los resultados nos muestran que una cantidad considerable de (CO₃-2) es absorbida por los materiales coagulantes, sin embargo a una concentración baja de carbonatos no presenta algún cambio en la cantidad de (CO₃-2) de la matriz. Los carbonatos son mayormente absorbidos con la A, a comparación de la AM.

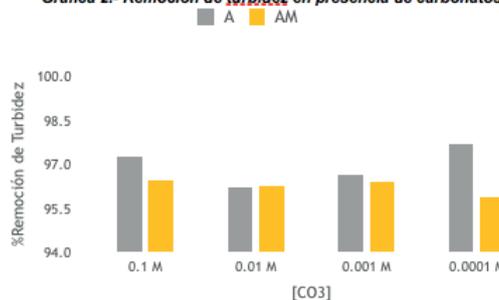
Mejor resultado A.- Con concentración de 0.0001 N Na₂CO₃ se presentó un mayor porcentaje de remoción de partículas suspendidas.

Mejor resultado AM.- Existió una igualdad en porcentaje de remoción de partículas, a diferentes concentraciones de carbonato de sodio. Las concentraciones de carbonato de sodio con la mayor remoción de partículas fueron de 0.1 N y 0.001 N.

La remoción de carbonatos fue mayor en la concentración más alta de los mismos, podemos suponer que con la absorción de estos carbonatos, la matriz con 0.01 M de Na₂CO₃ disminuyó su concentración de de (CO₃-2) hasta asemejar la concentración de 0.0001 M de Na₂CO₃ donde no existió una remoción de carbonatos.

	A	AM
[Carbonatos]	% Remoción de carbonatos	% Remoción de carbonatos
0.01 M	90.9	76.4
0.001 M	33.7	19.8
0.0001 M	36.1	0
0.00001 M	0	0

Gráfica 2.- Remoción de turbidez en presencia de carbonatos



CONCLUSIONES

El tratamiento de aguas se ha convertido en un proceso importante de realizar para la reutilización de este recurso indispensable, el proceso de sedimentación de coagulación y floculación ha demostrado ser de gran utilidad en las plantas tratadoras de aguas residuales, además de que el proceso es sencillo de realizar, es de bajo costo. Se han sintetizado materiales híbridos para una mayor eficiencia de remoción de partículas que los coagulantes convencionalmente utilizados.

En este trabajo se desarrolló un material híbrido cubriendo necesidades adicionales como son la remoción de los metales pesados, puesto que estos elementos causan efectos negativos en la salud humana y en cuestiones ambientales, también necesidades como buscar un método de retirar los metales pesados a un menor costo y gran eficiencia.

La presencia de cloruros y carbonatos se mostró que con estas condiciones físicas, puede aumentar la eficiencia de remoción de partículas de los materiales híbridos coagulantes puesto que tienen condiciones absorbentes.

El tratamiento de aguas con un proceso de coagulación-floculación secundado de un material híbrido coagulante específico según las características de las aguas residuales, muestra que puede ser de los principales métodos de depuración del agua.

BIBLIOGRAFÍA

Libros:

- Bratby, J. (1980). Coagulation and flocculation. England: Uplands Press Ltd.
Cárdenas, I. Y. (2000). Tratamiento de agua: coagulación y floculación. Lima: SEDEPAL
Douglas A. Skoog, F. J. (2001). Principios de análisis instrumental quinta edición. Madrid, España.: Mc Graw Hill.
Ramalho, R. (1996). Tratamiento de aguas residuales. Quebec, Canada.: Reverté S.A.

Artículos de revistas:

- Emilio Galán Huertos, A. R. (2008). Contaminación de suelos por metales pesados. Sevilla, España.: Revista de la sociedad española de mineralogía.
F. Machado, P. H. (s.f). Preparación de un soporte de alúmina activa a partir de alúmina inactiva. Universidad central de Venezuela.
J.E. Rodríguez-Páez, C. V. (2001). Estudio de la Formación de los Complejos Intermedios Durante la Síntesis de Alúmina. Materials Research Vol. 4 .
Óscar Raúl Mancilla Villa, H. M. (2011). Metales pesados totales y arsénico en el agua para riego de Puebla y Veracruz, México. Revista internacional de contaminación ambiental.
P. R. Palacios, L. D. (2012). Estudio de la deshidroxilación en el óxido férrico hidratado denominado limonita. Revista de la Sociedad Química del Perú Vol.78 no.3.
Patricio Muños H., D. D. (2001). Síntesis de alúmina a partir de la solución ácida de $AlCl_3$ y caracterización por DRX. Revista peruana química e ing. química vol.4, 68-71.
Revilla, D. C. (2009). Contaminación por metales pesados. revista Científica Médica.

Tesis doctorales:

- Baldillo, H. H. (2015). Estudio de la posibilidad de utilizar partículas de alumina modificadas dentro de un proceso de coagulación-floculación para el tratamiento de aguas subterráneas. Guanajuato, Gto.: Universidad de Guanajuato.
Flores, J. M. (2009). Efecto de la adición de Ce^{3+} o La^{3+} a la Boehmita en catalizadores de $Pd/\gamma-Al_2O_3$ -Ce y $Pt/\gamma-Al_2O_3$ -La en la combustión de benceno y tolueno. . D.F. Mexico.: Universidad autónoma metropolitana división de ciencias básicas e ingeniería.
Mayorquín, C. M. (2011). Estudios de la contaminación de los recursos hídricos en la cuenca del Río San Pedro, previos a la construcción de una hidroeléctrica (P.H. Las Cruces) en Nayarit, México. Zapopan, Jalisco: Universidad de Guadalajara.
Ocsachoque, M. A. (2012). Desarrollo de catalizadores metálicos soportados para obtención de gas de síntesis. La plata, Argentina.: CINDECA universidad nacional de la plata.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al comité organizador del Verano de la Región Centro por la oportunidad de realizar la estancia de la alumna Grace Marcela Dávila Salazar; así como a Fátima Arias Ruiz por el apoyo en la asesoría, seguimiento y conclusión del proyecto de verano.

DESARROLLO DE UN SISTEMA PARA ILUSTRAR EL PROCESO DE CONDUCCIÓN DE LA LUZ EN LAS GUÍAS DE ONDA

Hernández Hernández Iván y Guerrero Viramontes J. Ascención.

RESUMEN

En este reporte se presenta el desarrollo e implementación de un sistema que permite ilustrar el proceso de transporte de información en una guía de onda mediante láseres, para realizar el prototipo se utilizó un recipiente de agua rectangular del tipo pecera como guía de onda, la forma de operar en la que se estructuró este sistema fue con tres modos diferentes de operación: modo manual, modo fijo y modo automático (DEMO). Cabe hacer énfasis que el uso ampliamente esparcido de los láseres requiere que las personas se familiaricen con los usos y los riesgos potenciales en el mal uso de este valioso producto de la ciencia moderna debido a su gran campo de aplicación, es por ello que se implementa el sistema para ver la correcta manera de disparar los láseres para un buen y adecuado uso al implementarlos en un sistema.

ABSTRACT

This report presents the development and implementation of a system that allows illustrating the process of information transport in a waveguide by lasers, to make the prototype used a container of rectangular water of the fish tank type as waveguide, the form of operating in which this system was structured was with three different modes of operation: manual mode, fixed mode and automatic mode (DEMO). It should be emphasized that the widespread use of lasers requires that people become familiar with the potential uses and risks in the misuse of this valuable product of modern science due to its wide application field, that is why it is implemented the system to see the correct way to shoot the lasers for a good and proper use when implementing them in a system.

Palabras Clave: Láser, Refracción, Reflexión, Digital, Fibras Ópticas.

INTRODUCCIÓN

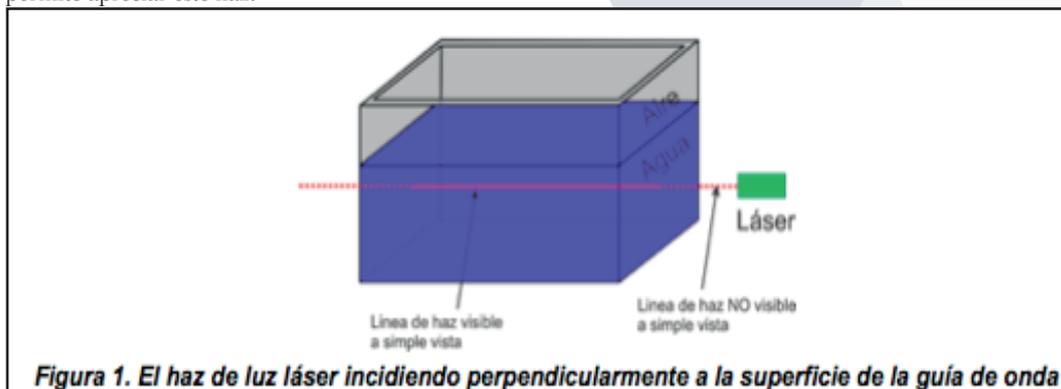
La ilustración del proceso de comunicación mediante la conducción de la luz en las fibras ópticas ha sido un método de mejora para entender cómo se lleva a cabo la comunicación por fibras ópticas. La forma de operar de los sistemas implementados con fibra óptica utiliza la energía de la luz como base de su operación, por lo que presentan un conjunto importante de ventajas sobre otros soportes utilizados en la transmisión y tratado de señales analógicas y digitales, a su vez lo hace más eficiente y de tal manera que casi no hay pérdida de información en el proceso de conducción. La forma de ilustrar el proceso de conducción en las guías de onda se muestra de manera detallada en esta investigación lo cual se ejemplifica y se muestran los diferentes modos de operación, de la misma manera se detallan algunas características de los láseres como lo son la reflexión y la refracción como resultado práctico al incidir el haz de rayo en sus diferentes ángulos.

MÉTODOS Y MATERIALES

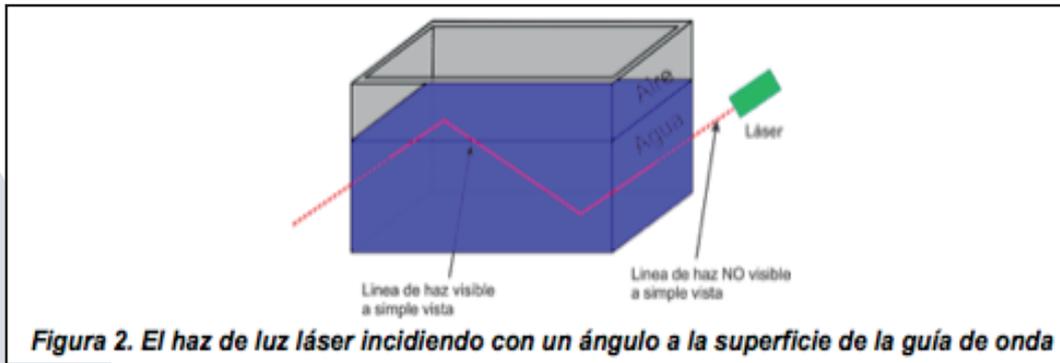
Con el desarrollo de un sistema para ilustrar el proceso de conducción de la luz en las guías de onda resulta muy práctico y útil para poder entender las funciones de los sistemas de comunicación digitales de actualidad. El siguiente sistema tiene como objetivo ilustrar de una manera interactiva así didáctica la transmisión de la luz a través de las fibras ópticas. El instrumento cuenta con tres modos de operación: el modo manual, el modo fijo y el modo automático, los cuales se detallan a continuación.

A continuación se describen los casos posibles del comportamiento de luz en la guía de onda.

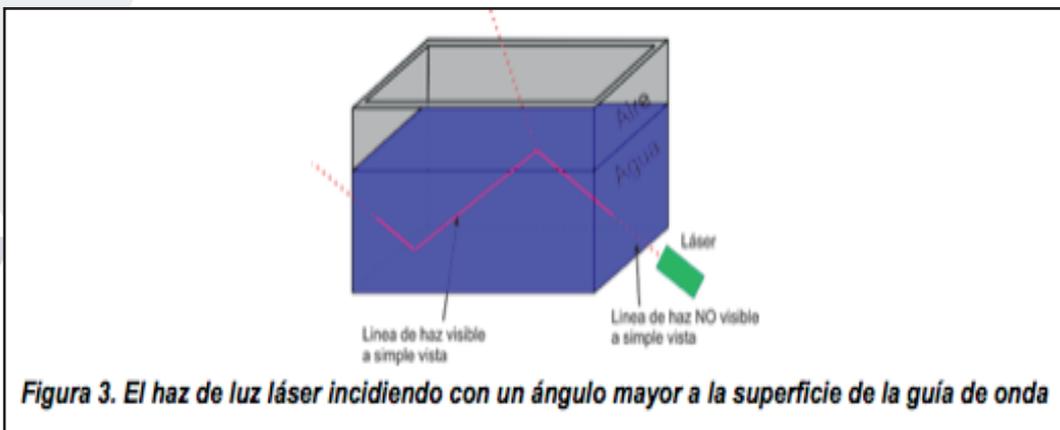
CASO 1: De tal manera que el haz de luz láser incide perpendicularmente sobre la superficie del contenedor, la guía de onda transporta la luz del haz sin desviación alguna. Figura 1. La línea punteada del haz representa la luz del haz láser viajando por el aire, donde no es posible verlo a simple vista, mientras que la línea continua representa la luz láser que si es visible a simple vista dentro de la guía de onda causada por el líquido que permite apreciar éste haz.



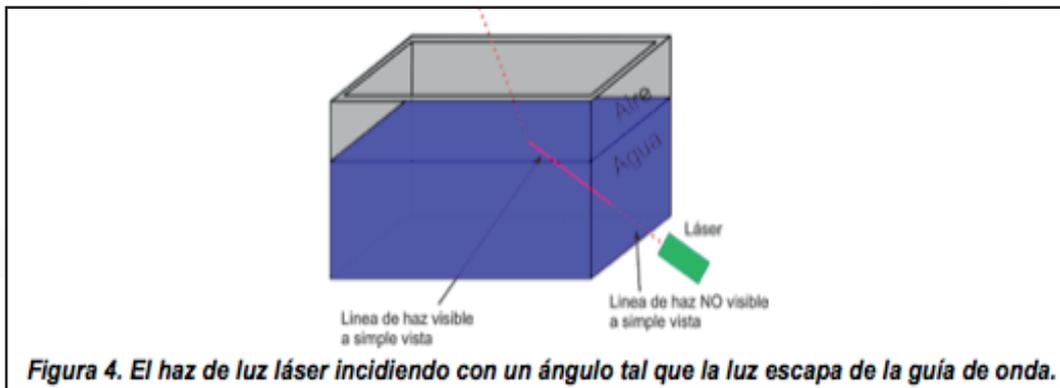
CASO 2: De tal manera que el haz de luz láser incide con un cierto ángulo sobre la superficie del contenedor, la guía de onda transporta la luz del haz realizando múltiples reflexiones dentro de la guía de onda sin pérdidas notables. A este caso se le llama reflexión total interna. Figura 2.



CASO 3: De tal manera que el haz de luz láser incide con un ángulo demasiado oblicuo a la perpendicular de la superficie del contenedor, la guía de onda permite la fuga de la luz fuera de la misma, como se aprecia en la figura 3.



CASO 4: Cuando el haz de luz láser incide con un ángulo mayor al expuesto en el caso 3, a la guía de onda no le es posible conducir la luz y esta escapa completamente fuera de la misma, como se aprecia en la figura 4.



Para este proyecto se usaron los siguientes materiales:

1. 1 Pecera
2. 8 Láseres
3. LED
4. 1 Arduino nano
5. Fuente 12v y 5v
6. 2 servomotores SG90
7. 6 Interruptores(botones)
8. Papel batería
9. Compuertas lógicas AND (74LS08)
10. Compuertas lógicas NOT (74LS04)
11. Cables de conexión
12. 3 resistencias de 220Ω
13. 3 resistencias de 10kΩ

RESULTADOS

I. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PROTOTIPO.

Se desarrolló una estructura de tal manera que se pudieran colocar cada elemento del dispositivo: La base, los botones de control para los tres modos de operación. De la misma manera se hicieron las tres bases donde se colocaron tres láseres como se muestra en la figura 5 y en la figura 6 el inicio de la base para los láseres.

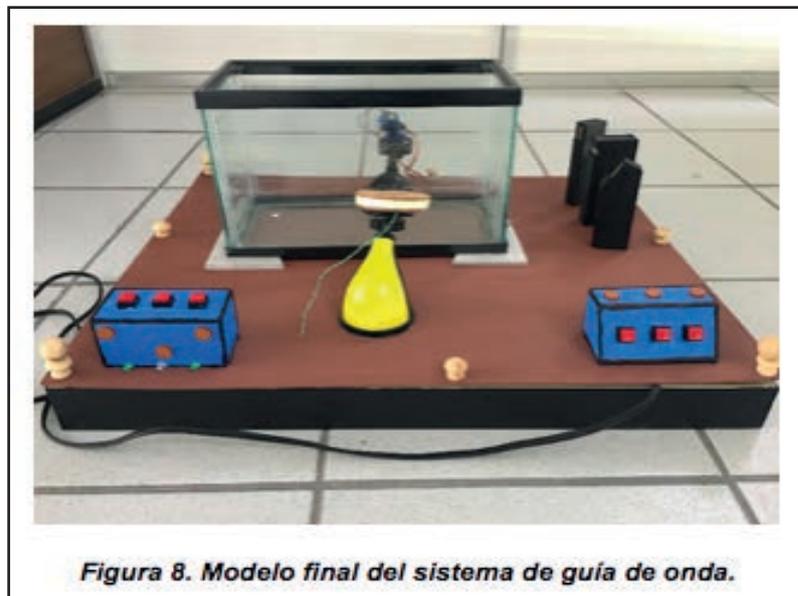


I. DISEÑO DEL CIRUITO PARA EL CONTROL DE LOS TRES MODOS de operación

Como se puede apreciar en el diagrama, figura 7, el circuito para controlar los tres modos de operación usando compuertas lógicas AND (74LS08) y NOT(74LS04) , así también botones y transistores 2N2222.

En la figura 8 se muestra el prototipo completo de simulación de la guía de onda, donde el líquido contenido en el contenedor rectangular representa una fibra óptica y el haz de laser representa la información transferida.

Dado que el sistema tiene un modo automático, se requiere de un sistema electrónico de control de servomotores y de encendido de los láseres. Se utilizó una tarjeta Arduino, la cual se programó para la realización de las secuencias necesarias.



CONCLUSIONES

Este proyecto permitió utilizar algunos de los conocimientos adquiridos en la carrera. Se desarrolló un sistema de control para una aplicación real. Se pudo diseñar un sistema de forma creativa y se lograron los resultados esperados en el plan de trabajo inicial.

En general fue una experiencia enriquecedora en el área de la investigación.

BIBLIOGRAFÍA

Soledad Jiménez, J., M., & Ocampo Dávila, A. (2014). Simulación de un enlace óptico WDM (Wavelength Division Multiplexing) utilizando POFs (Polymer Optical Fiber) en el espectro de luz visible. MASKANA, I+D+ingeniería, 49-58.

Aristizabal H., V. (2007). Introducción a la Tecnología de Fibras Ópticas y Análisis Numérico de la Propagación de la Luz en Fibras Micro-Estructuradas. Tecno Lógicas, 141-165.

Castillo Castañeda, E. (2006). Un método de monitoreo del desgaste de una herramienta de corte basado en un sensor de proximidad de fibra óptica. Ingeniare, 124-129.

Julio Enrique, D., & Fernández Morales, F. (2010). Metrología por fibra óptica para la detección de pequeños desplazamientos. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquía, 151-159.

DESARROLLO DE UN SISTEMA PARA ILUSTRAR EL PROCESO DE CONDUCCIÓN DE LA LUZ EN LAS FIBRAS ÓPTICAS

Rivera De La Cruz Jorge Luis y Guerrero Viramontes J. Ascención

RESUMEN

En el presente documento, se describe el desarrollo de un sistema para ilustrar el proceso de conducción de la luz en las fibras ópticas, para ello se utilizó un contenedor de agua rectangular como guía de onda implementando con tres modos diferentes: modo fijo, modo manual (interactivo) y modo automático (DEMO), cabe mencionar que las fibras ópticas parten de considerar la naturaleza de la luz utilizándose en diversas aplicaciones como es en la comunicación. Por lo tanto las fibras ópticas son una solución a muchos problemas que se presentan en el envío de información a través de los medios de transmisión pero existen algunos inconvenientes, es por eso que se ilustra en este documento la trayectoria de la luz en una fibra.

ABSTRACT

In this document, a development of an optics system to illustrate the travel of the light through a fiber optic is described. A rectangular glass tank filled with a liquid is used as a conduction medium. The system shows three operating modes: Fixed mode, manual mode (Interactive) and automatic mode (DEMO) should be mentioned that the optical fibers start considering the nature of light being used in various applications as it is in communication. Therefore the optical fibers are a solution to many problems that arise in sending information through the transmission media but there are some drawbacks that is why the light path in a fiber is illustrated in this document.

Palabras Clave: Fibra Óptica, Laser, Refracción, Reflexión.

INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas, los avances en el campo de las telecomunicaciones y el área de sensores se han desarrollado con la implementación de una tecnología revolucionaria que ha alcanzado difusión a escala mundial y cuyo desarrollo aún no se ha detenido en virtud al interés que ha despertado en el ámbito científico. Lógicamente se habla de los dispositivos optoelectrónicos, los cuales son utilizados para procesos, monitoreo y control de sistemas (Derickson: 1998), y de las fibras ópticas; ese medio de comunicación del grosor de un cabello humano, capaz de transportar la luz a través de grandes distancias, transportando datos de manera eficiente y con las ventajas que, frente a otras tecnologías, la han ubicado en una importante posición en la actualidad. Los sistemas implementados con fibra óptica utilizan la energía de la luz como base de su operación, por lo que presentan un conjunto importante de ventajas sobre otros soportes utilizados en la transmisión y tratado de señales analógicas y digitales. Entre ellas están las siguientes.

Alta sensibilidad a los cambios que se producen en su entorno. Gran ancho de banda, que permite la transmisión de un gran volumen de información a altas velocidades. Atenuación baja, las pérdidas en intensidad son menores, lográndose mayor alcance. Inmunidad a interferencias electromagnéticas. La fibra óptica es inmune a las interferencias de radiofrecuencias e impulsos electromagnéticos lo que minimiza errores en la transmisión de señales digitales. Esto es de gran importancia en aplicaciones de control industrial donde se genera gran cantidad de ruido. Seguridad y aislamiento eléctrico, En determinadas aplicaciones para ambientes peligrosos (ambientes explosivos o inflamables) o en electromedicina, las fibras ópticas son imprescindibles debido a la imposibilidad de producir descargas eléctricas o chispas

MÉTODOS Y MATERIALES

El poder contar con un instrumento que permita entender los principios físicos de funcionamiento de las fibras ópticas resulta muy práctico y útil para poder entender las funciones de los sistemas de comunicación digitales de actualidad.

El siguiente instrumento tiene como propósito el ilustrar de una manera didáctica e interactiva la transmisión de la luz a través de guías de onda o fibras ópticas. El sistema cuenta con tres modos de operación: el modo fijo, el modo automático y el modo interactivo, los cuales se explican a continuación.

De manera general cada uno de los modos tiene el mismo funcionamiento, la diferencia será un sistema flexible para el modo manual y el sistema de motores para el modo automático.

PRIMER CASO: Cuando el haz de luz láser incide perpendicularmente sobre la superficie del contenedor, la guía de onda transporta la luz del haz sin desviación alguna como se muestra en la figura 1. La línea punteada del haz representa la luz del haz láser viajando por el aire, donde no es posible verlo a simple vista, mientras que la línea continua representa la luz láser que si es visible a simple vista dentro de la guía de onda causada por el líquido que permite apreciar este haz.

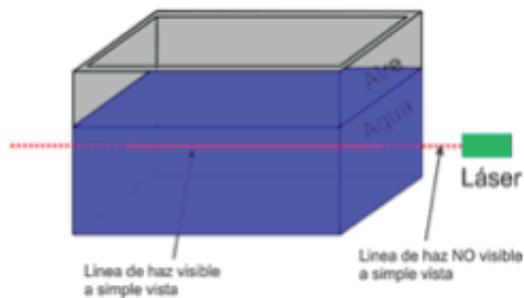


Figura 1. Haz de luz láser incidiendo perpendicularmente a la superficie de la guía de onda

SEGUNDO CASO: Cuando el haz de luz láser incide con un cierto ángulo sobre la superficie del contenedor, la guía de onda transporta la luz del haz realizando múltiples reflexiones dentro de la guía de onda sin pérdidas notables. A este caso se le llama reflexión total interna. Figura 2.

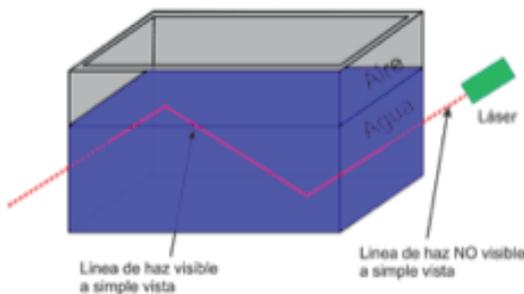


Figura 2. Haz de luz láser incidiendo con un ángulo a la superficie de la guía de onda

TERCER CASO: Cuando el haz de luz láser incide con un ángulo demasiado oblicuo a la perpendicular de la superficie del contenedor, la guía de onda permite la fuga de la luz fuera de la misma, como se aprecia en la figura 3.

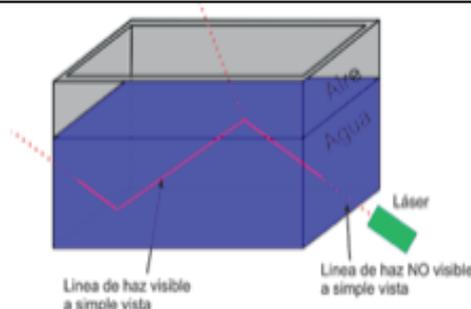


Figura 3. Haz de luz láser incidiendo con un ángulo mayor a la superficie de la guía de onda

CUARTO CASO: Cuando el haz de luz láser incide con un ángulo mayor al expuesto en el caso 3, a la guía de onda no le es posible conducir la luz y esta escapa completamente fuera de la misma, como se aprecia en la figura 4.

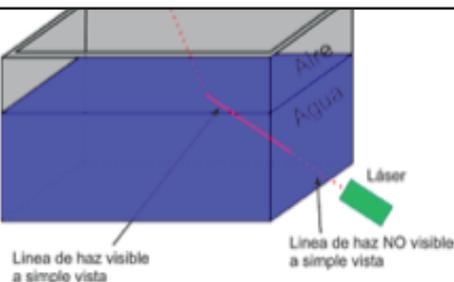


Figura 4. Haz de luz láser incidiendo con un ángulo tal que la luz escapa de la guía de onda.

La siguiente lista de materiales fue usada para el desarrollo e implementación del sistema: Pecera, 8 Láseres, LED, Un arduino nano, una fuente de 12v y 5v, 2 servomotores SG90, 6 Interruptores de botón, papel batería, compuertas lógicas AND (74LS08), compuertas lógicas NOT (74LS04), cables de conexión, **3 resistencias de 220Ω y 3 resistencias de 10kΩ.**

RESULTADOS

DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PROTOTIPO.

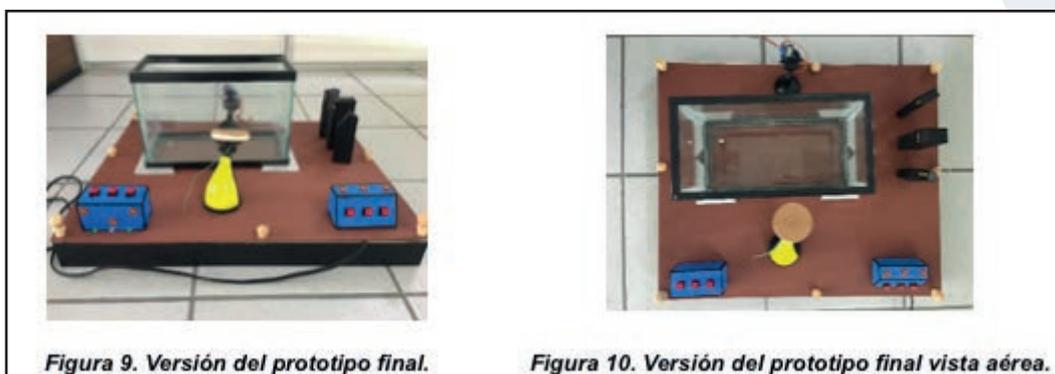
Lo primero que se hizo para el desarrollo de este prototipo fue hacer el diseño de la base como se ve en la figura 5, aquí se incluyen los botones de control para los tres modos. De la misma manera se hizo con las bases donde se colocaron tres láseres como se muestra en la figura 6. En total se realizaron tres bases, dos que inciden en el contenedor de líquido de manera horizontal, pero en lados opuestos y el tercero con cierto ángulo en lado opuesto a los dos anteriores.

Se desarrolló una estructura de tal manera que se pudieran colocar los elementos del dispositivo: La base, los botones de control para los tres modos de operación.

DISEÑO DEL CIRUITO PARA EL CONTROL DE LOS TRES MODOS DE OPERACION

En esta parte se describe el diagrama, figura 7 y 8, que se implementó para hacer el control de los tres modos de operación, en este caso son controlados por compuertas lógicas AND (74ls08) y NOT (74ls04) y los transistores 2n2222, los cuales se activan al pulsar los botones con un voltaje de entrada de 5v. En el colector de los transistores se puso tres laser en serie con un voltaje de entrada de 12v, ambos voltajes se activan al pulsar los botones de entrada ya que este genera una corriente que hace pasar por el transistor activándolo, de esta manera se activa la fuente de 12v haciendo pasar corriente por el transistor y activando así el empaquetado de tres láseres.

En la figura 9 y 10 se muestra el prototipo completo de simulación de la guía de onda, donde el líquido contenido en el contenedor rectangular representa una fibra óptica y el haz de laser representa la información transferida.



CONCLUSIONES

Dentro de las actividades realizadas, se pudo entender el proceso que se debe seguir al construir un sistema de pruebas. Se trabajó en el área de especialidad que se está estudiando, fue el poder aplicar esos conocimientos en un proyecto en donde la electrónica se consideró como una herramienta y no el fin en sí. Al ver el sistema terminado se pudo tener la satisfacción de haber participado en este proyecto que dejó grandes satisfacciones en el ámbito de la formación profesional.

Del proyecto se puede concluir que permitirá enseñar y aprender sobre el comportamiento de la luz en las fibras ópticas.

BIBLIOGRAFÍA

Soledad Jiménez J., M., & Ocampo Dávila, A. (2014). Simulación de un enlace óptico WDM (Wavelength Division Multiplexing) utilizando POFs (Polymer Optical Fiber) en el espectro de luz visible. MASKANA, I+D+ingeniería, 49-58.

Aristizabal H., V. (2007). Introducción a la Tecnología de Fibras Ópticas y Análisis Numérico de la Propagación de la Luz en Fibras Micro-Estructuradas. Tecno Lógicas, 141-165.

RECICLAJE DE EMBALAJES POR MEDIO DE SOLVÓLISIS

Medina Huerta María de la Luz y Sánchez Cadena Lorena Eugenia

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue encontrar las mejores condiciones para realizar una solvólisis parcial en el polietileno de alta densidad reciclado y demostrar que ésta permite que el PEAD tratado químicamente tenga mejores propiedades mecánicas y un cambio en la composición del polímero. Las pruebas de un ensayo de tensión nos demostraron que sí hay un cambio positivo en estas propiedades, haciendo más resistente al PEAD, aunque por medio de un espectro infrarrojo notamos que no hay un gran cambio en la composición del polímero después de la solvólisis.

ABSTRACT

Today's work objective is to find the best conditions to perform a partial solvolysis of recycled High Density Polyethylene and demonstrate that allows the HDPE chemical treatment with better mechanical properties and a change in the polymer's composition. The tests' outcome of a tension practice demonstrate positive change on mechanical properties, making PEAD more resistant.

Palabras Clave: Polietileno de alta densidad, solvólisis, reciclaje, propiedades mecánicas.

INTRODUCCIÓN

Objetivo: Mejorar las propiedades mecánicas del PEAD mediante una solvólisis parcial.

Hipótesis: Al hacer un tratamiento del polietileno de alta densidad reciclado obtenido de embaces plásticos, por medio de una solvólisis parcial con glicol, mejora sus propiedades mecánicas.

El polietileno de alta densidad es utilizado cotidianamente por las personas con aplicaciones muy variadas como envases, botellas, frascos, bolsas, empaques, recubrimientos de materiales, laminas, cables, aislantes, contenedores, tubos, mangueras, cajas, botes de basura, cubetas, platos y toda clase de juguetes, etc. [1] Estos artículos cuando terminan su vida útil, son desechados y tirados a la basura, en México 86 mil toneladas de basura diaria llegan a los rellenos sanitarios o tiraderos de basura [2], aunado a eso se habla de que el petróleo cada vez es más escaso y se buscan técnicas nuevas para no depender tanto de él [3].

Existen varios tipos de reciclaje polietileno, el reciclaje mecánico y el reciclaje químico y dependiendo el uso al que se vaya a destinar el PEAD, es de la forma en que se elige el tipo de reciclaje que se debe utilizar, aunque también se consideran los costos del proceso y el impacto ambiental que conlleva. En la actualidad el reciclaje de plásticos está aumentando, aunque la mayor parte es de PET (Polietileno de baja densidad) y los plásticos más difíciles de reciclar los siguen tirando, el polietileno de alta densidad que es un plástico opaco y más duro es comúnmente dejado en los basureros, es importante considerar que la mayoría del petróleo en México se exporta y las empresas compran polietileno puro en pellets, si se pudiese utilizar el polietileno reciclado para hacer de nuevo botellas u objetos para un fin común, le haríamos un favor al ambiente y también tendríamos objetos de mayor resistencia.

MARCO TEORICO

Polímeros

Los polímeros son macromoléculas formadas por la unión repetida de una o varias moléculas unidas por enlaces covalentes y dependiendo de su origen los polímeros pueden ser naturales o sintéticos. Los polímeros sintéticos contienen normalmente entre uno y tres tipos diferentes de unidades que se repiten, mientras que los naturales o biopolímeros como la celulosa, el ADN o las proteínas presentan estructuras mucho más complejas. [4]

Polietileno de alta densidad

Es un polímero sintético, termoplástico miembro de las poliolefinas obtenido a partir de una reacción conocida con el nombre de polimerización del Polietileno elaborado a partir de etano, un componente del gas natural. El Polietileno de alta densidad es semicristalino (70 – 80%), incoloro, inodoro, no tóxico, lácteo y se puede encontrar en todas las tonalidades transparentes y opacas. Las propiedades del Polietileno de alta densidad como las de cualquier otro polímero dependen fundamentalmente de su estructura, es decir básicamente de su: Peso molecular y Cristalinidad [1].

Reciclaje Químico

Es un proceso mediante el cual se produce la descomposición del polímero para obtener los monómeros utilizados para fabricarlo; A partir de estos y tras un nuevo proceso de polimerización, se obtienen nuevos materiales poliméricos.

El reciclaje químico puede realizarse mediante diferentes procesos que pueden clasificarse en: Despolimerización térmica, Disolución, Solvólisis, etc. La solvólisis es un Procedimiento por el que el disolvente actúa también como reactivo.

En función de la naturaleza del disolvente se distinguen distintas clases de solvolisis como la quimiólisis (glicólisis, hidrólisis y metanólisis), en donde se utilizan también fluidos supercríticos. La glicólisis se realiza con etilenglicol y en condiciones menos severas que la metanólisis y la hidrólisis, lo que reduce los costes económicos, aunque es menos eficaz que ellas para el tratamiento de desechos coloreados y mezclados. Los productos de la reacción pueden utilizarse para recuperar PET o como precursores de espumas de poliuretano o poliésteres insaturados [5].

Espectroscopia infrarrojo Medio

La espectroscopia en la región del infrarrojo medio (IRM) es una de las técnicas analíticas disponibles más importantes para conseguir información sobre aspectos cualitativos y cuantitativos de analitos en tiempo real en los procesos de manufacturación. Una razón fundamental para el atractivo de la espectroscopia infrarroja es la espectroscopia de transformada de Fourier (FT-IR) que fue desarrollada para superar las limitaciones encontradas con los instrumentos dispersivos. De este modo, la técnica FT-IR ha conseguido para la espectroscopia infrarroja una significativa ventaja práctica. Se puede decir que ha hecho del uso del análisis infrarrojo casi una técnica sin límites [6].

Norma ASTM D638

Este método de pruebas está diseñado para producir información de propiedades de tensión para el control y especificaciones de materiales plásticos. Esta información es muy útil para caracterizaciones cualitativas para el desarrollo e investigación [7].

Métodos y materiales

- Se solvolaron tres muestras de polietileno de alta densidad tratando de mantener la mismas condiciones.
- Se tritura el polietileno con un molino de aspas para después tamizarlo con una maya taylor del número 4 hasta conseguir 200gr para después colocarlo en un reactor de 2 litros de masa conocida, se le agrega un glicol como solvente hasta que sobrepase la altura de los pedazos de PEAD
- Para montar el reactor se utilizó una parrilla magnética, un agitador magnético y un controlador de temperatura. (ver figura 1)
- Se calientan los reactivos hasta llegar a un rango de temperatura entre 100°C y 200°C donde se mantiene en agitación constante de 15 minutos, después se deja enfriar a temperatura ambiente.
- Las tres muestras de polietileno tratado y una muestra de polietileno sin tratar se pusieron en un molde y se fundieron en el horno durante 40 minutos a un rango de temperatura de.
- Todas las muestras se sometieron a un prensado de 1 tonelada durante un minuto.
- Se cortaron probetas del número 4 con las cuales se realizó una prueba de tracción con un INSTRON 3345, se hicieron análisis de espectroscopia infrarroja con un Thermo Scientific NICOLET iS50 FT-IR y microscopio. Todas las pruebas se realizaron en la Universidad de Guadalajara CUCEI.



Figura 1. Montaje de reactor y materiales para la reacción

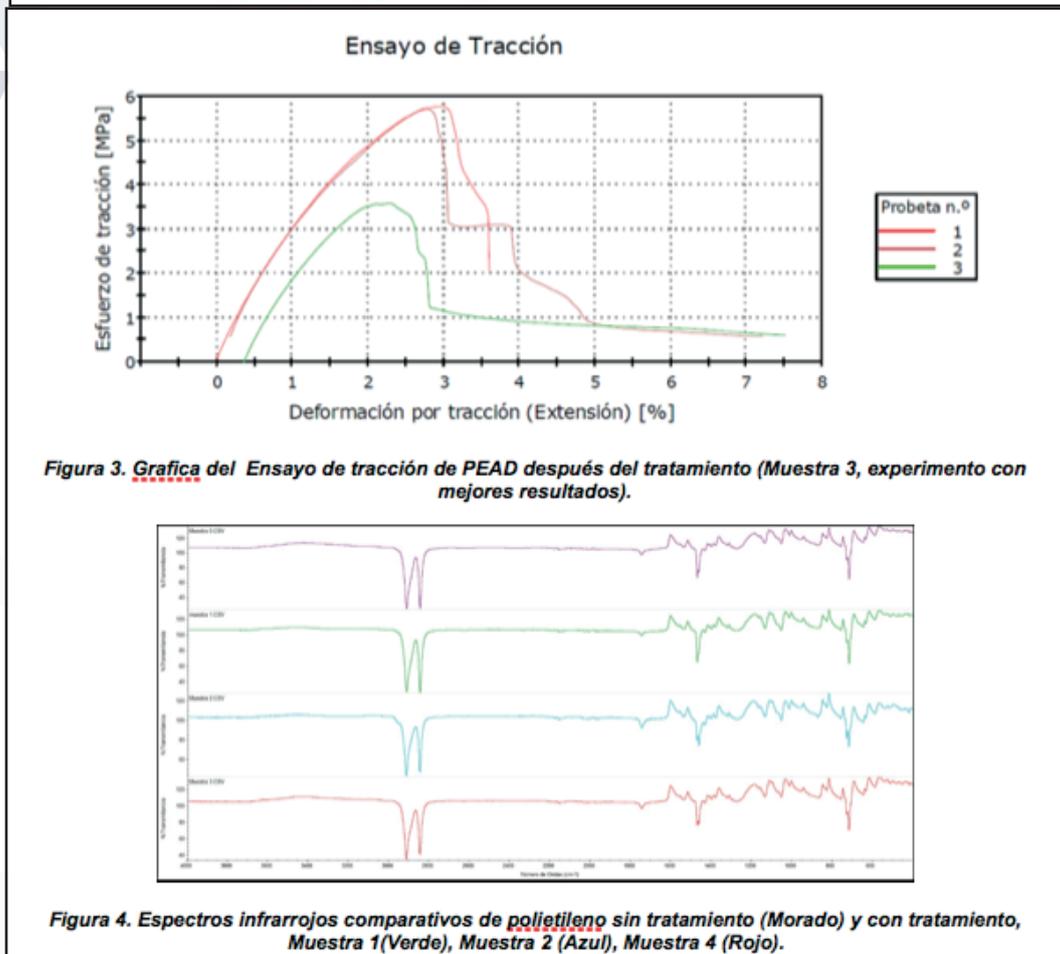
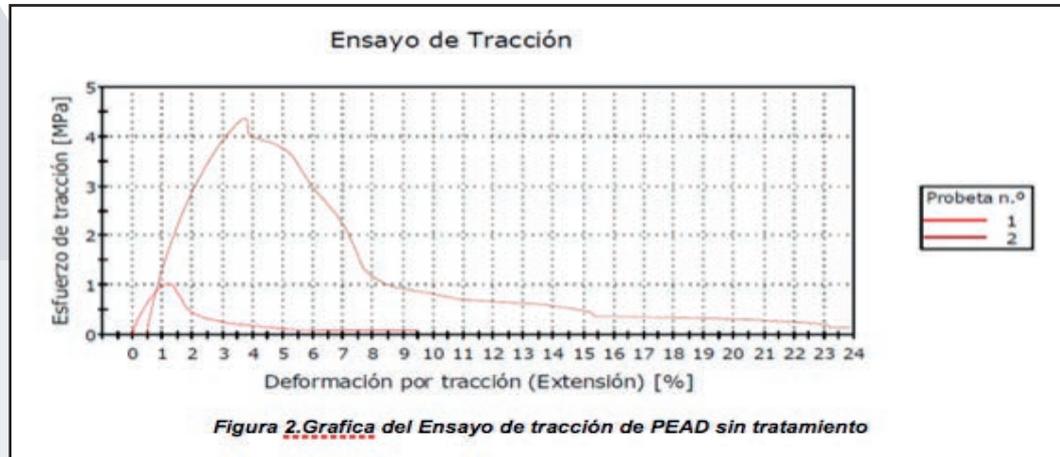
RESULTADOS

En primera estancia pudimos determinar las condiciones de reacción siguientes, una temperatura de entre 100°C y 200°C una agitación de 400 Revoluciones por minuto un Tiempo total de reacción de 2 horas. Al realizar el ensayo de tracción del polietileno de alta densidad antes y después de la solvólisis pudimos determinar que de las tres muestras obtenidas en el laboratorio, la tercera fue la que obtuvo mejores resultados mecánicos Módulo de Young de la mejor muestra: 326.46 MPa y se atribuye a las condiciones de reacción, fundición y compactado de placa (Ver figuras 2 y 4).

En los espectros infrarrojos obtenidos nos dimos cuenta que no hubo ningún cambio significativo en la composición química del polietileno, y para que llegara a haberlo sería necesario someter los reactivos a una solvólisis completa. Al comparar todos los espectros de las muestras notamos bandas de los 3000 a 2800 cm^{-1} que nos indican enlaces

-CH₂- que se encuentran en la fórmula del polietileno de alta densidad (Ver figura 4).

Al someter pequeños trozos de PEAD en un microscopio obtuvimos imágenes aumentadas que nos permitieron ver las fisuras y forma física. Observamos que el pedazo sin tratamiento era más plano y con pocas aberturas y el pedazo tratado contiene muchas fibrillas que al parecer hacen que se enlacen más físicamente.



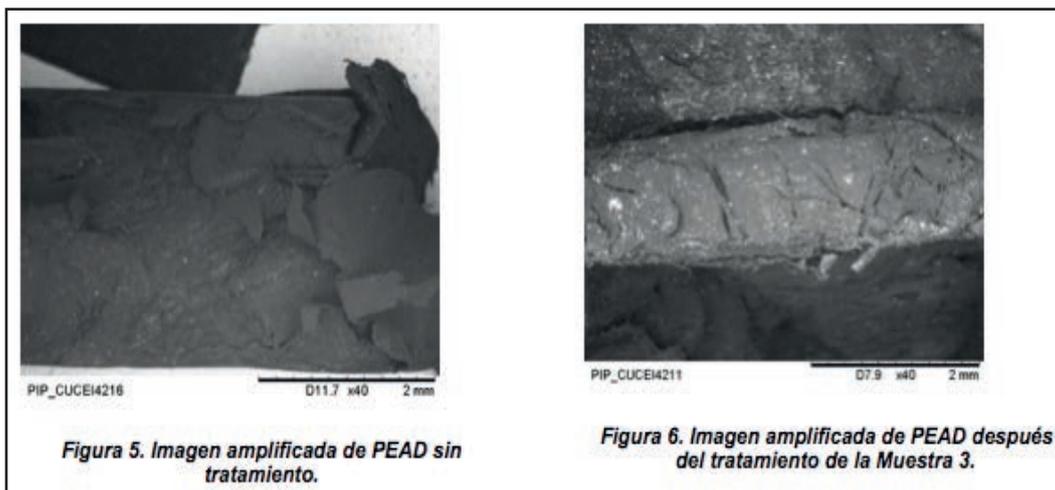


Figura 5. Imagen ampliada de PEAD sin tratamiento.

Figura 6. Imagen ampliada de PEAD después del tratamiento de la Muestra 3.

CONCLUSIONES

Aunque después del tratamiento no cambió la composición química del PEAD, pudimos determinar importantes factores que afectan la reacción que se llevó a cabo, y básicamente las mejores condiciones de reacción, vimos un cambio positivo muy grande en el ensayo de tracción en donde el módulo de Young del PEAD después del tratamiento aumento considerablemente, esto quiere decir que el esfuerzo aplicado era mucho mayor que la deformación que se estaba produciendo. Así como también observamos un cambio físico microscópico pero que gracias a éste posiblemente le haya dado una mayor resistencia.

Esta es una propuesta interesante y bastante viable si pensamos en las problemáticas futuras que se podrían desatar en el país y también en el mundo, ya que el reciclaje tiene como principal materia prima materiales que son destinados a la basura, ahí se disminuiría un costo y se agregaría un esfuerzo para cuidar el medio ambiente.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Roca Girón, I. (2005). Estudio de las Propiedades y Aplicaciones Industriales del Polietileno de Alta densidad (PEAD). Licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería Química.
- [2] Cuentame.inegi.org.mx. (2017). Medio ambiente. Cuéntame de México. [online] Available at: <http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/ambiente/basura.aspx?tema=T> [Accessed 1 Aug. 2017].
- [3] Gasca, L. (2017). 2025, el año del adiós al negocio del petróleo • Forbes Mexico. [online] Forbes Mexico. Available at: <https://www.forbes.com.mx/2025-el-ano-del-adios-al-negocio-del-petroleo/> [Accessed 2 Aug. 2017].
- [4] Beltrán, M. (2017). Tema 1. Estructura y propiedades de los polímeros. [online] Rua.ua.es. Available at: <http://iq.ua.es/TPO/Tema1.pdf> [Accessed 2 Aug. 2017].
- [5] Anon, (2017). [online] Available at: <http://iq.ua.es/TPO/Tema1.pdf> [Accessed 30 Jul. 2017].
- [6] Marcelino de Fuentes Navarta, M., Bosch Ojeda, C. and Sánchez Rojas, F. (2008). Aplicación de la Espectroscopia del Infrarrojo Medio en Química Analítica de Procesos. Boletín de la Sociedad Química de México, 2(3).
- [7] Anon, (2017). Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics. [online] Available at: <http://clases.engr.oregonstate.edu/mime/winter2012/me453-001/Lab1%20-%20Shear%20Strain%20on%20Polymer%20Beam/ASTM%20D638-02a.pdf> [Accessed 1 Aug. 2017].

RECUPERACIÓN DE IONES METÁLICOS POR MEDIO DE EXTRACCIÓN LÍQUIDO-LÍQUIDO

Acosta Aguilar Ruth y Ávila Rodríguez Mario

RESUMEN

La extracción líquido líquido es una de las técnicas de separación más empleadas a nivel industrial ya que es muy selectiva y se pueden obtener licores concentrados del ion metálico de interés, el inconveniente de esta técnica es el empleo de solventes comerciales altamente volátiles originando pérdida del orgánico y contaminación ambiental por la generación de vapores, por lo anterior en este trabajo de investigación se realizó la recuperación de 3 iones metálicos, indio (In), cobre (Cu) y arsénico (As) por medio de extracción líquido-líquido utilizando como extractantes comerciales Cyanex 923, Acorga M5774 y Di-2-etilhexilfosfórico (D2Epha), los cuales se compararon con los líquidos iónicos N-Metil-N,N,N-Triocilamonio (Aliquat 336), Cloruro de trihexil fosfonio (Cyphos IL 101), Tetradecil fosfonio Bis - 2,4,4-[trimetilpentil] (Cyphos IL 104), a una concentración 0.1M, empleando como diluyente decanol/queroseno al 10% (v/v) en todos los casos a excepción del Cyanex 923, donde solo se empleó queroseno. Encontrándose que en la extracción de In no resultó posible determinar la concentración de iones debido a problemas técnicos, en la extracción de Cu el Cyanex 923 obtuvo el 32% de recuperación y para el As el Cyphos IL alcanzó un porcentaje del 15%.

ABSTRACT

Liquid liquid extraction is one of the separation techniques most used at industrial level since it is very selective and concentrated liquors of the metal ion of interest can be obtained, the drawback of this technique is the use of highly volatile commercial solvents causing organic loss and environmental pollution due to the generation of vapors. In this research, the recovery of 3 metal ions, indium (In), copper (Cu) and arsenic (As) was carried out by means of liquid-liquid extraction using as extractants Commercial Cyanex 923, Acorga M5774 and Di-2 ethylhexylphosphoric (D2Epha), which were compared with the ionic liquids N-Methyl-N, N-N-Trioctylammonium (Aliquat 336), Trihexyl phosphonium chloride (Cyphos IL 101), Tetradecyl phosphonium bis-2,4,4- [trimethylpentyl] (Cyphos IL 104), at a concentration of 0.1M, using as a 10% (v / v) decanol / kerosene diluent in all cases except for Cyanex 923, where only kerosene was used. It was found that in the extraction of In, it was not possible to determine the concentration of ions due to technical problems, in Cu extraction Cyanex 923 obtained 32% recovery and for As Cyphos IL reached a percentage of 15%.

Palabras clave: Extracción líquido-líquido, iones metálicos, indio, cobre, arsénico, líquidos iónicos.

INTRODUCCIÓN

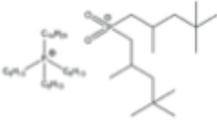
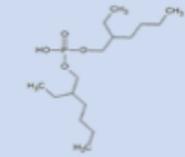
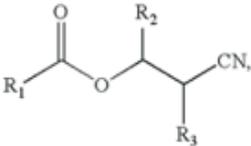
La extracción líquido-líquido es un proceso de separación con una gama muy amplia de aplicación en diversas industrias tales como, las petroquímicas, las farmacéuticas y las hidrometalúrgicas. En esta última, a escala comercial, es común concentrar iones de cobre y zinc para su electrorecuperación, y también para la separación de iones metálicos en sistemas complejos, tales como, níquel, cobalto, uranio, mercurio, tierras raras, y muchos otros iones metálicos. En años recientes ha incrementado la atención en el uso de la extracción líquido - líquido como un método para la recuperación de especies metálicas a partir de licores o efluentes industriales. [1]

El proceso de extracción por solventes (extracción líquido-líquido) se puede definir como la transferencia de una sustancia X desde una "fase líquida A" a otra "fase líquida B", inmisible con la anterior.[2] Donde la fase líquida A contiene los iones metálicos que serán transferidos a la fase líquida B la cual está compuesta de un extractante, un diluyente y el agente modificador. Algunos de los extractantes o solventes para recuperar iones metálicos presentan varios inconvenientes que limitan su uso entre los cuales se tiene, la baja selectividad, la volatilidad de los solventes, el costo y por otro lado, la contaminación del medio ambiente, provocada por la pérdida del solvente a la atmósfera debido a su elevada presión de vapor, lo cual origina no sólo grandes gastos, sino una contaminación ambiental a gran escala [1]. Con el desarrollo de la química verde se presenta la solución a tales inconvenientes, mediante la síntesis y uso de los llamados "líquidos iónicos o solventes verdes". Los cuales son compuestos formados por especies iónicas, en las que el anión puede tener origen tanto orgánico como inorgánico, contrario al catión que es de naturaleza orgánica. Gracias a las características que poseen son una buena alternativa para sustituir el uso de los solventes puros. Tomando en cuenta lo anterior en este trabajo se presentan los resultados del estudio de la extracción de indio, cobre y arsénico, de soluciones acuosas de sulfato y cloruro utilizando como extractantes algunos líquidos iónicos los cuales se compararon con extractantes puros.

MÉTODOS Y MATERIALES

En la Tabla 1. Se muestran los distintos extractantes utilizados para la recuperación de los iones de indio, cobre y arsénico.

Tabla 1. Extractantes orgánicos utilizados para la extracción líquido-líquido de iones metálicos

Extractante orgánico	Fórmula Química	Propiedades	Molécula
Cyphos IL 101	$C_{38}H_{68}ClP$	Es un líquido iónico utilizado en la extracción líquido-líquido. Peso molecular: 519.31 g/mol Densidad: 0.8819 g/ml	
Cyphos IL 104	$[(C_6H_{13})_3(C_{14}H_{29})P]^+ [[(CH_3)_3CCH_2CH(CH_3)CH_2]_2P(O)O]^-$	Es un líquido iónico que se utiliza en la extracción de iones en medios sulfatos o cloruros. Peso Molecular: 773.27 g/mol	
Cyanex923	$C_{24}H_{51}P(O)$	Es un óxido de fosfina líquido. Es completamente miscible con todos los hidrocarburos comunes. Peso Molecular: 348 g/mol Densidad: 0.88 g/ml	
Aliquat 336	$C_{25}H_{48}ClNO_3$	Es una sal cuaternaria de amonio. Está compuesto por un catión orgánico grande asociado con un ión cloruro. Peso Molecular: 446.113 g/mol Densidad: 0.884 g/ml	
D2Ehpa	$(C_8H_{17}O)_2PO_2H$	Es un compuesto organofosforado. Tiene baja solubilidad. Densidad: 0.9758 g/ml Peso Molecular: 322.43 g/mol	
Acorga M5774	Mezcla de solventes y otros aditivos	Extractante utilizado para la recuperación de Cobre en las minas. Densidad: 0.96 – 0.98 g/ml Peso Molecular: 322.43 g/mol	

A continuación se describirá la metodología seguida en este trabajo, primero se hablará de la extracción de iones de In variando las condiciones de las fases acuosas. Posteriormente se habla la metodología para la extracción de Cu y As la cual se basa en la comparación de algunos líquidos iónicos con extractantes comerciales a las mismas condiciones para observar el rendimiento de cada extractante.

Extracción de iones de indio (In).

Para la recuperación de iones metálicos de indio se pesaron 0.1016 gr de In los cuales fueron disueltos en 35 ml de HCl previamente medidos, para llevar a cabo la dilución del In en el HCl se hizo uso de una parrilla eléctrica en la cual se variaron las temperaturas desde 40 a 400°C, así como un agitador magnético para lograr completamente la dilución. Posteriormente la dilución obtenida se aforó con 1000 ml de agua desionizada para lograr una concentración de 100 ppm de In resultando un pH de 0.37.

Para preparar la fase orgánica (FO) se pesaron 2.029 gr y 3.8662 gr de los extractantes Aliquat 336 y Cyphos IL 104, respectivamente, los cuales fueron diluidos en una solución de decanol/keroseno 10% (v/v). Para el extractante Cyanex 923 se empleó como diluyente se utilizó keroseno puro. Finalmente las tres fo obtenidas quedaron con una concentración 0.1M.

Para la fase acuosa (fa) se utilizaron dos medios, HCl y H₂SO₄ con variación de concentraciones. Para HCl se midieron 0.416, 2.083, 4.1667, 8.333 y 12.5 ml para preparar soluciones a concentraciones de 0.1, 0.2, 0.3, 1, 2 y 3M, respectivamente.

Para H₂SO₄ se midieron 0.27, 1.3, 2.7, 5.3 y 8ml para preparar soluciones a concentraciones de 0.1, 0.2, 0.3, 1, 2 y 3M, respectivamente. Tanto las soluciones de HCl como H₂SO₄ se aforaron con 25 ml de agua desionizada obteniendo medios acuosos de 20 ppm In, se tomaron alícuotas de 0.5 ml de la solución madre de 100 ppm preparada anteriormente y con cada una de las concentraciones obtenidas de HCl y H₂SO₄ se realizó un aforo de 25 ml, resultando un total de 10 fa; 5 de HCl y 5 de H₂SO₄.

Finalmente se pusieron en contacto las fases, para esto se añadieron 5 ml de cada fo con 5 ml de la fa a las distintas concentraciones de lo cual resultaron 30 muestras que posteriormente fueron agitadas con ayuda del equipo de pin pon durante un tiempo de dos horas a 120 rpm.

Una vez transcurrido el tiempo, la fo inmediatamente es separada de la fa con un embudo de separación. La cuantificación de In se puede llevar a cabo por varios métodos espectrofotométricos tales como espectroscopía de Plasma de acoplamiento inductivo ICP-OES, espectrofotometría UV-Visible o espectroscopía de absorción atómica, sin embargo no fue posible la cuantificación de In por ninguno de los métodos mencionados debido a fallas en los equipos y/o disponibilidad de reactivos.

Las condiciones de análisis de In, en cada una de las técnicas se mencionan a continuación.

1. Absorción atómica: El método se basa en la atomización de la muestra de In por medio de una flama, en el cual los átomos absorben radiación.

En este equipo se miden transiciones desde el estado basal al estado excitado.

Longitud de onda In: 325.6nm [3]

2. ICP-OES: En el plasma, debido las altas temperaturas generadas, los analitos son atomizados e ionizados generándose los espectros de emisión atómicos.

Longitud de onda In: 230.606nm

Posición axial: [1ppm Mn] en agua Milli Q

Posición radial: [10 ppm Mn] en agua Milli Q

3. Uv-Vis: Se basa en la formación de un complejo que logre la coloración de las muestras en un tiempo determinado según la concentración de In presente en la muestra. Se lleva a cabo un proceso degradativo.

- Longitud de onda In: 495 nm [4]

- Formación del complejo:

El complejo se forma a partir de tetrahidroxiamona 2S en 500 ml de agua desionizada.

Se prepararon soluciones buffer de pH 3 a 9 con amoníaco y ácido acético.

Transferir 1,5-52,5 g de solución In (III) en un matraz calibrado de 25 ml, añadir 3 ml de $1,0 \times 10^{-3}$ M de tetrahidroxiamona 2S y diluir hasta la marca con solución buffer de pH 5.

Medir la absorbancia a 495 nm en una celda de cuarzo.

Extracción de iones de cobre (Cu).

Este método se realizó para determinar el rendimiento de 5 distintos extractantes orgánicos en la extracción líquido-líquido de Cu.

Se partió de una solución estándar de Cu de 1000 ppm de la cual se tomaron 0.5 ml que fueron aforados en un matraz de 50 ml con HCl 0.0001M para así formar una fa con una concentración de 10 ppm de Cu y pH de -0.54 el cual fue medido con un potenciómetro.

Para preparar las fo se pesaron 0.3957gr de Acorga M5774 y se midieron 0.334 y 0.3954ml de D2Ehpa y Cyanex 923, respectivamente. Para diluir los extractantes se utilizó decanol/keroseno 10% (preparado de la misma manera que en el método A).

La fo de Aliquat 336 y Cyphos IL 101 ya se encontraban preparadas a las condiciones necesarias, por lo que la muestra se tomó directamente.

Todas las fo se trabajaron a las mismas condiciones de concentración; 0.1M.

El contacto de las fases así como el mecanismo de agitación y separación es el mismo que en el método de extracción de In.

Finalmente las 5 fa obtenidas son diluidas en una relación 2/10 para poder ser cuantificadas. El método empleado para la cuantificación fue por medio de absorción atómica con un equipo Perkin Elmer a una longitud de onda de 324.8 nm.

Extracción de iones de arsénico (As).

Este método se realizó para determinar el rendimiento de 4 distintos extractantes orgánicos en la extracción líquido-líquido de As.

Se partió de una solución estándar de 1000 ppm de As de la cual se tomaron 0.5 ml que fueron diluidos con 50 ml de HCl 0.1M para así formar una fa con una concentración de 10 ppm de As y pH de -0.54 el cual fue medido con un potenciómetro.

Las fo fueron preparadas con anterioridad ya que se utilizaron extractantes de los métodos pasados; D2Ehpa, Cyphos Il 101, Aliquat 336 y Cyanex 923.

El contacto de las fases, así como el mecanismo de agitación y separación es el mismo que los métodos anteriores.

Las 4 fa obtenidas fueron cuantificadas por medio de Espectrofotometría UV-Visible en un equipo Perkin Elmer a una longitud de onda de 875nm por lo que fue necesario formar el complejo que es añadido directamente a la muestra problema para poder cuantificar los iones.

- Formación del complejo:

Para lograr la coloración de la muestra se agregaron 0.5 ml de Ácido Ascórbico al 5% los cuales se prepararon disolviendo 1.25gr de ácido en 25 ml de agua desionizada.

Posteriormente se añadieron 0.375 ml de acetona

Finalmente se agregaron 0.5ml de la mezcla reactiva la cual fue preparada con 50 ml de H₂SO₄, 5 ml de Tartrato de amonio y potasio y 4 gr de Molibdato de amonio. La mezcla es diluida con 100 ml de agua desionizada para obtener así la mezcla reactiva, la cual asigna la coloración de las muestras. El volumen del analito

fue de 5ml. (Fa)

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Extracción de In:

No se obtuvieron resultados debido a fallas de operación en el equipo y falta de reactivos.

Extracción de Cu:

Los resultados de concentración, en ppm de Cu, obtenidos por el equipo son los que aparecen en la segunda columna de la Tabla 2. Sin embargo se multiplican por el factor de dilución para obtener los datos reales de concentración y a partir de ahí calcular el % extracción de cada extractante con la fórmula (1).

$$\% \text{Extracción} = \frac{[Cu]_{SM} - [Cu]_{FA}}{[Cu]_{SM}} \quad (1)$$

Los resultados del % extracción se puede apreciar de manera gráfica en la Fig. 1

Tabla 2. Porcentaje de extracción de cobre con los distintos extractantes en concentración 0.1M

Extractante	[Cu]equipo (ppm)	Dilución 2/10=5	[Cu]real (ppm)	%Extracción
D2Ehpa	1.504	5	7.52	24.8
Acorga M5774	1.534	5	7.67	23.3
Cyphos II 101	1.427	5	7.135	28.65
Aliquat 336	1.401	5	7.005	29.95

Cyanex 923	1.366	5	6.83	32
------------	-------	---	------	----



Fig. 2 En la gráfica se puede apreciar el porcentaje de extracción de Cu de cada uno de los extractantes a las mismas condiciones.

A pesar de que el Cyanex 923 obtuvo el mayor porcentaje de extracción, se puede observar que realmente es un porcentaje bajo que posiblemente a nivel industrial no sería costeable.

El Acorga M5774 es el principal extractante de Cu a nivel industrial por lo que se esperaba que tuviera un rendimiento alto de extracción es por ello que se creó que las condiciones a las que se expuso no fueron las adecuadas para alcanzar su máximo rendimiento.

El pH obtenido en la solución acuosa es bueno ya que se busca un medio ácido para poder llevar a cabo la extracción del Cu.

Extracción de As:

Los resultados de concentración, en ppm de As, obtenidos por el equipo son los que aparecen en la segunda columna de la Tabla 3. Sin embargo se multiplican por el factor de dilución para obtener los datos reales de concentración y a partir de ahí calcular el % extracción de cada extractante con la fórmula (1).

Extractante	[Cu]equipo (ppm)	Dilución 1/15=5	[Cu]real (ppm)	%Extracción
D2Ehpa	1.8	5	11.5	10
Cyphos II 101	1.7	5	8.5	15
Aliquat 336	2	5	10	0
Cyanex 923	1.9	5	9.5	5

En la Fig. 3 se muestran los porcentajes de extracción de cada extractante de una manera gráfica.

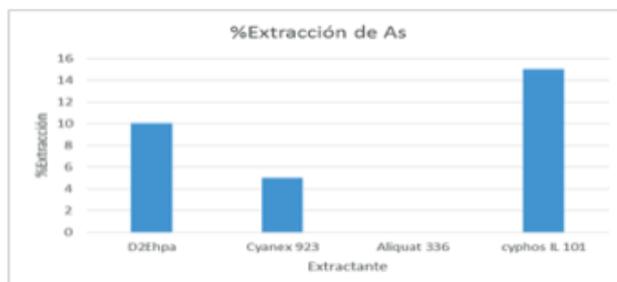


Fig. 3 Gráfico que muestra el % de extracción de As con los distintos extractantes utilizados a una concentración 0.1M en un medio acuoso de HCl 0.1M

Se puede observar que los porcentajes de extracción obtenidos son realmente bajos, incluso el Aliquat 336 reportó un porcentaje de extracción nulo. Estos resultados se pueden atribuir en su mayoría al proceso de cuantificación del As ya que para llevar a cabo este proceso se necesitó de crear un complejo que diera el color a las muestras para ser léidas en Uv-Vis, sin embargo es un proceso de color degradativo por lo que se necesitó buscar un tiempo óptimo en el cual todas las muestras pudieran ser medidas.

Después de realizar varias pruebas se obtuvo que el tiempo óptimo en el cual se logra realizar una mejor cuantificación fue en 1hr 50 min.

CONCLUSIONES

- Se puede concluir que en la extracción de Cu el extractante comercial Cyanex 923 a una concentración 0.1M, un tiempo de agitación de una hora a 120 rpm, en contacto con una fase acuosa de pH -0.54 en medio cloruro 0.1M tiene mayor rendimiento sobre los líquidos iónicos con un porcentaje del 32%.
- Lo más importante a considerar en la extracción son las condiciones en las que se trabaja tanto la fase acuosa como la fase orgánica ya que cada extractante alcanza su óptimo rendimiento en ciertas condiciones de concentración, pH, agitación, temperatura, tiempo etc. Por ello es interesante estudiar el comportamiento de la extracción variando las condiciones mencionadas.
- En el método de extracción de In se pudo concluir que la agitación en la cual se logra una mejor separación de fases oscila entre los 100 y 120 rpm ya que las muestras sometidas a 150 rpm presentaron emulsiones y las muestras de menos de 100 rpm no logran separarse tan fácilmente.
- De los tres métodos de cuantificación mencionados en el artículo podemos considerar que el más sencillo de utilizar es el equipo de absorción atómica ya que es más rápido de utilizar sin un procedimiento tan laborioso, lo contrario a lo que ocurre con el Uv-Vis ya que se emplea un método degradativo el cual depende meramente del tiempo, por lo que cuesta trabajo encontrar con exactitud el tiempo de coloración para hacer la medición de las muestras.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ávila R, F. L. (18-20 de mayo de 2011). Extracción líquido-líquido de zn (ii) en diferentes medios empleando como extractante el líquido iónico Cyphos il 109. Memorias del xx congreso internacional en metalurgia extractiva.
- [2] Mario Ávila Rodríguez, M. D. (16 de abril de 2013). Estudio del proceso del transferencia masa en membranas líquidas soportadas.
- [3] Hiroaki Minamisawa, K. M. (march de 2003). Determination of indium by graphite furnace atomic absorptionspectrometry after coprecipitation with chirosan. Analytical sciences, 19.
- [4] A.A. Huseyinli, R. A. (2008). Spectrophotometric determination of aluminium and indium with 2,2,3,4,4-tetrahydroxy-3,5-disulphoazobenzene. Elsevier.

REMOCIÓN DE ARSÉNICO EN SOLUCIÓN ACUOSA EMPLEANDO CARBÓN ACTIVADO DE NOPAL

Rodríguez Lemus Yolanda y Bonilla Petriciolet Adrián

RESUMEN

En la búsqueda de reducir los niveles de contaminación efluentes por parte de metales pesados, se presenta como método alternativo para la remoción de metales pesado, utilizando la biosorción que permite el intercambio iónico de los metales hacia la biomasa disminuyendo su concentración. En el siguiente reporte se presenta el análisis experimental en la remoción de arsénico por la técnica de biosorción, utilizando biomasa de nopal como adsorbente en solución acuosa, realizando una isoterma para la determinación de la naturaleza y su capacidad de adsorción. Además se determinó el pH, carga cero del carbón de nopal, siendo parte de las características fisicoquímicas. Por otra parte, se compararon la capacidad de adsorción con la variación del pH de las soluciones.

ABSTRACT

In the search of reducing the effluent levels of pollution on the part of heavy metals, there appears as alternative method for the metal removal weighed, used the biosorción that allows the ionic exchange of the metals towards the biomass diminishing his concentration. In the following report one presents the experimental analysis in the removal of arsenic for the technology of biosorción, using biomass of prickly pear as adsorbent in watery solution, realizing an isotherm for the determination of the nature and his capacity of adsorption. In addition the pH decided, load zero of the coal of prickly pear, being a part of the physicochemical characteristics. On the other hand, the capacity of adsorption was compared with the variation of the pH of the solutions.

Palabras Clave: Biosorción, isoterma de sorción, propiedades fisicoquímicas.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe la preocupación que conlleva el incremento de los niveles de contaminación efluentes por parte de los metales pesados. Siendo sustancias toxicas que persisten en el medio en el que se encuentren, comprometiendo el bienestar y el equilibrio de los ecosistemas y generando riesgos a la salud de las personas que están en contacto. Por otro lado, la presencia de metales pesados como lo es el arsénico deriva de dos razones, una es que se encuentra en forma natural en aguas subterráneas, otra razón es que forma parte de procesos industriales, como agente de aleación, fabricación de vidrio, pigmentos, textiles, curtido de pieles; Causado daños al sistema neurológico, al sistema cardiovascular y estar ligado a diversos tipos de cáncer (C.Tejada-Tovar, A.Villabona-Ortiz yL. Garcés-Jaraba, 2015).

Existen opciones de métodos eficaces para remoción del arsénico en solución acuosa de los cuales figuran los siguientes:

- **Coagulación / Filtración:** Consiste en un acondicionamiento físico-químico que altera las propiedades de las partículas suspendidas o coloidales para aglomerarlas en partículas de mayor tamaño y poder separarlas por filtración.
- **Oxidación / Filtración:** El arsénico es removido por adsorción sobre la superficie de hidróxidos de Fe y Mn, que precipitan en conjunto. La remoción que puede alcanzarse es del 80% y la filtración posterior puede realizarse a través del uso de distintas tecnologías.
- **Adsorción sobre medios específicos:** La adsorción de arsénico sobre Hierro es muy efectiva debido a la afinidad que existe entre ambos.
- **Intercambio Iónico:** La remoción de arsénico por intercambio iónico es uno de los métodos menos utilizados ya que la selectividad de las resinas con el arsénico es baja. Por otro lado, el costo de las resinas es elevado y deben ser reemplazadas con mayor frecuencia que las resinas de intercambio iónico tradicionales, por lo cual no suele ser un método económicamente rentable.
- **Separación por membranas:** Consiste en la separación de dos corrientes de agua, una con bajo contenido de arsénico y bajo TDS, y una segunda corriente de rechazo con alto contenido de sales y alto contenido de arsénico (Lara).

La remoción de arsénico se encuentra en los retos ambientales prioritarios a nivel mundial, en los últimos años, por lo cual, se han desarrollado normas nacionales e internacionales que regulan el consumo del arsénico exponiendo límites permisibles (Cobo, 2014).

Dentro de la técnica de adsorción se han desarrollado materiales de origen natural que ayudan a la remoción generándose un nuevo termino denominado biosorción que se presenta como alternativa económica y con gran capacidad de remoción, utilizando materiales bilógicos como adsorbentes, ocurriendo un fenómeno fisicoquímico de sorción (Walter J. Weber, 2003), dado por un intercambio iónico, precipitado o atracción electrostática (J.A.Menédez-Díaza. I.Martín-Gullónb, 2006). Las isotermas dentro de las investigaciones de biosorción permiten saber el grado de adsorción en función de la concentración. Por otra parte, la caracterización de los materiales utilizados como adsorbentes, sus propiedades fisicoquímicas ayudan a predecir el comportamiento del fenómeno.

MARCO TEORICO

Para el análisis de isothermas existen estudios sobre modelos matemáticos para la descripción de isothermas de sorción como son: Freundlich y Langmuir que utilizan parámetros que reflejan la naturaleza del adsorbente y puede emplearse para conocer el rendimiento de procesos de biosorción. Dichos modelos se ajustan a los datos obtenidos experimentalmente, para definir su comportamiento.

Se definen etapas para el pre-tratamiento de biomásas, puesto que, forma parte de la activación química o física de los materiales utilizados como adsorbentes.

En el estudio del comportamiento obtenido a través de los datos obtenidos se aplica la caracterización de los adsorbentes, que se lleva a cabo, generalmente, mediante titulaciones potenciométricas y análisis infrarrojo y elemental. Además es utilizada la espectrometría de adsorción atómica, como herramienta para la lectura de contracciones reales (Lic. Enieyis Tur-Naranjo, MSc. Teresa de los Milagros Orberá-Ratón, Yanet Romagosa-Álvarez, Dra.C. Rosa María Pérez-Silva, 2012).

MÉTODOS Y MATERIALES

Previo a la preparación de la isoterma, se aplicó pre-tratamiento al nopal seco, quedando en un tamaño de partícula uniforme de las mallas 35-40. Preparando solución de coluro de zinc para su impregnación y posterior secado a 70°C durante 24 horas. Después se carbonizó aplicando nitrógeno, a 500°C, durante 1 hora, para su activación química, luego pasando a agitación y lavado hasta que su pH sea constante.

Con una masa final de 5.27 gramos, se prepararon experimentos en condiciones por lotes, agregando 0.05 gramos del carbón de nopal en contacto con 10 mL de solución de arsénico de las siguientes concentraciones: 20, 40, 60, 80, 100, 150 y 200 ppm, con un pH 7. Colocadas en el baño y en agitación a una temperatura de 30°C durante 24 horas a 120 rpm.

Al final fueron filtradas para la separación del adsorbente de la solución, para su preparación de disoluciones. Dichas disoluciones fueron utilizadas para la medición de absorbancia con el equipo de adsorción atómica.

Los valores obtenidos se graficaron para la isoterma, la cual representa los valores en (x) la concentración real y en (y) la capacidad de adsorción, misma que fue calculada con la siguiente ecuación:

$$q_e = \frac{V(L)(C_i - C_{eq})(\frac{mg}{l})}{m(g)} = \left(\frac{m}{g}\right)$$

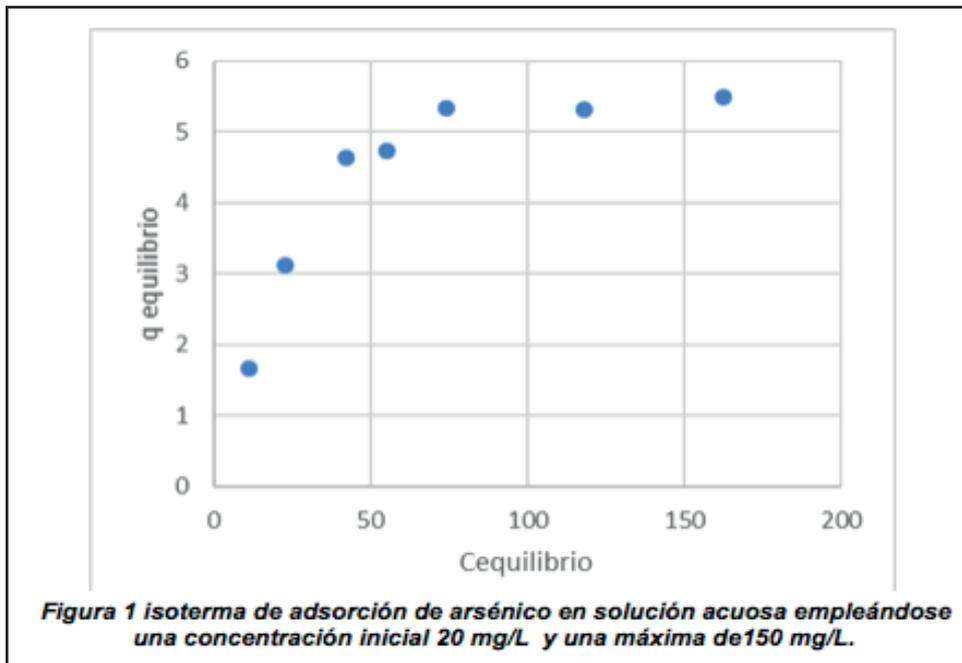
Donde:

q_e es la capacidad de adsorción (en m/g); C_i es la concentración inicial del metal, C_{eq} es la concentración del metal en equilibrio (mg/L); V es el volumen total de la mezcla (L) y m es la masa del adsorbente expresada en peso seco (g).

Por otra parte, se determinaron algunas propiedades fisicoquímicas del adsorbente, como el pH y el punto de carga cero. Para la determinación del punto de carga cero se pusieron en contacto 0.05 g del adsorbente con una solución de NaCl a valores de pH del rango (5 – 8), a 30 °C, en agitación constante a 150 rpm, durante 24 horas. Trascurrido este tiempo se midió el pH (pH final) de las soluciones y se sacó la diferencia (Δ pH) entre el pH inicial y el pH final de cada muestra, con estos valores se obtuvo una gráfica con el pH inicial de cada muestra y el Δ pH analizada, y el punto donde todas las gráficas pasan por cero corresponde al punto de carga cero del adsorbente. Para la determinación del pH de la muestra se puso en contacto 20 mL de agua des-ionizada con 0.8 gr del carbón de nopal elevando la temperatura hasta los 90°C y manteniéndola durante 5 min, después se esperara a que descienda y leer el pH cuando estuviese a 30°C. El determinar las características propias del adsorbente, permite determinar el fenómeno de sorción, puesto que son factores que afectan directamente en la interacción del adsorbente y la solución de metal.

RESULTADOS

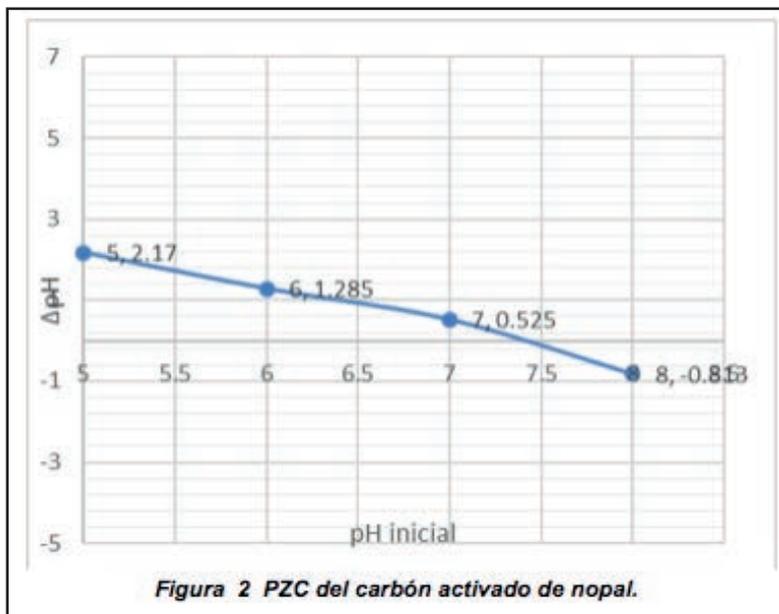
En la figura 1 muestra los datos obtenidos de la adsorción de arsénico en solución acuosa en función de concentración, apreciándose la forma de la curva que es continua y que la remoción favorece al incrementar la concentración, la forma de la curva representa los promedios con menor error entre las réplicas por cada lote.



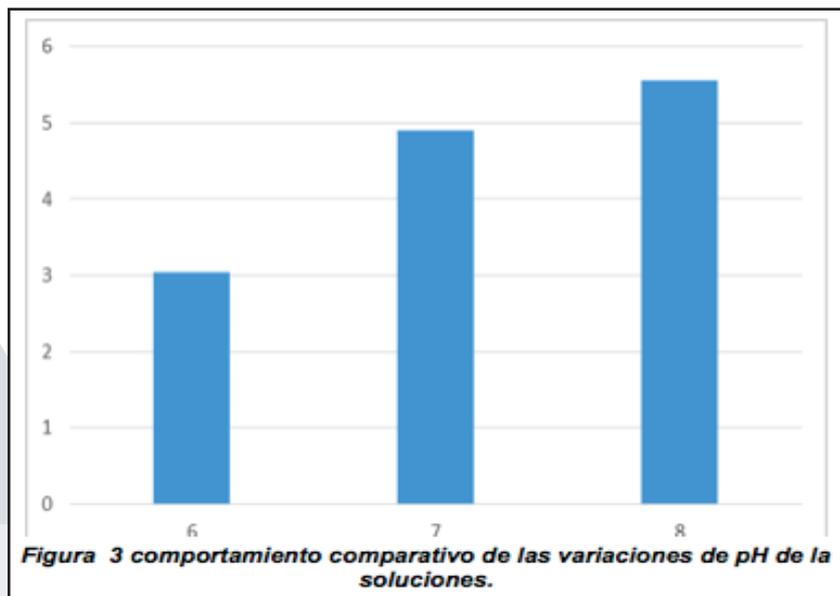
Por otra parte la figura 2 muestra el pH del carbón que al igual se desarrollaron dos pruebas de pH, evitando tener errores de medición.

	PH	PH	PROMEDIO
500-1-N2	5.62	5.96	5.79

Para la figura 3 el punto de carga cero (PZC) que corresponde al punto donde la curva del pH final en función del pH inicial corta la diagonal. Se define como el valor del pH en el cual la carga neta total (externa e interna) de las partículas sobre la superficie del material adsorbente es neutra, es decir, el número de sitios positivos y negativos es igual.



La última grafica muestra el comportamiento debido a la variación de pH observándose que se tiene mayor capacidad de adsorción al incrementar el pH de la solución puesto que s, debido fundamentalmente al fenómeno de protonización que ocurre a bajos valores de pH y al efecto del mismo en la química de la solución; por lo que, la capacidad de adsorción puede verse afectada por el pH.



CONCLUSIONES

Bajo las condiciones experimentales evaluadas, la capacidad máxima de adsorción de arsénico del carbón activado de nopal es de 5.4883 mg/g. con los resultados obtenidos del análisis de las propiedades fisicoquímicas se determinó que el adsorbente tiene un punto de carga cero de 7.393 y un pH de 5.79. Con base en estos resultados, se espera que la capacidad de adsorción se favorezca a pH superior a 7 debido a que, la presencia de iones hidroxilo puede contribuir a la formación de enlaces químicos con el metaloide. Teniendo en cuenta los resultados experimentales obtenidos se puede sugerir el uso del carbón activado de nopal en procesos de remoción de arsénico y otros contaminantes.

BIBLIOGRAFÍA

- (s.f.).
 C.Tejada-Tovar, A.Villabona-Ortiz yL. Garcés-Jaraba. (2015). Tecno Lógicas. Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico.
 Cobo, A. J. (2014). Biosorción de metales pesados para el tratamiento de aguas residuales industriales. intempresas.net, 1.
 J.A.Menéndez-Díaza. I.Martín-Gullónb. (2006). Chapter 1 Types of carbon adsorbents and their production. ELSEVIER, 1-47.
 Lara, M. Á. (s.f.). Caracterización y aplicación de biomasa residual a la eliminación de metales pesados. Granada.
 Lic. Enicyis Tur-Naranjo, MSc. Teresa de los Milagros Orberá-Ratón, Yanet Romagosa-Álvarez, Dra.C. Rosa María Pérez-Silva. (2012). Bioadsorción de plomo (II) por biomasa microbiana. Revista Cubana de Química, 75-81.
 Walter, J. Weber, J. (2003). Control de la calidad del agua: procesos fisicoquímicos. España: Reverté.

ELECTRO-ADSORCIÓN DE METALES PESADOS POR CARBÓN ACTIVADO

Diana A. Medina Gonzalez, Liliana Hernández P., Mario Corona A. 3 y Lucía Alvarado M. 3

RESUMEN

La Electro-adsorción (deionización capacitiva) se define como la adsorción inducida por la diferencia de potencial entre dos electrodos, donde uno de ellos posee alta área superficial. El presente trabajo reporta los resultados obtenidos al estudiar la electro-adsorción de Cr (III) y As (III) sobre carbón activado. Las concentraciones empleadas fueron de 100 ppm en los dos casos, observándose una capacidad de adsorción más favorecida para el Cr (III) en un intervalo de potencial de -0.5 a 1.0 V vs SCE.

ABSTRACT

Electro sorption (capacitive deionization) is defined as an induced adsorption by the application of a potential difference between two electrodes, where one of them have a high surface area. In this work some results are presented about the study of electro sorption of Cr (III) and As (III) on activated carbon surface. The concentrations used were of 100 ppm in the both cases, being observed a better adsorption capacity for Cr (III) between a potential of -0.5 and 1.0 V vs SCE.

Palabras clave: Electro-adsorción, Carbón activado, Metales pesados.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de nuevos materiales y productos, así como la perforación cada vez más profunda de pozos, se relaciona con metales disueltos, y más allá de eso, específicamente hablando, metales pesados. Los metales pesados se encuentran generalmente como componentes naturales de la corteza terrestre, en forma de minerales, sales u otros compuestos, no pueden ser degradados o destruidos fácilmente de forma natural o biológica ya que algunos no tienen funciones metabólicas específicas para los seres vivos (Abollino et al., 2002). La toxicidad de los metales pesados depende de su movilidad en el medio, que a su vez, depende de su especiación química, persistencia y tendencia de acumulación o bio-acumulación (Kumar, et al., 2012). En México, las actividades industriales que están relacionadas con el uso y aprovechamiento de los mismos son la industria: eléctrica, petrolera, petroquímica, curtiduría, química, metalúrgica y de manufactura, las cuales son básicas para el desarrollo de la sociedad, de ahí la importancia de proponer nuevas estrategias para minimizar el impacto ambiental que estos metales pudieran ocasionar.

Dentro de los metales pesados tóxicos más conocidos se encuentra el Arsénico y el Cromo, el arsénico se utiliza industrialmente como agente de aleación, y para el procesamiento de vidrio, pigmentos, textiles, papel y adhesivos metálicos. Los efectos a la salud por la exposición a este metal son, entre otros, cáncer y lesiones cutáneas; su toxicidad depende del estado de oxidación, forma química y solubilidad en el medio biológico: la toxicidad del As (III) es aproximadamente 10 veces mayor que la del As (V) (Pérez et al., 2015). Otro metal de interés es el Cromo, el cual, como es sabido, en estado hexavalente es causante de mutaciones y daño en material genético (Celso de Mello et al., 2011). Este metal pesado es utilizado en la industria automotriz para el cromado de piezas o bien en la industria del curtido principalmente, encontrándose como Cromo Trivalente (III). Si bien este estado de oxidación del cromo no es de gran toxicidad, puede haber la posibilidad de que bajo ciertas condiciones del medio pueda tender a oxidarse, transformándose entonces en cromo hexavalente, sumamente nocivo.

Dentro de las técnicas de tratamiento de aguas para la remoción de metales pesados en agua se encuentran la filtración por membranas, electrodiálisis, osmosis inversa, intercambio iónico, precipitación química, coagulación, floculación y adsorción. Comparando dichos tratamientos, la adsorción presenta la ventaja de poseer fácil operación, retención del metal en presencia de otros cationes, la posibilidad de recuperar los metales pesados y una cinética rápida y selectiva dependiendo de adsorbente (Liu & Lee, 2014). En la actualidad, el carbón activado es muy utilizado en el tratamiento del agua gracias a su elevada capacidad de adsorción, removiendo sustancias orgánicas y metales pesados (Lavado et al., 2010); aunque el uso del carbón activado para la adsorción de metales pesados en solución es eficiente, se han hecho estudios para aumentar su rendimiento aplicando un potencial eléctrico en un ambiente controlado mediante la medición del potencial del electrodo, electro-adsorción. Esta técnica se refiere a un fenómeno de adsorción inducida por un diferencial de potencial entre electrodos (Han et al., 2006), de esta manera los iones cargados dentro de la solución son forzados a moverse hacia en dirección al campo eléctrico, ocurriendo así la separación de cargas a través de la interfase Electrodo-Disolución (Li et al., 2008), lo cual favorece la capacidad de adsorción del carbón activado, ya que en función del potencial aplicado se modifica la densidad electrónica del adsorbente (carbón activado) pudiendo llevar a cabo la interacción con las especies iónicas en la disolución de interés (Bain et al., 2010).

MÉTODOS Y MATERIALES

Se prepararon soluciones de As (III) a partir de NaAsO_2 (Arsenito de Sodio), también las soluciones de Cr (III) a partir de $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, el agua utilizada fue Desionizada. Se utilizó carbón activado marca Hycel, el cual fue acondicionado con una solución de KOH 1 N, grado reactivo (85 %, Monterrey), las mediciones de masa se realizaron en balanza analítica Precisa 205 A SCS, la placa de agitación multi-posición utilizada fue marca Velp, la agitación se llevó a cabo en todos los experimentos a 600 rpm; el pH y la conductividad fue medida con un conductivímetro Oakton.

Acondicionamiento del carbón. El carbón activado fue sometido a un acondicionamiento con KOH 1 N durante 30 minutos, posteriormente fue filtrado y secado a $100\text{ }^\circ\text{C}$.

Caracterización del carbón activado, Potencial Zeta. El equipo utilizado para las lecturas del Potencial Zeta del Carbón activado fue el ZETASIZER Nano Series marca Malvern, en el cual se llevó a cabo la lectura del potencial Zeta del carbón antes y después de realizar la adsorción de metales pesados en un intervalo de pH de 2 a 13 en una solución de KCl 1 mM.

Electrodos de carbón activado. Se utilizaron barras de grafito de 0.5 cm de diámetro, a los cuales se les agregó una capa de carbón activado utilizando solución de Nafion marca Aldrich.

Electro-adsorción. La experimentación fue llevada a cabo en una celda de microelectrólisis, empleando como electrodo de trabajo el electrodo preparado con carbón activado, como contra electrodo una barra de grafito y como referencia un electrodo de Calomel. Se realizaron corridas para un blanco que consistió en una superficie de grafito y posteriormente con el arreglo antes especificado. Fueron utilizados 100 ml de solución 100 ppm de As (III) y 100 ppm de Cr (III) de manera independiente. La ventana de potencial analizada fue de -0.5 a 1.0 V con una velocidad de barrido de 100 mVs-1.

RESULTADOS

Caracterización del carbón activado, Potencial Zeta. Para la caracterización del carbón activado acondicionado antes y después de la adsorción de los metales pesados As (III) y Cr (III) se midió el potencial zeta, el cual es una manera de conocer el comportamiento del adsorbente, ya que indica cambios en el potencial de la superficie del mismo y en las fuerzas de atracción electrostática o repulsión en el sistema. En la Figura 1, se muestra el comportamiento del potencial Zeta respecto al pH. Como puede observarse, el carbón activado presenta potencial zeta negativo lo que indica que tendría a la adsorción física de aniones, así que se analizará en función de los respectivos diagramas de distribución de especies para los sistemas Cr (III) – H_2O y As (III)- H_2O , Figura 2. Situándonos en el caso del Arsénico, en la Figura 1 puede verse cómo para valores de pH debajo de 6 y por encima de 9 el comportamiento es similar entre el carbón antes y después de la adsorción de Arsénico, ello se debe, Figura 2, a que por debajo de pH 6 la especie predominante es el H_3AsO_3 la cual es especie neutra, y por lo que muestra el gráfico de potencial zeta, no cambia el punto de carga cero del carbón ni presenta adsorción. Sin embargo entre 6 y 9 nos indica que existe una atracción, pese a su carga con el H_2AsO_3^- , ello daría indicios de una adsorción tipo química. Por otro lado, para el caso del Cr (III), entre pH 3 y 7 existe un cambio de potencial zeta más marcado a valores más positivos, lo que indica que está existiendo una atracción física entre la superficie y Cr^{3+} , CrOH^{2+} y $\text{Cr}(\text{OH})_2^+$.

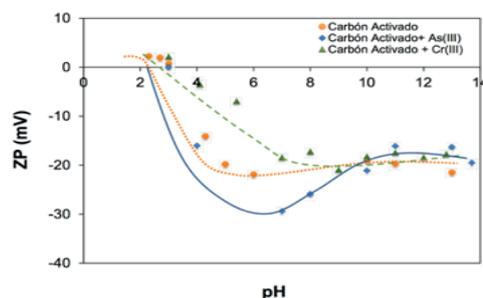


Figura 1. Potencial Zeta del carbón activado acondicionado y con metales pesados adsorbidos.

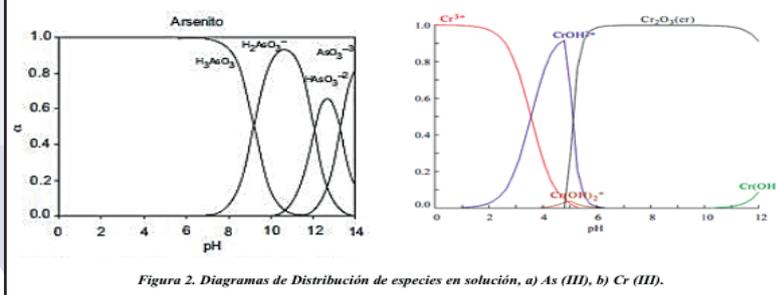


Figura 2. Diagramas de Distribución de especies en solución, a) As (III), b) Cr (III).

Electro-adsorción. Para conocer la capacidad de electro-adsorción de los metales pesados de interés, se llevó a cabo una voltametría cíclica en una ventana de potencial de -0.5 a 1.0 V vs SCE respectivamente, iniciando hacia potenciales positivos desde el OCP y una velocidad de barrido de 100 mV/s. En la Figura 3 se presentan los voltamperogramas correspondientes a a) As (III) y b) Cr (III). Como puede observarse en a) la señal correspondiente a carbón activado es alrededor del doble que la encontrada en la superficie de grafito, lo mismo que en el caso de b). Para el caso del As (III) la adsorción inducida se ve reflejada hacia potenciales positivos ya que se trata de aniones, mientras que para el caso del Cr (III), que se presenta como catión, el barrido hacia potenciales negativos se asocia a su adsorción. Para el caso de Arsénico la adsorción se aprecia desde su OCP (0.038 V) a aproximadamente 0.6 V, mientras que en el segundo caso de 0.049 a -0.8 V.

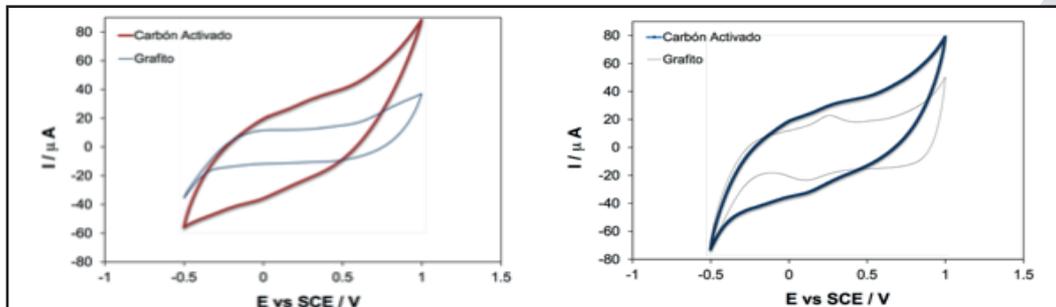


Figura 3. Voltametrías cíclicas, a) As (III) b) Cr (III).

El cálculo de Capacitancia por su parte fue calculada mediante las ecuaciones (1) y la Capacitancia Específica con la ecuación (2):

$$C = I / V \quad (1)$$

$$C_{\text{Específica}} = I / (V m) \quad (2)$$

Donde I = Intensidad de Corriente eléctrica (A), V = Velocidad de Barrido (Vs^{-1}) y m = Masa de adsorbente.

En la Figura 4 se muestra los gráficos donde se relacionan los valores de Capacitancia respecto al potencial aplicado para los casos de Arsénico y Cromo, observándose capacitancias de aproximadamente 400 μF en ambos casos, lo cual resulta más claro al observar la Capacitancia Específica en la Figura 5, donde puede observarse que para el caso de Arsénico, a), se logran alrededor de 0.2 Faradios por gramo de adsorbente, a 0.5 V, mientras que para el caso de Cromo, b), 0.4 Faradios por gramo de adsorbente, en -0.25 V. En las condiciones a las que se prepararon las soluciones, se tiene para el caso del As (III) un pH de 9.7, lo cual se relaciona a la especie predominante $H_2AsO_3^-$, mientras que para el caso de Cr (III) se tiene un pH de 4.0, lo que indica que la especie adsorbida es $CrOH_2^+$ (Ver diagramas de distribución de especies, Figura 2).

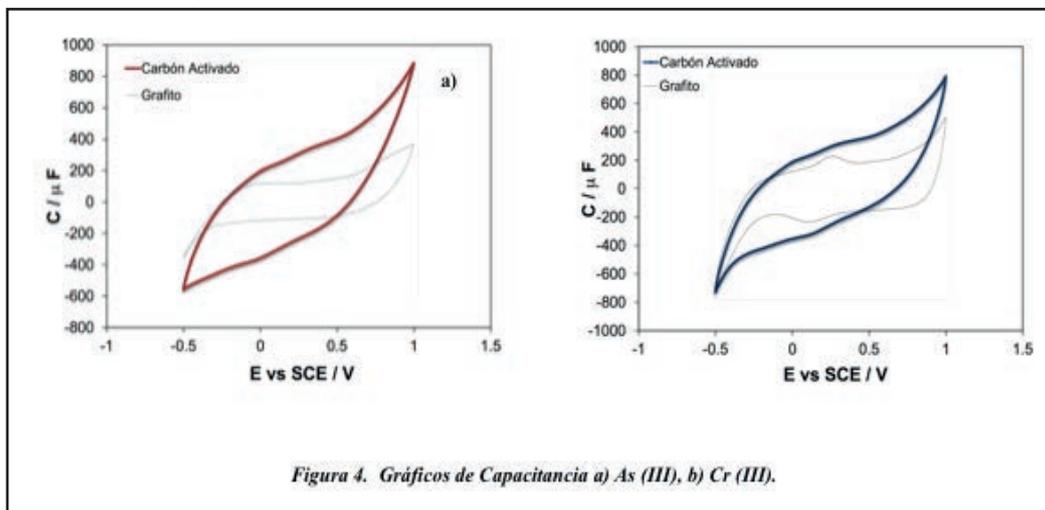


Figura 4. Gráficos de Capacitancia a) As (III), b) Cr (III).

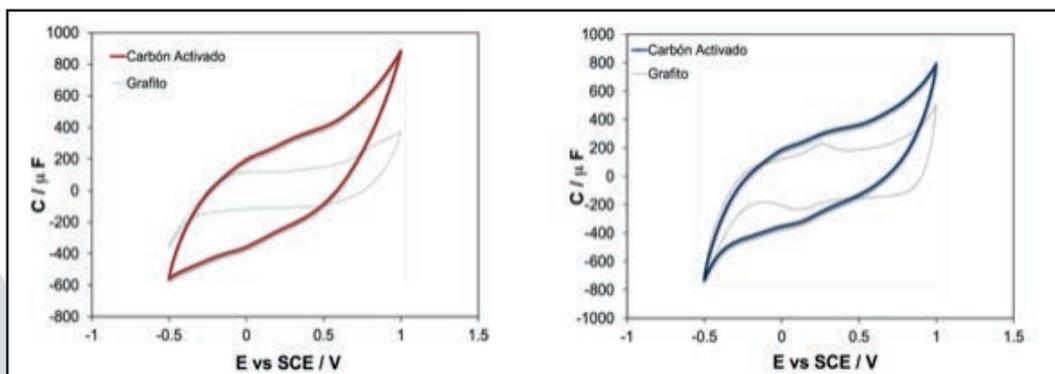


Figura 4. Gráficos de Capacitancia a) As (III), b) Cr (III).

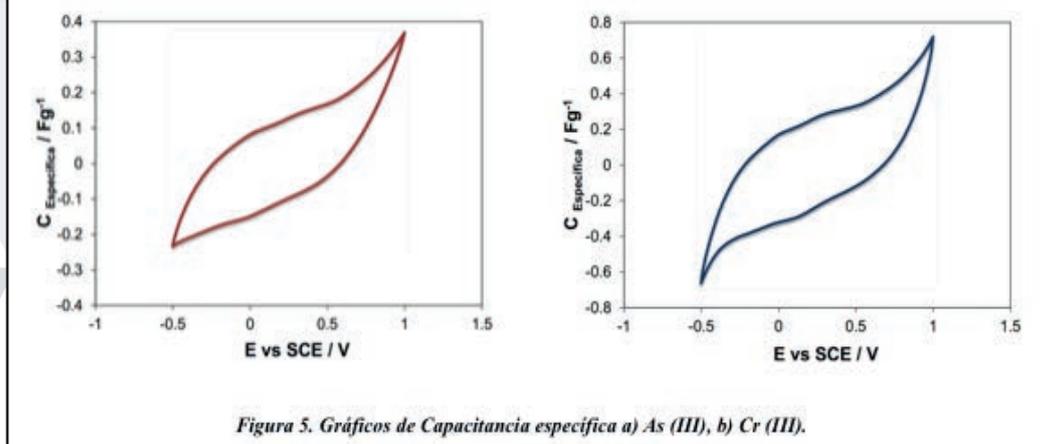


Figura 5. Gráficos de Capacitancia específica a) As (III), b) Cr (III).

AGRADECIMIENTOS

La estudiante Diana Alejandra Medina González agradece al Departamento de Ingeniería en Minas, Metalurgia y Geología, de la División de Ingenierías, Universidad de Guanajuato, Campus Guanajuato, las facilidades para realizar el presente trabajo de investigación en sus instalaciones. Asimismo un agradecimiento a los Doctores Mario Ávila, Liliana Hernández Perales y Mario Corona Arroyo por sus aportaciones al trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- Abollino, O., Aceto, M., Malandrino, M., Mentaste, E., Sarzanini, C. y Barberis, R. Distribution and Mobility of Metals in Contaminated Sites, Chemometric Investigation of Pollutant Profiles, Environmental Pollution, (2002) 119: 177.
- Bain, E. J., Calo, J. M., Spitz-Steinberg, R. y Kirchner J. Axen J. Electrosorption of arsenic on a Granular Activated Carbon in the Presence of Other heavy Metals. Energy Fuels, 24: 34 (2010) 15-21.
- Celso de Mello Fariás, P. y Soares Chaves, A. Transgenic Plants for Enhanced Phytoremediation Physiological Studies. Genetic Transformation, (2011) 306-320.
- Han, Y., Quan, X., Chen, S., Zhao, H. y Cui, C. y Zhao, Y. Electrochemically enhanced adsorption of phenol on activated carbon fibers in basic aqueous solution. J. Colloid Interface Sci. 299 (2006). 766-771.
- Lavado M. C., Sun K., M. R., y Bendezú, S. Adsorción de plomo de efluentes industriales usando carbones activados con H₃PO₄. Revista de la Sociedad Química del Perú, 76: 2 (2010) 165-178.
- Li, H., Gao, Y., Pan, L., Zhang, Y., Chen, Y. y Sun, Z. Electrosorptive desalination by carbon nanotubes and nanofibres electrodes and ion/Exchange membranes. Water 42 (2013) 4923-4928.
- Liu, S., Li, Z., Wang, C. y Jiao, A. Enhancing both removal efficiency and permeate flux by potassium sodium tartrate (PST) in a nanofiltration process for the treatment of wastewater containing cadmium and zinc, Sep. and Purif. Technology. 116 (2013) 131-136.
- Kumar, P., Ramalingam, S., Sathiyaselvabala, V., Kirupha, S., Murugesan, A. y Sivanesan, S., Removal of Cd (II) from aqueous solution by agricultural waste cashew nut shell. Korean J. of Chemical. Engineering. 29 (2012) 756-768.

PROPUESTA PARA REALIZAR UN CLASIFICADOR SVM-BORROSO

Emmanuel Noriega Vaca y Norma Verónica Ramírez Pérez

RESUMEN

En la actualidad las grandes cantidades de información que se generan a través de los sistemas informáticos puede representa un gran conocimiento, este conocimiento puede ser aplicado en áreas como medicina, mercadotecnia, inteligencia artificial, automatización de procesos, etc., si bien esta información cuando es obtenida no tienen una gran importancia, ya que no se encuentra clasificada y por lo cual no puede ser procesada para su análisis. En este artículo se presentan una propuesta para realizar un clasificador de máquina de vector de soporte (Support Vector Machine SVM) con un kernel difuso, lo que permitirá manejar información que pueden estar contenida dentro del intervalo 0 a 1 a diferencia de un SVM básico que toma un conjunto de datos de entrada y predice, para cada entrada dada, a cuál de las dos clases de salida pertenece (0 o 1), por lo que es un clasificador no-probabilístico lineal binario, permitiendo con este kernel difuso clasificar una mayor cantidad de información para un mejor análisis creando así un clasificador probabilístico lineal, cabe mencionar que este artículo solo presentan un pequeño avance en el desarrollo de un proyecto de gran importancia y complejidad, y que otros investigadores podrán continuar en su desarrollo en un futuro.

ABSTRACT

At present the large amounts of information that are generated through computer systems can represent a great knowledge, this knowledge can be applied in areas such as medicine, marketing, artificial intelligence, process automation, etc., although this information when is obtained are not of great importance, since it is not classified and therefore can not be processed for analysis. This paper presents a proposal to perform a Support Vector Machine (SVM) classifier with a fuzzy kernel, which will allow us to handle information that may be contained within the 0 to 1 range unlike a basic SVM that Takes a set of input data and predicts, for each given input, which of the two output classes belongs (0 or 1), so it is a binary linear non-probabilistic classifier, allowing with this diffuse kernel to classify a larger Quantity of information for a better analysis thus creating a linear probabilistic classifier, it should be mentioned that this article only presents a small advance in the development of a project of great importance and complexity, and that other researchers will be able to continue in its development in the future.

Palabras Clave: Inteligencia Artificial, Aprendizaje Máquina, Lógica Difusa, Automatización de procesos, Clasificadores.

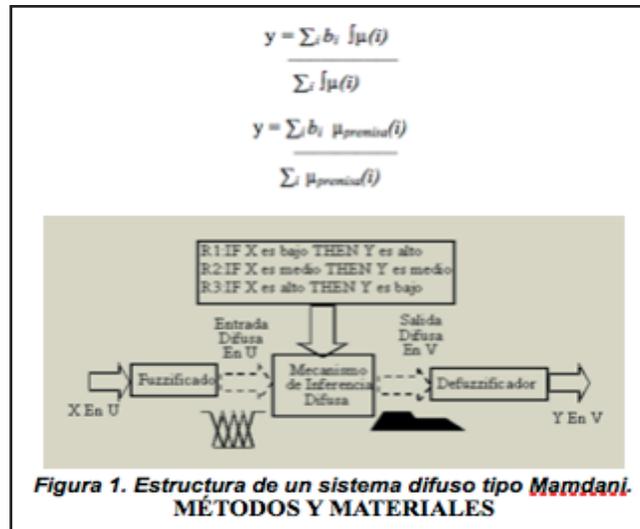
INTRODUCCIÓN

Los grandes avances en las tecnologías de la información han provocado un aumento sin precedentes tanto en el volumen de datos como en su flujo. Códigos de barra, tarjetas electrónicas, sensores remotos, transacciones bancarias, satélites espaciales o el descifrado del código genético humano son ejemplos de la necesidad de filtrar, analizar e interpretar volúmenes de datos que se miden en terabytes. Desde hace más de dos décadas se vienen desarrollando y utilizando complejos algoritmos para la extracción de patrones útiles en grandes conjuntos de datos. Gran parte de esta información representa transacciones o situaciones que se han producido, siendo útil no sólo para explicar el pasado, sino para entender el presente y predecir la información futura. En muchas ocasiones, el método tradicional de convertir los datos en conocimiento consiste en un análisis e interpretación realizada de forma manual por especialistas en la materia estudiada. Esta forma de actuar es lenta, cara y altamente subjetiva. De hecho, la enorme cantidad de datos desborda la capacidad humana de comprenderlos y el análisis manual hace que las decisiones se tomen según la intuición de los especialistas. Los grandes avances en la informática han desarrollado algoritmos que pueden automatizar estos procesos reemplazando al humano por métodos de aprendizaje que pueden clasificar toda esa información a través del aprendizaje almacenado en una base de conocimientos que se genera anteriormente con los históricos. El Support Vector Machine (SVM) son clasificadores derivados de la teoría de aprendizaje estadístico postulada por Vladimir Vapnik y Chervonenkis. El SVM básico toma un conjunto de datos de entrada y predice, para cada entrada dada, a cuál de las dos clases de salida pertenece, por lo que es un clasificador no-probabilístico lineal binario (solo escoge entre 2 opciones). SVM se basa en que cada nuevo dato puede ser clasificado dentro de la categoría que corresponde basado en el aprendizaje de los datos analizados. Aunque originalmente los SVM fueron pensadas para resolver problemas de clasificación binaria, actualmente se utilizan para resolver otros tipos de problemas (regresión, agrupamiento, multclasificación). También son diversos los campos en los que han sido utilizadas con éxito, tales como visión artificial, reconocimiento de caracteres, categorización de texto e hipertexto, clasificación de proteínas, procesamiento de lenguaje natural, análisis de series temporales. De hecho, desde su introducción, han ido ganando un merecido reconocimiento gracias a sus sólidos fundamentos teóricos. Dentro de la tarea de clasificación, los SVM pertenecen a la categoría de los clasificadores lineales, puesto que inducen separadores lineales o hiperplanos, ya sea en el espacio original de los ejemplos de entrada, si éstos son separables o cuasi-separables (ruido), o en un espacio transformado (espacio de características), si los ejemplos no son separables linealmente en el espacio original.

Actualmente existen técnicas que permiten analizar patrones de conducta, muchos de mercado, y muchos otros tipos de información no trivial mediante la utilización de sofisticados modelos que combinan métodos estadísticos, aprendizaje de máquinas y optimización. Estas técnicas se engloban bajo el concepto de minería de datos (data mining). La investigación en estos modelos ha sido un tema relevante en estas últimas dos décadas, habiéndose logrado avances significativos en términos de eficiencia y desempeño predictivo. En esta misma línea, el presente trabajo busca el desarrollo de algoritmos que combinen la clasificación mediante SVM y la lógica difusa.

MARCO TEORICO

Es importante conocer algunos conceptos claves para entender el desarrollo de un SVM difuso, el primero concepto a entender son los tipos de sistemas de lógica difusa que existen, estos tienen una estrecha relación con los conceptos difusos tales como conjuntos difusos y variables lingüísticas. Los sistemas de lógica difusa más populares son los sistemas difusos tipo Mamdani (con fuzzificador y defuzzificador), y los tipo Takagi-Sugeno. En este proyecto se utilizarán los de tipo Mamdani. Para generar un sistema con lógica difusa se necesitan crear reglas difusas, en el caso de Mamdani la base de reglas son la manera que tiene el sistema difuso de guardar el conocimiento lingüístico que le permite resolver el problema para el cual han sido diseñados. Estas reglas son del tipo IF-THEN. Una regla de la base de reglas o base de conocimiento tiene dos partes, el antecedente y la conclusión, esto quiere decir que si el antecedente se cumple la conclusión es verdadera, tanto el antecedente como el consecuente de las reglas están dados por expresiones lingüísticas. Como se mencionó anteriormente los sistemas difusos tipo Mamdani utilizan un Fuzzificador donde se ingresa un valor numérico proveniente, por ejemplo, de un sensor; para que este valor pueda ser procesado por el sistema difuso es necesario convertirlo a un “lenguaje” que el mecanismo de inferencia pueda procesar. Esta es la función del fuzzificador, que toma los valores numéricos provenientes del exterior y los convierte en valores “difusos” que pueden ser procesados por el mecanismo de inferencia. Estos valores difusos son los niveles de pertenencia de los valores de entrada a los diferentes conjuntos difusos en los cuales se ha dividido el universo de discurso de las diferentes variables de entrada al sistema y el defuzzificador se encarga de convertir la salida difusa del mecanismo de inferencia para que pueda ser interpretada por un elemento externo (por ejemplo un controlador). La salida del mecanismo de inferencia es un conjunto difuso resultante, para generar la salida numérica a partir de este conjunto existen varias opciones como el Centro de Gravedad ecuación 1) y los centros Promediados ecuación 2). En la figura 1 se muestra la configuración básica de un sistema tipo Mamdani. Otro elemento que lo conforma son los mecanismos de inferencia difusa, su tarea es tomar los niveles de pertenencia y apoyando en la base de reglas para generar la salida del sistema difuso.



Los materiales para el desarrollo de este proyecto son:

Matlab R2014a (MATrix LABoratory, en español “Laboratorio de matrices”): Es una herramienta de software matemático que ofrece un entorno de desarrollo integrado (IDE) además de incorporar su propio lenguaje de programación llamado Lenguaje M para desarrollar procesos y funciones más complejas, Matlab hace uso de matrices como lo dice su nombre estas son usadas para poder almacenar la información que se manejan dentro de cualquier operación posible en Matlab . Está disponible para las plataformas Windows, Mac OSX y Linux, su licencia es de paga pero a través de su página web se puede descargar una versión del software con una licencia de 30 días de uso gratuito con todas sus funcionalidades.

Toolbox Fuzzy Logic Designer: Es una herramienta que proporciona funciones, aplicaciones y un bloque Simulink para analizar, diseñar y simular sistemas basados en lógica difusa. El producto guía a través de los pasos del diseño de sistemas de inferencia difusos. Se proporcionan funciones para muchos métodos comunes, incluyendo el agrupamiento borroso y el aprendizaje adaptativo neurofuzzy.

La caja de herramientas permite modelar comportamientos complejos del sistema utilizando reglas lógicas sencillas, e implementar estas reglas en un sistema de inferencia difusa. Se puede utilizar como un motor de inferencia borroso independiente.

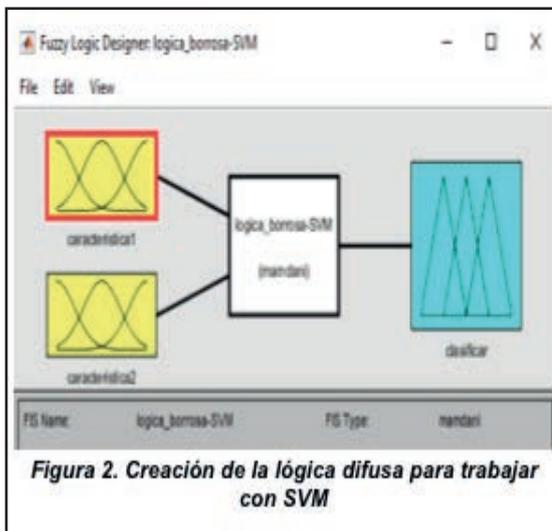
El método a seguir fue el siguiente:

Como primer paso para implementar la lógica difusa en SVM es utilizar el Toolbox donde se definirán las variables a utilizar, en este caso de prueba para probar el funcionamiento de un SVM difuso de tipo Mamdani se crearon dos variables de entrada (nombradas característica1 y característica2) las que ingresan en el fuzzificador y una variable de salida (llamada clasificar) la cual representa una salida difusa , lo que significa que no puede ser interpretada por un elemento externo (por ejemplo un controlador) que solo manipule información numérica. En la figura 2 se ilustra la creación de las variables mencionadas anteriormente en el toolbox Fuzzy Logic Designer de Matlab. Como se puede observar en la figura 2 además de crear las variables es necesario crear las funciones para trabajar con estas, por lo que se crearon 3 funciones para cada una de las variables de fuzzificador las cuales son baja, media y alta, estas se encuentran dentro de un rango de 0 a 100 (dependiendo al contexto se podría decir que son grados, una escala de tiempo entre muchos otros, en este caso al ser un ejemplo genérico no se la da una medida), y para la variable de salida solo se tienen 2 funciones (positivo y negativo), en la figura 3 se ilustra la creación de estas funciones, donde se puede apreciar los parámetros de las mismas mediante la gráfica que va generando el toolbox, además se debe especificar el tipo de gráfica el cual es trapezoidal en el toolbox se maneja como trapmf. Otra cosa que resaltar de la figura 2 es el cuadro blanco que aparece en la misma, este representa las reglas de la base de conocimiento para realizar las respectivas inferencias para posteriormente poder calcular el resultado de los elementos a clasificar en la etapa del mecanismo de inferencia difusa, para crear estas reglas se realiza una matriz FAM (Fuzzy Associative Memory), la cual tiene una que corresponde al número de funciones de las variables de entrada multiplicado por el número de variables creadas, en el caso del ejemplo serían 9 (3 funciones multiplicado por 3 variables), dando como resultado la matriz que se muestra en la tabla 1 donde las columnas representan las funciones de la característica2 mientras que las filas representan las funciones de la característica1.

	BAJA	MEDIA	ALTA
BAJA	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
MEDIA	NEGATIVO	NEGATIVO	POSITIVO
ALTA	POSITIVO	POSITIVO	POSITIVO

Tabla 1. Matriz FAM de las reglas de la base de conocimientos SVM difuso

Como se puede observar en la tabla cuando los valores de la variable característica1 y característica2 se encuentran en los niveles más bajos (los primeros 5) el resultado obtenido de la clasificación corresponderá a la clasificación NEGATIVO mientras que las entradas su valores superan la media y alta (últimos cuatro valores) su resultado en la clasificación será POSITIVO, por lo que la probabilidad de que un valor sea NEGATIVO es de 5/9 (0.5555555556) mientras que de un valor a clasificar sea POSITIVO es de 4/9 (0.4444444444). Las reglas se generadas de la tabla para Mamdani se muestran en la figura 4 siguiendo la estructura IF-THEN mencionada anteriormente, cabe mencionar que estas reglas no se generan automáticamente en el toolbox, por lo que es necesario realizar de manera adecuada la matriz FAM para facilitar el trabajo, hasta este punto ya es posible probar el SVM si es que se cuenta con el código necesario para enlazar SVM con el sistema DIFUSO por fines prácticos en la figura 5 se muestra un pequeño fragmento del código desarrollado para implementar SVM en Matlab, mismo que puede ser descargado de la siguiente dirección : https://drive.google.com/file/d/0B5j8KYdO3ey_MEYwTEs3ZzV3Tk0/view?usp=sharing



RESULTADOS

Durante la fase de experimentación se clasificaron 1000 datos obtenidos de una base de datos de vinos, posteriormente se obtuvo que la característica 1 fue aplicada al 85.8% del total de los datos de entrada mientras que la característica 2 fue aplicada correctamente a un 85.9 % del total de datos de entrada, dando como un porcentaje total de la variable clasificar (variable difusa de salida) 74.9% de los datos clasificados en alguna de las dos clasificaciones propuestas, este experimento realizarlo mediante un SVM básico no podría a ver realizado este alto grado de clasificación como se realizó utilizando un SVM difuso, si bien estos resultados son alentadores ya que el objetivo es crear un SVM difuso genérico que pueda ser utilizado en cualquier ámbito. Para demostración de los resultados obtenidos en la figura 6 se ilustran los resultados mencionados anteriormente, además el toolbox genera una gráfica que permite determinar en que regiones se encuentra un mayor número de resultados obtenidos, todo esto para ayudar al experto a determinar porque fueron así los resultados.

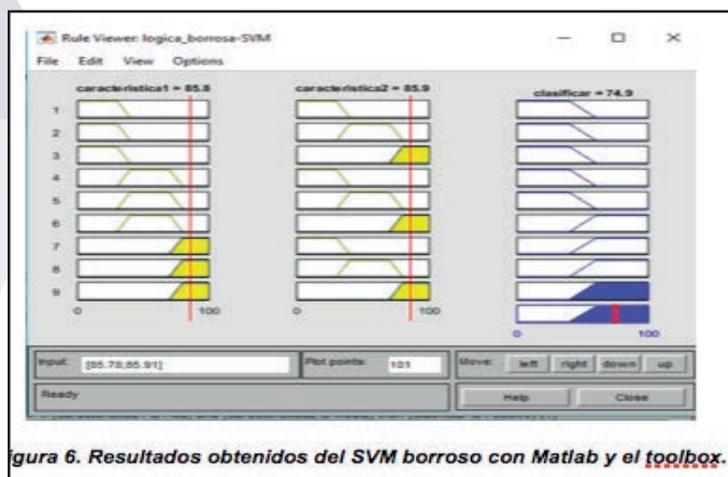


Figura 6. Resultados obtenidos del SVM borroso con Matlab y el toolbox.

CONCLUSIONES

El trabajo desarrollado representa una primer etapa del desarrollo de un SVM difuso (borroso) genérico, que pueda ser aplicado en cualquier ámbito para un proceso mucho más rápido y con un alto grado de certeza en la clasificación de cualquier tipo de información. Durante esta primer etapa se demuestra que un SVM puede ser muy útil en el proceso de clasificación cuando la complejidad de la información no representa problemas es decir que se puede homogenizar en un intervalo que los valores que puede tomar sean binarios, pero cuando el grado de dificultad que presenta la información incrementa es decir que los datos no se pueden homogenizar para que tome valores binarios en su clasificación se vuelve obsoleto, mediante un SVM difuso es posible clasificar todos aquellos datos que SVM básico no puede clasificar además de que se puede procesar un mayor número de información con un 90 % de certeza de que se encuentra correctamente clasificada, y que además el 80% de toda la información existente en el mundo puede ser procesada mediante este clasificador con un kernel difuso.

BIBLIOGRAFIA

Artículos en línea

Carmona, E. (2014). "Tutorial sobre Máquinas de Vectores Soporte (SVM)" en Uned, Consultada en [http://www.ia.uned.es/~ejcarmona/publicaciones/\[2013-Carmona\]%20SVM.pdf](http://www.ia.uned.es/~ejcarmona/publicaciones/[2013-Carmona]%20SVM.pdf) (fecha de consulta 01-07-2017).

Ray, S. (2015). "Understanding Support Vector Machine algorithm from examples (along with code)" en Analyticsvidhya, Consultada en <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2015/10/understaing-support-vector-machine-example-code> (fecha de consulta 03-07-2017).

Maldonado, S. (2012). "Modelos de selección de atributos para support vector machines", Consultada en <http://www.dii.uchile.cl/~ris/RISXXVI/maldonado1.pdf> (fecha de consulta 05-07-2017).

López, J. (2010). "Tipos de sistemas en lógica difusa" en Tripod", Consultada en http://members.tripod.com/jesus_alfonso_lopez/FuzzyIntro2.html (fecha de consulta 10-07-2017).

CLASIFICADOR (BAYES, KOHONEN) DE DATOS EN MATLAB PARA EL DIAGNÓSTICO DE LA ENFERMEDAD ALZHEIMER

Francisco Javier Huitzache Hernández¹ y Norma Verónica Ramírez Perez²

RESUMEN

En el presente artículo se exhibirán los resultado de un sistema clasificador de datos para el diagnóstico de la enfermedad alzheimer aplicando el teorema de bayes de acuerdo a la teoría de Thomas Bayes(1702-1761) y el modelo de kohonen presentado por Teuvo Kohonen (1934-2017). Las pruebas fueron positivas, el sistema proporcionó los resultados esperados de acuerdo a los ejemplos realizados con antelación de manera manual. El sistema calcula la credibilidad y la confianza de los datos en base a la predicción conformal, esto nos permite tener seguridad de que los datos obtenidos sean confiables, además el sistema tiene varios tipos de clasificaciones que permite realizar la clasificación con diversos algoritmos y elegir el más adecuado para el tratamiento de información.

ABSTRACT

En el presente artículo se exhibirán los resultado de un sistema clasificador de datos para el diagnóstico de la enfermedad alzheimer applying the bayes theorem according to Thomas Bayes theory (1702-1761) and the kohonen model presented by Teuvo Kohonen (1934-2017). The tests were positive, the system provided the expected results according to the examples made in advance manually. The system calculates the credibility and confidence of the data based on the conformal prediction performed by ", this allows us to be sure that the data obtained are reliable, In addition the system has several types of classifications that allows to perform the classification with diverse algorithms and choose the most suitable for the treatment of information.

Palabras Clave: clasificación, algoritmos, datos.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad de Alzheimer (EA) es una enfermedad neurodegenerativa progresiva e irreversible, que se caracteriza por la pérdida de las capacidades cognitivas.

Sin embargo la causa del Alzheimer es aún desconocida, no se sabe a ciencia cierta cuál es la razón específica para dicho trastorno, sin embargo existen tratamientos para ayudar a que la enfermedad progrese.

Según investigaciones hasta el 30% de los casos de Alzheimer se podría reducir gracias a una detección temprana y cambios en el estilo de vida. Sin embargo ¿Se puede diagnosticar el alzhéimer a tiempo?, ¿Existe alguna herramienta computacional capaz de detectar la enfermedad?, ¿Se puede realizar a través de un clasificador?

El proyecto es un sistema Clasificador en matlab para el diagnóstico de la enfermedad Alzheimer, el sistema recibirá datos a través de un electroencefalograma de diversos pacientes que hayan tenido la enfermedad, se recolectarán las características más significativas para hacer la clasificación mediante diferentes algoritmos (Bayes, Kohonen) y poder realizar un diagnóstico prematuro de la enfermedad.

MÉTODOS Y MATERIALES

Para la realización del sistema se pretende utilizar dos metodologías de desarrollo, la metodología XP, y la metodología de Booch.

Metodología XP: es una metodología de desarrollo ágil la cual involucra a dos programadores para que trabajen de forma concurrente, también trabaja con valores como la comunicación, simplicidad, retroalimentación, coraje y respeto, de esta manera se asegura el trabajo en equipo fomentado en valores para poder implementarlo en nuestro prototipo.

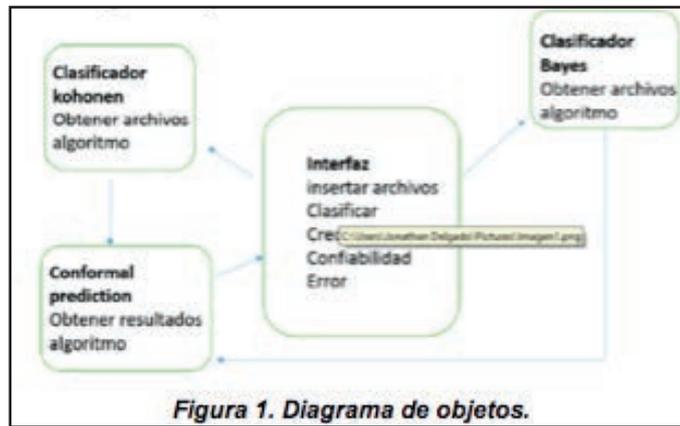
Metodología de Booch: Es una técnica que se utiliza para el diseño del software orientado a objetos, la desarrollo Cadry Booch. Esta metodología es secuencial ya que tienes que terminar la fase de análisis antes de pasarte a la fase de diseño.

Esta metodología está enfocado al análisis y diseño y no al desarrollo, los diagramas que sugiere son los diagramas de clase, diagramas de módulos, diagramas de secuencia y diagramas de transición de estados.

Por parte del software se utilizó MatLab, es una herramienta orientada al desarrollo matemático y cuenta con un lenguaje de programación propio. Algunas de sus características son: la implementación de algoritmos, manipulación de matrices, creación de interfaces.

Procedimiento

Se realizó un diagrama de objetos para identificar la estructura del sistema y las interacciones que existen entre módulos en el tiempo de ejecución del mismo, el diagrama se muestra en la figura 1.



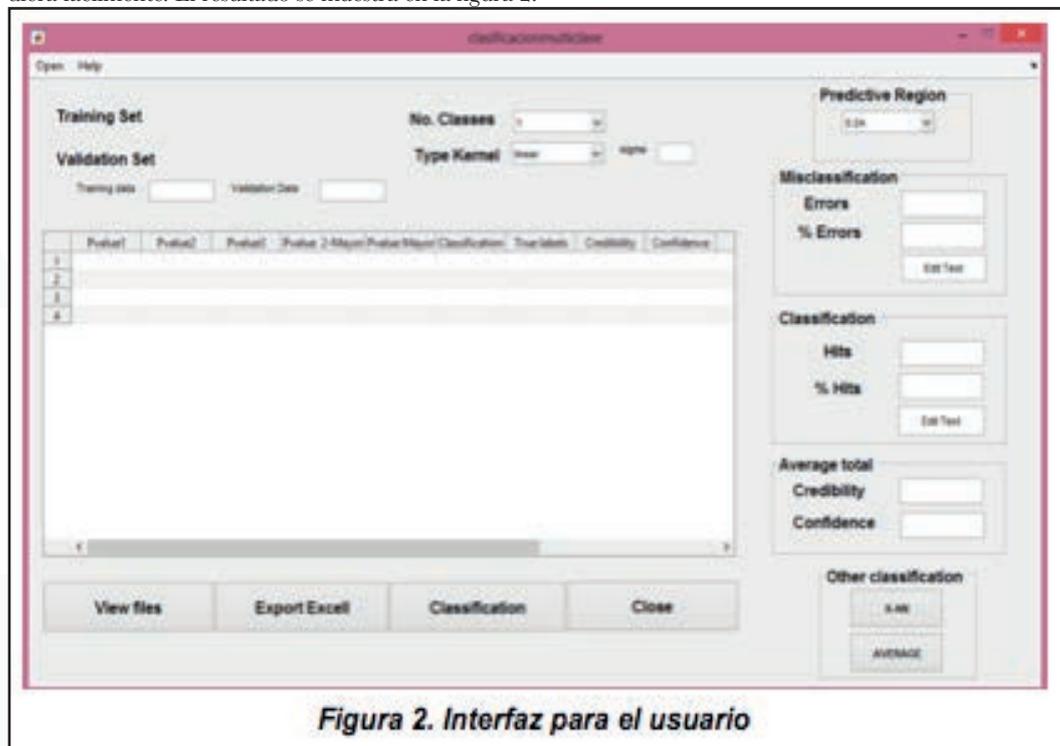
Una vez teniendo la estructura del sistema se realizó el diseño de las ventanas que se iba a utilizar; en esta etapa se identificó como se iban a cargar los datos, la manera en la que se iban a mostrar los resultados de la clasificación, los datos generales que se iban a mostrar que fueron el nivel de error, el número de clases que clasifica el archivo, la confianza y credibilidad.

Después se realizó el desarrollo del sistema se realizaron diferentes ejercicios en Excel para comprobar el funcionamiento del sistema comparado con estos valores. Se inició con el algoritmo de naive bayes. Después se determinó el correcto entrenamiento de la red neuronal utilizada por el algoritmo de kohonen .

Una vez terminado el estudiante inició la programación de los algoritmos de bayes y kohonen en matlab así como sus interfaces reales. Con los datos de los ejercicios anteriores determinará si los datos arrojados son correctos o si la clasificación que realiza es incorrecta, así como determinar si el sistema de clasificación es una manera viable para determinar la enfermedad del Alzheimer.

RESULTADOS

Primero se empezó con el diseño de las interfaces las cuales debieron ser claras para que el usuario las entendiera fácilmente. El resultado se muestra en la figura 2.



Una vez terminada y evaluada por la tutora se empezó a realizar los ejercicios en Excel, primero se realizó el algoritmo de naive bayes y después la red neuronal de kohonen, los resultados se muestran en las figuras 3 y 4.

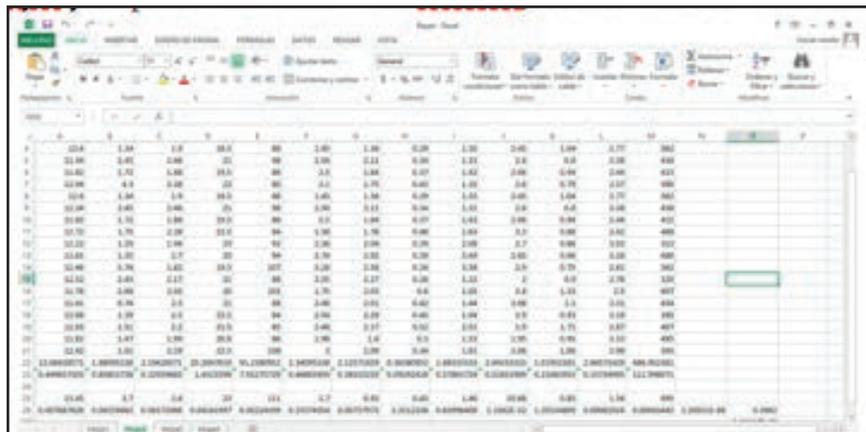


Figura 3. Pruebas realizadas en Excel

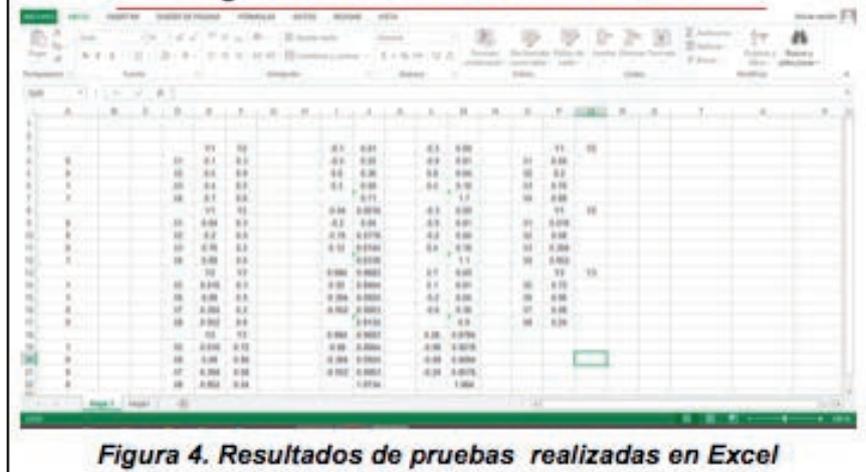


Figura 4. Resultados de pruebas realizadas en Excel

Lo siguiente que se hizo fue realizar el diseño en el programa matlab para cada algoritmo. Se muestra en la figura 5 y 6.



Figura 5. Interfaz para algoritmo de Kohonen

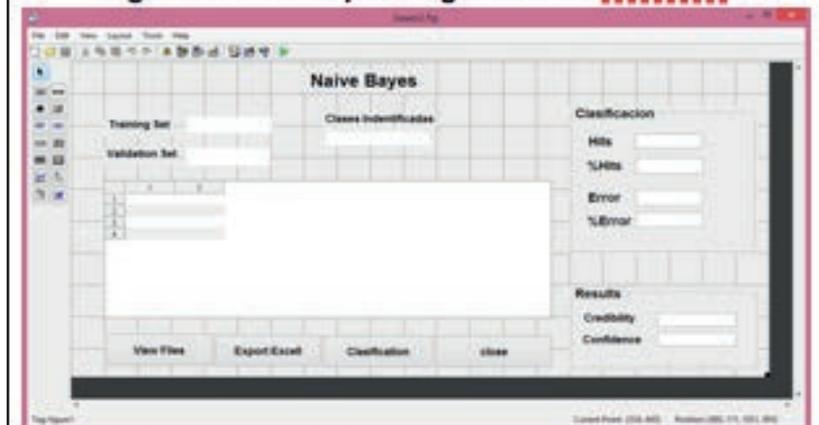


Figura 6. Interfaz para algoritmo de Bayes

Al final se implementó el algoritmo de naive bayes interactuando con la interfaz y nos arrojó los datos esperados, aunque los datos varían un poco porque matlab redondea a cierta cantidad decimales, se muestran en la figura 7.

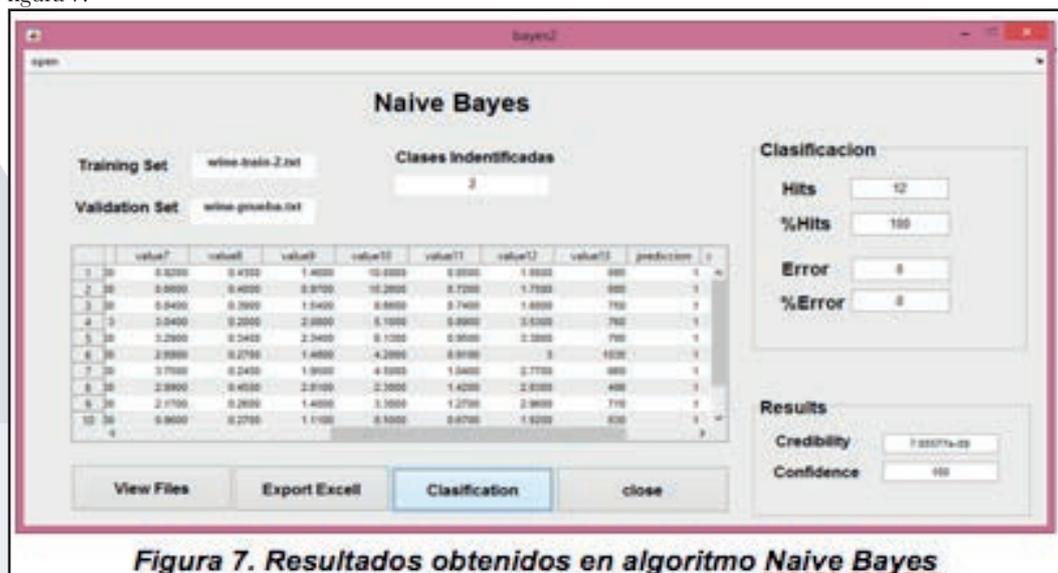


Figura 7. Resultados obtenidos en algoritmo Naive Bayes

Sin embargo con el algoritmo de kohonen se quedó el desarrollo a casi terminar ya que solo se implementó el entrenamiento de la red neuronal y falta la clasificación de datos.

CONCLUSIONES

En base a lo investigado, los sistemas de clasificación son una herramienta muy eficiente, ya que nos permite clasificar los datos de manera automática en base al comportamiento de los datos.

Es conveniente porque muchas veces los investigadores requieren de dichas herramientas para evitarse la clasificación manual de los datos y las personas que tienen el conocimiento son muy limitadas o simplemente no se encuentran, por eso es más útil tener un sistema que te arroje los mismas interpretaciones, además el sistema hace el procesamiento de los datos en cuestión de segundos.

Al observar los datos estadísticos de las personas con Alzheimer nos dimos cuenta que es un área a la cual se puede investigar, para detectar a tiempo los inicios de la enfermedad, ya que muchas de las veces se tiene esta enfermedad pero no se sabe ya hasta cuando la enfermedad es avanzada.

En base a los datos recabados y las numerosas pruebas que se realizaron durante el desarrollo del proyecto podemos llegar a la conclusión que el algoritmo de bayes presenta ciertas ventajas y desventajas que provienen del conjunto de datos a clasificar ya que cada algoritmo presenta cierto grado de confianza y credibilidad dependiendo del número de clases que contenga el conjunto de datos, sin embargo dicho algoritmo determinó de manera correcta los pacientes que tienen Alzheimer según los datos proporcionados, por lo tanto es un algoritmo eficiente en la clasificación de dichos conjuntos de datos. Por otra parte el algoritmo de kohonen se espera terminar en su posterioridad ya que es un algoritmo que es muy eficiente para clasificar los ciertos conjuntos de datos.

BIBLIOGRAFÍA

Artículos en línea

Anon, (2017). [online] Available at: <http://perso.wanadoo.es/alimanya/funcion.htm> [Accessed 24 Jun. 2017].

Ccc.inaoep.mx. (2017). Aprendizaje Bayesiano. [online] Available at: <https://ccc.inaoep.mx/~emorales/Cursos/NvoAprend/node65.html> [Accessed 28 Jun. 2017].

Julián, G. (2017). Las redes neuronales: qué son y por qué están volviendo. [online] Xataka.com. Available at: <https://www.xataka.com/robotica-e-ia/las-redes-neuronales-que-son-y-por-que-estan-volviendo> [Accessed 22 Jun. 2017].

Norinder U, e. (2017). Introducing conformal prediction in predictive modeling. A transparent and flexible alternative to applicability domain determination. - PubMed - NCBI. [online] Ncbi.nlm.nih.gov. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24797111> [Accessed 29 Jun. 2017].

Thales.cica.es. (2017). El modelo de Kohonen. [online] Available at: <http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd98/TecInfo/07/capitulo6.html> [Accessed 01 Jul. 2017].

1 Instituto Tecnológico de Celaya, Ingeniería en Sistemas Computacionales; Antonio García Cubas Pte #600 esq. Av. Tecnológico, Celaya, Gto. México. Tel. 01 (461)61 17575, 13030596@itcelaya.edu.mx

2 Instituto Tecnológico de Celaya, Departamento de Sistemas e Informática; Antonio García Cubas Pte #600 esq. Av. Tecnológico, Celaya, Gto. México. Tel. 01 (461)61 17575, norma.ramirez@itcelaya.edu.mx

DETECCIÓN DE PULSOS DE LAS ESTRELLAS PULSARES USANDO FPGA Y UNA ANTENA

Iván Humberto Cabrera González¹ y Solai Jeyakumar²

RESUMEN

El presente documento muestra el trabajo que se realizó para llevar a cabo el procesamiento de señales, provenientes de una radio antena, en una FPGA Spartan 6-SP605 haciendo uso de un convertidor analógico digital (ADS6445 EVM). Se implementó con código VHDL mediante el software ISE Design Suite de Xilinx para la recepción de datos (bytes) y un algoritmo de corrimiento de bits (bitslip). También se utilizó módulos de propiedad intelectual (IP-Core) para la parte de la comunicación PCIe de la computadora con la FPGA para simular la entrada de datos que vendrían de una radio antena. Debido a que las antenas del Observatorio de la Luz de la Universidad de Guanajuato no se encontraban listas para su uso, fue necesario cablear desde las antenas hasta la estación de control, así como diversos mantenimientos en el área de las antenas. A pesar de lo anterior, se simuló el código usando un Testbench y la Spartan6.

ABSTRACT

This paper presents the work done to accomplish the signal processing, coming from a radio antenna, using FPGA Spartan 6-SP605 and an analog to digital converter (ADS6445 EVM). It was implemented with VHDL code through ISE Design Suite software by Xilinx for the data reception (bytes) and an algorithm for bitslip. In addition, a demo IP-Core was used to communicate via PCIe the computer and the FPGA to simulate the transfer of data coming from a radio antenna. Due to the Universidad de Guanajuato's radio antennas located in Observatorio la Luz were not in conditions to be used in the moment, it was necessary to wire from the antennas to the control station as well as diverse maintenance in the area. Despite of the above the code was simulated using a test bench and the Spartan6 device.

Palabras Clave: FPGA, Pulsares, Radio antena.

INTRODUCCIÓN

Los pulsos gigantes (GPs, por sus siglas en inglés) son estallidos de corta duración como aumentos de la intensidad de pulsos de radio individuales provenientes de pulsares. Este es el evento más destacable de emisiones de pulsos de radio. Para pulsares normales, la intensidad de un pulso varía no más de un orden de magnitud (Hesse & Wielebinski 1974; Ritchings 1976). La densidad de flujo pico de GPs puede exceder cientos e incluso miles de veces la densidad de flujo pico de pulsos regulares. GPs son las fuentes de radio más brillantes que se pueden observar en el universo. La temperatura más alta puede ser de hasta 1039 K.

Este fenómeno solo ha sido detectado en 10 pulsares de los más de 1500 conocidos. Los primeros en ser descubiertos fueron el Púlsar del Cangrejo PSR B0531+21 (Staelin & Reifenstein 1968; Argyle & Gower 1972; Gower & Argyle 1972) y el Púlsar de Milisegundo (MSP, por sus siglas en inglés) PSR B1937+21 (Wolszczan, Cordes, & Stinebring 1984). Por más de 20 años solo se sabía que estos dos pulsares emitían GPs. En la última década emisiones GPs de 8 pulsares más han sido detectadas.

Como proyecto para el verano, se tratará mediante una FPGA, detectar señales de pulsares. Este tipo de estrellas emiten pulsos de un ciclo de trabajo (5%) con periodicidad de milisegundos a segundos. A veces emiten solamente un pulso pero con mucho flujo, siendo este algo fácil de observar. Sin embargo, este pulso es difícil de distinguir de las interferencias (por actividad humana) que vienen de varios lados. Es posible detectar estos pulsos frente al ruido, si se consigue el espectro en tiempo real de los pulsos. Esto implica implementar la transformada de Fourier en la FPGA. Además, se necesita solucionar problemas con la sincronización de los datos (y fases de RF) cuando muestrea con una alta tasa. Este problema vendrá por la incertidumbre (jitter) del reloj digital que entrará en la FPGA y el ADC.

MARCO TEORICO

Los pulsos gigantes (GPs) se distinguen por un número de cualidades características. Poseen un exceso de flujo y energía de emisiones de radio relacionadas con el promedio de pulsos, la energía de distribución de GPs es descrita por la ley potencial, GPs ocurren en un intervalo estrecho de un pulso promedio (excepto el Púlsar del Cangrejo para el cual los GPs pueden ocurrir donde sea dentro del promedio de pulsos) y tienen un periodo de duración muy corto comparado con un pulso promedio. La forma de GPs a bajas frecuencias puede estar gobernada por la ampliación de la dispersión de un pulso debido a la propagación multicamino en el plasma interestelar. Por lo tanto, el ancho de pulso pueda no ser una definición funcional de GPs. GPs son observados como fuertes pulsos de emisiones de radios de pulsares que sobresalen del ruido de fondo y los débiles pulsos

Los GPs son los fenómenos más extremos de radio emisiones de pulsares. Su densidad de flujo pico puede exceder cientos e incluso miles de veces la densidad de flujo pico de un pulso promedio (AP, por sus siglas en inglés). Un ejemplo de la comparación entre un GP y un AP del pulsar de milisegundo PSR B1937+21 se muestra en la figura 1. Se puede observar que la densidad de flujo pico de pulsos gigantes de este pulsar a 1650MHz alcanzo los 60 000 Jy (Jansky, unidad de densidad de flujo empleada en astronomía de radio e infrarroja. Equivale a 10^{-26} W/m² por Hz), que exceden la densidad de flujo pico de un pulso regular por un factor de 3×10^5 .

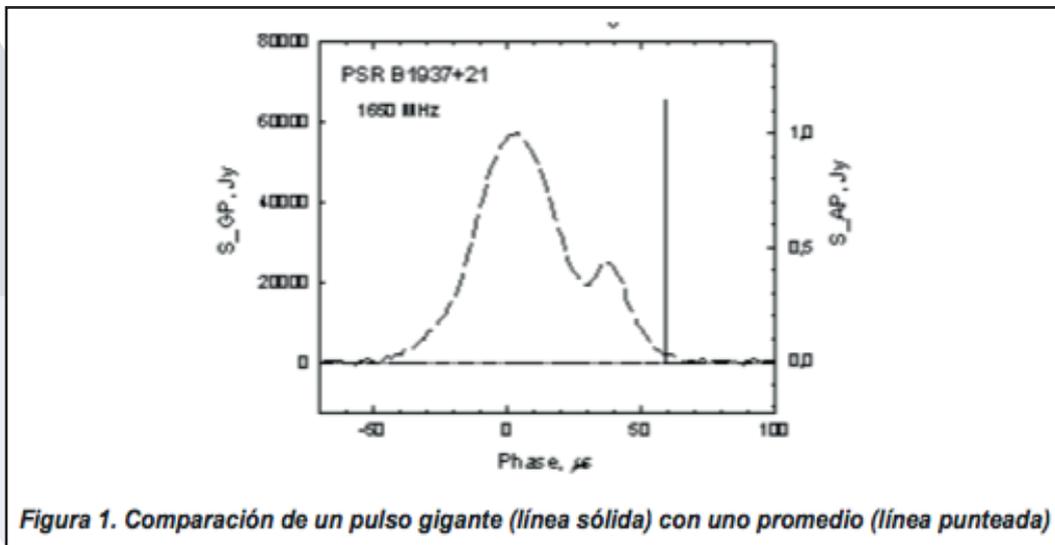


Figura 1. Comparación de un pulso gigante (línea sólida) con uno promedio (línea punteada)

El diseño usando SerDes (Serializer-Deserializer)

El diseño de un deserializador y sus primitivas de reloj asociadas dependen del formato del flujo de datos que se reciben. En este caso se recibe los datos en modo DDR and dos canales. El diagrama abajo se muestra el diagrama de flujo de datos. Estos datos suelen caer en tres categorías. Sin embargo, en este documento solo se mencionará el caso utilizado.

El flujo de datos es multiplicado por dos veces el reloj de entrada, comúnmente llamado taza de transferencia doble o como se le conoce por sus siglas en inglés DDR (Double Data Rate). Un flujo de datos DDR se muestra en la figura 2. Cada transición del reloj indica un cambio en el estado de la línea de datos.

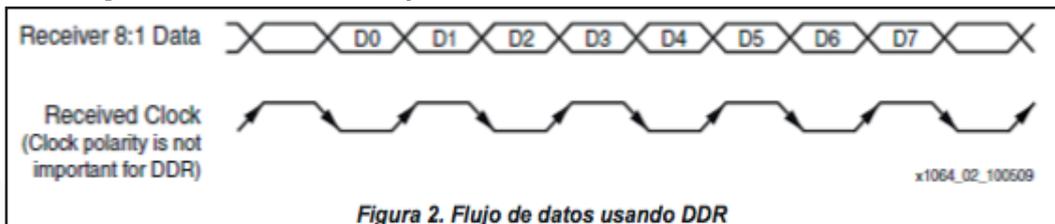


Figura 2. Flujo de datos usando DDR
MÉTODOS Y MATERIALES

Se utilizó una FPGA Spartan 6-SP605 (ver figura 4), para el procesamiento de los datos provenientes de la radio antena. Todo el procesamiento de señales se implementó mediante código VHDL en la FPGA. Para la parte de la comunicación de la radio antena y la FPGA se utilizó un adaptador FMC-ADC-Adapter (ver figura 4), así como el módulo ADS6445 EVM (ver figura 4) para convertir una señal analógica en una digital. El movimiento de la radio antena se realizaría mediante motores DC controlados con un módulo SDC2160 el cual recibe comandos mediante comunicación serial, dicha comunicación es posible gracias a los Extensores DB9 RS232 Serial por Cable Ethernet Cat5, que nos permiten extender la distancia de conexión. Esto requerido para comunicar la estación central con las radio antenas. En la figura 3 se puede apreciar el esquema de los distintos elementos que conformaran el sistema.

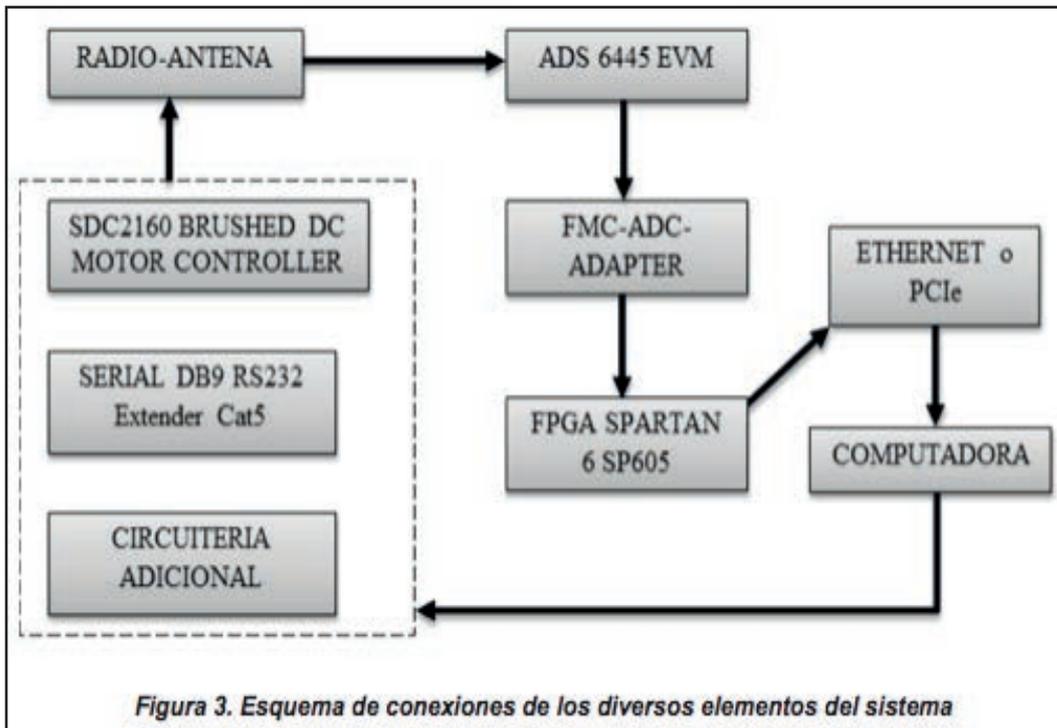
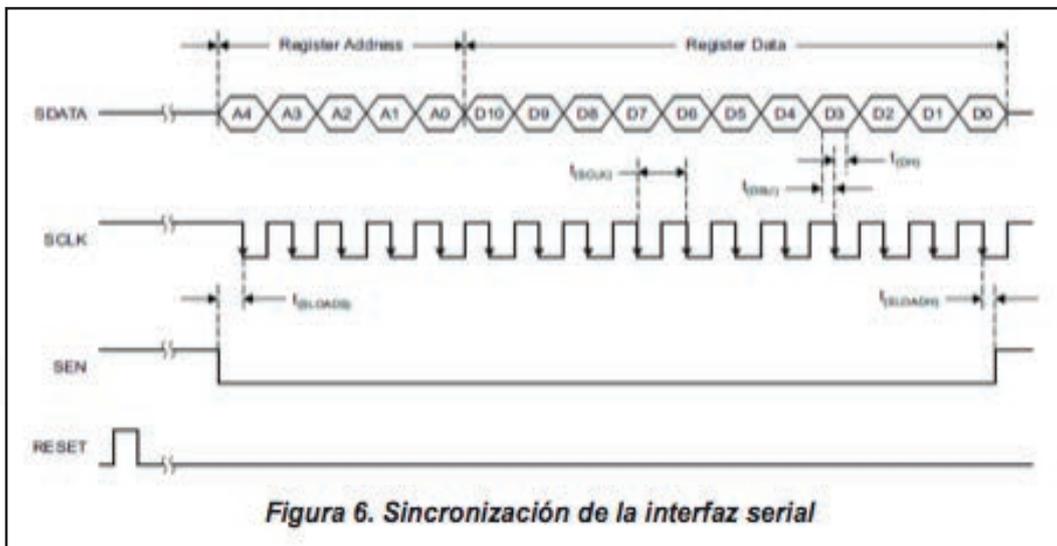


Figura 4. Spartan6 conectado al módulo ADS mediante un adaptador FMC-ADC

El módulo ADS6445 EVM, que sería el que nos proporcionara una salida digital, puede ser configurado según sea la necesidad. Debido a que el IP-Core del SerDes obtenido de la página de Xilinx está diseñado para datos 8:1, el módulo tendría que ser configurado en modo 2-Wire, 1×frame clock, 16×serialization, with SDR bit clock, byte wise/bit wise/word wise (ver figura 5). Para usar el modo word wise es necesario modificar el IP-Core para trabajar 16:1.



Después de encender el ADS, el registro interno debe ser reseteado a sus valores por default. Para ello tenemos la opción de aplicar un pulso en reset (de una duración mayor a 10ns) o aplicar un reset por software usando la interface serial, poniendo el bit <RST> en el registro 0x00 en alto y posterior poner en bajo el bit. Podemos apreciar la sincronización de la interfaz serial en la figura 6. De no seguir el procedimiento anterior no podremos inicializar el SerDes.



Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores se realizó un código VHDL Test Bench para simular la entrada de datos al SerDes.

resultados

En la figura 7 podemos observar el esquemático correspondiente al SerDes, donde `datain_n`, `datain_p` corresponden a los datos provenientes del ADS, `clkin_n`, `clkin_p` son las señales de reloj para los datos correspondientemente. `Dummy_out` es la salida del SerDes, de la cual podemos manejar dependiendo del formato de datos de entrada el número correspondiente de bits y no el vector completo.

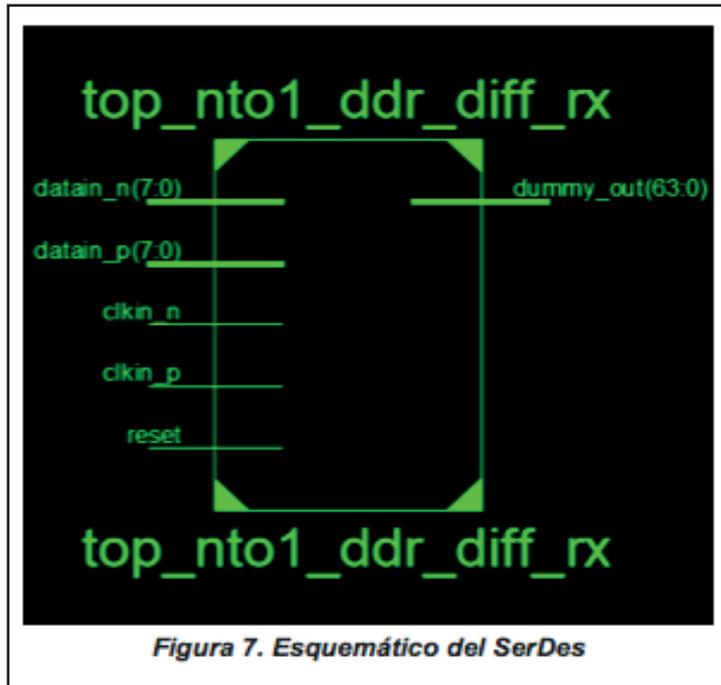


Figura 7. Esquemático del SerDes

La figura 8 nos muestra la simulación de señales. Los datos (`datain_n` y `datain_p`) van cambiando con un contador cada 4 periodos de sus correspondientes señales de reloj. El periodo del reloj es de 200 ps. La señal de reset se encuentra en alto por 10ns para inicializar el SerDes. Las señales `rx_bufg_x1` y `rx_serdestrobe` corresponden a las señales de reloj bit clock y frame clock. La figura 9 nos muestra otra simulación, pero con datos en formato 16:1.

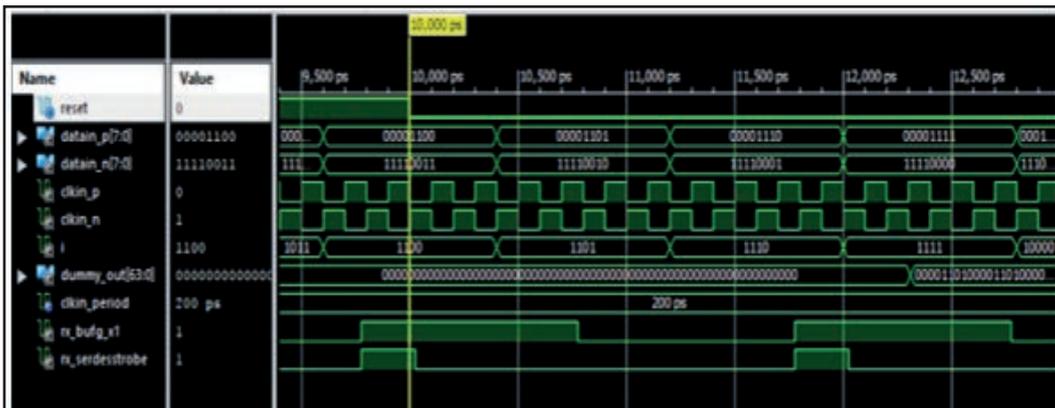


Figura 8. Simulación de señales con entrada de datos en formato 8:1

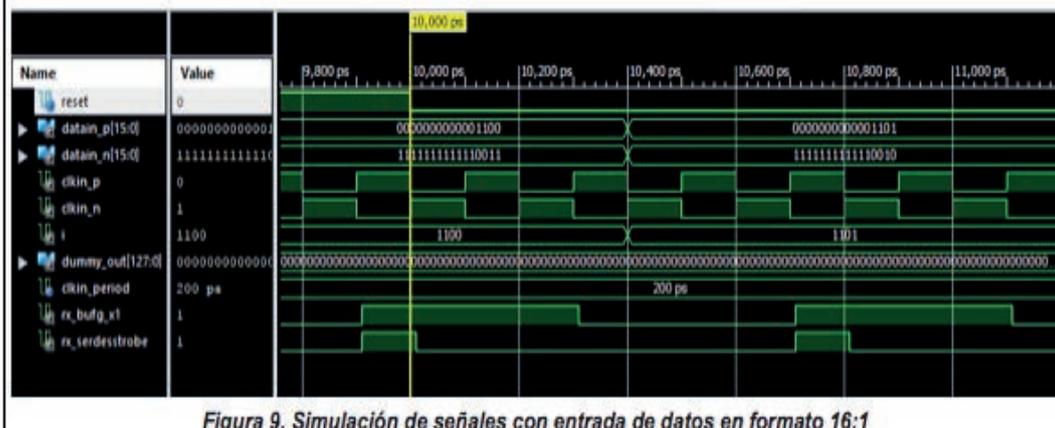


Figura 9. Simulación de señales con entrada de datos en formato 16:1

CONCLUSIONES

El alcance del proyecto al ser demasiado amplio y por la falta de un equipo multidisciplinario más grande no pudo ser terminado. Sin embargo, de lo realizado se puede concluir que la investigación se llevó por buen camino. Basándonos en la simulación de ISim de las señales podemos afirmar que el SerDes puede funcionar en un ambiente real, es decir, que podemos adquirir los datos provenientes del módulo ADS6445 EVM, datos que vendrían de la radio antena. Por supuesto que el siguiente paso sería comunicar mediante PCIe la FPGA y la computadora para que en un ambiente Linux se pudiesen adquirir e interpretar los datos, y aunque se trabajó esta parte no pudo ser lograda a tiempo.

BIBLIOGRAFIA

Libros

- Hesse T. H., Wielebinski R., 1974, A&A, 31, 409
Staelin D. H., Reifenstein E. C., 1968, Science, 162, 1481
Gower F. R., Argyle E., 1972, ApJ, 1715, L23
Wolszczan A., Cordes J. M., Stinebring D. R., 1984, In: S. P. Reynolds and D. R. Stinebring, eds., Millisecond Pulsars, NRAO, Green Bank, 63

Artículos en línea

- Chin, J. Astron. Astrophys. Vol. 6 (2006), Suppl. 2, 34–40 (<http://www.chjaa.org>)
Texas Instruments. (2008). ADS6445 QUAD CHANNEL, 14 BIT, 125/105 MSPS ADC WITH SERIAL LVDS OUTPUTS [archivo PDF]. Recuperado de <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/ads6445.pdf> (fecha de consulta 14-08-2017)
Marc Defosse. (2008). XAPP866: An interface for Texas Instruments Analog-to-Digital Converters with Serial LVDS outputs [archive PDF]. Recuperado de: http://www.xilinx.com/support/documentation/application_notes/xapp866.pdf (fecha de consulta 14-08-2017)
Nick Sawyer. (2013). XAPP1064: Source-Synchronous Serialization and Deserialization (up to 1050 Mb/s) [archivo PDF]. Recuperado de: https://www.xilinx.com/support/documentation/application_notes/xapp1064.pdf (fecha de consulta 14-08-2017)

ESTUDIOS DE EQUILIBRIO DE COMPLEJOS DE MAGNESIO PARA LA IMITACIÓN ESPECTRAL DE COMPLEJOS ANTENA

Javier Rodríguez Gutiérrez y José de Jesús Nezahualcóyotl Segoviano Garfias

RESUMEN

En el presente trabajo se valora la estabilidad de complejos de Mg(II)-1,10-Fenantrolina y Mg(II)- 2,2'-Bipiridina en metanol mediante estudios espectrofotométricos a una temperatura de 298 K. La determinación de las constantes de formación β_{kl} se efectúa en el programa HypSpec mediante el procesamiento y refinamiento de los datos espectrofotométricos. El valor logarítmico de las constantes de formación para Mg(II)-1,10-Fenantrolina son $\log \beta_{110} = 6.333 \pm 0.193$ y $\log \beta_{120} = 12.166 \pm 0.136$ y para Mg(II)- 2,2'-Bipiridina $\log \beta_{110} = 7.5082 \pm 0.03$, $\log \beta_{120} = 13.5400 \pm 0.09$ y $\log \beta_{130} = 19.4761 \pm 0.03$, valores con los que se comparan espectralmente los complejos obtenidos con el fin de establecer el que presenta un mayor acercamiento al espectro de la clorofila para proponer un modelo parcial a su funcionamiento natural.

ABSTRACT

In the following work, the stability of Mg(II)-1,10-Phenanthroline and Mg(II)- 2,2'-Bipyridine complexes in methanol is evaluated by spectrophotometric studies at a temperature of 298 K. The determination of the formation constants β_{kl} is performed by using HypSpec program through the processing and refining of the spectrophotometric data. The logarithmic value of the formation constants for Mg(II)-1,10-Phenanthroline are $\log \beta_{110} = 6.342$ and $\log \beta_{120} = 12.0101$, and for Mg(II)- 2,2'-Bipyridine $\log \beta_{110} = 7.5082 \pm 0.03$, $\log \beta_{120} = 13.5400 \pm 0.09$ and $\log \beta_{130} = 19.4761 \pm 0.03$, which are used for a spectral comparison of the obtained complexes with the purpose of state which one represents a better approach of the chlorophyll spectrum in order to propose a partial model for its natural behavior.

Palabras Clave: Complejos Magnesio(II), Clorofila, Constantes de Formación, Especiación.

INTRODUCCIÓN

La energía es un tópico que unifica a distintos enfoques de la ciencia: el cómo usamos, distribuimos y manipulamos los recursos energéticos es el principal reto de la agenda global. Para prevenir que la temperatura aumente 2°C las emisiones globales deben ser controladas y reducidas a la mitad para el 2050, lo que se logrará integrando una variedad de fuentes de energía renovables como el viento, biomasa, geotérmica, entre otras; sin embargo, la mayor fuente de energía renovable libre de carbono es el Sol; conducidos por el hecho de almacenar la energía suministrada por este último, se deben desarrollar propuestas tecnológicas de almacenaje basadas en métodos mecánicos o químicos. (House et al., 2015). Uno de ellos es la fotosíntesis artificial en donde la meta es imitar la capacidad de las plantas verdes y otros organismos fotosintéticos como la clorofila; es químicamente difícil debido a la complejidad de la naturaleza del aparato fotosintético (Meyer, 1989) que absorbe en gran parte la luz del espectro solar, que se extiende cerca del infrarrojo hasta cerca de la región UV. Los complejos captadores de luz en sistemas de antenas fotosintéticas contienen un conjunto de pigmentos especializados, incluyendo clorofilas, que absorben fuertemente desde longitudes de onda largas de la región espectral visible y más allá. Estos pigmentos actúan como foto sensibilizadores para la traducción de su energía de excitación a los centros de reacción foto químicamente activos. Debido a la participación fundamental de las clorofilas en la fotosíntesis, durante más de un siglo se ha suscitado un gran interés en numerosos laboratorios de investigación en todo el mundo. La singularidad de estos pigmentos se debe a las propiedades extensas del sistema π -electrones del cromóforo porfirínico, que quela el ion Mg^{2+} en el centro y se une covalentemente al residuo hidrófobo de un alcohol isoprenoide, en la mayoría de los casos, un C-20 fitol, aunque tal vez la característica más sorprendente sea su versatilidad, es decir, el hecho de que una sola entidad química es capaz de realizar diversas funciones en el aparato fotosintético; sin embargo, rara vez se han utilizado como un fotorreactivo porque el pigmento natural pierde fácilmente su fotoestabilidad por extracciones con un disolvente orgánico (Fiedor, Kania, Myśliwa-Kurdziel, Orzeł, & Stochel, 2008; Zhang et al., 2010) por lo que es imperioso desarrollar nuevos complejos de metales como el magnesio, octavo elemento más abundante en la corteza terrestre y el segundo catión divalente más abundante dentro de las células además de ser cofactor de más de 300 sistemáticos enzimáticos que regulan diversas reacciones bioquímicas en el cuerpo, que absorban fuertemente en la región visible de la luz solar y, además, sean de bajo costo y toxicidad nula.

MARCO TEÓRICO

En los últimos años se ha visto un resurgimiento de la fotosíntesis artificial, empleado principalmente complejos metálicos como fotosensibilizadores: claro es el ejemplo de $[Ru(bpy)_3]^{2+}$, o derivados, fungiendo dicha función en el estudio de producción fotocatalítica de H_2 (Zarkadoulas, Koutsouri, Kefalidi, & Mitsopoulou, 2015). Cabe mencionar que la naturaleza no requiere de Ru para la captación de luz solar, sino un complejo de Magnesio-porfirina (Nair, Zhou, & Thummel, 2017).

Se sabe que la síntesis y caracterización de estructuras de complejos magnesio incorporan ligandos simétricos tridentados pirrolilo; uno de los compuestos de magnesio más importantes para la producción de unidades de pirrolito (porfirina) es la clorofila que, como se mencionó anteriormente, desempeña un papel clave en la fotosíntesis. Las porfirinas han sido objeto de intensas investigaciones debido a sus propiedades físico-químicas, versatilidad y también por su implicación en los procesos naturales esenciales (Devillers, Dimé, Cattey, & Lucas, 2013). No obstante, raramente se ha notificado de una gama de complejos de magnesio que contienen ligandos de pirrol (Liu, Guo, Han, Tong, & Wei, 2015). Si bien no hay muchos reportes del uso de dichos ligandos con Mg, Dimitrov y colaboradores estudiaron la síntesis y caracterización espectroscópica del complejo $[\text{Mg}(\text{phen})_3(\text{NO}_3)_2] \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, reportando dos absorbancias máximas de 226 y 268 nm (Dimitrov & Atanassova, 2003). Con el fin de conocer el comportamiento del $\text{Mg}(\text{II})$ con ligandos como 2,2'-Bipiridina y 1,10-Fenantrolina se propone un estudio espectrofotométrico, utilizando concentraciones equimolares basadas en el Método de Job modificado con el fin de conocer las constantes de formación de las especies coordinadas, utilizando Nitrato de Magnesio, que fue la sal de magnesio con mayor absorción reportada por Dimitrov y colaboradores. (Dimitrov & Atanassova, 2003; Likussar, 1973).

MÉTODOS Y MATERIALES

Se utilizó Metanol grado HPLC (Teciquirem, México), $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 1,10-Fenantrolina, 2,2'-Bipiridina (Sigma-Aldrich) grado reactivo: los tres últimos fueron utilizados sin purificación posterior. Para las mediciones espectrales se utilizó un Espectrofotómetro UV-Visible Cary 50 a temperatura controlada de 298 K utilizando un Sistema Cryobath Peltier; todas las mediciones espectrales se realizaron en una celda estándar de cuarzo con 1 cm. de longitud óptica y 3 mL de volumen. Para todos los experimentos, la región espectral observada fue de 200 a 320nm. La determinación de las constantes de formación β_{kl} se realizó mediante el procesamiento y refinamiento de los datos espectrofotométricos mediante el programa HypSpec (Gans, Sabatini, & Vacca, 1996). Los diagramas de distribución de las especies fueron calculados utilizando el programa Hyperquad Simulation and Speciation (HySS) (Alderighi et al., 1999). Los experimentos con el ligante 1,10-Fenantrolina se llevaron a cabo utilizando dos soluciones de 1,10-Fenantrolina (335 y 84.34 μM) y de $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (218 y 85.80 μM), la concentración de 1,10-Fenantrolina es variada de 3.35 a 67.03 μM y de 0.84 a 16.87 μM , manteniendo constante la concentración de $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ en 21.84 y 8.58 μM , respectivamente. Para el ligante 2,2'-bipiridina, se llevaron a cabo utilizando dos soluciones de 2,2'-bipiridina (305 y 131 μM) y de $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (195 y 82.7 μM), la concentración de 2,2'-bipiridina es variada de 3.05 a 60.95 μM y de 1.31 a 26.12 μM , manteniendo constante la concentración de $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ en 19.5 y 8.27 μM , respectivamente.

RESULTADOS

En todas las determinaciones de equilibrio no se utilizó la fuerza iónica debido a que promueve la precipitación de los complejos Magnesio(II) y proporciona una esfera iónica, que influye en la constante de estabilidad de complejos metálicos. Los espectros electrónicos para los sistemas $\text{Mg}(\text{II})$ -1,10-Fenantrolina y $\text{Mg}(\text{II})$ -2,2'-bipiridina en metanol se muestran en las Figuras 1 y 2, respectivamente. Para estos sistemas se observan máximos a baja concentración de ligante en las longitudes de onda de 263, 229 y 203nm y de 281, 235 y 203nm, respectivamente; cuando se incrementa la concentración de la especie ligante, un efecto hipercrómico es latente en ambos sistemas a las longitudes de onda mencionadas. Las constantes de formación β_{kl} corresponden al equilibrio entre Mg^{2+} y los ligandos utilizados, y su determinación se llevó a cabo procesando los espectros obtenidos de dos experimentos a diferentes concentraciones: el proceso consiste en analizar simultáneamente el espectro de dos soluciones de Magnesio (II) preparadas a diferente concentración utilizando diferentes rangos de concentración de ligante para cada experimento. El método genera una correlación entre el espectro obtenido, la concentración de metal y ligante utilizadas, y una proposición de las posibles especies coloridas. Los valores logarítmicos de las constantes de formación y el resumen de los parámetros experimentales son reportados en la Tabla 1, usando el formato Tuck sugerido por la IUPAC (Tuck, 1989). Para el Sistema Magnesio(II)-1,10-Fenantrolina y Magnesio(II)-2,2'-Bipiridina en metanol se propusieron dos y tres especies coloridas, respectivamente, siguiendo los modelos propuestos cuando se alcanza el equilibrio entre el metal y la especie ligante.

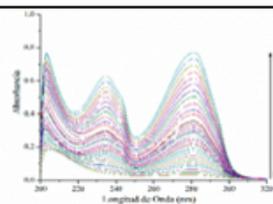
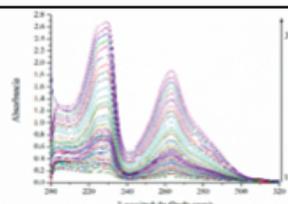


Figura 1. Espectro de Absorción del Sistema Magnesio(II)-1,10-Fenantrolina en Metanol: para el espectro 1-19, [Mg(II)] – 8.58 μ M y [Phe] – 1.69-60.33 μ M. **Figura 2. Espectro de Absorción del Sistema Magnesio(II)-2,2'-Bipiridina en Metanol: para el espectro 1-20, [Mg(II)] – 8.58 μ M y [Phe] 2.5 a 3.8 μ M.**

Tabla. 1. Resumen de los Parámetros Experimentales para el Sistema Magnesio(II)-1,10-Fenantrolina y Magnesio(II)-2,2'-Bipiridina en metanol

Composición de la Solución	Sistema Magnesio(II)-1,10-Fenantrolina	[T _L] rango de 3.35 a 67.03 y 0.84 a 16.87 μ mol L ⁻¹ [T _M] constante a 21.84 y 8.58 mol L ⁻¹	
	Sistema Magnesio (II)-2,2'-Bipiridina	[T _L] rango de 3.05 a 60.95 y 1.31 a 26.12 μ mol L ⁻¹ [T _M] constante a 19.5 y 8.27 μ mol L ⁻¹	
	Fuerza Iónica, electrolito	No utilizada	
	Rango de pH	No utilizado	
Método Experimental	Valoración Espectrofotométrica		
Temperatura	298 K		
Número Total de Puntos Experimentales	Sistema Magnesio(II)-1,10-Fenantrolina: 33 Espectros de Solución Sistema Magnesio (II)-2,2'-Bipiridina: 32 Espectros de Solución		
Método de Cálculo	HypSpec		
Especies	Equilibrio	Log β	σ
[Mg(Phe)] ²⁺ [Mg(Phe) ₂] ²⁺	Mg ²⁺ + Phe \rightleftharpoons [Mg(Phe)] ²⁺ Mg ²⁺ + 2Phe \rightleftharpoons [Mg(Phe) ₂] ²⁺	Log β_{110} 6.333 \pm 0.193 Log β_{120} 12.166 \pm 0.136	0.0085
[Mg(Bipy)] ²⁺ [Mg(Bipy) ₂] ²⁺ [Mg(Bipy) ₃] ²⁺	Mg ²⁺ + Bipy \rightleftharpoons [Mg(Bipy)] ²⁺ Mg ²⁺ + 2Bipy \rightleftharpoons [Mg(Bipy) ₂] ²⁺ Mg ²⁺ + 3Bipy \rightleftharpoons [Mg(Bipy) ₃] ²⁺	Log β_{110} 7.5082 \pm 0.03 Log β_{120} 13.5400 \pm 0.09 Log β_{130} 19.4761 \pm 0.03	0.0107

Los espectros electrónicos calculados para [Mg(Phe)]²⁺ y [Mg(Phe)₂]²⁺, y para [Mg(Bipy)]²⁺, [Mg(Bipy)₂]²⁺ y [Mg(Bipy)₃]²⁺, se muestran en las Figuras 3a) y 4a), respectivamente. Para los complejos formados con el ligante 1,10-Fenantrolina, ambos muestran tres picos de intensa absorción a 263, 229 y 202 nm con un coeficiente de extinción molar de: en el caso del complejo mono $\epsilon = 35852, 60943$ y 34029 L mol⁻¹ cm⁻¹, respectivamente, en el caso del complejo bis $\epsilon = 61446, 90946$ y 46150 L mol⁻¹ cm⁻¹, respectivamente. Por otro lado, para los complejos formados con el ligante 2,2'-Bipiridina, todos muestran tres picos de intensa absorción a 282, 233 y 202 nm con coeficientes de extinción molar: en el caso del complejo mono $\epsilon = 10645, 9022$ y 23788 L mol⁻¹ cm⁻¹, respectivamente, en el caso del complejo bis $\epsilon = 34295, 28709$ y 41715 L mol⁻¹ cm⁻¹, respectivamente, y el complejo tris $\epsilon = 23648, 18260$ y 26029 L mol⁻¹ cm⁻¹, respectivamente. Los diagramas de distribución de los Sistemas Magnesio(II)-1,10-Fenantrolina y Magnesio (II)-2,2'-Bipiridina se muestran en las figuras 3b) y 4b), respectivamente: para el primero, se observa que a una concentración equimolar de Metal-Ligante, se tenía 22.33% de Magnesio libre, con una formación de 47.1% del complejo mono y 25.8% del complejo bis, a una concentración de dos equivalentes molares de Ligante con un equivalente de Metal, se tenía 1.53% de Magnesio libre, con una formación de 19.5% del complejo mono y 78.9% del complejo bis, y finalmente con una concentración de tres equivalentes molares de Ligante con un equivalente molar de Metal, se tenía 0.11% de Magnesio Libre, con una formación de 5.62% del complejo mono y 94.28% del complejo bis, por lo que el segundo complejo no llega a su máximo porcentaje de formación aun a concentraciones molares equivalente de 1 a 3; por otro lado, para el segundo, se observa que a una concentración equimolar de Metal-Ligante, se tenía 13.15% de Magnesio libre, con una formación de 71.85% del complejo mono, 13.10% del complejo bis y 1.92% del complejo tris, a una concentración de dos equivalentes molares de Ligante con un equivalente de Metal, se tenía 0.83% de Magnesio libre, con una formación de 29.64% del complejo mono, 35.47% del complejo bis y 34.06% del complejo tris y, finalmente con una concentración de tres equivalentes molares de Ligante con un equivalente molar de Metal, se tenía 0.01% de Magnesio Libre, con una formación de 2.26% del complejo mono, 15.25% del complejo bis y 82.46% del complejo tris, por lo que el complejo tris no llega a su máximo porcentaje de formación aun a concentraciones molares equivalente de 1 a 3 y el complejo bis se forma a concentraciones equimolares más allá de dos equivalentes molares.

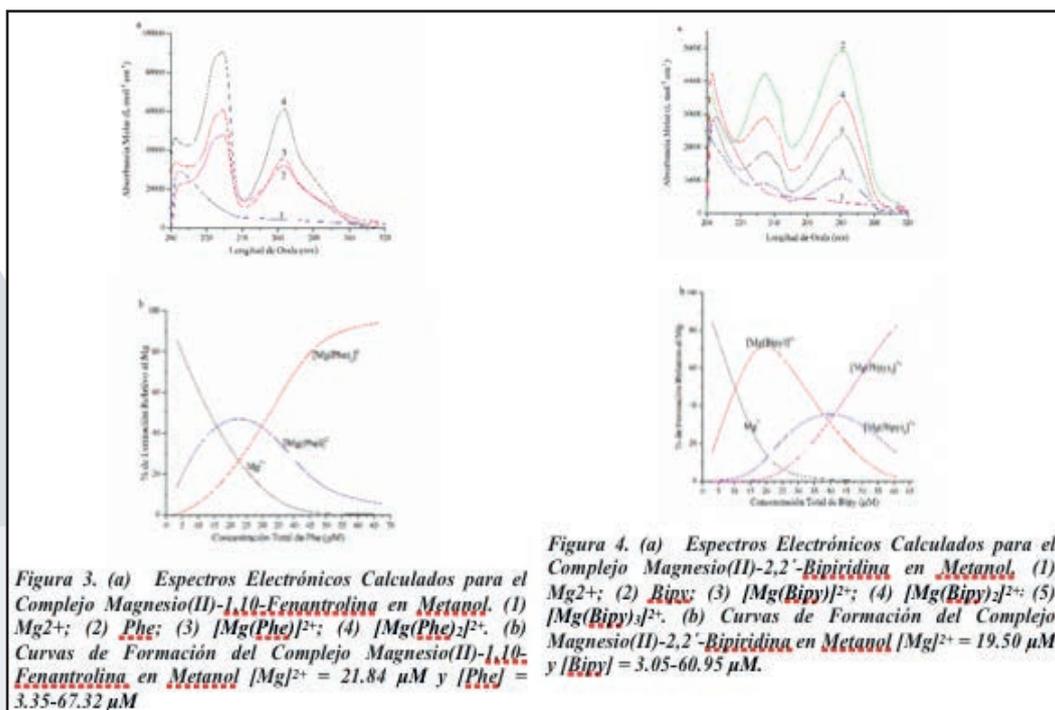


Figura 3. (a) Espectros Electrónicos Calculados para el Complejo Magnesio(II)-1,10-Fenantrolina en Metanol. (1) Mg²⁺; (2) Phe; (3) [Mg(Phe)]²⁺; (4) [Mg(Phe)₂]²⁺. (b) Curvas de Formación del Complejo Magnesio(II)-1,10-Fenantrolina en Metanol [Mg]²⁺ = 21.84 μM y [Phe] = 3.35-67.32 μM

Figura 4. (a) Espectros Electrónicos Calculados para el Complejo Magnesio(II)-2,2'-Bipiridina en Metanol. (1) Mg²⁺; (2) Bipy; (3) [Mg(Bipy)]²⁺; (4) [Mg(Bipy)₂]²⁺; (5) [Mg(Bipy)₃]²⁺. (b) Curvas de Formación del Complejo Magnesio(II)-2,2'-Bipiridina en Metanol [Mg]²⁺ = 19.50 μM y [Bipy] = 3.05-60.95 μM.

El ion Mg²⁺ es un ácido “duro” de Lewis y se enlaza preferentemente con ligantes duros, no polarizables. La coordinación tiene lugar principalmente a las interacciones ion-dipolo o el dipolo inducido, sin embargo, existe la posibilidad de una interacción covalente vía la deslocalización de la densidad electrónica desde los orbitales ocupados de los ligantes en los orbitales vacíos 3s (o 3p) del Mg²⁺; además, la coordinación alrededor del átomo de Magnesio debe ser conducida, en parte, por la necesidad del Mg(II) de donar electrones, pero principalmente por las consideraciones estéricas asociadas con el acomodo de ligantes voluminosos, como lo son 1,10-Fenantrolina y 2,2'-Bipiridina (Dimitrov & Atanassova, 2003). Con el fin de entender el comportamiento de estas interacciones se ha propuesto un Modelo de Capas Concéntricas, el cual describe el medio alrededor de un ion en términos de tres regiones distintas: la primer capa de solvatación, donde las moléculas están altamente estructuradas e interaccionan fuertemente con el ion, una capa intermedia donde las moléculas están influenciadas por el ion y las interacciones de los enlaces hidrógeno, y una capa gruesa de solvente donde el ion no tiene influencia (Walker et al., 2000). Considerando que el número donador representa el carácter nucleofílico del metanol, el cual es 19, y que está relacionado con el carácter iónico de los solutos y su capacidad de donar o aceptar pares de electrones, es posible que la esfera de solvatación propuesta en el modelo anterior promueva el incremento del enlace del metal con el ligante (Pérez-Arredondo, González-Ponce, Ana Zanon, Ramirez Vazquez, & Segoviano-Garfias, 2015), lo que explica que los picos de intensa absorción encontrados difieran con los propuestos por Dimitrov y colaboradores en solución acuosa, además de un tercer pico de absorción a longitudes de onda de 202 y 203 nm el cual puede describir la interacción π-π, cuya existencia es latente en muchos sistemas de importancia biológica, de las moléculas de solvente y ligante que ocupan la tercer capa propuesta en el modelo. Debido a las consideraciones estéricas anteriormente comentadas, se espera que solamente dos moléculas de ligante se coordinen con el Mg(II) y, aunado con los dos iones nitrato, conformar un número de coordinación de 6, el cual es óptimo para el catión, sin embargo, los resultados para el ligante 2,2'-Bipiridina muestran un comportamiento contrario a lo propuesto anteriormente el cual puede estar relacionado con la flexibilidad rotacional que puede tener 2,2'-Bipiridina comparado con el carácter rígido del ligante 1,10-Fenantrolina (Dimitrov & Atanassova, 2003).

CONCLUSIONES

Ya que pocos estudios en solución han sido realizados para Mg(II), al comparar el presente con el trabajo realizado por Dimitrov y colaboradores, se demostró que el metanol promueve el enlace del metal con el ligante por lo que se obtuvieron picos de intensa absorción similares a las de las porfirinas en la banda L correspondiente al espectro UV-cercano (Caughy, Deal, Weiss, & Gouterman, 1965). Por otro lado, para poder evaluar la teoría sobre el Modelo de Capas Concéntricas y las condiciones estéricas, es necesario: hacer estudios de cristalografía para poder determinar la geometría de estos complejos, analizar la estabilidad de dichos compuestos en solventes con números donadores diferentes, así como hacer estudios de los cambios espectrales en la presencia de haluros o pseudohaluros, y determinar el comportamiento magnético verdadero de estos compuestos a través de susceptibilidad magnética y EPR y, finalmente, evaluar los posibles cambios en los estados de oxidación del Magnesio en la capa central. Afortunadamente, estos estudios eventualmente permitirán generar un modelo espectral mucho más apropiado.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente la oportunidad de participar en esta edición del Verano de la Ciencia de la Región Centro, a mis padres por su apoyo incondicional y al equipo que conforma el Laboratorio de Fotosíntesis Artificial por su compañerismo y amistad, mil gracias.

BIBLIOGRAFIA

Artículos de revista

- Alderighi, L., Gans, P., Ienco, A., Peters, D., Sabatini, A., & Vacca, A. (1999). Hyperquad simulation and speciation (HySS): a utility program for the investigation of equilibria involving soluble and partially soluble species. *Coordination Chemistry Reviews*, 184(1), 311-318. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0010-8545\(98\)00260-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0010-8545(98)00260-4)
- Caughy, W. S., Deal, R. M., Weiss, C., & Gouterman, M. (1965). Electronic spectra of substituted metal deuteroporphyrins. *Journal of Molecular Spectroscopy*, 16(2), 451-463. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/0022-2852\(65\)90133-5](http://dx.doi.org/10.1016/0022-2852(65)90133-5)
- Devillers, C. H., Dimé, A. K. D., Cattey, H., & Lucas, D. (2013). Crystallographic, spectroscopic and electrochemical characterization of pyridine adducts of magnesium(II) and zinc(II) porphine complexes. *Comptes Rendus Chimie*, 16(6), 540-549. doi:<https://doi.org/10.1016/j.crci.2013.01.015>
- Dimitrov, G. D., & Atanassova, M. S. (2003). Synthesis and Spectroscopic Characterization of a Complex of 1, 10-Phenanthroline with Magnesium. *Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie*, 629(1), 12-14.
- Fiedor, L., Kania, A., Myśliwa-Kurziel, B., Orzet, Ł., & Stochel, G. (2008). Understanding chlorophylls: Central magnesium ion and phytol as structural determinants. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Bioenergetics*, 1777(12), 1491-1500. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.bbabi.2008.09.005>
- Gans, P., Sabatini, A., & Vacca, A. (1996). Investigation of equilibria in solution. Determination of equilibrium constants with the HYPERQUAD suite of programs. *Talanta*, 43(10), 1739-1753. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/0039-9140\(96\)01958-3](http://dx.doi.org/10.1016/0039-9140(96)01958-3)
- House, R. L., Iha, N. Y. M., Coppo, R. L., Alibabaei, L., Sherman, B. D., Kang, P., . . . Meyer, T. J. (2015). Artificial photosynthesis: Where are we now? Where can we go? *Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews*, 25, 32-45. doi:10.1016/j.jphotochemrev.2015.08.002
- Likussar, W. (1973). Computer approach to the continuous variations method for spectrophotometric determination of extraction and formation constants. *Analytical Chemistry*, 45(11), 1926-1931.
- Liu, Q., Guo, Z., Han, H., Tong, H., & Wei, X. (2015). Lithium, magnesium, zinc complexes supported by tridentate pincer type pyrrolyl ligands: Synthesis, crystal structures and catalytic activities for the cyclotrimerization of isocyanates. *Polyhedron*, 85, 15-19. doi:<https://doi.org/10.1016/j.poly.2014.08.009>
- Meyer, T. J. (1989). Chemical approaches to artificial photosynthesis. *Accounts of Chemical Research*, 22(5), 163-170. doi:10.1021/ar00161a001
- Nair, N. V., Zhou, R., & Thummel, R. P. (2017). The synthesis, photophysical properties and water oxidation studies of a series of novel photosensitizer-catalyst assemblies. *Inorganica Chimica Acta*, 454, 27-39. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ica.2016.02.057>
- Pérez-Arredondo, M. d. l. L., González-Ponce, M. d. R., Ana Zano, G., Ramirez Vazquez, J. A., & Segoviano-Garfias, J. J. N. (2015). Complex formation equilibria of 2,2'-bipyridyl and 1,10-phenanthroline with manganese(II) in methanol. *Karbala International Journal of Modern Science*, 1(3), 178-186. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.kijoms.2015.11.005>
- Tuck, D. G. (1989). A Proposal for the Use of a Standard Format For The Publication Of Stability Constant Measurements. *Pure and Applied Chemistry*, 61(6), 1161-1163. doi:10.1351/pac198961061161
- Walker, N., Dobson, M. P., Wright, R. R., Barran, P. E., Murrell, J. N., & Stace, A. J. (2000). A Gas-Phase Study of the Coordination of Mg²⁺ with Oxygen- and Nitrogen-Containing Ligands. *Journal of the American Chemical Society*, 122(45), 11138-11145. doi:10.1021/ja0007509
- Zarkadoulas, A., Koutsouri, E., Kefalidi, C., & Mitsopoulou, C. A. (2015). Rhenium complexes in homogeneous hydrogen evolution. *Coordination Chemistry Reviews*, 304, 55-72. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ccr.2014.11.006>
- Zhang, J. B., Li, C. P., Huo, T. R., Liu, Z. Y., Liu, L. H., Zhang, T., . . . Wei, X. H. (2010). Photochemical reaction of magnesium tetraphenyl porphyrin with sulfur dioxide. *Chinese Chemical Letters*, 21(7), 787-789. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ccl.2010.03.023>

INCORPORACIÓN DE ÓXIDO DE GRAFENO A UNA MATRIZ VÍTREA DE SiO₂

Manuel Damian Albertol¹, Oscar Gómez Guzmán², Eduardo Pérez², Ana Laura Martínez Hernández².

RESUMEN

Bajas concentraciones de Oxido de Grafeno (OG) fueron incorporadas durante el proceso sol-gel para la preparación de materiales en bulto de SiO₂-OG. Controlando el proceso de secado en un rango de temperatura de 50 a 120 °C se logró obtener tres tipos de muestras libres de fracturas: SiO₂ y SiO₂ con 0.2 y 0.5 % p/p de OG. Se utilizaron las razones molares 16:1:4 reportadas en la literatura del ternario agua, teos y etanol respectivamente. Se llevó a cabo la caracterización de estos materiales mediante espectroscopia IR y Uv-Visible y se determinó el bandgap de energía del óxido de grafeno.

ABSTRACT

Low concentrations of graphene oxide (OG) were incorporated during the sol-gel process for the preparation of materials in bulk of SiO₂-OG. By controlling the drying process in a temperature range of 50 to 120 °C, three types of fracture free samples were obtained: SiO₂ and SiO₂ with 0.2 and 0.5% w / w of OG. The 16: 1: 4 molar ratios were used in the literature for ternary diagram water, teos and ethanol respectively. The characterization of these materials was carried out with IR and Uv-Visible spectroscopy and determined energy bandgap of graphene oxide.

PALABRAS CLAVE

Sol-Gel, Monolitos, oxido de grafeno, síntesis, caracterización

INTRODUCCIÓN

El proceso sol-gel es una técnica importante para el procesamiento de óxidos metálicos y su uso en la preparación de geles de silicato, vidrios y cerámicos ha sido un área activa de investigación durante las últimas décadas. Durante el proceso, se forma inicialmente el estado sol mediante la mezcla mecánica de un alcoxido líquido como el tetraetoxisilano (TEOS), agua, un codisolvente y un catalizador ácido o base a temperatura ambiente. Durante esta etapa, los grupos alcóxido se eliminan mediante reacciones de hidrólisis catalizadas por ácidos o bases. Las redes de enlaces O-Si-O se forman en reacciones de condensación posteriores que implican grupos hidroxilo (Bartłomiej, 2010, Tracy r. Bryans, 2000). Este proceso implica básicamente: i) hidrólisis de precursores: formación del sol, ii) policondensación de precursores hidrolizados: gelación, iii) envejecimiento, iv) secado y v) calcinación. Las aplicaciones del proceso sol-gel (monolitos, películas, fibras, polvos, etc), se derivan de las diferentes etapas por las que pasa dicho proceso combinado con el fácil control de la composición y las bajas temperaturas involucradas. Se ha mostrado que las propiedades físicas y químicas del óxido vítreo dependen de la estructura y de la naturaleza de la transformación sol-gel. Las estructuras y propiedades del gel de sílice preparado por hidrólisis y condensación de tetraetoxisilano (TEOS) están influenciados por las composiciones, temperatura, pH, condiciones de secado, calentamiento de la mezcla y dependen fuertemente del contenido de agua y del tipo de catalizadores utilizados (Jae Chul Ro, 1991).

El OG es un material obtenido de la exfoliación química del óxido de grafito y, ha atraído un interés significativo en los últimos años junto con el grafeno debido a su alta área superficial y sus excepcionales propiedades térmicas y mecánicas. En particular, sus buenas propiedades hidrófilas debido a la presencia de grupos hidrofílicos con funcionalidad de oxígeno, tales como grupos hidroxilo, carbonilo y carboxilo, no sólo hacen al OG dispersable fácilmente en agua para formar una suspensión coloidal estable, sino que también, facilita la preparación de

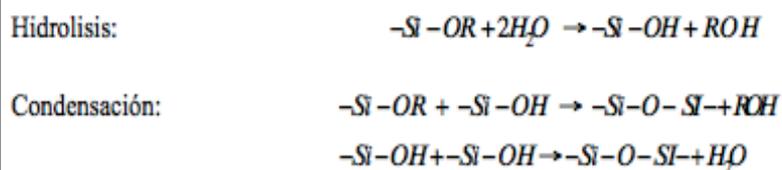
1. Estudiante del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Celaya, Departamento de Ingeniería Química; Campus I. Antonio García Cubas Pte #600 esq. Av. Tecnológico, C.P: 38010, Celaya, Guanajuato, México mane_9666@hotmail.com

2. Profesor del Tecnológico Nacional de México, Campus Querétaro, Av. Tecnológico esq. Mariano Escobedo S/N Centro Histórico, C.P. 76000, Queretaro, Qro, México. Investigador responsable, Dr. Oscar Gómez Guzmán ogg1804@yahoo.com.mx.

compuestos basados en OG en solución. Además, las láminas de OG muestran notables mejoras en las propiedades químicas y físicas cuando se incorporan en materiales compuestos con aplicaciones potenciales en muchas áreas, tales como células solares, resonadoras, dispositivos electrónicos y supercapacitores. Los materiales a base de grafeno tienen aplicaciones tales como soportes de catalizadores, componentes electrónicos,

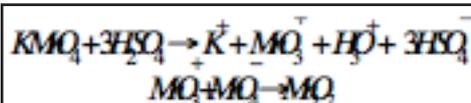
MARCO TEORICO

La sílica-gel puede ser preparada a partir de una polimerización sol-gel de alcóxidos y agua a través de las reacciones de hidrólisis y condensación. Un ejemplo de estas reacciones se da en la mezcla del alcóxido tetraortosilicato $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ (TEOS) y agua, como se muestra a continuación.



Normalmente se utiliza un catalizador para acelerar las reacciones sol-gel. Dado que el TEOS es inmisible en agua, se utiliza un disolvente tal como metanol o etanol para formar un sol homogéneo (Fikret Kirkbir, 1996, N. I. Hinojosa- Flores N, 2006).

Para la obtención del OG se llevó a cabo el método de Hummers, el cual, utiliza una combinación de permanganato de potasio y ácido sulfúrico como se muestra en las reacciones 4 y 5.



El óxido de grafeno contiene grupos reactivos como grupos carboxilo, hidroxi-cetona en los bordes así como grupos hidroxilo y epoxi dentro del plano. La presencia de grupos hidroxilo en el OG ofrece la posibilidad de dispersarlo en agua, por ejemplo, en reacciones de condensación. Esta característica hace que el OG sea un precursor interesante y adecuado para las reacciones sol-gel en medios acuosos (Cornelia Hintzea, 2016).

METODOS Y MATERIALES

Los reactivos y materiales para la preparación de las muestras en bulto de SiO_2 -OG son los siguientes: Tetraetilortosilicato ($\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$) (Baker, 98% pureza), etanol (Baker, grado analítico), agua destilada, ácido nítrico (HNO_3) (Baker, 45% pureza), Ácido Fluorhídrico (HF) (Baker, 40% pureza) y grafito técnico (baker, 99% pureza). Los equipos utilizado en la síntesis y caracterización de estos materiales son: parrilla de agitación (CIMAREC Thermolyne, Modelo SP1310154x4), balanza analítica (Marca Pioneer Analítica, modelo PA214), Horno (marca ECOSHEL modelo FCD-3000 serials), pHmetro (marca OAKTON, modelo pH/CON 510 series), espectrómetro IR (marca BUNKER, modelo TENSOR 37) y espectrómetro UV/VIS (OCEAN OPTICS, DT-1000 CE Remote UV/Vis Lighr source).

Para la preparación de las muestras en bulto se determinaron los volúmenes requeridos de los precursores de partida agua, teos y etanol basándonos en las relaciones molares 16:1:4 respectivamente reportadas en la literatura (L.C. Klein, 1995; Brinker C. Jeffrey, 1990). El OG fue obtenido por el método de hummers modificado y exfoliación ultrasónica (M. de la Luz-Asunción, 2015). Los vidrios con 0.5% p/p de OG se obtuvieron de la siguiente manera: en un vaso de precipitado de 50 ml se mezclaron 8 ml de etanol y 0.0716g de OG y a continuación se sónico durante 10 minutos. En otro vaso se mezclaron 19.32 ml de agua, 0.5 ml de HF y 0.2 ml de HNO_3 diluidos al 5% v/v. En un tercer vaso de 100 ml se mezclaron 15.287 ml de TEOS y 15.7 ml de etanol. Después del baño ultrasónico, el OG se mezcló con las demás soluciones preparadas y se llevó a cabo una agitación magnética, hidrolizando aproximadamente en 13 minutos. Posteriormente se determinó el pH del sol obtenido, el cual, fue vertido en recipientes de plástico debidamente sellados y mantenidos en reposo durante 12 h a temperatura ambiente para obtener el gel. El gel fue secado en un horno controlando la temperatura de secado entre 50 y 120 °C para evitar fracturas durante la formación de los vidrios de SiO_2 -OG. El mismo procedimiento se llevó a cabo para obtener los vidrios con 0.2% p/p de OG. Finalmente estos materiales fueron caracterizados mediante espectroscopia IR y UV-vis. En la figura 1 se muestra de forma esquemática la metodología seguida.

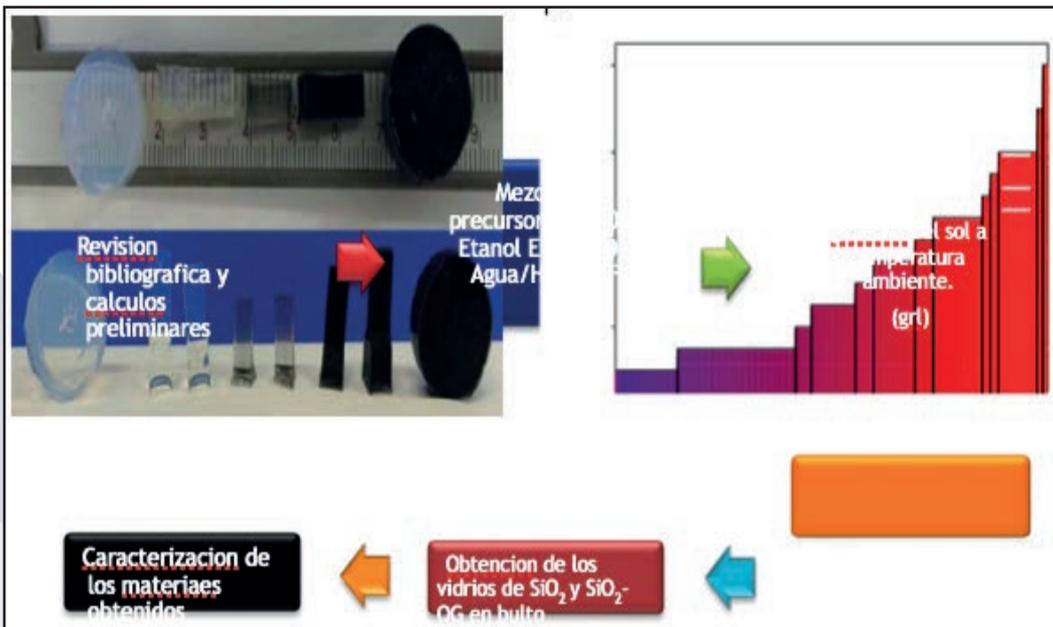


Figura 1. Diagrama esquemático de la metodología experimental

RESULTADOS

Los valores de pH de los soles obtenidos, la nomenclatura utilizada y la descripción de las muestras se presentan en la tabla 1. En la figura 2 se muestran los materiales en bulto sintetizados mediante el proceso sol-gel, los cuales, están libres de fractura y corresponden al SiO₂ sin OG y al SiO₂ con 0.2 y 0.5 % p/p de OG. En la figura 3 se presenta la rampa de secado a la cual fueron sometidos los geles para obtener los materiales de la figura 2.

Tabla 1. Valores de pH de los soles y descripción de las etiquetas.

Etiqueta	pH/T°C	Descripción
SiO ₂ -120	3,3/21°C	Matriz de SiO ₂ sin OG secado a 120°C con un tiempo de hidrólisis de 13 minutos y tiempo de gelación de 37 minutos.
SiO ₂ -0.2OG-120	3,3/21°C	Matriz de SiO ₂ dopado de 0.2%p/p de OG secado a 120°C con un tiempo de hidrólisis de 15 minutos y tiempo de gelación de
SiO ₂ -0.5OG-120	3,3/21°C	Matriz de SiO ₂ dopado de 0.5%p/p de OG secado a 120°C con un tiempo de hidrólisis de 15 minutos y tiempo de gelación de

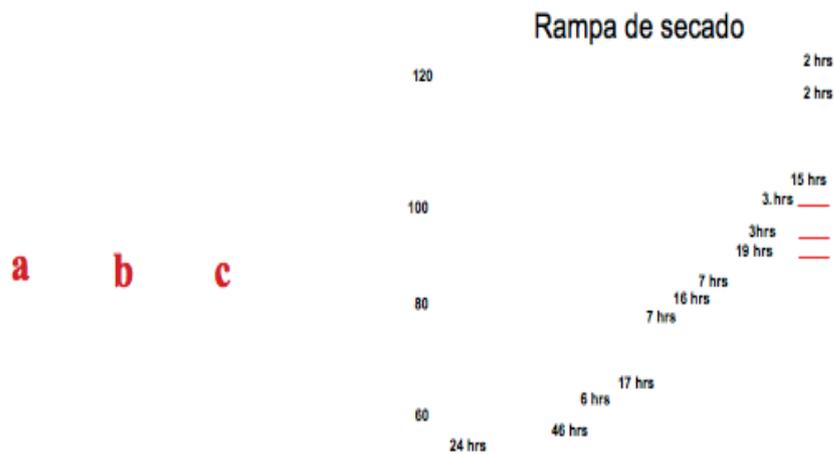


Figura 2. Vidrios obtenidos mediante el proceso sol-gel, a) SiO₂-120, b) SiO₂-0.2OG-120, c) SiO₂-0.5OG-120

La figura 4 muestra los espectros IR de las muestras SiO₂-120, SiO₂-0.2OG-120, SiO₂-0.5OG-120 y del OG puro. Como se observa en estos espectros, los materiales con 0.2 y 0.5 % p/p de OG en la matriz de SiO₂ muestran las mismas bandas características del SiO₂. Estas bandas corresponden a vibraciones de enlace de los enlaces Si-O-Si situados en ~450 cm⁻¹ (banda 1), vibraciones de los enlaces Si-OH situada en ~950 cm⁻¹ (banda 2), la banda 3 es correspondiente al estiramiento de los enlaces Si-O-Si situada en ~1050 cm⁻¹ y la banda 8 situada entre 3200-3570 cm⁻¹ pertenecen a los grupos OH. Por otro lado, también se muestra el espectro IR característico del OG, el cual, presenta dos bandas (4) situadas en 1050 y 1400 cm⁻¹ pertenecientes a grupos orgánicos C-O que conforman la parte fronteriza de las láminas de OG. El pico 5 situado en 1228 cm⁻¹ se atribuye a la presencia de grupos epóxidos distribuidos sobre la superficie plana del OG. La Banda 7 hace referencia a las vibraciones de enlace de los grupos C=O y finalmente la banda 8 corresponde a la presencia de grupo O-H distribuidos sobre los planos de las láminas grafénicas. No se aprecian las bandas características del OG en los espectros IR del SiO₂-0.2OG-120, SiO₂-0.5OG-120 debido probablemente a la baja concentración de OG presente en las matrices o por el traslapamiento de las bandas correspondientes al SiO₂.

El espectro de absorción UV-vis de la muestra SiO₂-0.2OG-120 se muestra en la figura 5. Se puede observar una banda de absorción en 271 nm correspondiente a las transiciones π - π^* de los grupos carbonilo C-C que conforman la pared bidimensional del OG. A partir del modelo de Tauc se determinó el bandgap del OG; a partir de dicho modelo se grafio $(\alpha E)^2$ (Transición directa) contra energía del fotón (E) como se muestra en la figura 6. El bandgap fue determinado por extrapolación lineal entre la interacción de $(\alpha E)^2$ con el eje de (E) dando un valor de 3.75 eV que corresponde al rango de 1.9-3.9 eV descrito en la literatura (Perez Ramírez E., 2015).

CONCLUSIONES

En el presente trabajo, se logró la síntesis de materiales vítreos de SiO₂ con la incorporación de OG en la matriz utilizando el proceso sol-gel. Los soles obtenidos a partir de la metodología descrita muestran valores de pH ácidos y por lo tanto, una hidrólisis lenta. Bajo esta condición, el alcogel responde de manera diferente a la eliminación del solvente durante el secado formando una estructura de gel densa con ligeros enlaces entrecruzados y bajo volumen de poro. La rampa de secado utilizada en el rango de temperatura 50-120°C permitió obtener materiales en bulto y libres de fractura. Los tiempos de preparación de estos materiales fue de aproximadamente 6 días debido al lento procedimiento de secado que se llevó a cabo para evitar fracturas en las muestras.

Por otra parte, la caracterización mediante espectroscopia IR de los materiales obtenidos (SiO₂-120, SiO₂-0.2OG-120, SiO₂-0.5OG-120) muestra bandas asociadas a los grupos Si-O-Si y Si(OH) que conforman la estructura molecular de la matriz de SiO₂, en un rango de 450 a 1250 cm⁻¹. En los espectros IR de las muestras de SiO₂-0.2OG-120 y SiO₂-0.5OG-120 no se observan las bandas características del óxido de grafeno debido probablemente a la baja concentración de OG o al apantallamiento de las bandas del SiO₂. Sin embargo, se realizó el análisis del espectro IR del OG presentando bandas asignadas a grupos carbonilo (C-C) y alquenos (C=C) en el rango de 1680-1620 cm⁻¹, además de grupos epoxi (C-O-C) en el rango de 1050-1700 cm⁻¹ asociados a la estructura molecular del OG. Se realizó también espectroscopia UV-vis de la muestra SiO₂-0.2OG obteniendo una banda perteneciente a los enlaces C-C del OG. Finalmente se determinó el bandgap de energía del OG a partir del espectro de absorción por el modelo de Tauc obteniendo un valor aproximado del gap de energía de 3.75 eV que en comparación con la literatura consultada es un valor aceptable para este material, el rango de energía para el OG se encuentra entre 1.9 y 3.9 eV.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecemos el apoyo brindado por el 19° Verano de la Ciencia Región Centro para la realización de este proyecto y al Tecnológico Nacional de México Campus Querétaro por el apoyo con sus instalaciones en el desarrollo exitoso del mismo. De igual manera, agradecemos a la Dra. Cinthia Graciela Flores Hernández por el apoyo brindado en la caracterización de los espectros IR y UV-vis.

BIBLIOGRAFIA

- Bartłomiej Gaweł, Kamila Gaweł and Gisle Øye (2010), "Sol-Gel Synthesis of Non-Silica Monolithic Materials",
- Jae Chul Ro and In Jae Chung, "Structures and properties of silica gels prepared by the sol-gel method", Journal of Non-Crystalline Solids 130 (1991), pp. 8-17
- Wen Ling Zhang and Hyoung Jin Choi (2012), "Silica-Graphene Oxide Hybrid Composite Particles and Their Electroresponsive Characteristics", dx.doi.org/10.1021/la3009283 | Langmuir, 28, pp. 7055-7062
- Fikret Kirkbir, Hideaki M., Douglas M, S. Ray Chaudhuri and Arnab S. (1996), "Drying and Sintering of Sol-Gel Derived Large SiO₂ Monoliths", Journal of Sol-Gel Science and Technology 6, pp. 203-217
- N. I. Hinojosa-Flores N. Flores-Ramírez J. Espino-Valencia, S.R. Vásquez-García, J.G. Rutíaga-Quñones (2006), "Obtención de monolitos de SiO₂ mediante el proceso SOL-GEL", 2° foro académico nacional de ingenierías y arquitectura, Morelia Michoacán, México.

CONVERTIDOR CD-CD DE ALTA FRECUENCIA PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

Italis Vital. Freud¹ y Bárcenas Bárcenas Ernesto².

RESUMEN

Los convertidores cd-cd son de gran importancia en los sistemas fotovoltaicos ya que permiten regular el nivel de voltaje entregado por el panel a un nivel deseado. Además, sirven en la implementación de algoritmos de seguimiento del punto de máxima potencia. En este trabajo, se implementó un convertidor cd-cd tipo Buck o reductor de alta frecuencia de conmutación. Por lo tanto, constituye un trabajo de desarrollo tecnológico. Se generaron curvas de eficiencia en función de la potencia entregada por el arreglo fotovoltaico y la frecuencia de conmutación. En todas las pruebas, la eficiencia del convertidor es mayor al 90%.

ABSTRACT

DC-DC converters are very important in photovoltaic systems due to their capacity to regulate the input voltage from the panel to a desired voltage level. Additionally, they are very useful in the implementation of maximum power point tracking algorithms. In this paper, a Buck converter with high switching frequency was implemented. Therefore, it constitutes a work of technological development. Efficiency curves were generated based on the power delivered by the PV array and its switching frequency. In all tests, the efficiency of the converter is more than 90%.

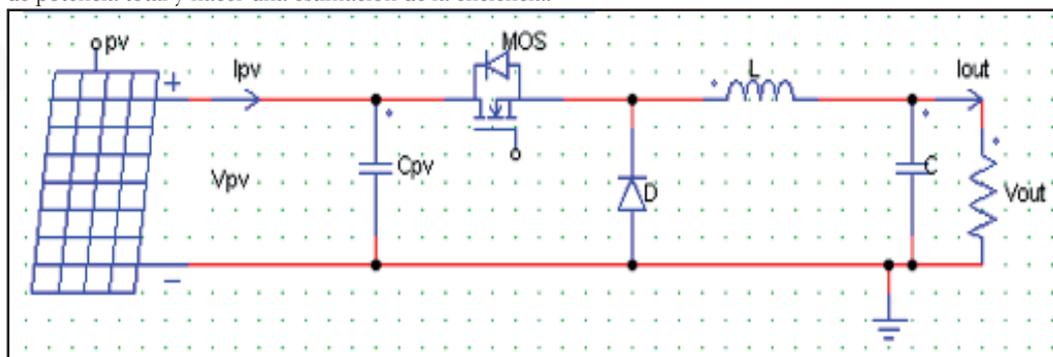
Palabras claves: convertidor cd-cd, convertidor Buck, eficiencia.

INTRODUCCIÓN

El uso de paneles fotovoltaicos en la generación de la energía eléctrica ha aumentado considerablemente en los últimos años. Uno de los retos relacionado con eso es el diseño e implementación de convertidores cd-cd de alta eficiencia ya que esos forman parte integral de los sistemas fotovoltaicos (Rasel, Ali, Churdhury y Hassan, 2015). Los convertidores cd-cd convierten de cd a cd y se pueden usar para elevar o reducir una fuente de voltaje de cd generando una salida estable (Rashid, 2015). Se han reportados varias topologías en la literatura. Los más utilizados son los convertidores cd-cd tipo Buck, Boost, Buck-boost, Cuk, Sepic, Flyback entre otros (Rashid, 2015), (Dursun y Gorgun, 2017), (Álvarez y Osorio, 2013). El convertidor Buck también conocido como convertidor reductor es muy usado por ser una topología relativamente simple. Este trabajo consiste en la implementación de un convertidor Buck con una eficiencia mayor al 90% y de alta frecuencia de conmutación (250 kHz). Lo que permite reducir el tamaño del dispositivo.

MARCO TEORICO

En la figura 1, se muestra el diagrama del convertidor Buck utilizado con la finalidad de calcular las pérdidas de potencia total y hacer una estimación de la eficiencia.



Las pérdidas de potencia más considerables en el convertidor Buck pueden ser clasificados de la siguiente manera:

1. Pérdidas por conducción y por conmutación en el MOSFET, expresado por las ecuaciones (1) y (2).

$$P_{cond} = I_{out}^2 \times R_{DS(on)} \times \frac{V_{out}}{V_{pv}} \quad (1)$$

$$P_{SW} = V_{pv} \times V_{out} \times 0.5 \times (t_{Rise} + t_{Fall}) \times f_{SW} \quad (2)$$

Donde, P_{cond} y P_{SW} son respectivamente las pérdidas por conducción y por conmutación en el MOSFET. $R_{DS(on)}$ es la resistencia de encendido del drenaje a la fuente. t_{Rise} Y t_{Fall} son respectivamente los tiempos de subida y de bajada del MOSFET y f_{SW} es la frecuencia de conmutación.

2. Pérdidas en el diodo.

$$P_D = V_D \times I_{out} \times \left(1 - \frac{V_{out}}{V_{pv}}\right) \quad (3)$$

Donde V_D , es la caída de voltaje del diodo (Nowakowski y Tang, 2009).

3. Pérdidas en el inductor.

$$P_L = I_{out}^2 \times R_{DCR} \quad (4)$$

R_{DCR} es la resistencia del inductor en cd (Raj, 2010). Considerando que V_{pv} y V_{out} son constantes, (5)

$$I_{out} = \frac{I_{pv}}{D} = \frac{P_{pv}}{D \times V_{pv}}$$

Sustituyendo la ecuación 5 en las ecuaciones 1, 3 y 4, se obtienen las pérdidas en función de la potencia entregada por el arreglo fotovoltaico (P_{pv}) y la frecuencia de conmutación (f_{SW}).

$$P_{cond} = \left(\frac{P_{pv}}{D \times V_{pv}}\right)^2 \times R_{DS(on)} \times \frac{V_{out}}{V_{pv}} \quad (6)$$

$$P_D = V_D \times \frac{P_{pv}}{D \times V_{pv}} \times \left(1 - \frac{V_{out}}{V_{pv}}\right) \quad (7)$$

$$P_L = \left(\frac{P_{pv}}{D \times V_{pv}}\right)^2 \times R_{DCR} \quad (8)$$

Una estimación de las pérdidas totales de potencia en el convertidor y de la eficiencia se expresan por la ecuación 9 y 10 respectivamente.

$$P_{loss} = P_{cond} + P_{SW} + P_D + P_L \quad (9)$$

$$\eta = \frac{P_{pv} - P_{loss}}{P_{pv}} \quad (10)$$

METODOLOGIA

La realización del proyecto se llevó a cabo a través de los siguientes pasos:

Paso 1: Estimar las pérdidas totales del convertidor así como su eficiencia usando las ecuaciones del marco teórico para $V_o = 12V$. Se reportan las características del inductor en el siguiente paso. Para el MOSFET y el diodo, se usó las características de las hojas de datos proporcionadas por el fabricante.

Meta 1: Obtención de la curva de eficiencia en 3D en función de la potencia entregada por el panel y la frecuencia de conmutación usando MATLAB R2013a.

Paso 2: Armar un convertidor Buck usando el MOSFET de potencia IRFP250N, el diodo STTH30R04, un inductor con $L=14.79\mu H$ y $RDCR=0.055\Omega$, $C_{pv}=24.9\mu F$ a 50V, $C=44.8\mu F$ a 50V.

Meta 2: Obtención de un prototipo compacto del convertidor cd-cd tipo Buck.

Paso 3a: Armar un comparador con el lm311 para generar la señal de disparo del MOSFET.

Paso 3b: Comprobar el buen funcionamiento del prototipo armado conectando como carga una resistencia de 24Ω .

Meta 3: Obtención de graficas de voltaje de salida y entrada que prueba el funcionamiento del convertidor con un ciclo de trabajo previamente fijado.

Paso 4: Realizar pruebas con el emulador de paneles solares 62050H-600S.

Meta 4: Obtención de curvas de eficiencia de manera experimental a diferentes frecuencia de conmutación (250 kHz, 200 kHz, 150 kHz, 100 kHz, 50 kHz), variando la potencia de entrada de 25W a 150W y la resistencia de carga de tal manera que la fuente opera en el punto de máxima potencia. Se realizaron las pruebas con una irradiancia solar de 1000 a 25 °C y el voltaje de máxima potencia de 30V.

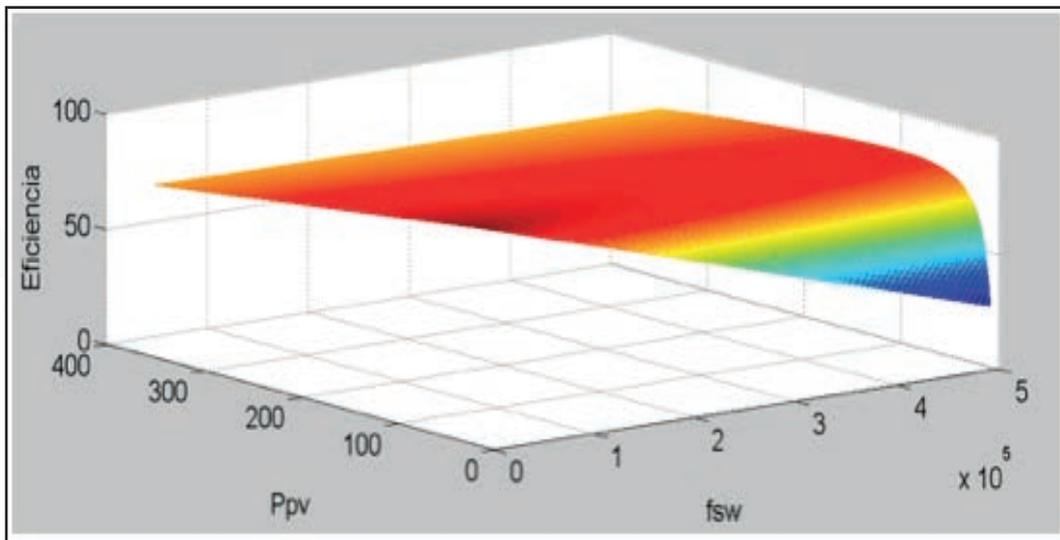
Paso 5: Generar las curvas de eficiencia del paso anterior con los mismos datos de entrada usando MATLAB con la finalidad de comparar los resultados obtenidos.

Meta 5: Comparación de la eficiencia estimada y la eficiencia real del convertidor.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 2, se presenta una curva de la eficiencia estimada en función de la potencia de entrada para valores entre 10 y 350 W y la frecuencia de conmutación entre 1 kHz y 500 kHz. Se puede observar que la eficiencia disminuye conforme al aumento de la frecuencia y la potencia de entrada. De hecho, las pérdidas son proporcionales a ω y/o ω^2 como se puede apreciar en las ecuaciones 2, 6,7 y 8.

Las figuras 3 y 4 constituyen la prueba 1, la cual comprueba el funcionamiento del convertidor. En la figura 3, la señal cuadrada es la señal de disparo del MOSFET obtenido al comparar la señal triangular con la señal de cd. La figura 4 presenta los voltajes de entrada y salida (azul marino) aplicando la señal de disparo de la figura 3.



Prueba 1:

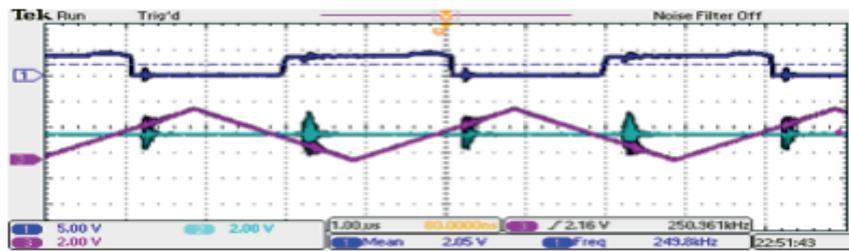


Figura 3. Señales de entrada y de salida del comparador

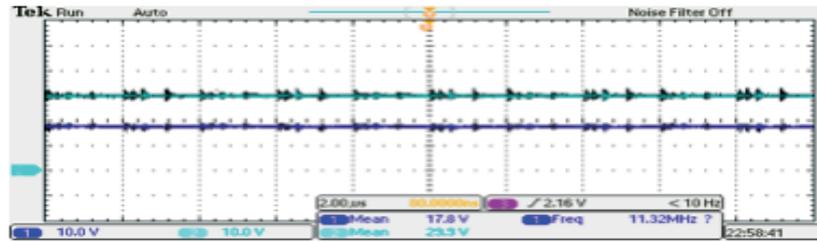


Figura 4. Voltajes de entrada y de salida del convertidor

Prueba 2:

A continuación, se presentan las curvas de eficiencia para algunas frecuencias de conmutación. En todos los casos, se observa que la eficiencia estimada (curva azul marino) es menor que la eficiencia real medida (curva roja). Además, aunque fijamos el ciclo de trabajo a 0.61 para esa prueba, hubo variaciones. En la tabla 1, se reporta el ciclo de trabajo real para cada gráfica.

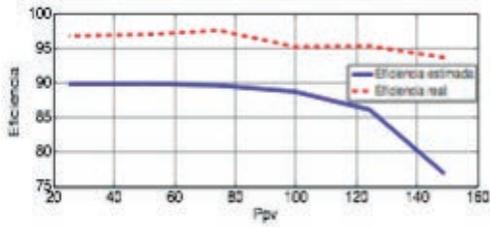


Figura 5. Curva de eficiencia para $f_{sw} = 250 \text{ kHz}$

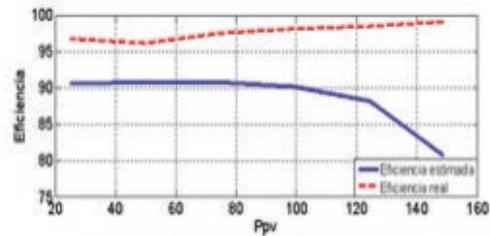


Figura 6. Curva de eficiencia para $f_{sw} = 200 \text{ kHz}$

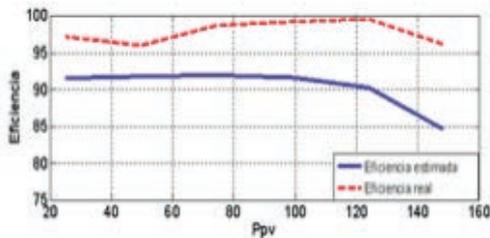


Figura 7. Curva de eficiencia para $f_{sw} = 150 \text{ kHz}$

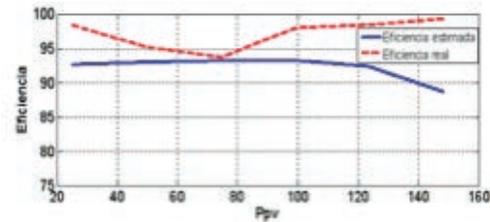


Figura 8. Curva de eficiencia para $f_{sw} = 100 \text{ kHz}$

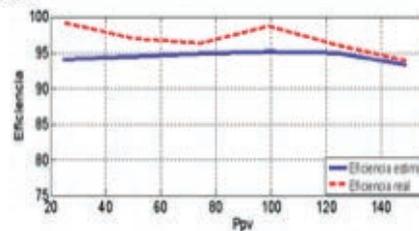


Figura 9. Curva de eficiencia para $f_{sw} = 50 \text{ kHz}$

Tabla 1. Ciclo de trabajo correspondiente a cada gráfica.

Ciclo de trabajo real correspondiente	Gráfica
0.6025	Figura 5
0.6092	Figura 6
0.6181	Figura 7
0.6466	Figura 8
0.6938	Figura 9

CONCLUSIONES

En este trabajo, se implementó un convertidor Buck, compacto, de alta frecuencia de conmutación y de alta eficiencia. Además, se dedujo las ecuaciones de pérdidas en función de la potencia del panel y de la frecuencia de conmutación. Lo que permite construir una curva de eficiencia en función de esos parámetros. Por otra parte, se obtuvo curvas de eficiencia experimentales a diferentes frecuencia de conmutación y variando la potencia de entrada de 25W a 150 W. Como trabajo futuro, se requiere una búsqueda bibliográfica o la generación de nuevas ecuaciones para una estimación más exacta de la eficiencia así como pruebas experimentales que las confirman.

BIBLIOGRAFIA

- Álvarez L., R., A. & Osorio, L., G., (2012, octubre 25-26). Stability analysis of a photovoltaic system with DC/DC flyback converter using Filippov's method. *Alternative Energies and Energy Quality (SIFAE)*, 2012 IEEE International Symposium on, 2017, Julio 10, De IEEE Base de datos.
- DURSUN, M., GORGUN, A., (2017, abril 8-10). Analysis and performance comparison of DC-DC power converters used in photovoltaic systems. *Electrical and Electronic Engineering (ICEEE)*, 2017 4th International Conference on, 2017, Julio 7, De IEEE Base de datos.
- NOWAKOWSKY, R. & TANG, N., (2009). Efficiency of synchronous versus nonsynchronous buck converters. 2017, junio 20, de Texas Instruments Sitio web: <http://www.ti.com/lit/an/slyt358/slyt358.pdf>
- RASEL, S. I., ALI, R., N., CHOWDHURY, M., S., U. & HASAN, M., M., (2015, diciembre 17-19). Design & simulation of grid connected Photovoltaic system. *Advances in Electrical Engineering (ICAEE)*, 2015 International Conference on, 2017, Julio 10, De IEEE Base de datos.
- RAJ, A., (2010). Calculating efficiency. 2017, Junio 22, de Texas Instruments Sitio web: <http://www.ti.com/lit/an/slva390/slva390.pdf>
- RASHID M. H., (2015). *ELECTRÓNICA DE POTENCIA*. México: PEARSON EDUCACIÓN.

OPTIMIZACIÓN DE COSTOS LOGÍSTICOS EN EL TRANSPORTE DE LOS BLOQUES DE SILLAR DESDE AMEALCO HASTA QUERÉTARO.

Adriana Guadalupe Elizalde González¹ e Hilda Romero Zepeda²

RESUMEN

En el presente documento se muestra un escrito general acerca de la investigación realizada, con la supervisión de la Dr. Hilda Romero Zepeda, investigadora dedicada al voluntariado científico, en uno de sus proyectos dentro de la comunidad indígena de San Ildelfonso. Dicho proyecto abarca distintas áreas dentro de la comunidad y esta investigación forma parte de ello al indagar acerca de los costos logísticos generados en el traslado de cargamentos de sillar, extraído de la comunidad antes mencionada y llevado hasta el estado de Querétaro para ser comercializado.

Se da una explicación general acerca de los resultados preliminares que se obtuvieron en el tiempo en que fue llevada a cabo la investigación.

Los datos mostrados fueron generados a partir de diferentes investigaciones teóricas y de campo dentro y fuera del municipio del estado de Querétaro antes mencionado.

ABSTRACT

In this document showing a general investigation done in the community of San Ildelfonso, based on the logistics cost generated by transporting building blocks of sillar, which are extracted by the previously mentioned community and taken to Querétaro to be commercialized. A general explanation is provided about the pre-elemintaries taken between the time the actual investigation took place. The data provided was generated by different theoretical investigations and with the field research in and out of Querétaro

Palabras Clave: Costos, logística, sillar, transporte, traslado, mercancía.

INTRODUCCIÓN

Dentro del estado de Querétaro se encuentra la localidad de San Ildelfonso Tultepec, en el municipio de Amealco Bonfil. Un lugar en donde se pueden encontrar comunidades indígenas Hñähño (Otomí) que conservan sus costumbres y dialecto.

De acuerdo al INEGI (2015), es una zona que tiene un alto índice de marginación. En la última década se han implementado diferentes campañas, proyectos de voluntariado científico y apoyos gubernamentales que buscan mejorar la calidad de vida que tienen las personas dentro de esta comunidad.

El principal ingreso económico de estas etnias está en la agricultura, de acuerdo a un análisis de la SAGARPA (2016), principalmente en el cultivo de maíz blanco y alfalfa verde.

Otra de ellas es la minería. La región se encuentra sobre suelos derivados de rocas sedimentadas y calizas, (Murúa, 2012), en San Ildelfonso, actualmente se encuentran diversos bancos de donde se extrae sillar.

El sillar es un material similar al adoquín que se utiliza para la construcción y diversas regiones de la comunidad cuentan con este tipo de bancos en diferentes terrenos.

A través de este proyecto, se buscó reducir los costos que genera el transporte de los bloques de sillar hasta su consumidor final. Esto con fin de ayudar a que los propietarios de las empresas que forman parte de la comunidad Hñähño puedan obtener mayores beneficios económicos de esta actividad.

Los principales extractores y distribuidores de la zona son dos empresas, llamadas “La Cabañita” y “las Hormigas” ubicadas en la carretera estatal de Amealco-Aculco, a las afueras de la comunidad. Ambas son de origen indígena, es decir, son negocios que pueden ayudar a acrecentar la economía de la población.

Sin embargo, en los últimos tiempos se han incorporado nuevas empresas al negocio de la venta del sillar, quienes únicamente arrendan las tierras de los miembros de San Ildelfonso durante el tiempo en que estas son explotadas, lo que ha convertido a los lugareños en empleados en vez de empleadores.

Algunos lugares que son viables para extraer este material se descubren por casualidad, mientras se trata de construir o de sembrar, pero en lugar de llegar a ser un nuevo generador de ingresos estables para los pobladores, se ha convertido en una desventaja económica y un riesgo de seguridad para los habitantes de la zona. Se sabe que es imposible proteger de este tipo de grandes empresarios a la comunidad, ya que de acuerdo a la Ley General de Bienes Nacionales (2016), en su artículo 6, establece que el dominio directo de todos los recursos naturales pertenece a la nación.

Así que, una de las soluciones viables es reducir los costos de las empresas que son de dominio indígena, para general una ventaja competitiva ante otras organizaciones.

De acuerdo a una entrevista telefónica realizada a las empresas nombradas anteriormente, el precio de los diferentes tipos de sillar que existen va desde los \$4.00 hasta los \$27, esto depende de su dureza y de otras características especiales que estos presentan.

El costo anterior a ser transportado es de \$7 pesos y este es el mismo sin importar el costo final que el producto tenga. Se debe contemplar también que el nivel de riesgo que presenta el bloque de consistencia más frágil, es mayor, ya que debido a su naturaleza tiende a romperse con mayor facilidad.

Aunque podría entenderse que el precio final cubre todas las necesidades, la realidad es que un gran porcentaje de este precio final se queda en los gastos de transporte, lo que deja al productor principal con costo beneficio muy pequeño.

- a. Objetivo general. Reducir los costos de transportación logística que generan trasladar cargas de sillar, desde la San Ildelfonso hasta la capital de Querétaro.
- b. Objetivos específicos
 - Analizar el sistema de transporte que emplean las empresas indígenas de sillar en San Ildelfonso.
 - Identificar los posibles gastos innecesarios en el proceso de transporte.
 - Evaluar diferentes alternativas que permitan un costo de transporte menor al que existe actualmente.
 - Plantear diferentes alternativas de sistema de transportación a ambas empresas “La Hormiga” y “La Cabaña”

MARCO TEORICO

Según un artículo publicado en la revista Comunidad Logística de México y Centroamérica (2016) los altos costos en los precios del transporte terrestre generan una afectación general a las empresas que las ponen en constante riesgo de quiebra por costos o ante sus mayores competidores.

Mikel Mauleón (2013) destaca que en su mayoría el problema es la cantidad que se transporta o que se intenta trasladar, ya que en cuanto a mercancías en volúmenes pequeños suelen incrementarse los costos de transportación y estos afectan al margen de utilidad.

En términos generales deben considerarse las siguientes variables para el cálculo de la tarifa que se cobrará por la transportación: los costos variables, la distancia a recorrer y los costos fijos (Bastida, 2013), sin embargo la mayoría de líneas transportistas en México generan un costo extra dependiendo de los kilos y el volumen de los materiales cargados.

La mayoría de las empresas transportistas, para calcular el coste de las mercancías utilizan la relación peso/volumen, la cual conforme a Startranssa (2017), en el flete terrestre, un metro cúbico equivale a 333 kg.

En la actualidad el sistema multimodal está teniendo un auge debido a que es posible disminuir la cantidad de costes generados al implementar diferentes tipos de transporte en la misma operación o la carga (Witt, 1999)

Métodos y materiales

Análisis de transporte actual. Se analizó la manera en la que transportan el sillar actualmente. Mediante entrevistas para saber datos específicos, empleadas para saber con exactitud la manera en que son movidos los materiales.

En cuanto a la recabación de datos acerca de la periodicidad con la que esto se hace, las cantidades de material que se transporta y el costo o cotización real que maneja la empresa transportista con cada una de las extractoras, se emplearon diferentes tablas comparativas.

Gastos innecesarios. Una vez que fue obtenida la información anterior, se analizó e identificó uno de los gastos de transportación y su posible mejora. Las observaciones e información fue puesto a discusión ante compañeros participantes del proyecto y la doctora a cargo.

Alternativas de transporte. Mediante gráficas comparativas realizadas en excel se pudieron identificar mejores alternativas, para lo cual fue necesario buscar en diferentes lugares que produjeran una reducción de costos.

RESULTADOS

Análisis del sistema de transporte empleado por las empresas indígenas de sillar en San Ildelfonso.

Después de las investigaciones de campo correspondiente se encontró que ambas empresas tienen contratada a “Transportes Almeancenses”, una organización que se dedican al transporte de materia prima, ubicada a las afueras de Amealco.

No existe un día o una rutina especificada para recoger el sillar, es por esto que en ocasiones no hay camiones que tengan las características requeridas de tamaño y se debe realizar el flete en dos viajes, lo que implica gastos extras.

La distancia total recorrida es de 84.3 km desde su punto de partida hasta el cliente final. Al buscar una optimización de rutas, se encontró que el tipo de terreno no permite camiones de carga tan pesados en los caminos alternos, además de ser más complicados de maniobrar para los operadores, lo cual representa un riesgo para ellos.

La tarifa, que no es presentada en el presente trabajo por discreción a la empresa, esta basada en el peso de la carga y los kilómetros recorridos. Como anteriormente se mencionó, esto implica un mayor costo.

Los bloques de sillar son cargados por colaboradores de la empresa a mano, no se emplean montacargas ni ningún tipo de paletización, lo cual expone al material a caídas o rupturas (en caso de los productos más frágiles).

Identificación de los gastos innecesarios en el proceso de transporte.
Existen dos gastos que son relevantes dentro de la customización.
El primero de ellos es el viaje extra que suele pagarse a la empresa transportista por el hecho de no tener fechas establecidas de salida de materiales.
El segundo de ellos, es un problema logístico, que tiene que ver con la cantidad de material que se desperdicia a causa de los golpes al ser embarcados.
Existen otros gastos que tienen que ver con el almacén, pero no fueron considerados por el giro del proyecto.
Evaluación de las diferentes alternativas que reducen el costo de transporte actual.
Después de identificar los gastos de mayor impacto, se puso en marcha una evaluación de las diferentes soluciones que se podían dar a estas. Al analizar y comparar los diferentes costos y alternativas se generaron tablas comparativas de costos y tiempos en las que se pudieran apreciar las ventajas y desventajas de cada uno de ellos.
Planteamiento de alternativas acerca del sistema de transporte a empresas
Las alternativas elegidas fueron presentadas a ambas empresas, para que en base a la investigación y las observaciones presentadas, estas puedan tomar decisiones que sirvan a sus intereses.
Ante el primer problema se optó por contratar a una empresa nacional de transporte de materiales que, a pesar de estar más lejos del lugar en donde se recoge el material, tiene una tarifa menor de flete ya que cobra por volumen y kilómetro y no por peso como la anterior. Además de proporcionar una mayor disponibilidad de carros, lo que da solución a los dobles viajes que suelen realizarse.
Aunque de primera instancia parecía ser una empresa más costosa, se analizó que al llevar cargas completas de material, el costo del traslado era un 15% menor a la otra empresa transportista.
Ambas extractoras de sillar, comenzaron a realizar viajes con la nueva flota de tráiler que llevan su mercancía hasta la capital. (cabe mencionar que ninguna de las empresas transportistas forma parte de la comunidad indígena, es decir, ningún miembro de la comunidad presentó pérdidas de clientes)
En cuanto al problema del material durante la carga y descarga, se buscó la forma de unificar y proteger la carga en palets reutilizables y resistentes al peso, pero esto implica una inversión que momentáneamente no es posible realizar por ninguna de las organizaciones.
Para esto, se pretende realizar otro proyecto que proporcione facilidades a los lugareños para obtenerlos y de esta manera puedan disminuir la cantidad de desperdicio de material a causa de golpes.

CONCLUSIONES

Durante el proceso de investigación, se pudo observar la manera en que una mala organización o toma de decisiones puede afectar a una empresa en su economía.
Todo esto es posible optimizarlo mediante un simple análisis y cotizaciones diferentes a las que están establecidas. No fue posible implementar palets o un sistema diferente al que existe debido a la marginación con la que cuenta la empresa.
Se logró optimizar un 15% respecto al costo de la transportación anterior, lo que da a la empresa un pequeño margen de ganancia extra.

BIBLIOGRAFIA

Libros

Bastida, J. E. (26 de Julio de 2013). Factores para determinar los costos de autotransporte. E Packaging. Ley General de Bienes Nacionales. (2014). Artículo 6.
Torres, M. M. (2013). Logística y Costos. Díaz Santos.
Witt, R. (1999). El transporte multimodal: la responsabilidad del transportista. Londres: EDW.

Artículos de revista

V., D. D. (2016). Altos costos en transporte carretero . Comunidad Logística de México y Centroamérica , 24-26.

Artículos en línea

INEGI. (2012). Recuperado el agosto de 2017, de <http://www.inegi.org.mx/>
SAGARPA. (s.f.). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural. Recuperado el 02 de Julio de 2017, de <https://www.gob.mx/sagarpa>
Murúa, G. y. (2012). Enciclopedia de los municipios de Querétaro. Recuperado el 25 de Julio de 2017, de <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM22queretaro/mediofisico.html>

SISTEMA DE MONITOREO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA CASAS INTELIGENTES CONECTADO AL INTERNET DE LAS COSAS (IOT)

Alma Eliza Guerrero Sánchez y Dr. Edgar Alejandro Rivas Araiza

RESUMEN

El presente documento muestra los resultados de la implementación del internet de las cosas en la energía eléctrica. El sistema utiliza una topología tipo estrella y trabaja en conjunto de RASPBERRY PI, ESP8266 THING DEV y el protocolo MESSAGE QUEUE TELEMETRY TRANSPORT (MQTT). El ordenador RASPBERRY PI se utiliza como servidor web y como servidor bróker, al momento de ejecutar el código escrito en Python genera una conexión con la ESP8266 THING DEV mediante el protocolo (MQTT) y, a su vez la RASPBERRY PI aloja la interfaz gráfica. El protocolo del internet de las cosas MQTT se enfoca a la comunicación Machine-to-Machine, al envío de datos en aplicaciones donde se requiere poco ancho de banda.

ABSTRACT

This document shows the results of the internet implementation of things in electrical energy. The system uses a star topology and works in conjunction with RASPBERRY PI, ESP8266 THING DEV and the MESSAGE QUEUE TELEMETRY TRANSPORT (MQTT) protocol. The RASPBERRY PI computer is used as a web server and as a broker server at the time of executing the code written in Python it generates a connection with the ESP8266 THING DEV through the protocol (MQTT) and in turn the RASPBERRY PI hosts the graphical interface. The Internet protocol of MQTT things focuses on Machine-to-Machine communication when sending data in applications where little bandwidth is required.

Palabras Clave: MESSAGE QUEUE TELEMETRY TRANSPORT (MQTT), Raspberry Pi, IoT (Internet of Things), ESP8266 THING DEV.

INTRODUCCIÓN

En el área de la ingeniería, la utilización de sistemas embebidos es de uso diario. Los sistemas embebidos, son un conjunto de sensores o dispositivos electrónicos programados, con algún lenguaje de bajo o alto nivel, para facilitar ciertas actividades en la vida diaria. Los sistemas embebidos y la programación han ido de la mano desde que nació este término, y se les sumó el internet de las cosas para agilizar más la utilización de estos sistemas.

La aplicación de la automatización mediante sistemas embebidos en edificios o casas han sido casos de estudio de unos años a la fecha, pero el agregar el internet para poder controlar tu hogar o edificio desde la comodidad de tu dispositivo móvil ha sido algo reciente.

Se sabe que los edificios y fábricas de México desperdician el 30% de la energía eléctrica, por la falta de sistemas de monitoreo y normas que obliguen a tener mejores prácticas.

Al diseñar un sistema de monitoreo de energía eléctrica se pretende disminuir el consumo de ésta en grandes edificios, apagar las luces donde no haya personas, encender o apagar aparatos electrónicos cuando sea necesario. Actualmente se cuentan con algunos de estos sistemas, pero son muy escasos y aún no están desarrollados del todo.

Los objetivos que se manejaron en este sistema fueron:

Programar un servidor flask que genere una página web para que el cliente interactúe con él

Programar los dispositivos electrónicos para que vayan conectados al wifi

Hacer pruebas pequeñas con el servidor y los dispositivos conectados y comunicados.

MÉTODOS Y MATERIALES

La placa Raspberry pi es un computador de placa simple muy económico desarrollado en el Reino Unido por la función de Raspberry pi en la década de los ochentas con el objetivo de estimular las ciencias de la computación, esta placa funciona para programar en diferentes lenguajes como C, Java, C++, C# y el más utilizado en este tipo de placas es Python, este lenguaje es el perfecto para programar desde los pines GPIO que tiene

la placa hasta un servidor flask que cargue una interfaz gráfica.

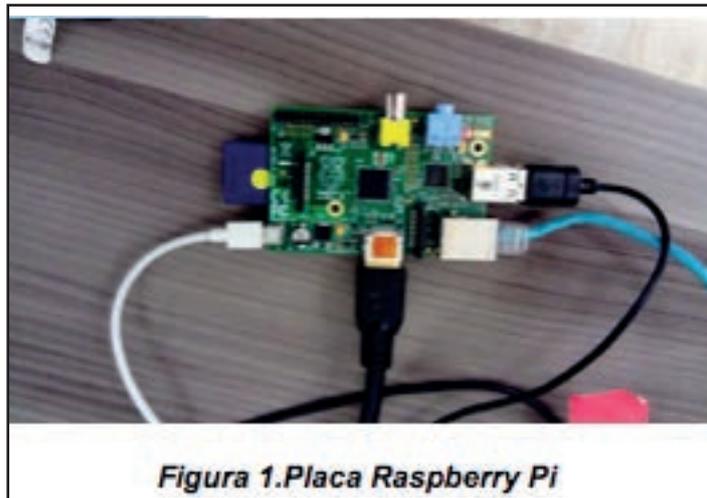


Figura 1. Placa Raspberry Pi

La tarjeta Sparkfun ESP8266 Thing Dev es una tarjeta de desarrollo diseñada a partir del ESP8266 que tiene un chip integrado FT232RL USB a serial. Esta tarjeta es un microcontrolador para establecer conexiones wifi, para activar o controlar aparatos electrónicos. Para la programación del firmware se utiliza el IDE de arduino, este ejecuta varias funciones que esta placa posee.



Figura 2. Tarjeta Sparkfun ESP8266 Thing Dev

MESSAGE QUEUE TELEMETRY TRANSPORT (MQTT) o como se le conoce protocolo Mosquitto es uno de los protocolos en el internet de las cosas, es un protocolo Machine-to-Machine (M2M), quiere decir que se encarga de comunicar los sensores o dispositivos electrónicos a la señal de internet del lugar para que este se puede controlar remotamente.

Este protocolo funciona mediante tópicos o temas, cada habitación es un tema, después cada dispositivo tiene un número o código de identificación y cada dispositivo tiene un estado que es 1 "prendido" y 0 "apagado" por ejemplo si tengo sala1 y tengo el dispositivo 2 y lo voy a prender. Para la simulación de los dispositivos electrónicos se utilizó un circuito de leds, programados con la tarjeta Sparkfun resultados

En el servidor solo se descargaron los paquetes de flask para hacer el uso del servidor. Se tuvieron problemas con el sistema operativo de Raspberry pero fue porque la memoria SD ya estaba algo gastada y se calentaba demasiado solo fue cuestión de cambiar de memoria y se solucionó el problema, se tuvieron problemas pequeños como de conexión entre cliente servidor en red wifi.

Después de la descarga de los paquetes se inicia con la programación aquí un diagrama de despliegue del proyecto.

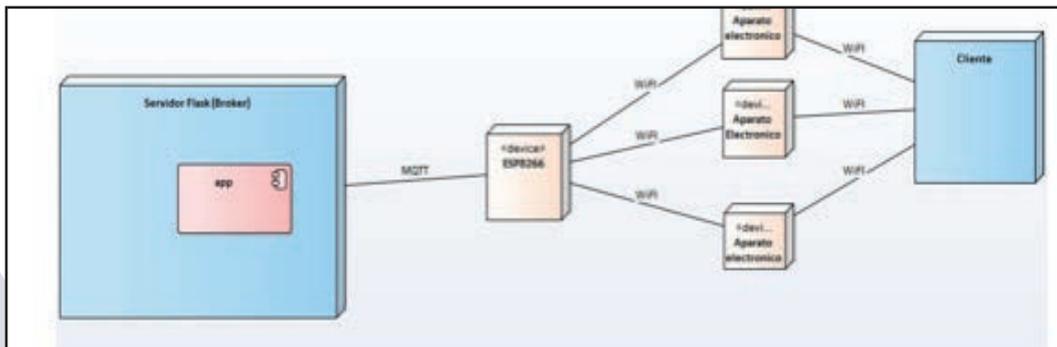


Figura 3. Diagrama De Despliegue

A continuación se muestra los diagramas de componentes

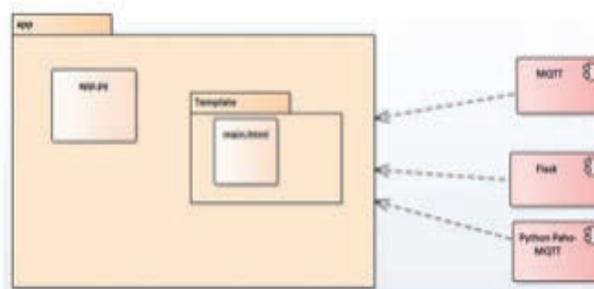


Figura 4. Diagrama de Componentes de la placa Raspberry Pi

Principal es la carpeta que contiene todo el proyecto, el archivo "app.py" es el que se ejecuta para acceder a la página web, activa el protocolo MQTT , agrega más dispositivos con sus respectivas funciones de control. En la carpeta Templates se encuentra el archivo main.html este es la interfaz web que se puede cargar desde el app.py. Esta fue la parte del servidor:

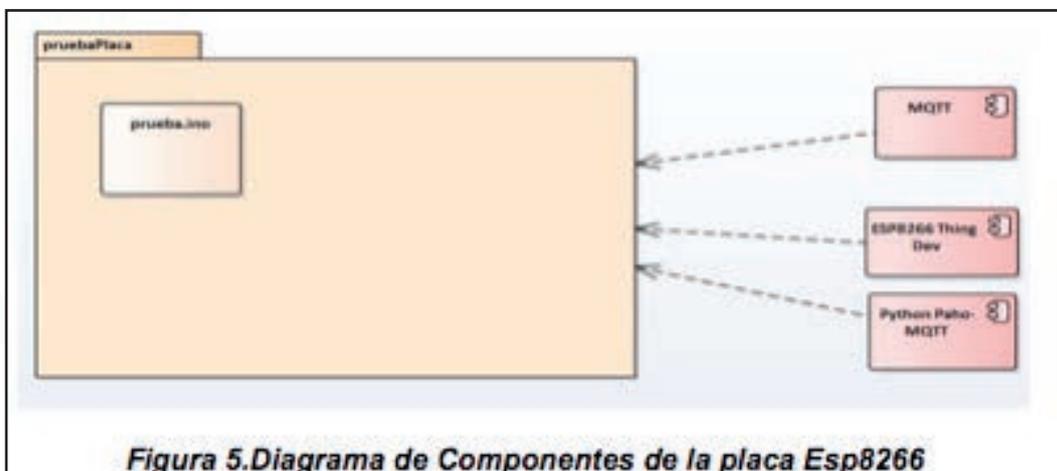


Figura 5. Diagrama de Componentes de la placa Esp8266

En la parte del cliente solo es programar con el IDE de arduino la placa ESP8266 thing dev, importo las librerías que se utilizan que son dos una para que funcione la placa ESP8266 y otra que es para que se actualicen el estado de los aparatos de acuerdo a lo que la interfaz tenga

Después de esto solo se sube el código a la placa desde el IDE a arduino, se arma el circuito y se hacen las pruebas. Para esto la placa de Raspberry debe estar conectada a la red en la que la placa ESP8266 esté conectada.

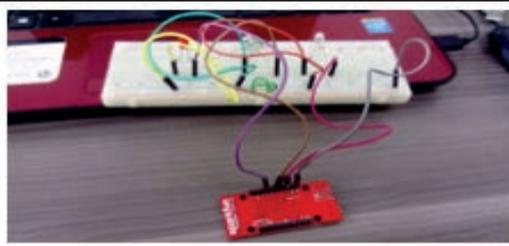


Figura 6. Circuito armado

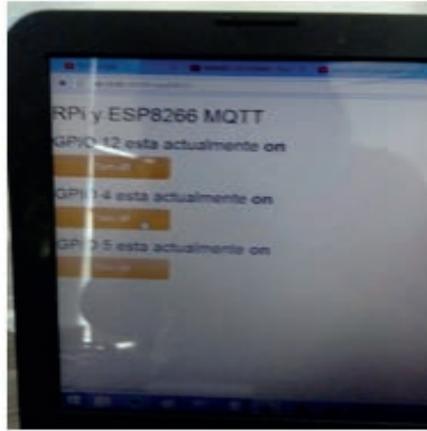


Figura 7. Interfaz Gráfica

CONCLUSIONES

Se logró crear el servidor con el ordenador Raspberry Pi, programando en Flask para que cargue la página con formato HTML.

Otro objetivo que se logró fue el programar los dispositivos que van conectados al wifi. Y se logró hacer pruebas cliente-servidor.

Durante este tiempo aprendí el uso de Flask, Raspberry Pi y la ESP8266 pues no tenía experiencia en alguno de ellos, el trabajar en flask fue fácil ya que está programado en Python, el reto fue la tarjeta ESP8266 porque el modelo que tenía en especial solo se puede programar con el IDE de arduino y yo quería intentarlo con comandos AT que son más prácticos.

BIBLIOGRAFIA

- 1.-Matt Richardson and Shawn Wallace (2013). Getting started with Raspberry Pi, USA: Maker Media.Inc
- 2.-Miguel Grinbergv (2014). Flask Web Development, USA: O'Reilly Media, Inc
- 3.-Tim Cox (2014). Raspberry Pi Cookbook for Python Programmers, UK: Packt Publishing Ltd.
- 4.-Sparkfun Electronics Inc,(2016) "SparkFun ESP8266 Thing - Dev Board". Consultada en <https://www.sparkfun.com/products/13711> (Fecha de consulta 03-07-2017)

DIAGNÓSTICO SOBRE LA EFECTIVIDAD DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LAS EMPRESAS DE LA REGIÓN CENTRO DEL ESTADO DE COAHUILA. CASO INDUSTRIA HIDROCARBUROS NO CONVENCIONALES

Dania Sánchez García y M. C. Edith Margoth Meléndez López

RESUMEN

En Coahuila, la industria de hidrocarburos no convencionales puede desempeñar un papel fundamental para el crecimiento económico como social del estado, sin embargo, para hacer posible el éxito de sus organizaciones, es indispensable contar con condiciones adecuadas de trabajo. Para ello, es importante identificar los factores que denoten su crecimiento con la finalidad de conocer las áreas de oportunidad de mejora representadas en los Sistemas de Seguridad e Higiene dentro de las mismas. Esta investigación tipo exploratoria se llevó a cabo en empresas dedicadas a la exploración, extracción y transporte de hidrocarburos no convencionales en la Región Centro del Estado de Coahuila, teniendo ciertas limitaciones en su desarrollo, como la dificultad de lograr el acceso a las empresas y de esta manera obtener información para su posterior análisis.

ABSTRACT

In Coahuila, the unconventional hydrocarbon industry can play a fundamental role for economic growth as a social state, However, to ensure the success of their organizations, it is essential to have adequate working conditions. For this, it is important to identify the factors that denote its growth in order to know the areas of opportunity for improvement represented in the Health and Safety Systems within them. This exploratory type investigation was carried out in companies dedicated to the exploration, extraction and transport of unconventional hydrocarbons in the Central Region of the State of Coahuila, having certain limitations in its development, such as the difficulty of obtaining access to the companies and in this way obtaining information for later analysis.

Palabras Clave: Hidrocarburos no convencionales, fracking, higiene y seguridad.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la extracción de hidrocarburos no convencionales ha tomado gran importancia a nivel mundial, sobre todo en México, principalmente desde que Estados Unidos aprovechó los avances tecnológicos que hicieron posible su explotación y rentabilidad hace aproximadamente diez años. Los hidrocarburos se han clasificado en convencionales y no convencionales de acuerdo a sus características, de las cuales el shale gas se identifica entre los recursos no convencionales y se refiere al gas que se encuentra en yacimientos compuestos predominantemente por esquistos o pizarras, que son rocas de baja permeabilidad, por lo que su producción en cantidades comerciales demanda técnicas de fracturación para aumentar su permeabilidad y poder llegar a los poros que almacena el gas, este tipo de hidrocarburo ha sido encontrado en varios estados de México, entre los que destaca el estado de Coahuila, que de acuerdo con la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH), el estado cuenta con una gran actividad exploratoria, debido a que representa una extensión del yacimiento Eagle Ford proveniente de Estados Unidos.

La técnica de fracturación hidráulica conocida comúnmente como fracking ha generado polémica dentro de la sociedad puesto a las implicaciones en el capital humano derivadas del proceso, según estadísticas de la (Secretaría del Trabajo Y Previsión Social, 2014) por cada 100 trabajadores de los 681,417 empleados promedio en el estado de Coahuila se presentaron dos casos de accidentes laborales y por cada 10 000 trabajadores 22 personas sufrieron alguna enfermedad de trabajo. En referencia a lo anterior, contar con sistemas de seguridad e higiene en donde se determinen programas de prevención, son parte esencial para la gestión de la industria del ramo estudiado, puesto que ayudan a mejorar y proporcionar las condiciones óptimas de trabajo, obteniendo el beneficio que cualquier empresa necesita para un crecimiento trascendental reflejado en su productividad y compromiso. Por ello, el análisis realizado fue con el objetivo principal de diagnosticar la efectividad de los Sistemas de Seguridad e Higiene en las empresas de hidrocarburos no convencionales de la región centro del estado de Coahuila y en base a ello presentar estrategias de mejora para la prevención de riesgos dentro de las áreas de trabajo.

MARCO TEORICO

1. HIDROCARBUROS NO CONVENCIONALES EN MEXICO.

Con base en la revista Oil & Gas MAGAZINE , 2015; la empresa paraestatal mexicana encargada de los hidrocarburos en el país (PEMEX) dio inicio a los trabajos exploratorios de shale gas-oil al comienzo del año 2010 identificando cinco áreas geológicas potenciales para la producción de hidrocarburos no convencionales, dichas áreas se mencionan a continuación: Chihuahua, Sabinas-Burro-Picachos, Burgos, Tampico-Misantla y Veracruz. Por lo que se considera a México con la posibilidad sumamente importante en el desarrollo de sus recursos de gas y aceite shale encontrados.

Del total de reservas en México, el Estado de Coahuila contribuye con un 25% de estas ya que son de considerable magnitud. En 2015 se licitaron ocho bloques llamados Ronda Uno de un total de 169 bloques. Ellos tienen su localización en el municipio de Jiménez (las coordenadas precisas están en posesión del Instituto Mexicano del Petróleo) con el objetivo de ser explorados y de ser extraído el gas shale encontrado ahí. Sin tomar en cuenta los yacimientos en territorio marino y terrenal cuya explotación ya fue o está siendo hecha por Petróleos Mexicanos, la participación de Coahuila se incrementa a un 11.4%. (Cluster Minero Petrolero de Coahuila, 2015)

Dicho lo anterior, Coahuila es uno de los Estados de importante estudio bajo el tema de hidrocarburos no convencionales ya que cuenta con las cuencas más ricas con este recurso.

1.1 PROCESO DE EXTRACCIÓN DE GAS SHALE

El gas shale es sencillamente gas natural. Sin embargo, la variación de nombre es debido a su origen ya que proviene de las lutitas. Químicamente hablando, es un gas seco que contiene aproximadamente un 90% de metano, no obstante, también existe la posibilidad de obtenerse húmedo. Para ser explotados y alcanzar producciones considerables los yacimientos con este recurso, se deben de realizar las perforaciones a través de métodos no convencionales, es decir, bajo las características y área donde se ubican dichos recursos es preciso la utilización de tecnología más sofisticada como lo son las técnicas de perforación horizontal y fractura hidráulica. Para el proceso de fracturación hidráulica se invierte un par de días, pero, tomando en cuenta todo el proceso, este se logra en cuestión de meses. Un pozo de gas shale tiene una vida de producción aproximada de 20 a 40 años. (Oil & Gas MAGAZINE , 2015)

1.2 PROCESO PRODUCTIVO

- Valoración de los recursos.

Primeramente, se hace la valoración de los recursos la cual consiste en la reunión de datos para determinar cuáles cuencas serán más convenientes, es decir, saber el potencial del depósito.

- Exploración.

Aquí se lleva a cabo la perforación experimental e investigación de prueba para el diseño de la fractura y el pronóstico del volumen de producción. (Pérez Millán, 2015)

- Perforación.

Se hace una perforación primaria vertical la cual bajará hasta tocar el yacimiento de gas. Tomando en cuenta la anchura del yacimiento se determina si con esa perforación es suficiente o si es necesaria una perforación de manera horizontal para el máximo aprovechamiento de la reserva. Para poder hacer grandes las fracturas y sea más fácil la extracción del gas es necesario inyectar una mezcla que contenga aditivos además de agua y arena, esto para ayudar al enfriamiento y lubricación de perforación. (Estrada, 2013)

1.3 RIESGOS EN LA EXTRACCIÓN DEL SHALE GAS

El proceso de extracción de hidrocarburos requiere de la cuidadosa aplicación de la tecnología para estimular el yacimiento mediante fracturación hidráulica (fracking). Esta tecnología dispone de grandes beneficios; sin embargo, su uso engloba también riesgos a corto, mediano y largo plazo.

Por todos los procedimientos que requiere el sector estudiado se da a la tarea de determinar y describir los riesgos que pueden presentarse durante su ejecución para asegurar su eliminación; dentro de la industria de hidrocarburos los riesgos considerados más comunes que pueden surgir son; la posible contaminación del medio ambiente, el uso de sustancias químicas tóxicas para la salud, el manejo de maquinaria compleja, la exposición a elevados niveles de ruido, las altas temperaturas y los trabajos en alturas, por ende hay factores organizacionales que pueden contribuir a la prevención de los mismos, así como también llevar el control para diseñar estrategias con el fin de reducir su frecuencia en los centros de trabajo. (Secretaría de Energías, 2015)

MÉTODOS Y MATERIALES

Los hidrocarburos no convencionales como es el caso del gas shale en el estado de Coahuila, situación que se estudió en el desarrollo del proyecto es un tema que ha tomado importancia por su forma de extracción a la superficie terrestre, aunado a ello han surgido puntos de vista tanto positivos como negativos, principalmente de quienes se dedican a este campo o quienes no consideran la forma propia de hacer la actividad. El ser humano representa parte esencial para llevar a cabo el trabajo necesario que requiere la labor, por lo que el diseño de sistemas de seguridad e higiene dentro de su entorno de trabajo reflejan la relación que existe entre ambos.

Para llevar a cabo el presente se utilizaron los medios de información de consulta para obtener información confiable y actual respecto al tema a bordo con el fin de visualizar el panorama frente al sector de hidrocarburos no convencionales en la región centro del estado de Coahuila en materia de seguridad e higiene.

A partir de la información recaudada en los medios y su posterior indagación, se diseñó un instrumento de medición con el fin de diagnosticar la eficiencia de los sistemas de seguridad e higiene en la industria bajo estudio, llevándose a cabo en la región y estado mencionado anteriormente. La encuesta se estructuró con una serie de preguntas de acuerdo a sus variables e indicadores considerados relevantes para la investigación. Es importante mencionar que dicho instrumento fue diseñado para dos posturas tanto a empleados como empleadores. Sin embargo, se consideró realizar dos informes para la indagación crítica recopilada, por ello el presente informe se inclina solo en el análisis de los resultados obtenidos por parte de las organizaciones, en este caso es el 100% de la muestra de las empresas, debido a que su opinión es importante para avalar la confiabilidad de los datos de la investigación. Posterior a ello se realizó la interpretación en base a gráficos obtenidos con los softwares Excel y Minitab.

RESULTADOS

Se aplicó el instrumento de recolección de información, los cuales contenían las variables seguridad e higiene, mismas que nos orientaron hacia los resultados de esta investigación llevada a cabo en industrias de hidrocarburos no convencionales en el estado de Coahuila específicamente a las empresas de la región centro. Y, de acuerdo al análisis de los datos obtenidos del instrumento dirigido a empleadores ver figura 1 encontrada en apartado anexos se concluye en base a los indicadores de las variables de mayor relevancia.

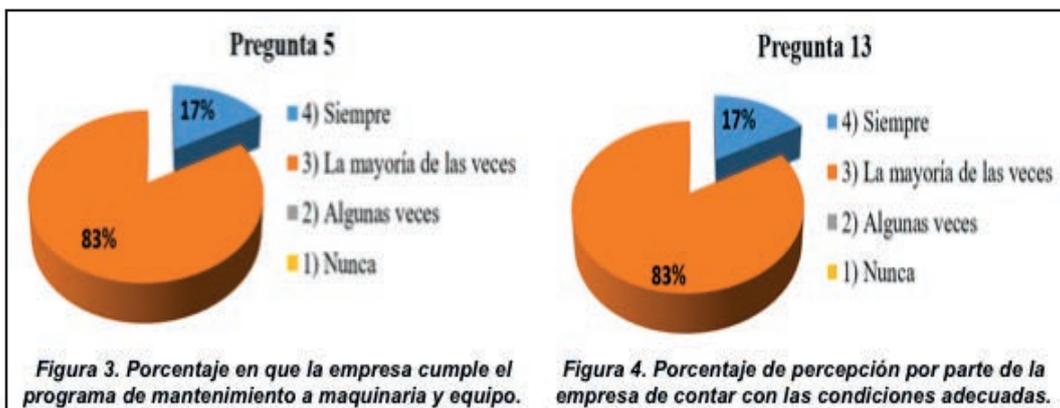
- Equipo de protección personal (EPP)

El 100% de las empresas dedicadas a los hidrocarburos no convencionales como se observa en la figura 2 siempre proporcionan material y equipo de protección personal. Puesto que es uno de los factores indispensables que una compañía debe suministrar a sus empleados de acuerdo a lo que le exige en su actividad, por ello el diseño de equipos son con la finalidad de atender los riesgos a los que un trabajador se expone durante su jornada laboral, esto aunado a lo establecido por la ley hace que este apartado se cumpla al 100%.



- Mantenimiento a maquinaria/equipo y condiciones de trabajo.

De acuerdo a la figura 3 y 4, se afirma con un 83% que la mayoría de las veces las organizaciones poseen las condiciones adecuadas para laborar, así como también, se implementan programas de mantenimiento a todos los equipos en los centros de trabajo, lo que permite el desempeño de los empleados en las actividades con mayor seguridad debido a que las herramientas de trabajo cuentan con planes de mantenimiento correctivo o preventivo con el fin de brindar condiciones de trabajo aptas para los trabajadores. Por otro lado, el 17% de las empresas aseguran siempre disponer programas de conservación para los equipos de trabajo y estados adecuados para laborar satisfactoriamente, disminuyendo riesgos de accidentes operacionales.



En general se concluye que las organizaciones de la industria de hidrocarburos no convencionales señalan contar con procedimientos de seguridad para identificar los riesgos que pueden generarse en los procesos de trabajo, aunado a ello se dan la tarea de diseñar acciones para controlar situaciones de emergencia empleando metodologías que hasta hoy, han dado respuesta al prevenir accidentes laborales. Esto, puede indicar el compromiso y la comunicación dentro de la organización.

CONCLUSIONES

En la industria de hidrocarburos de la región centro de Coahuila se considera tener las estrategias para mantener los sistemas de seguridad e higiene, por ello evaluar los riesgos en las áreas de trabajo y diseñar programas de capacitación son el camino para su crecimiento económico y social. Según, la evaluación de riesgo se fundamenta en las tablas de categoría de gravedad, de acuerdo al peligro y se emplean matrices 6*6 para su control. Entre las medidas que se implementan en las empresas para prevenir los accidentes de trabajo son: usar equipo de protección personal acorde al riesgo y suministro, emplear la metodología de análisis de trabajo seguro, contar con sistemas de administración de la seguridad, salud y medio ambiente. Además, se diseñan programas de capacitación para brindar orientación acerca de: uso correcto de equipo de seguridad, compromiso al medio ambiente, espacios confinados, manejo integral de residuos, respuesta a emergencias, entre otras.

BIBLIOGRAFÍA

- Cluster Minero Petrolero de Coahuila. (2015). Programa Estratégico de Formación de Recursos Humanos en Materia de Hidrocarburos para el Estado de Coahuila de Zaragoza 2015-2018. Saltillo, Coahuila de Zaragoza, México.
- Estrada, J. H. (2013). Desarrollo del gas lutita (shale gas) y su impacto en el mercado energético de México: reflexiones para Centroamérica. Mexico, D.F.
- Oil & Gas MAGAZINE . (21 de Enero de 2015). Oil & Gas MAGAZINE Revista de la industria del petróleo y el gas. Recuperado el 15 de Junio de 2017, de Oil & Gas MAGAZINE Revista de la industria del petróleo y el gas: <https://www.oilandgasmagazine.com.mx/2015/01/presenta-pemex-23-de-efectividad-en-shale/#.WUc0tOuGO01>
- Pérez Millán, R. A. (Marzo de 2015). UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. Recuperado el 16 de Junio de 2017, de TESIS “OPTIMIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PERFORACIÓN Y TERMINACIÓN DE POZOS EN YACIMIENTOS DE SHALE GAS”: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/6848/TESIS%20COMPLETA.pdf?sequence=1>
- Secretaría de Energías. (2015). Plan Quinquenal de Licitaciones para la Exploración y Extracción de Hidrocarburos 2015-2019.
- Secretaría del Trabajo Y Previsión Social. (2014). Información sobre Accidentes y Enfermedades de Trabajo Coahuila de Zaragoza 2005-2014. Mexico, D.F.

PREGUNTAS	RESPUESTA			
1. ¿La empresa imparte constantemente capacitaciones de seguridad a los trabajadores?	4) Siempre.	3) La mayoría de las veces.	2) Algunas veces.	1) Nunca.
2. ¿Considera usted que en la empresa existe una Cultura de Seguridad e Higiene?	4) Siempre.	3) La mayoría de las veces.	2) Algunas veces.	1) Nunca.
3. ¿La empresa da a conocer a los empleados el reglamento que incluye el uso del equipo de seguridad?	4) Siempre.	3) La mayoría de las veces.	2) Algunas veces.	1) Nunca.
4. ¿La empresa proporciona al trabajador el equipo de protección personal adecuado a sus labores?	4) Siempre.	3) La mayoría de las veces.	2) Algunas veces.	1) Nunca.
5. ¿Se cumple el Programa de Mantenimiento a maquinaria y equipo?	4) Siempre.	3) La mayoría de las veces.	2) Algunas veces.	1) Nunca.
6. ¿Se le informa al trabajador acerca del riesgo que implica el manejo de materiales peligrosos?	4) Siempre.	3) La mayoría de las veces.	2) Algunas veces.	1) Nunca.
7. ¿Se informa a los trabajadores acerca de la enfermedad de trabajo potencial de su actividad laboral?	4) Siempre.	3) La mayoría de las veces.	2) Algunas veces.	1) Nunca.
8. ¿Saben sus trabajadores a dónde acudir en caso de sufrir algún daño a la salud?	4) Siempre.	3) La mayoría de las veces.	2) Algunas veces.	1) Nunca.
9. ¿En caso de accidentes, la empresa proporciona servicio médico oportuno?	4) Siempre.	3) La mayoría de las veces.	2) Algunas veces.	1) Nunca.
10. ¿Proporciona a los trabajadores orientación de cómo reaccionar ante una situación de emergencia?	4) Siempre.	3) La mayoría de las veces.	2) Algunas veces.	1) Nunca.
11. ¿Las señales de seguridad están visibles y correctamente distribuidas?	4) Siempre.	3) La mayoría de las veces.	2) Algunas veces.	1) Nunca.
12. ¿Se otorga algún incentivo al respetar las medidas preventivas de seguridad e higiene?	4) Siempre.	3) La mayoría de las veces.	2) Algunas veces.	1) Nunca.
13. ¿Las condiciones de la empresa son adecuadas para ejecutar el trabajo?	4) Siempre.	3) La mayoría de las veces.	2) Algunas veces.	1) Nunca.
14. ¿Considera que el ambiente entre las personas en la empresa les permite trabajar con seguridad?	4) Siempre.	3) La mayoría de las veces.	2) Algunas veces.	1) Nunca.

¡Gracias por su colaboración y honestidad en beneficio de esta investigación!

Figura 1. Instrumento de medición utilizado para evaluar a los empleadores.

LA EFICIENCIA DE LAS ACTIVIDADES LOGÍSTICAS EN EL DESEMPEÑO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DEL SECTOR AUTOMOTRIZ

Dulce María Cristina Sánchez Acosta Miguel Alejandro García Vidales y José Antonio Vázquez Canseco³

RESUMEN

En el presente artículo se hablará de la industria automotriz en México y la eficiencia de sus procesos logísticos dentro de la cadena de suministros, mismos que afectan de manera directa al valor añadido del producto final. Este sector es responsable del crecimiento económico del país, a través de la inversión extranjera. Su ubicación geográfica ha sido el principal atractivo para las grandes empresas de establecer sus plantas ensambladoras y de autopartes, tales como General Motors, Ford, Nissan, Toyota, Volvo, Honda, Volkswagen, BMW, Chrysler y Mercedes Benz, distribuidas en diferentes estados, de esta manera las exportaciones han incrementado y destacado sobre otros países.

Palabras Clave: Logística, cadena de suministro, eficiencia, industria automotriz

ABSTRACT

This article will discuss the automotive industry in Mexico and the efficiency of its logistics processes within the supply chain, which directly affect the added value of the final product. This sector is responsible for the economic growth of the country, through foreign investment. Its geographic location has been the main attraction for large companies to establish their assembly plants and auto parts such as General Motors, Ford, Nissan, Toyota, Volvo, Honda, Volkswagen, BMW, Chrysler and Mercedes Benz, distributed in different states. In this way exports have increased and stood out in other countries

Keywords: Logistics, Supply Chain, Efficiency, Automotive Industry

INTRODUCCIÓN

En el bajío mexicano la industria automotriz representa uno de los principales destinatarios de la inversión extranjera directa y unos de las ramas industriales que mayores aportaciones realizan al producto interno bruto de cada uno de los estados que comprende dicha región. En virtud de ello, la capacidad y la competitividad productiva de la cadena de suministro, resultan ser elementos claves que explican en el creciente desarrollo de los clústers orientados a la manufactura de partes y componentes y de ensamblado final de automóviles. La gestión de la cadena de suministros desde el punto de vista de la Ingeniería en Logística, involucra tres aspectos fundamentales, el diseño y gestión de procesos integrados, y el valor añadido por medio de los límites establecidos por la organización para satisfacer las necesidades existentes del cliente, además con la implementación de estrategias la SC puede introducir nuevos productos, cambiar el volumen, etc., de acuerdo con los requisitos de sus clientes. (T. Thomé, Scavarda, Pires, Ceryno, & Klingebiel, 2014).

MARCO TEÓRICO

Respecto a lo anterior el diseño de un proceso corresponde al desarrollo de las actividades productivas dentro de la industria en función al tipo de producto que fabrica. Establece para la producción a través de una especificación detallada la selección de entradas, operaciones y métodos de producción. (Giudice & Pereyra, 2005). En este contexto es de suma importancia considerar diferentes aspectos, tales como:

La capacidad inicial, es el planteamiento de actividades a realizar.

Tecnología, se considera la utilización de sistemas óptimos para lograr un equilibrio entre la productividad y la inversión del equipo tecnológico.

Equipos, abarca desde herramientas hasta maquinaria para el manejo de materiales.

La secuencia de las operaciones y la conexión de diversas actividades.

Calidad, se debe asegurar que el producto contenga características específicas requeridas del mercado.

Con relación al valor añadido, este otorga a la empresa la ventaja de evitar faltantes dentro de la cadena de suministro, teniendo como resultado la disminución de costos, es decir, ofrece a sus clientes el mejor precio.

Esto genera importantes ventajas competitivas respecto a sus competidores.

Un manejo eficiente de la cadena de valor contribuye a una mejor relación entre cliente-proveedor, por consecuencia un posicionamiento dentro del mercado gracias a sus costes eficientes (Huchim Pérez & Giani).

A partir de esto se genera el valor para el cliente, cuya finalidad es superar sus expectativas de disponibilidad y el suministro por parte del proveedor, estimulando su fidelidad a la marca y a la empresa repitiendo la compra de su producto o servicio, esto se traduce como la satisfacción de sus necesidades del servicio o producto obtenido. (Gutiérrez P, 2016)

Dentro de la complejidad de la CS, se encuentran cuatro fuentes fundamentales, mismas que pueden afectar a una empresa:

Fuentes ascendentes tales como número de proveedores mismos que se encargan de subintrar los bienes y servicios o las mercancías requeridas para el proceso de fabricación (Enciclopedia de la economía, 2009).

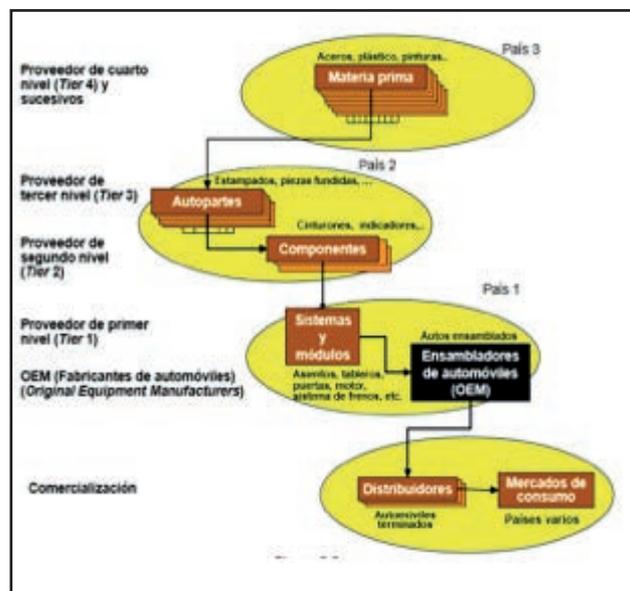
Fuentes internas, estas se relacionan con la fabricación, el volumen de producción y calidad del producto; es necesario distinguir entre la calidad objetiva de un producto, esta se refiere a la naturaleza técnica, es medible y verificable y la calidad percibida por el consumidor y es evaluada por el mismo.

Fuentes internas relacionadas con la distribución, estas componen el volumen de distribución y la incertidumbre sobre los volúmenes; es decir, emplea la estimación de la demanda para una distribución óptima a disposición del mercado, en el momento justo y la cantidad precisa.

Fuentes aguas abajo, se relaciona con el volumen de la demanda. (H.I. Hsiao, 2010)

La estructura general de la cadena de suministro del sector automotriz y sus componentes.

En la cadena de suministro encontramos dos eslabones de alta relevancia en la interacción el abastecimiento; “río arriba” o proveedores se les conoce como: proveedores de primer nivel, es decir, directos; de manera ascendente los niveles de proveedores abastecen productos de menor valor agregado. El segundo eslabón “río abajo”, este constituye a los distribuidores, incluso a los concesionarios, por lo que su objetivo principal es vender automóviles a los consumidores. En la siguiente figura 1 se muestra la estructura general de CS del sector automotriz.



En el sector automotriz el desarrollo de la optimización de SC es sometido en la práctica tradicional y bien establecida de la producción Just-in-time (JIT), le corresponde en gran parte el éxito de cualquier operación de fabricación. Junto con la eliminación de los residuos, la mejora de la calidad, da como resultado la eficiencia organizacional. (Mejsasz-Lech, 2015) Con el objetivo de evitar la sobreproducción, la realización de operaciones innecesarias, averías, tiempos de espera, etc. Genera un enfoque proactivo, en la búsqueda de la mejora continua en todas las áreas. (Marín & Delgado)

La industria automotriz contribuye al crecimiento de la economía del país, este sector aporta más de 3% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional y 18% del PIB manufacturero, además es generador de divisas por más de 52,000 millones de dólares al año, en todo el país genera cerca 900,000 empleos directos. Estos indicadores han captado la inversión extranjera en los últimos siete años, colocando a México en séptimo productor y cuarto exportador de automóviles ligeros a nivel global. Cabe mencionar, que para atraer la atención de los proveedores directos se ha invertido más de 21,000 millones de dólares, para la ampliación de la capacidad de producción de cinco plantas ya instaladas en el país. (Secretaría de Economía, 2016).

La línea de trabajo a nivel internacional se divide en dos segmentos: vehículos ligeros y vehículos pesados. Los vehículos ligeros son destinados para el transporte de pasajeros, es decir, no contienen más de 8 asientos. Los vehículos pesados son empleados para el transporte de mercancías.

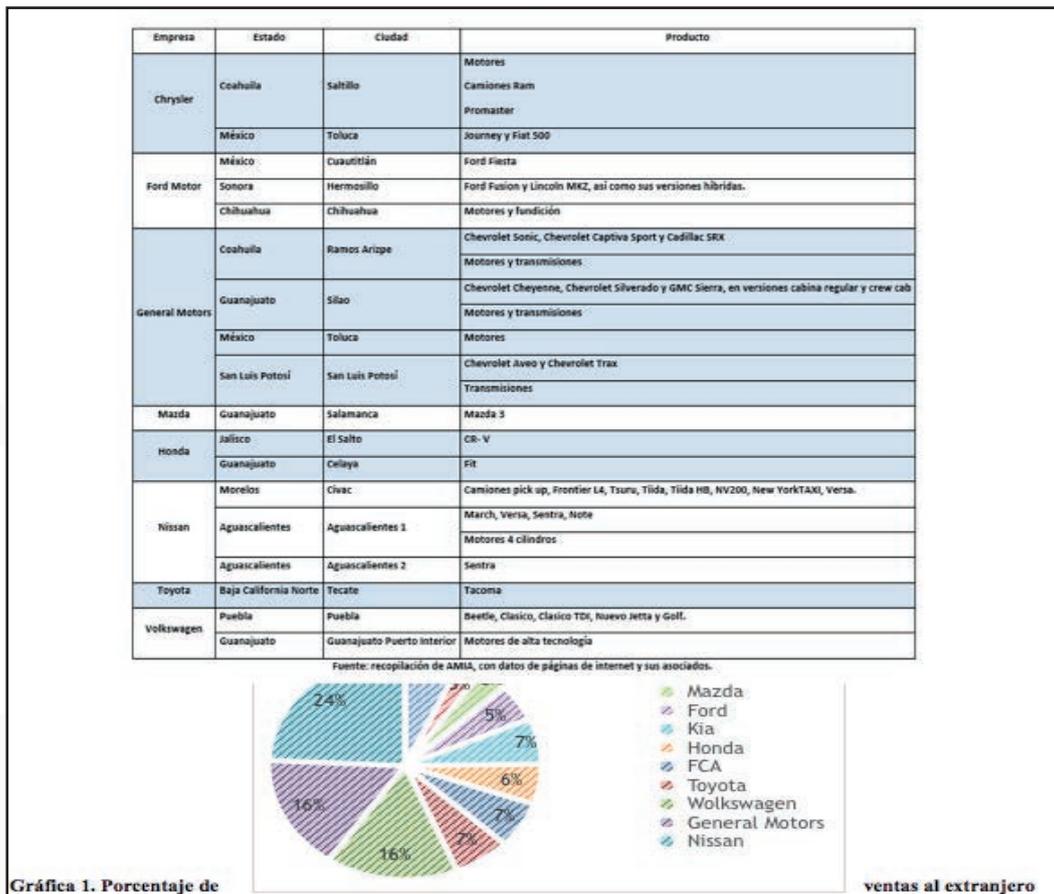
Según (Automotive Meetings) En el 2011, el 15% de vehículos ligeros se produjeron en México y fueron exportados a países latinoamericanos. En el 2010 México fue el principal proveedor comercial de vehículos pesados para E.U.

En México se han establecido y distribuido diez de las empresas más importantes del mundo del sector automotriz y de autopartes; tales como General Motors, Ford, Nissan, Toyota, Volvo, Honda, Volkswagen, BMW, Chrysler y Mercedes Benz. El país tiene la capacidad de abastecer al mercado local y efectuar exportaciones. A continuación en la figura 2 se muestra la ubicación en México de las plantas de vehículos ligeros, en la figura 3 se presenta una tabla con la ubicación de cada empresa el estado en donde se encuentra establecida y su producto final. (Administración estratégica, 2015)



El 1ero de agosto de 2017 la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AIMA), junto con la Asociación Mexicana de Distribuidores de Automotores (AMDA) dio a conocer el reporte de venta por marca en el mes de Julio de 2017, la venta total de vehículos ligeros fue de 122,110 unidades, desafortunadamente para la industria esta venta es inferior respecto al mismo mes del año pasado por un 7.3%. Sin embargo la suma de las ventas por unidades en el periodo enero-julio 2017 es de 865,161 vehículos ligeros vendidos, estas ventas superaron las del año anterior en el mismo periodo, con un crecimiento de 1.4%. En la gráfica 1 siguiente se representa el porcentaje de ventas por unidades de las diferentes empresas.

Los datos de exportación por regiones durante el acumulado enero - julio de 2017, muestran el mayor crecimiento para Estados Unidos, Latinoamérica y Europa. La principal región de destino de nuestras exportaciones la integran los países TLCAN representando el 85.2% del total exportado.



MÉTODO ESTUDIO DOCUMENTAL

CONCLUSIONES

En el sector automotriz en México requiere la continua optimización de los diferentes eslabones logísticos para mantener la eficiencia de la cadena de suministro, con el propósito de reducir los costos y maximizar las utilidades aprovechando en todo momento las ventajas competitivas que puedan representar la ubicación geográfica estratégica del país.

Es necesario también ampliar las capacidades de las plataformas logísticas para atraer una mayor inversión extranjera directa en esta industria y siga contribuyendo al desarrollo a partir de la generación de empleos y la participación de México en el mercado internacional de automotores.

BIBLIOGRAFÍA

- Administración estratégica. (27 de Mayo de 2015). Administración estratégica . Obtenido de Administración estratégica : <https://administracionestrategicauniviva.wordpress.com/2015/05/27/oems-in-mexico/>
- Automotive Meetings. (s.f.). Automotive Meetings. Obtenido de <http://mexico.automotivemeetings.com/index.php/es/industria-automotriz-en-mexico>
- Bureau, M. (25 de Agosto de 2016). Motor Pasión México. Recuperado el 27 de Junio de 2017, de <https://www.motorpasion.com.mx/nissan/planta-nissan-de-aguascalientes>
- Cluster Industrial . (04 de Noviembre de 2016). Cluster Industrial Enlazando Negocios. Recuperado el Junio de 2017, de https://clusterindustrial.com.mx/post_opinion/21/la-historia-de-nissan-en-aguascalientes
- Emprendedor XXI Argentina. (2011). Recuperado el 28 de Junio de 2017, de http://www.emprendedorxxi.coop/html/creacion/crea_pempresa_art9b.asp
- Enciclopedia de la economía. (2009). Economía48. Obtenido de <http://www.economia48.com/spa/d/proveedor/proveedor.htm>
- García Vidales, M., Campos García, R., & González , G. O. (15 de Agosto de 2012). ReserchGate. Recuperado el 28 de Junio de 2017, de file:///C:/Users/User/OneDrive/Documentos/articulos/Garcia-Vidales%20et%20al.pdf
- Giudice, C. A., & Pereyra, A. M. (2005). Universidad Tecnológica Nacional. Obtenido de <http://www.frlp.utn.edu.ar/materias/oindustrial/apunte3.pdf>
- Gutiérrez P, R. (2016). Creación y valor agregado a partir de la gestión de la cadena de suministro. Logística.
- H.I. Hsiao, R. K. (2010). A classification of logistic outsourcing levels and their impact on service performance: Evidence from the food processing industry. *Production economics*, 75-86.
- Huchim Pérez, S., & Giani, N. (s.f.). Abastecimiento: Agregando Valor a la Cadena. *É Logística*.
- Marín, F., & Delgado, J. (s.f.). Calidad y medio ambiente. Obtenido de <http://www.cge.es/portalcge/tecnologia/innovacion/4115sistemajust.aspx>
- Matis, G. d. (2014). Supply Chain Strategies for the International Interoceanic MazatlanHouston Logistic Corridor. 666-672.
- Mesjasz-Lech, A. (2015). Effects of IT use in improving customer service logistic processes. *Procedia Computer Science*, 961-970.
- Secretaría de Economía. (Octubre de 2016). La industria Automotriz Mexicana: Situación actual, retos y oportunidades. Ciudad de México, México: ProMéxico.
- T. Thomé, A. M., Scavarda, F. L., Pires, R. S., Ceryno, P., & Klingebiel, K. (2014). A multi-tier study on supply chain flexibility in the automotive industry. *PRODUCTION ECONOMICS*, 91-105.

MICRODUREZA DE MATERIALES COMPUESTOS AL-AL₂O₃ SINTERIZADOS EN FASE SÓLIDA

Estefany Herrera Jiménez y José Arturo Toscano Giles

RESUMEN

Esta investigación se enfoca en la síntesis de materiales compuestos elaborados por pulvimetalurgia en fase sólida de partículas de aluminio comercialmente puro (Al) reforzado con partículas de alúmina (Al₂O₃). En este estudio se utilizaron porcentajes en peso de refuerzo de 5.0%, 7.5%, 10.0%, 12.5% y 15.0%. La temperatura de sinterización se fijó en 600°C en una atmósfera no controlada durante 100 minutos. Las muestras obtenidas fueron estudiadas para determinar la relación entre el porcentaje de Al₂O₃ y la microdureza en Vickers.

ABSTRACT

This research is focused in the synthesis of composite materials made by powder metallurgy in solid phase of commercially pure aluminum particles (Al) reinforced with alumina particles (Al₂O₃). In this study, it used weight percentage of reinforcement 5.0%, 7.5%, 10.0%, 12.5% y 15.0%. The sintering temperature was set 600°C in an uncontrolled atmosphere during 100 minutes. The obtained samples were studied to determine the relation between weight percentage of Al₂O₃ and the microhardness in Vickers.

Palabras Clave: Compósito, Aluminio, Alúmina, Dureza, Pulvimetalurgia

INTRODUCCIÓN

Los materiales compuestos de matriz metálica reforzados con un material cerámico, o mejor conocidos como cermets, son estudiados para mejorar las propiedades mecánicas de la matriz; tales como el módulo de Young, tenacidad, ductilidad, dureza, resistencia a temperaturas elevadas, entre otras.

En este estudio se busca incrementar la microdureza del material metálico Aluminio (Al) con un refuerzo particulado del cerámico Alúmina (Al₂O₃), y en consecuencia su resistencia al desgaste. Dicho material compuesto fue fabricado por metalurgia de polvos, sinterizándolo en fase sólida a 600°C durante 100 minutos. Además, se determina el porcentaje en peso (%wt) óptimo para tener un incremento significativo en la dureza del material compuesto Al-Al₂O₃. Además, se tomaron fotografías con un microscopio metalográfico para observar la homogeneidad de las muestras y la existencia de porosidad.

Inicialmente, se encontró una relación directamente proporcional entre el %wt de Al₂O₃ y la microdureza en Vickers; mayor cantidad de Al₂O₃, mayor microdureza. Pero se tiene un punto máximo de microdureza cuando el %wt de Al₂O₃ tiene un valor de 7.5. Posteriormente, se observa una disminución en los valores de la microdureza.

MARCO TEÓRICO

Los materiales compuestos combinan dos materiales para obtener propiedades superiores a las de sus constituyentes [1]. En los materiales compuestos se diferencia a los constituyentes identificando a uno como la matriz y el restante como el refuerzo. La matriz es el material que se encuentra en mayor cantidad o mayor wt% y se busca mejorar una o algunas propiedades mecánicas en específico. El refuerzo es el que se encuentra en menor cantidad o en menor wt%, éste se caracteriza por tener una propiedad mecánica que se relaciona con la propiedad que se busca incrementar de la matriz.

Existen tres categorías de materiales compuestos: partículas, fibras y laminares, se clasifican así dependiendo de la forma de los constituyentes. Una clasificación complementaria de los materiales compuestos es de acuerdo a la matriz: matriz metálica, matriz cerámica, matriz de polímero.

El material compuesto de la presente investigación es particulado, matriz metálica y refuerzo cerámico, también son conocidos como cermets. Para la fabricación de materiales de matriz metálica con refuerzo cerámico (MMC) existen los siguientes métodos: metalurgia de polvos, mezclado por agitación y fundición, depósito por pulverización, infiltración bajo presión, compresión en caliente y unión por difusión.

Se utilizó metalurgia de polvos dado que la temperatura de fusión del Al es baja, 660°C. Además, se hizo uso del sinterizado porque es un proceso por el cual las pequeñas partículas de un material son unidas entre sí por difusión en el estado sólido [1]. La temperatura de sinterización seleccionada fue de 600°C dado que entra en el intervalo de 70 y 90% de la temperatura de fusión [3] y porque se ha encontrado que la temperatura de 600°C es la que incrementaba la dureza del compuesto Al-Al₂O₃ [6].

A continuación, algunas características físicas, químicas y mecánicas de los constituyentes. El Al puro es un metal con una densidad de 2.70 g/cm³ -útil cuando el peso es un factor de importancia-, punto de fusión de 660°C, tiene buena resistencia a la corrosión, un comportamiento no magnético, baja resistencia a la tensión, mala resistencia al desgaste y poca dureza [1, 2]. La Al₂O₃ tiene una densidad de 3.95 g/cm³, punto de fusión de 2072°C, es extremadamente fuerte, dura y frágil [2].

Existen diversos estudios acerca de la elaboración del material compuesto Al-Al₂O₃ en donde se busca determinar la temperatura adecuada de sinterización, el uso de diferentes métodos de fabricación, determinar el tamaño óptimo de partícula de Al₂O₃ y del wt% de Al₂O₃ necesario para obtener ciertas propiedades mecánicas. Se utilizaron los siguientes porcentajes en peso de Alúmina: 5.0%, 7.5%, 10.0%, 12.5% y 15.0%. El 15.0% fue el límite dado que existe aglomeración de la Al₂O₃ con un 20.0% [5].

METODOLOGÍA

Materiales

Se utilizó polvo de Aluminio comercialmente puro con un 98.5 % de pureza y tamaño de partícula . Se utilizó polvo de Al₂O₃ con un tamaño de con una pureza de 95 %

Mezclado

Se fabricaron dos muestras de los siguientes wt% de Al₂O₃: 5.0 %, 7.5 %, 10.0 %, 12.5 % y 15.0 %, y dos muestras de Al puro. Se utilizó una balanza de precisión de laboratorio (Ohaus Pioneer) para medir la cantidad de masa de Al y Al₂O₃.

Se mezclaron los polvos de Al y los polvos de Al₂O₃ en un mortero de laboratorio con movimientos envolventes durante 30 minutos. Se añadió etanol durante el mezclado para evitar la oxidación del aluminio. Por último, se calentó la mezcla a 90°C durante 60 minutos para el secado completo de las muestras.

Prensado

Se utilizó el dado que se muestra en la Figura 1 y una prensa de taller de 50 toneladas (Mega KCK-50). Se aplicó 10 toneladas, tomando en consideración el área de compactación, se calcula que la presión aplicada es de 313 MPa. Las partes que conforman el dado se lubrificó con vaselina. Las paredes y el punzón se lubricaron con grafito. La Figura 2 muestra las dimensiones de las pastillas obtenidas después del prensado.



Figura 1. Dado utilizado para el prensado.

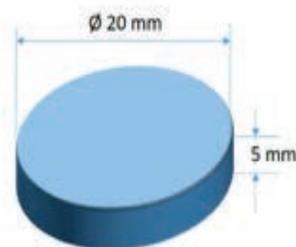


Figura 2. Dimensiones de las pastillas después del prensado.

Sinterizado

La Figura 3 muestra el tiempo y las temperaturas de la etapa de calentamiento y a la etapa de sinterización; el calentamiento corresponde al intervalo de 0 a 150 minutos y la sinterización de 150 a 250 minutos. Se utilizó una temperatura de sinterización de 600°C durante 100 minutos. Para el calentamiento y el sinterizado se utilizó una mufla pequeña (Thermolyne) y se colocaron las muestras dentro de crisoles de 50 ml. El enfriamiento consistió en dejar las muestras dentro de la cámara de la mufla durante 12 horas. No se utilizó ningún gas inerte para controlar la atmósfera.



Pruebas de dureza.

Antes de la realización de las pruebas de dureza, se prepararon las muestras hasta un término cercano a pulido metalográfico. Se utilizaron los siguientes números de lijas 600, 1000 y 2000, y el pulido final se realizó con un paño y metanol como agente lubricante.

Se realizaron cinco pruebas de dureza en puntos aleatorios a cada muestra. Para la medición de la dureza se utilizó un durómetro (Shimadzu) para medir la microdureza en Vickers. Se aplicó una fuerza de 0.5 gramos durante 10 segundos. En total se obtuvieron 10 mediciones correspondientes a cada wt% de Al₂O₃.

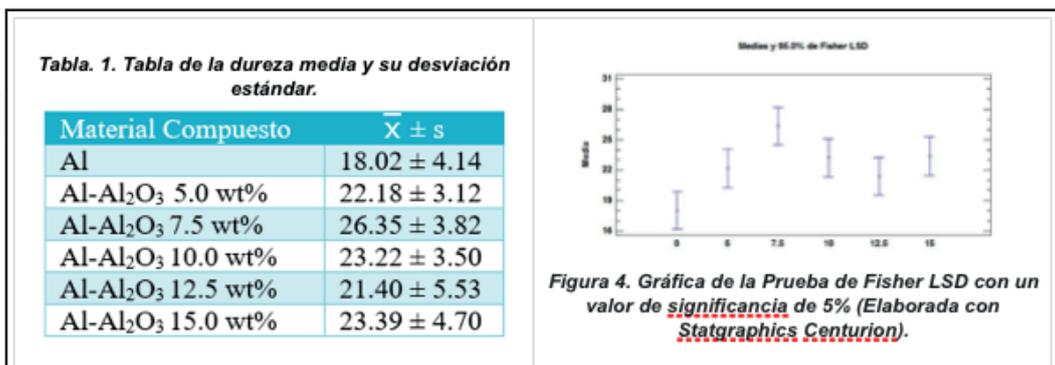
Fotografías metalográficas.

Se tomaron fotografías en un microscopio óptico marca Meiji para observar la homogeneidad del compuesto y la existencia de porosidad.

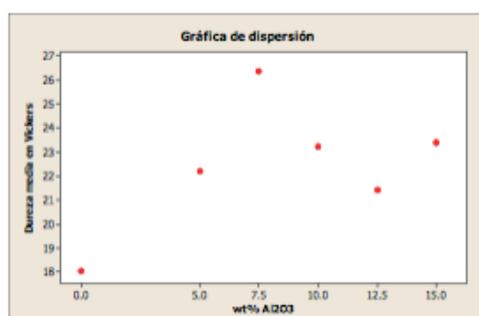
RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestra la microdureza media y la desviación estándar muestral correspondiente a cada wt% de Al₂O₃. Se observa que el compuesto que tiene la mayor dureza promedio es el compuesto Al-Al₂O₃ 7.5 %.

En la Figura 4 se muestra una gráfica de la prueba de Fisher LSD con un valor de significancia del 5 % para comparar la media de las muestras. Se observa que hay una diferencia significativa entre la dureza de Al y Al-Al₂O₃ 7.5 wt%



En la Figura 5 se muestra una gráfica de dispersión donde se observa que no tiene un comportamiento lineal entre el valor medio de la dureza y el wt% de Al₂O₃, se tiene como punto máximo la muestra Al-Al-Al₂O₃ 7.5 wt%.



De la Figura 6 a la 11, son fotografías metalográficas a 100X. Se puede observar que tienen un grado considerable de porosidad todas las muestras. Existe homogeneidad pues no se encuentra aglomeraciones del compuesto Al_2O_3 .

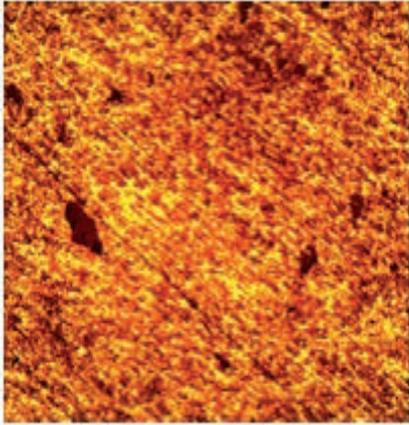


Figura 6. Al a 100x.

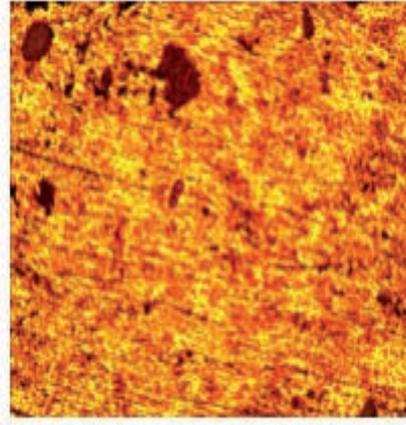


Figura 7. Al-Al₂O₃ 5.0 wt% a 100x.

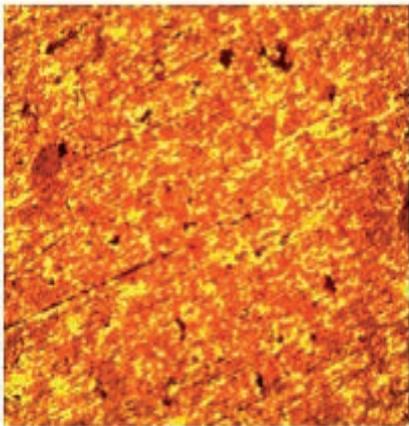


Figura 8. Al-Al₂O₃ 7.5 wt% a 100x.

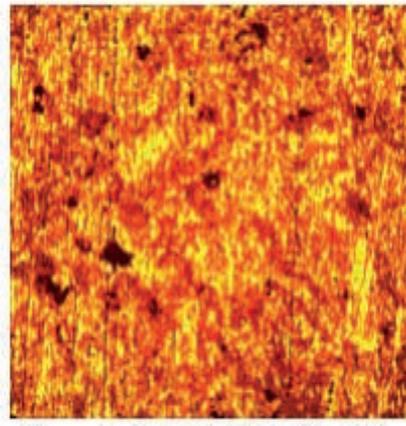


Figura 9. Al-Al₂O₃ 10.0 wt% a 100x.

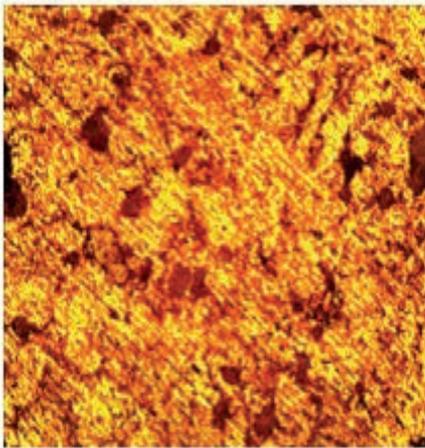


Figura 10. Al-Al₂O₃ 12.5 wt% a 100x.

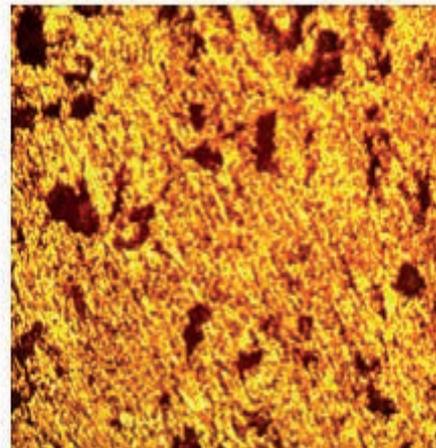


Figura 11. Al-Al₂O₃ 15.0 wt% a 100x.

CONCLUSIONES

El Al es un metal ampliamente utilizado debido a su baja densidad y cuando el peso es un factor de importancia, pero tiene poca dureza y una baja resistencia al desgaste. Con la adición de Al_2O_3 se puede incrementar significativamente el valor de la dureza.

De las variaciones de wt% de Al_2O_3 empleados en este estudio, el que tiene una mayor dureza significativa es el compuesto Al- Al_2O_3 7.5 % con una dureza promedio de 26.35 Vickers y una desviación estándar de 3.82 Vickers.

También se observó que todas las muestras se encontraron un grado considerable de porosidad, se recomienda variar el tiempo de sinterizado para determinar el tiempo óptimo para fabricar un compuesto más consolidado en una atmósfera no controlada.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Askeland, D. & Phulé, P. (2004). Ciencia e ingeniería de los materiales. 4a ed. México: Editorial Thomson.
- [2] Hashemi, J. & Smith, W. (2006). Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales. 4a ed. México: Mc Graw Hill.
- [3] Schey, J. (2002). Procesos de manufactura. 3a ed. México: Mc Graw Hill
- [4] Zabih, M., Toroghinejad, M. R., & Shafyei, A. (2013). Application of powder metallurgy and hot rolling processes for manufacturing aluminum/alumina composite strips en *Materials Science and Engineering: A*, No. 560, pp. 567-574. doi:10.1016/j.msea.2012.09.103 (fecha de consulta 20-06-2017)
- [5] Rahimian, M., Parvin, N., & Ehsani, N. (2010). Investigation of particle size and amount of alumina on microstructure and mechanical properties of al matrix composite made by powder metallurgy en *Materials Science & Engineering A*, No. 527(4-5), pp. 1031-1038. doi:10.1016/j.msea.2009.09.034
- [6] Rahimian, M., Parvin, N., & Ehsani, N. (2011). The effect of production parameters on microstructure and wear resistance of powder metallurgy Al- Al_2O_3 composite en *Materials & Design*, No. 32(2), pp. 1031-1038. doi:10.1016/j.matdes.2010.07.016

DIAGNÓSTICO SOBRE LA EFECTIVIDAD DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LAS EMPRESAS DE LA REGIÓN CENTRO DEL ESTADO DE COAHUILA. CASO INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

Itsel Mahely López Rosas e Ing. Guillermo Riojas Rodríguez.

RESUMEN

Actualmente la industria automotriz tiene gran impacto en el estado de Coahuila, ya que es la columna vertebral de su economía y es uno de los estados líderes en producción de vehículos a nivel nacional. Por este motivo, la presente investigación tipo exploratoria se llevó a cabo en la región centro de dicho estado en empresas de la industria automotriz, para conocer la forma en que implementan las medidas de seguridad e higiene en los centros de trabajo, detectando áreas de oportunidad y proponiendo estrategias de mejora para disminuir los riesgos a los que están expuestos los trabajadores por motivo del trabajo, de manera tal que se logre un beneficio tanto para estos últimos, como para la empresa.

ABSTRACT

Currently the automotive industry has a huge impact on the state of Coahuila, since it is the backbone of its economy and is one of the leading states in vehicle production nationwide. For this reason, the present exploratory type investigation was conducted in the center region of the State in enterprises of the automotive industry, for to know the way in which they implement the measures of safety and hygiene in the work centers, detecting areas of opportunity and proposing improvement strategies to reduce the risks to which the workers are exposed because of their activities, in such a way that the latter benefit, as the company.

Palabras Clave: industria automotriz, autopartes, seguridad e higiene, riesgo, condiciones y medio ambiente de trabajo.

INTRODUCCIÓN

Sin duda alguna, factores como la amplia red de acuerdos comerciales, la extensa proveeduría y las ventajas competitivas que ofrece la industria automotriz en México, han traído mayor inversión extranjera directa al país y un gran reconocimiento mundial (González Marín & Martín Granados, 2014), posicionándose en 2015 como el séptimo productor y el cuarto exportador de vehículos a nivel internacional (ProMéxico, 2016). De la producción en México, el 80% está destinada al mercado de exportación, principalmente hacia Estados Unidos, según reflejan las estadísticas de la AMIA, 2017, ya que representa el 76.8 % del total de dichas exportaciones. Más aún, la industria automotriz en México se encuentra en un momento de crecimiento, logrando récords de más de 3.6 millones de vehículos producidos, de los cuales, el 25% de estos se producen en el estado de Coahuila, por lo que es reconocido como el estado con mayor producción bruta total en el sector (De los Santos, 2012), aportando entre los años 2008 y 2009 el 37.8% del PIB estatal, según cifras del gobierno del Estado por conducto de su Secretaría de Fomento Económico. De acuerdo con el INEGI, 2009 existen más de 300 empresas dedicadas a la fabricación de automóviles y autopartes (10,000 trabajadores aproximadamente) en el estado, concentrándose la mayoría de éstas en la zona conurbana de Saltillo-Ramos Arizpe, en la región sureste, en donde se ubican dos plantas ensambladoras de autos, General Motors y Chrysler/Fiat, y una planta armadora de camiones pesados, Daimler (Freightliner). Dicho clúster automotriz se encuentra diversificado en gran variedad de partes, componentes e insumos de acero que provienen de la región centro del estado, específicamente de la ciudad de Monclova y Frontera, donde se encuentran empresas Tier 1,2 y 3 dedicadas a la fabricación de autopartes y una gama muy amplia de componentes para la industria automotriz. (CONACYT, 2014)

Debido a que la producción de vehículos requiere de altos estándares de calidad para lograr mejorar la competitividad y así subsistir en los mercados más exigentes, los puestos de trabajo tienen requerimientos cada vez más elevados, de tal forma que al llevar a cabo cualquiera de las funciones relacionadas con la fabricación de estos (tomando en cuenta todas las operaciones, hasta el final) así como alguna otra actividad que requiera la empresa, los trabajadores normalmente adquieren una serie de implicaciones derivadas en general de la excesiva carga de trabajo y de las condiciones inadecuadas del mismo, sumado a ello aspectos como el salario insuficiente, capacitación inadecuada o inexistente, falta de motivación, entre otros, que poco a poco pueden devenir en accidentes y enfermedades profesionales (Cañada Clé, y otros, Manual para el profesorado de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2009).

Tal es el caso del estado de Coahuila, que es líder a nivel nacional en enfermedades e incapacidades laborales (Secretaría de Trabajo y Previsión Social, 2016). Esta situación además de afectar directamente al trabajador y a su familia, repercute económicamente a la empresa al tener una disminución en la productividad, incrementar las piezas defectuosas, desperdiciar tiempo real, sufrir daños en las máquinas, tener rotación del personal y altos índices de ausentismo, aumento de prima de riesgo, entre otras consecuencias negativas (Nicolaci, 2008); por este motivo es importante que se respete el talento humano tomando en cuenta sus derechos fundamentales relativos al trabajo, convirtiéndose en este punto la higiene y la seguridad industrial un factor indispensable para proteger el bienestar de los trabajadores.

MARCO TEÓRICO

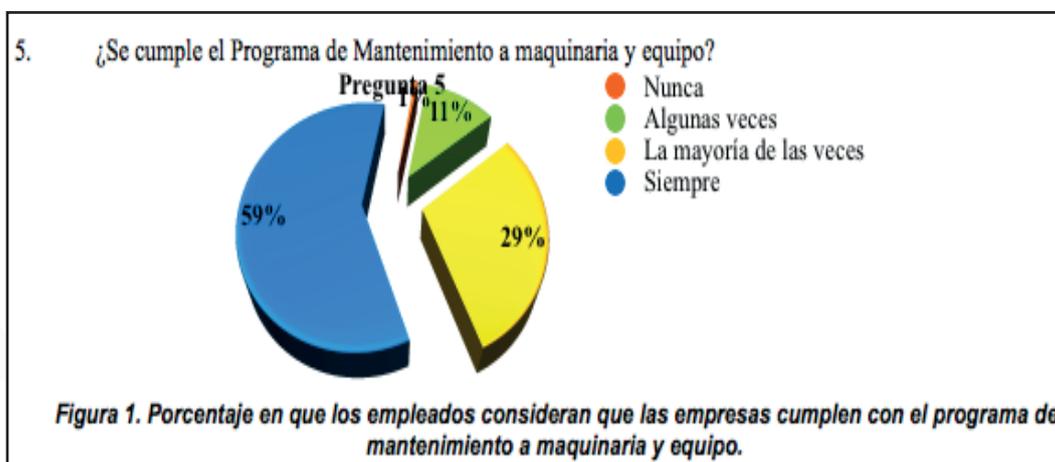
La salud y la seguridad de las personas son fundamentales para una vida plena, sin embargo, actualmente su interacción con el trabajo genera ciertas consecuencias: el trabajo como origen de riesgo, y la salud como bien preciado del ser humano que puede verse alterada por el trabajo (Cortés & M., 2002). La Seguridad e Higiene del Trabajo son las ciencias encargadas de reducir y eliminar dichos riesgos, que son los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores a causa de condiciones inseguras, actos inseguros y factores de riesgo (ya sean físicos, químicos, ergonómicos o derivados de la organización del trabajo) que a nivel mundial causa la muerte a dos millones de trabajadores cada año (Super Intendencia de Riesgo de Trabajo; Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, 2014). Su metodología implica la prevención, identificación, evaluación y control de riesgos (Ministerio de Trabajo, 2014). Las razones para instalar programas de seguridad en el trabajo son morales, legales y económicas, y el valor de conocer más sobre la salud y la seguridad es que aportan conocimientos y comportamientos útiles y de aplicación inmediata en todo lugar, sobre todo en el lugar de trabajo, logrando un “ganar-ganar”.

MÉTODOS Y MATERIALES

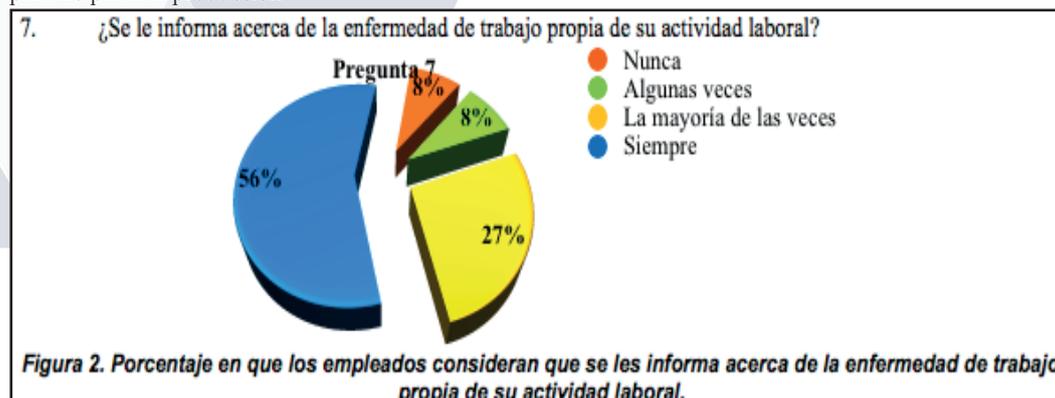
Para hacer posible esta investigación, fue necesario llevar a cabo una revisión bibliográfica para crear el estado del arte, analizando en un inicio estadísticas difundidas por el Instituto Mexicano del Seguro Social y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía como punto de partida de la indagación posterior. Se diseñó además un instrumento de medición (encuesta) que fue aplicado a 264 trabajadores del ramo estudiado, que incluye las variables de seguridad e higiene, entre las que destacan el uso del equipo de protección personal, comunicación por parte de la empresa de los riesgos a los que están expuestos en el lugar de trabajo, estado de las señales de seguridad, condiciones y medio ambiente de trabajo, entre otras. La encuesta está integrada de 14 ítems ponderados de la siguiente manera: 1) nunca, 2) a veces, 3) la mayoría de las veces y 4) siempre. Una vez obtenida la información, se generaron gráficos en el software Excel Microsoft, 2010 para su posterior análisis e interpretación, en la que se detectaron áreas de oportunidad y se propusieron estrategias de mejora.

RESULTADOS

En base a la información recopilada de la aplicación de la encuesta, se obtuvieron los siguientes resultados mostrando los factores más destacados con ayuda visual de gráficos para su mayor comprensión.



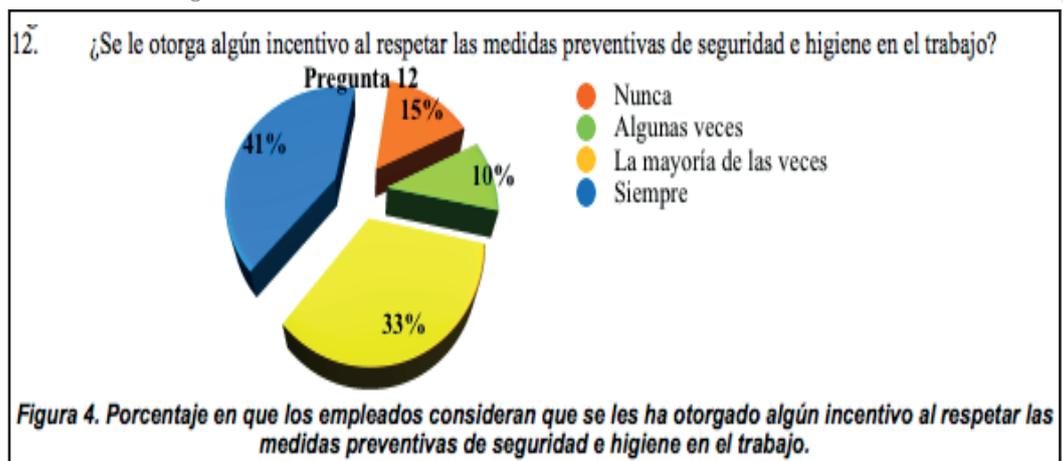
De acuerdo a la figura 1, el 58.8% de los trabajadores encuestados respondieron que siempre se cumple el programa de mantenimiento de la maquinaria y equipo dentro de la empresa, mientras que el 29.4% aseguran que esto sucede la mayoría de las veces. Sin embargo, a pesar de que el mantenimiento dentro de las organizaciones es un compromiso con la seguridad, el 0.6% y el 11.3% respondieron respectivamente que nunca y solo algunas veces se cumple el programa de mantenimiento dentro de la misma. Además, un trabajador encuestado agregó el comentario que el líder de su empresa no le daba mantenimiento a los equipos para no parar la producción.



Al observar la figura 2, nos damos cuenta que hubo bastante variación en las respuestas de los trabajadores a los que se le aplicó la encuesta, esto respecto a si se le informa sobre las enfermedades que pueden adquirir al llevar a cabo sus actividades, por lo que representa un área de oportunidad para las empresas, debido a que el 56.5% de dichos trabajadores respondieron que siempre se les brinda esta información, mientras que por otro lado, el 17% de estas personas no están enteradas o saben poco de ello.



En las organizaciones bajo estudio se demuestra tener un firme compromiso con los trabajadores al responder de manera responsable ante cualquier situación que pueda alterar la salud de los mismos, ya que de acuerdo a la figura 3, se observa que el 97.74% de los trabajadores encuestados afirman que de alguna u otra forma han recibido atención médica por parte de la empresa cuando lo han necesitado, y solo el 2.3% indican que esto ha sucedido solo algunas ocasiones.



Existe una diferencia importante en las respuestas de los trabajadores encuestados que se puede observar en la figura 4, esto se debe a que el 41.2% afirma que la empresa siempre le otorga algún tipo de incentivo al respetar las medidas preventivas de seguridad e higiene en el trabajo, y de manera similar el 33.3% dice que esto sucede la mayoría de las veces; sin embargo, más de la cuarta parte de los trabajadores nunca o muy pocas ocasiones han sido gratificados por respetar las medidas y reglas de seguridad. Por este motivo, esta variable representa un área en el que las empresas pueden mejorar, ya que los incentivos son una forma de motivación que ayudan a disminuir riesgos y de alguna u otra forma contribuyen a que los trabajadores se comprometan más en sus actividades laborales aumentando la productividad, la lealtad y la eficiencia al ver que son reconocidos y recompensados.

CONCLUSIONES

Por lo aquí expuesto podemos concluir que es de suma importancia que todos los niveles jerárquicos de una organización se comprometan con la implementación adecuada de los sistemas de seguridad e higiene para cumplir con los objetivos establecidos y contribuir con la mejora continua de la organización. Sin embargo, en algunos estudios se ha percibido que a las empresas les pesa dar el primer paso en la implementación de dichos sistemas, ya sea por su tamaño o cultura organizacional, o bien, porque no cuentan con el personal preparado para ello, y además, al pensar en programas de prevención y mejoramiento de las condiciones y medio ambiente de trabajo lo perciben como difícil, muy extenso y por si fuera poco costoso. A pesar de ello, las empresas de la industria automotriz de la región centro del estado de Coahuila, demostraron a través de un análisis crítico que la efectividad de sus sistemas de seguridad e higiene es adecuada para el desarrollo económico tanto de los trabajadores como de la empresa, y por tanto de la región y del estado, evidenciando de esta manera que realmente es una inversión que a mediano y largo plazo dejará ver sus resultados, ya que no solamente garantiza que la organización controle los riesgos referentes a la seguridad y la higiene ocupacional, sino que también reduce potencialmente los tiempos improductivos y los costos asociados a esto.

Por último, sabemos que existen áreas de oportunidad que deben considerarse y aprovecharse en la región, así como estrategias que deben ser implementadas para fortalecer y desarrollar de manera óptima los sistemas de seguridad industrial.

BIBLIOGRAFÍA

- Cañada Clé, J., Díaz Olivares, I., Medina Chamorro, J., Puebla Hernández, M., Simón Mata, J., Soriano Serrano, M., y otros. (2009). Manual para el profesor de Seguridad y Salud en el Trabajo. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Nicolaci, M. (4 de Abril de 2008). Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (CyMAT). Recuperado el 23 de Junio de 2017, de Ciencia red: <http://www.cienciared.com.ar/ra/doc.php?n=835>
- AMIA. (2017). Estadísticas a Propósito de la Industria Automotriz. México.
- Cañada Clé, J., Díaz Olivares, I., Medina Chamorro, J., Puebla Hernández, M., Simón Mata, J., Soriano Serrano, M., y otros. (2009). Manual para el profesor de Seguridad y Salud en el Trabajo. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- CONACYT. (2014). Agenda de Innovación de Coahuila: Documentos de trabajo, 4.5 Agenda de Área de Especialización: Automotriz y Autopartes. México.
- Cortés, D., & M., J. (2002). Seguridad e Higiene del Trabajo. Técnicas de prevención de riesgos laborales. México D. F.: 3ª. Edición, Alfaomega.
- De los Santos, S. (2012). "Coahuila: Ecosistema de Innovación", en Plan Estratégico y Transversal de Ciencia y Tecnología en la Frontera Norte de México. México: Froncytec.
- (1990). Manual de apoyo didáctico y guía para la capacitación. Área Estudios e Investigaciones Laborales,. En E. Giraud, & J. Neffa, Condiciones y medio ambiente de trabajo.
- González Marín, M., & Martín Granados, V. (2014). Modelos de industrialización en el sector automotriz . Brasil y México. En J. Carrillo Viveros, L. Medina Álvarez, & M. González, El auge de la industria automotriz en México en el siglo XXI. Reestructuración y catching up (págs. 147-159). México: Jorge Carrillo Viveros.
- Hernández Zuñiga, A., Malfavón Ramos, N. I., & Fernández Luna, G. (2005). Seguridad e Higiene Industrial. México: Limusa.
- Microsoft. (2010). Microsoft Excel 2010. Microsoft Office. Microsoft Office.
- Ministerio de Trabajo, E. y. (2014). Salud y Seguridad en el Trabajo . Aportes para una cultura de la prevención. Argentina: Raquel Franco.
- ProMéxico. (2016). La Industria Automotriz Mexicana. Situación actual, Retos y Oportunidades. México. Secretaría de Trabajo y Previsión Social. (2016). Información sobre Accidentes y Enfermedades de Trabajo Coahuila de Zaragoza 2004-2015. Coahuila, México.
- Super Intendencia de Riesgo de Trabajo; Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social. (2014). Manual de Buenas Prácticas / Industria Automotriz. Argentina.

ANÁLISIS DE LAS HABILIDADES DE ESTUDIO E INTERESES PROFESIONALES EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y SU RELACIÓN CON EL DESEMPEÑO ACADÉMICO

JORGE BALDERAS PONCE Y

PALOMA TERESITA GUTIÉRREZ ROSAS

RESUMEN

El desempeño académico es objeto de estudio de las instituciones educativas en busca de conocer las causas que lo afectan esto para contribuir al éxito de los estudiantes. El objetivo de esta investigación es determinar la correlación que existe entre los hábitos de estudio e intereses profesionales de estudiantes de ingeniería industrial del Instituto Tecnológico de Celaya con el desempeño académico. La investigación es descriptiva correlacional basada en encuestas para identificar hábitos de estudio e intereses profesionales. Se obtuvo que los estudiantes con mejores hábitos de estudio tienen una menor cantidad de materias en repetición y curso especial además su promedio es mayor. Se contribuye con esto a que el ITC implemente estrategias para mejorar los hábitos de estudio.

ABSTRACT

The academic performance is the object of study the educational institutions in the search of knowing the causes that affect this to contribute to the success of the students. The objective of this research is to determine the correlation between the study habits and professional interests of students of industrial engineering of the Instituto Tecnológico de Celaya with academic performance. The research is descriptive correlation base on surveys to identify study habits and professional interests. It was obtained that the students with better habits or study have a smaller amount of subjects in repetition and special course in addition its average is greater. This contributes to the ITC implementing strategies to improve study habits.

Palabras Clave: Hábitos de estudio, desempeño académico, deserción académica.

INTRODUCCIÓN

En épocas recientes ha crecido la preocupación acerca del desempeño académico de los estudiantes de Ingeniería Industrial y de que manera afectan los hábitos de estudio e intereses profesionales un buen o mal desempeño.

La manera en que los estudiantes aprenden ha cambiado, los alumnos actualmente tienen a su disposición dispositivos móviles conectados a redes sociales como Facebook y WhatsApp, tecnologías que ahora forman parte de sus hábitos de estudio y pueden afectar de forma positiva o negativa de acuerdo al uso que se les dé, es por ello la importancia de considerar como influyen en el aprendizaje (Bayona Ibañez & Ricon Parada, 2016), además la vida en la universidad es un ciclo de transición muy importante ya que el alumno experimenta muchas cosas, el ajustarse a un nuevo sistema y ritmo de estudio, relacionarse con distintas formas de pensar y un notorio incremento de estrés universitario. (Burneo Álvarez, 2016)

Considerando lo anterior muchas herramientas de estudio relacionadas con un buen desempeño académico, tales como tomar notas puntalues, organizar el tiempo, ubicarse en un ambiente propicio para estudiar, etc.

Han dejado de utilizarse o no se hace de la manera adecuada mermando el desempeño escolar. (Ibidem)

El desempeño académico, un factor fundamental en este estudio, según Bayona Ibañez & Ricon Parada (2016) es un indicador de éxito sobre la formación de los profesores hacia el alumno, es un parámetro del aprendizaje obtenido por el estudiante provocado por un proceso de formación. Por otro lado, el hábito de estudio se refiere a como el individuo reacciona a su quehacer diario, es la costumbre propia de intentar aprender constantemente, conlleva la manera en que la persona organiza su tiempo, técnica, espacio y métodos de aprendizaje. Así mismo, aunque los estudiantes tienen el conocimiento y la forma de aplicar las técnicas de estudio no lo hacen con la rigurosidad suficiente, únicamente lo aplican poco tiempo antes de realizar un examen sin generar un hábito lo que provoca un bajo desempeño escolar. (Ibidem)

Cada área del conocimiento, debido a sus distintos enfoques, objetivos y estructura de procedimientos realizados, encaminan a que en los estudiantes predominen hábitos de estudio característicos (Delgado Sánchez, Martínez Flores, & Flores López, 2016), por ello es importante definir que hábitos de estudio son adecuados para estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial para enfocar el análisis y que los resultados sean significativos.

Por otro lado, Acevedo Zuluaga (2016) define un hábito de estudio como la capacidad, disposición y la manera en que realizamos las cosas, pero con calidad que facilite el aprendizaje, interpretado también como la habilidad para resolver problemas en los momentos que son requeridos y en el contexto en el que se presentan, todo ello derivado de la experiencia que los estudiantes van formando en su transición de la preparatoria a la universidad.

Otro factor importante que es objeto de análisis dentro de esta investigación son los intereses profesionales que Zerpa G., M. López, & Ramírez L. (2007) definen como una respuesta afectiva que el individuo genera ante los elementos del entorno que le resultan de relevancia ocupacional, también dice que estos intereses comienzan a ser más importantes durante la etapa adolescente, ya que se considera que son más estables en esta etapa es por ello que los instrumentos que se utilicen para evaluar los intereses de una persona deben ser estables durante un lapso de tiempo.

Por esto, aunque el sistema educativo sea bueno y garantice el ingreso a la universidad a estudiantes que cuentan buenas condiciones actitudinales como aptitudinales para enfrentar de buena manera lo que exige la universidad, los exámenes de orientación vocacional y formación humana que se realizan en las etapas preuniversitarias parecen no ser efectivos. (Marín Sánchez, Infante Rejano, & Troyano Rodríguez, 2000)

Esto se refuerza con un estudio realizado por Marín Sánchez, Infante Rejano, & Troyano Rodríguez (2000) en el cual se elaboró el perfil vocacional de alumnos que habían fracasado en sus estudios, los resultados de ese estudio nos dicen que los factores motivación y actitud tenían un impacto igual o mayor sobre el fracaso académico que los aspectos intelectuales o cognitivos, además Saldaña (1986) afirma que los abandonos en los estudios universitarios se originan de la desorientación previa de los estudiantes cuando comienzan sus estudios siendo en los dos primeros periodos cuando se presenta la mayor cantidad de abandonos.

Es notorio que encontrar un interés vocacional es un proceso muy complejo al cual no se le ha dado el énfasis necesario, en este proceso la maduración, motivación, factores e intereses personales son elementos difícil de conjuntar, de esta manera la equivocación de cursar una carrera no deseada puede venir desde el desconocimiento de los alumnos de sus propias preferencias profesionales, de que los planes de estudio no cumplan con las expectativas, así la psicología vocacional nos dice que el estudiante será exitoso en su profesión si sus habilidades, intereses y personalidad se compaginan con los requisitos, recompensas y relaciones en su ambiente de trabajo. (Marín Sánchez, Infante Rejano, & Troyano Rodríguez, 2000)

El presente estudio busca analizar la relación entre los intereses profesionales y hábitos de estudio con el desempeño académico de los estudiantes de ingeniería industrial lo cual es muy importante pues permite saber si el bajo desempeño se debe a los factores anteriormente mencionados o son otros aspectos los que influyen mayormente en un mal desempeño, para así tomar las medidas que sean necesarias para cambiar para bien el desarrollo que tienen los estudiantes a lo largo de su proceso de formación. En el presente reporte solo se abordarán los resultados correspondientes a los hábitos de estudio.

MARCO TEORICO

Se consideran hábitos de estudio a las conductas que los estudiantes practican de manera cotidiana para obtener conocimientos, estos hábitos pueden ser tanto buenos como malos lo que trae consecuencias positivas o negativas, según sea el caso, en su rendimiento académico. Se trata de como el estudiante afronta sus responsabilidades en el estudio de forma diaria, son las costumbres sobre como aprender e influye la manera en que se organiza el estudiante referido al espacio, tiempo, técnicas y métodos de estudio.

Estos hábitos se van formando a lo largo de la vida estudiantil y se van haciendo cada vez más complejos pues no serán los mismos hábitos de estudio de un estudiante de primaria que los de un universitario, sin embargo, hay factores que deben estar presentes independientemente del nivel en el que se encuentre el estudiante y estos son automatizar el orden y el manejo del tiempo. (De Conceptos.com , 2017)

Así Bayona Ibañez & Ricon Parada (2016) nos dicen que el rendimiento académico es un indicador del éxito frente a las demandas de la formación docente, es una medida de lo que el estudiante aprendió como consecuencia de un proceso de formación.

Un concepto que cobra importancia en los hábitos de estudio que tiene un estudiante es la motivación escolar que según Alcalay & Antonijevic (1987) es un proceso por el cual se comienza y se enfoca hacia el logro de una meta. Dicho proceso conlleva variables afectivas y cognitivas, las primeras en cuanto a comprender conceptos como la autovaloración, autoconcepto, etc. y las segundas se refieren a las habilidades de pensamiento y conductas instrumentales para lograr los objetivos planteados.

Al respecto, Bandura (1993) en su teoría cognoscitiva social, dice que la motivación se puede definir como el resultado de dos factores principales, la expectativa que tenga el estudiante de lograr una meta y lo que significa dicha meta para él. “En otras palabras, los aspectos importantes para la persona son, ¿si me esfuerzo puedo tener éxito? y ¿si tengo éxito, el resultado será valioso o recompensante?”, de esta manera la motivación es un producto de la interacción de estos dos factores ya que, si alguno de los dos no está presente, no habrá motivación para cumplir las metas.

La deserción escolar es una consecuencia de un mal desempeño académico y Páramo & Correa (1999) la definen como “La Deserción estudiantil, entendida no sólo como el abandono definitivo de las aulas de clase, sino como el abandono de la formación académica, independientemente de las condiciones y modalidades de presencialidad, es decisión personal del sujeto y no obedece a un retiro académico forzoso (por el no éxito del estudiante en el rendimiento académico, como es el caso de expulsión por bajo promedio académico) o el retiro por asuntos disciplinares, diríase entonces, que la deserción es opción del estudiante, influenciado positiva o negativamente por circunstancias internas o externas.”

MÉTODOS Y MATERIALES

El tipo de investigación es descriptiva correlacional, descriptiva debido a que este tipo de investigación busca definir las propiedades y características de los estudiantes de ingeniería industrial del ITC, se busca recolectar información sobre los estudiantes tales como el promedio, semestre, materias que han tenido en repetición y curso especial (Hernández Sampieri, 2014) y es correlacional ya que este estudio tiene como finalidad conocer la relación existente o el nivel de asociación entre los hábitos de estudio e interés profesionales con el desempeño académico (Ibidem)

Los datos se obtuvieron mediante la aplicación de dos encuestas. La primer encuesta está enfocada en conocer los intereses profesionales de los estudiantes de ingeniería industrial del Instituto Tecnológico de Celaya la cual consta de 42 ítems divididos en seis secciones, una de ellas con el propósito de conocer los interés sobre la ingeniería en general y las secciones restantes se enfocan cada una de ellas en una ingeniería distinta, las cuales se consideró que son las más representativas, estas son: ingeniería industrial, ingeniería mecánica, ingeniería eléctrica y electrónica, ingeniería en sistemas e ingeniería química y bioquímica.

La segunda encuesta cuyos resultados se reportan en el presente y fue obtenida del Manual del Tutor del SNIT versión 2013 es para identificar los hábitos de estudio de los estudiantes se compone de tres secciones de 20 ítems cada una, la primera es para conocer la organización del estudio la cual se refiere a los problemas sobre el uso efectivo del tiempo disponible para el estudio, además del lugar en el que se estudia, la segunda sección es sobre las técnicas de estudio que se refiere a los problemas que se tienen sobre la lectura de libros, toma de apuntes y como se preparan para realizar un examen y la última sección es para conocer la motivación para el estudio y se refiere a los problemas con la actitud indiferente o negativa sobre el valor que cada uno le da a la educación.

La muestra de 82 estudiantes se obtuvo mediante la ecuación (1 propuesta por (Murray R. & Larry J., 2005)

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2 N}{e^2 (N-1) + Z^2 \sigma^2}$$

Se considero una población de 560 estudiantes (N) de ingeniería industrial, el nivel de confianza se tomó del 95% ($\alpha=0.05$) ya que este es el valor mínimo aceptado para considerar la investigación como confiable, se determinó utilizar la desviación estándar de 0.5 ya que en caso de desconocerla es común utilizar este valor, "e" es el límite aceptable de error muestral y por lo general va del 1% al 9% siendo 1% el valor utilizado para esta investigación.

RESULTADOS

Las respuestas obtenidas de la encuesta se evaluaron de acuerdo a la tabla de comparación contenida en el Manual del Tutor del SNIT versión 2013, donde se indica que se deben contabilizar el número de ocasiones en la cual un estudiante responde que no, entre mayor número de NO's se considera que son mejores los hábitos de estudio. La figura 1 muestra el número promedio de respuestas negativas por sección.



En la primera sección los estudiantes contestaron NO en 10 ocasiones lo cual indica que el nivel de organización para el estudio (uso efectivo del tiempo de estudio y el lugar donde se estudia) es bajo, en la segunda sección se obtuvo que en promedio se contestó con un NO a 12 preguntas lo que indica que las técnicas de estudio utilizadas por los estudiantes se encuentran ligeramente por debajo de la media y en la tercera sección los alumnos contestaron en 13 ocasiones de forma negativa a las preguntas de la encuesta lo cual indica un promedio bajo.

En general en los tres ámbitos estudiados (organización para el estudio, técnicas de estudio y motivación para el estudio) los estudiantes se encuentran por debajo de la media siendo un poco más críticos los resultados en cuanto a organización y técnicas de estudio, por lo que podemos concluir que los estudiantes de ingeniería Industrial del ITC no tienen ni la organización ni las técnicas de estudio adecuadas para lograr un desempeño académico adecuado.

La tabla 1 nos muestra los coeficientes de correlación entre las diferentes secciones estudiadas en la encuesta con cada uno de los factores de desempeño analizados.

Tabla. 1. Correlaciones entre secciones y factores de desempeño.

	Semestre	Promedio	Materias en repetición	Materias en especial
Porcentaje de No sección A	= -0.062	= 0.117	= -0.316	= -0.151
Porcentaje de NO sección B	= -0.100	= 0.130	= -0.243	= -0.204
Porcentaje de NO sección C	= -0.104	= 0.044	= -0.219	= -0.180

De la tabla de coeficientes de correlación podemos determinar que no existen coeficientes muy cercanos a 1 o -1 para establecer que existe una correlación demasiado significativa entre los factores analizados, sin embargo, se pueden sacar datos que son importantes:

La correlación de cada una de las secciones con las materias en repetición es negativa lo que nos indica que entre más alto es el nivel de hábitos de estudio en los estudiantes es menor la cantidad de materias que se llevan a repetición este mismo fenómeno ocurre con las materias que los alumnos se llevan a curso especial. Así mismo podemos observar que la correlación entre el promedio y cada una de las secciones que se evaluaron en la encuesta es positiva por lo que, aunque es ligera se puede decir que entre mejor nivel de hábitos de estudio se tienen es mayor su promedio general.

Un dato interesante obtenido de las correlaciones es que los estudiantes de los primeros semestres tienen mejores hábitos de estudio que los de semestres más adelante.

CONCLUSIONES

De acuerdo a las encuestas aplicadas podemos determinar que los estudiantes tienen un bajo nivel en cuanto a hábitos de estudio considerando técnicas, organización y motivación para el estudio, de igual manera la correlación entre los factores analizados mediante la encuesta y las variables que se utilizaron no es significativa por lo que la influencia de los hábitos de estudio en el desempeño académico no es de gran relevancia. Entre mejores hábitos de estudio maneje el estudiante es más probable que tenga una cantidad menor de materias en curso de repetición y especial.

Si un alumno tiene buenos hábitos de estudio su promedio tenderá a ser mejor que el de un estudiante con deficientes hábitos de estudio. Finalmente, según los resultados de la encuesta los estudiantes que tienen los mejores hábitos de estudio son los que se encuentran en los primeros semestres de la carrera.

BIBLIOGRAFIA

- Acevedo Zuluaga, M. (2016). Correlación entre Hábitos de Estudio, Estrategias de Aprendizaje y Rendimiento Académico, en Estudiantes de Fonoaudiología de la Corporación Universitaria Iberoamericana.
- Alcalay, L., & Antonijevic, N. (1987). Motivación para el aprendizaje: Variables afectivas. *Revista de Educación*, 29-32.
- Bandura, A. (1993). Perceived self-efficacy in cognitive development and functioning. *Educational Psychologist*, 117-148.
- Bayona Ibañez, E., & Ricon Parada, I. K. (2016). Hábitos de estudio y rendimiento académico en los estudiantes de ingeniería mecánica. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*.
- Burneo Álvarez, D. A. (2016). Los Hábitos de Vida Como Influencia en el Desempeño Académico de los Estudiantes de la Universidad San Francisco de Quito.
- De Conceptos.com . (2017). De Conceptos.com . Recuperado el 2017 de Junio de 26, de <http://deconceptos.com/ciencias-sociales/habitos-de-estudio>
- Delgado Sánchez, U., Martínez Flores, F. G., & Flores López, A. (2016). Análisis de los estilos y estrategias de aprendizaje en estudiantes de psicología.
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. Sexta edición. México, D.F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A DE C.V.
- Marín Sánchez, M., Infante Rejano, E., & Troyano Rodríguez, Y. (2000). El fracaso académico en la universidad: aspectos motivacionales e intereses profesionales. *Revista latinoamericana de psicología*, 505-517.
- Murray R., S., & Larry J., S. (2005). *Estadística*. 4ta edición. México, D.F.: Mc Graw-Hill.
- Páramo, G., & Correa, C. (1999). Deserción Estudiantil Universitaria. Conceptualización. *Revista Universitaria Eafit*.

DISEÑO DE SOLDADORA DE TERMOPARES Y ALAMBRES DELGADOS

MORALES MARTÍNEZ JORGE ALBERTO Y MARTÍNEZ FUENTES VÍCTOR

RESUMEN

El objetivo del proyecto es el desarrollo del diseño de una soldadora de termopares y alambres delgados en donde es considerado un modelado del gabinete que consta de 6 piezas en su totalidad. El trabajo presenta un desarrollo a partir de un diseño ergonómico, desarrollo de costos y un modelado en 3D, para así poder determinar no solo la estabilidad del dispositivo empleado sino también la fiabilidad de fabricación a partir de la evaluación de los esquemas para gabinete. Todo esto con la finalidad de proponer un prototipo que se adecue a las necesidades ante el proceso de soldadura con gas inerte.

ABSTRACT

The ultimate goal of this Project is the development of the thermocouples and thin wires solder. It is considering a cabinet modelling with a total of six pieces. This work shows a development from an ergonomic design, costs and 3D modelling in order to consider the device mechanical stability but also the reliability of manufacturing taken from the schemes' evaluation for the cabinet. All this with the purpose of proposing a prototype which suits the needs before welding with inert gas.

Palabras clave: gas inerte, diseño ergonómico, gabinete, modelado 3D, fabricación, prototipo.

INTRODUCCIÓN

Un termopar es un sensor para medir temperatura. Consiste en dos alambres de metales diferentes unidos por un extremo. Cuando la unión de los dos metales se calienta o enfría se produce una tensión eléctrica que se puede correlacionar con la temperatura. Las aleaciones de termopar están disponibles por lo normal en forma de alambre. El calentamiento de la junta de medición provoca una tensión eléctrica, aproximadamente proporcional a la temperatura. (Efecto termoeléctrico, efecto Seebeck). Esta tensión (fuerza electromotriz F.E.M.) se debe a dos factores: la sensibilidad termoeléctrica de los dos materiales y a la diferencia de temperatura.

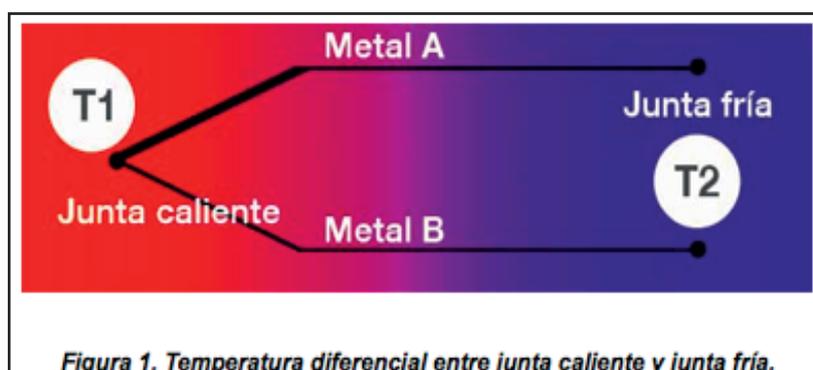


Figura 1. Temperatura diferencial entre junta caliente y junta fría.

Esto significa que un termopar no mide la temperatura absoluta sino la temperatura diferencial entre:

T1 junta caliente (hot junction)

T2 junta fría (cold junction)

Dado que la medición de la tensión eléctrica se suele realizar a temperatura ambiental, el valor de tensión indicaría un valor de temperatura demasiado bajo ya que se resta la temperatura ambiental. Para mantener el valor para la temperatura absoluta se aplica un circuito electrónico de “compensación de la junta fría”. Para formar las uniones de los termopares, principalmente, la junta de medición, es común soldar los alambres de forma permanente. Una soldadura permanente se puede lograr por varios métodos, pero el más adecuado es la soldadura eléctrica por descarga. Comercialmente, existen distintas soldadoras de descarga eléctrica, la gran mayoría con un costo de más de 60 mil pesos ya que son fabricadas en el extranjero y tienen que ser importadas al país.

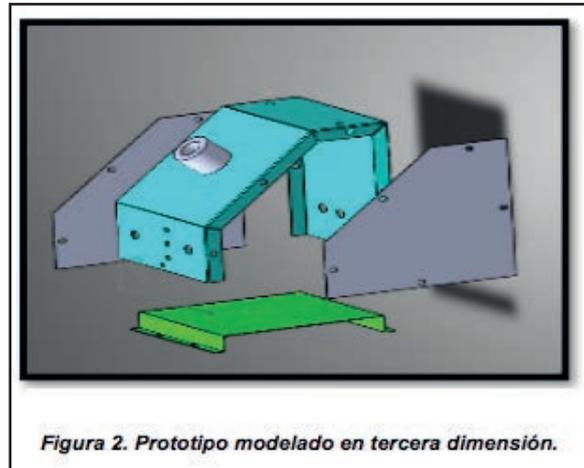
En particular, en los laboratorios de investigación y desarrollo, donde se llevan a cabo proyectos de medición de temperatura, el uso de soldadoras de alambres con suministro de gas inerte es de gran utilidad para la construcción rápida y de calidad de juntas de termopares. En este proyecto se requiere diseñar una soldadora con suministro de gas inerte (argón) cuya finalidad es eliminar la oxidación en el proceso de soldado, esto debido al oxígeno que se encuentra en el medio ambiente. Se busca crear una atmósfera inerte, libre de moléculas de oxígeno, a través del suministro de gas argón.

Se optó utilizar gas inerte en el proceso de soldado debido a que no reacciona químicamente con otros elementos químicos para formar compuestos. Los gases inertes que tienen aplicación en soldadura son el argón y helio. El argón es fácil de ionizar, facilita el cebado del arco, es el gas base de todas las mezclas, es un 38% más pesado que el aire, actúa desplazando al aire de las inmediaciones del arco eléctrico. El bajo potencial de ionización del argón implica menor energía a introducir en la columna de plasma, y longitud de arco más corta. El Argón tiene una pureza del 99,995%. Sus principales impurezas son el nitrógeno con cantidades inferiores a 30 ppm; el agua con cantidades inferiores a 8 ppm; y el oxígeno con cantidades por debajo 10 ppm

METODOS Y MATERIALES.

Para la realización del proyecto se utilizó un software de diseño (SolidWorks® 2016 x64 Edition) ya que cuenta con todo lo necesario para el desarrollo y modelado de prototipos y gracias a todas sus características se pudieron realizar todos los diseños deseables para los fines propuestos.

Se procedió con la realización del prototipo del gabinete de la soldadora de termopares y alambres delgados, el cual, con la ayuda del software ya mencionado, se pudo realizar una propuesta en tercera dimensión donde se puede ubicar de forma más realista la posición y los objetos utilizados en este prototipo (Figura 2). Mediante esta herramienta es posible obtener una forma más real del diseño final y que tipo de materiales se utilizarán.



El prototipo del gabinete consta de 6 piezas, cada una realizada tomando en cuenta las necesidades del producto. Se planea que presente un diseño ergonómico para una mayor comodidad y que cumpla con la capacidad de 0-30 joule, suficiente energía para realizar el soldado del termopar de alambres delgados. El gas de argón que fluye a través de la cámara de soldadura asegurara una soldadura fiable, libre de óxidos y todo el sistema pretende realizar los termopares de los llamados de metal base: tipos E, J, T, K y N y de metales nobles S, R y B

Una vez realizados varios bocetos previos, se comenzó con el dimensionamiento adecuado para todas las piezas y posteriormente se mandaron cotizar. Los materiales que se optaron para la fabricación del prototipo fueron:

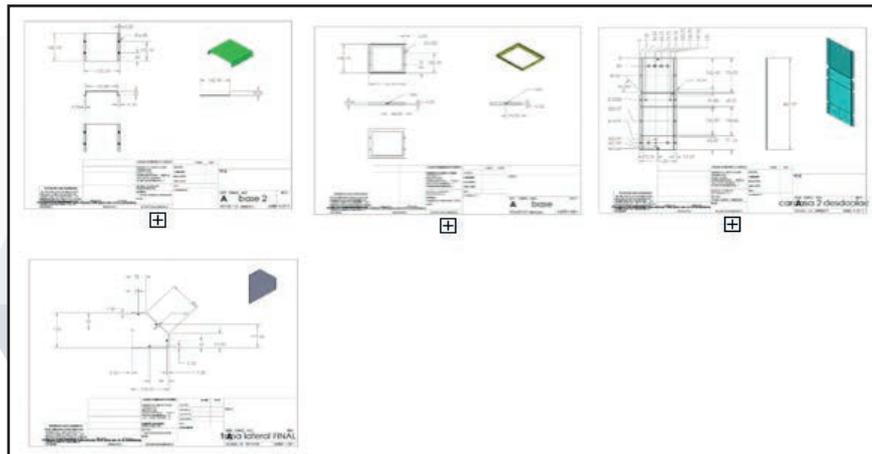
- Lamina AC cal.20
- Ángulo AC 1/8"
- Nylamid 1 1/2"

Materiales externos

- Circuitos eléctricos y electrónicos
- Capacitor de descarga
- Válvulas
- Mangueras
- Timer
- Pedales

RESULTADOS

Se realizó el prototipo y el diseño del gabinete de acuerdo a las especificaciones previamente planteadas. Se mandaron cotizar para su fabricación y se comprobó el éxito que puede tener la fabricación de la soldadora de termopares ya que en comparación de los modelos comerciales que son importados al país, el costo es mucho menor y el tiempo de construcción es muy corto. La estrategia de diseño no solo soluciono los percances anteriores, sino también se pudieron optimizar los procesos de manejo de material y el proceso de soldado.



En las figuras 2 a 6 se muestran los dibujos de las piezas de lámina del gabinete con las especificaciones requeridas para su fabricación. En la tabla 1 se muestra la lista de componentes del gabinete y sus costos. En la tabla 2 la lista de componentes y sus costos. Se observa que el precio total del prototipo es menor que el del equipo comercial.

Materiales	Costo \$
Circuitos eléctricos y electrónicos	\$6500
Capacitor para descarga	\$2500
Válvulas, mangueras, timers, pedales	\$8000
Fabricación de gabinete	\$2,085
Total	\$19,085

Tabla 1. Costo de fabricación de cada componente del gabinete

Tabla 2. Costo total de fabricación del prototipo

Pieza	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Base (ángulo AC 1/8")	1	\$180	\$180
Base 2 (lamina AC cal.20)	1	\$280	\$280
Tapa lateral (lamina AC cal.20)	2	\$290	\$290
Carcasa (lamina AC cal.20)	1	\$1100	\$1100
Manija tipo Bosch	1	\$235	\$235
Total			\$2,085

En base a la investigación realizada que puede hacer mezclas con argón y helio para mejorar la velocidad y rendimiento de la soldadura. Estos gases ayudaran casi exclusivamente para proteger el metal fundido por la soldadura de la oxidación y de la contaminación. Según se vaya avanzando a la hora de soldar, el gas protector va saliendo por la tubería con la finalidad de proteger el baño de fusión de la contaminación atmosférica, oxígeno, hidrogeno ... hasta que la soldadura, el baño de fusión se solidifique.

Gas argón: La principal función del gas de protección en la soldadura por arco protegida con gas ha sido la de proteger el metal fundido y calentado de los efectos perjudiciales del aire circundante y proporcionar unas condiciones favorables para el arco. Si el aire entra en contacto con el metal fundido y calentado, el oxígeno del aire oxidaría el metal, el nitrógeno podría volver poroso o frágil el metal de soldadura y la humedad del aire también causaría porosidad.

Gas Helio: Al igual que el argón, el helio (He) se utiliza junto con el argón y/o pequeñas cantidades de CO₂ u O₂. En estado puro o mezclado con argón se emplea como gas protector en las soldaduras. En comparación con el argón, el helio ofrece una mayor penetración lateral y mayores velocidades de soldadura, ya que genera un arco con más energía. Además, presenta unas características únicas que lo hacen más ventajoso para las soldaduras. Su gran potencial ionizador, alta conductividad térmica y estabilidad ofrecen beneficios como una mayor velocidad de desplazamiento y soldaduras de mayor calidad, lo que redundará en un aumento de la productividad y una disminución de los costes de mano de obra.

CONCLUSIÓN

A partir de los análisis desarrollados en la simulación y diseño del prototipo podemos determinar la efectividad de la fabricación, ya que cumple con todas las características para el proceso de soldado con gas inerte (argón), la estabilidad y el diseño del mecanismo podrá eliminar por completo la oxidación en el soldado de termopares y alambres delgados, sin embargo, se debe esperar un prototipo físico para poder corroborar los resultados obtenidos durante el proceso de investigación. Por otra parte, (PRODUCTS, 1996-2017) podemos optar por utilizar gas helio debido a la estabilidad y limpieza que ofrece el utilizar este gas.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliography

CV, I. Y. (2017). Fabricación de termopar y termopares. Retrieved from http://icytsa.com.mx/1737800_FABRICACION-DE-TERMOPAR-Y-TERMOPARES.html

Engineering, O. (2003-2017). Alambre de termopar. Retrieved from <http://mx.omega.com/prodinfo/alambre-de-termopar.html>

Engineering, O. (2003-2017). Termopares de alta temperatura y termopares exóticos. Retrieved from <http://mx.omega.com/subsection/high-temperature-thermocouples-exotic.html>

inc., O. E. (2003-20017). Termopar: Tipos y Aplicaciones. Retrieved from <http://mx.omega.com/prodinfo/termopar.html>

instrumentación. (2014). Cómo funciona un termopar. Retrieved from <http://www.bloginstrumentacion.com/blog/2014/08/26/cmo-funciona-termopar/>

PRODUCTS, G. A. (1996-2017). Carburos Metalicos. Retrieved from <http://www.carbuos.com/industries/Construction/construction-Metal-Fabrication/product-list/tig-welding-construction-metal-fabrication.aspx?itemId=2FC7BE63910343A88F7D52B49D70D163>

ANÁLISIS DE LAS HABILIDADES DE ESTUDIO E INTERESES PROFESIONALES EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y SU RELACIÓN CON EL DESEMPEÑO ACADÉMICO.

José Roberto Herrera Sánchez y Paloma Teresita Gutiérrez Rosas

RESUMEN

Para los estudiantes, tener una orientación vocacional adecuada, es de mucha importancia para su vida profesional y esto a su vez puede ser un factor que repercute en su desempeño académico. El desempeño académico ha sido un factor clave para que las instituciones planteen estrategias que disminuyan la deserción estudiantil. El presente tiene por objeto realizar una correlación entre los intereses profesionales de los estudiantes de ingeniería industrial del Instituto Tecnológico de Celaya y su desempeño académico. Se realizó y aplicó una encuesta acerca de la orientación vocacional dirigida a ingenierías para observar mediante un análisis estadístico si los alumnos de ingeniería industrial tienen interés por su carrera o alguna otra.

ABSTRACT

For the students, have an adequate vocational orientation, is of great importance for the professional life and this in turn can be a factor that has an impact on his academic performance. The academic performance has been a key factor for institutions to seek strategies that reduce student attrition. The present is intended to correlate the professional interests of students of industrial engineering at the Celaya technological institute and their academic performance. A survey was conducted and applied on the vocational orientation directed to engineering to observe through a statistical analysis if the student of industrial engineering have interest in their career or other.

Palabras Clave: Interés profesional, Ingeniería industrial, vocación profesional y desempeño académico.

INTRODUCCIÓN

Durante años pasados se ha ido generando una inquietud acerca del desempeño académico en los estudiantes, uno de los objetivos que se desean investigar son las habilidades e intereses profesionales de los estudiantes de Ingeniería Industrial, ya que en los últimos años se ha generado un mayor abandono de los estudios de la Ingeniería. Entendemos los intereses profesionales como respuestas afectivas que da un individuo a estímulos ocupacionalmente relevantes; y en este sentido la preferencia que muestra un sujeto se basa en la relativa deseabilidad de los aspectos percibidos de los estímulos. (GATI, 1986)

Dentro de la formación académica y profesional, la orientación y perspectiva son importantes para el buen desempeño de los estudiantes para adquirir a través de la formación, elementos que sustenten el proceso de enseñanza. Se debe buscar una forma para el aumento del aprendizaje y evitar el rezago y deserción de los estudiantes además potenciar su formación personal, académica y profesional, logrando la educación integral del estudiante de ingeniería.

Entre los problemas principales como marca Mantero (2010) encontramos:

- El uso de diferentes adjetivos como vocacional, profesional, ocupacional, educativa, escolar, etc.
- La disparidad de funciones asignada al profesional: diagnóstico, asesoramiento, terapia, consulta, consejo, enseñanza. (Álvarez González, 1996)

Es importante investigar si los intereses profesionales de los estudiantes son factores que intervienen directamente en el desempeño académico. Hacer la búsqueda de criterios que ayuden a determinar la forma de evitar el alto índice de reprobación e incrementar la educación total dentro de su estancia escolar.

Estudiar como responsabilidad fundamental (pero no única) del estudiante en su proceso de formación, requiere de un método de estudio que le permita de forma lógica, gradual y sistemática enfrentar la información, conocimientos que le permita aprender, comprendiendo lo que enfrenta en su estudio. (Ricon Parada & Bayona Ibáñez, 2016)

Además un estudiante debe seguir diferentes métodos para lograr un desempeño exitoso en su trayectoria escolar, además de verificar si su vocación de estudio es la adecuada, siendo un punto muy importante porque de esa decisión depende gran parte de su vida profesional.

Para las instituciones de educación superior (IES), la deserción de estudiantes en los primeros semestres es mayor, a partir de ello se han establecido diversas estrategias encaminadas a la mejora de hábitos de estudio y estrategias de aprendizaje, sin lograr los impactos esperados en algunas ocasiones, dado que las mismas no se fundamentan en el conocimiento previo del estado de estos hábitos y estrategias de los estudiantes. (Acevedo, 2016)

La presente investigación se encuentra dividida en dos partes, una enfocada en mostrar un análisis detallado sobre los intereses profesionales en estudiantes de Ingeniería Industrial, enfocándose a los distintos factores que influyen para lograr un buen desempeño o la deserción en la escuela y la segunda parte que analiza las estrategias de aprendizaje y hábitos de estudio que generen un buen desempeño del estudiante de Ingeniería, Aduna & Márquez (1987), afirman que los hábitos de estudio bien cimentados conllevan al alumno a tener un buen rendimiento académico.

El presente reporte contiene solamente la descripción y el análisis acerca de los intereses profesionales detectados en los estudiantes de ingeniería industrial del Instituto Tecnológico de Celaya y su relación con el desempeño académico.

MARCO TEORICO

Los intereses profesionales en los estudiantes han generado diferentes factores para fines de investigación y poder realizar un análisis adecuado acerca del enfoque de lo que en realidad se desea aprender. Dentro de estas decisiones que en ocasiones los estudiantes eligen, se ven reflejados diferentes variables dentro de su trayecto profesional y personal.

El mejorar el aprendizaje y el rendimiento académico de los estudiantes, especialmente en la educación superior, juega un papel esencial en el proceso de desarrollo de la sociedad. La motivación de los estudiantes es crucial por lo que hay que desarrollar un mejor entendimiento de los factores de la motivación académica; es posible que el contexto social diferente pueda ser uno de los elementos que influyan en la motivación y el auto-concepto académico (Isiksal, s.f.)

Un estudiante motivado intrínsecamente muestra más interés en lo que está aprendiendo, logra mayor satisfacción por lo que hace, tiene más empeño, es persistente, experimenta una sensación de control personal, eleva su autoestima y su creatividad (Tirado, 2010)

El rendimiento académico es la suma de diferentes y complejos factores que actúan en la persona que aprende, y ha sido definido con un valor atribuido al logro del estudiante en las tareas académicas. Se mide mediante las calificaciones obtenidas, con una valoración cuantitativa, cuyos resultados muestran las materias ganadas o perdidas, la deserción y el grado de éxito académico (Pérez Luño, Ramón Jerónimo, & Sánchez Vázquez, 2000)

Cada universidad determina criterios evaluativos propios, para obtener un promedio ponderado (valoración) de las materias que cursa el estudiante, donde se toman en cuenta elementos como la cantidad de materias, el número de créditos y el valor obtenido en cada una de ellas, que generalmente se denomina “nota de aprovechamiento”. En las calificaciones como medida de los resultados de enseñanza hay que tomar en cuenta que son producto de condicionantes tanto de tipo personal del estudiante, como didácticas del docente, contextuales e institucionales, y que todos estos factores median el resultado académico final.

Parsons en 1909 indicó que la elección vocacional incluía el conocimiento que uno tiene sobre sí mismo, el conocimiento que uno tiene sobre las ocupaciones, así como las relaciones entre ambos.

Adquirir el conocimiento de uno mismo supone el trabajo de conocer y entender las propias actitudes, capacidades, intereses y limitaciones que afectan a cada sujeto. Strong (1943) discutió que la función que los intereses profesionales desempeñan en el proceso de asesoramiento vocacional. En la actualidad, los cuestionarios sobre intereses vocacionales se utilizan con gran asiduidad, y tanto las condiciones de aplicación como los resultados del uso de dichos cuestionarios constituyen uno de los tópicos más tratados por los orientadores profesionales.

Dado que la madurez vocacional es un proceso que abarca la vida de las personas, es por lo que esta, “va construyéndose, implica formulaciones y reformulaciones, experiencias de indagación etc., de ahí la nota de calidad del desarrollo vocacional que desvela la madurez vocacional” (Rivas, 2003)

Según HANSEN J. & FOUAD N., (1984), se han incluido cinco determinantes de los intereses en sus teorías:

- Los intereses son la consecuencia del desarrollo de las predisposiciones genéticas de los sujetos y proponen como determinantes las aptitudes intelectuales que consideran innatas, el sexo biológico y la raza.
- Los intereses surgen significativamente como consecuencia de las influencias medioambientales y/o sociales y sugieren como determinantes la nacionalidad, el nivel socioeconómico y la familia.
- Los intereses son la manifestación de los rasgos de la personalidad.
- Los intereses son motivos, impulsos o necesidades.
- Los intereses son expresiones del auto concepto.

Los intereses profesionales de los estudiantes de ingeniería industrial, se pueden ver reflejados dentro de diferentes variables que se enfocan a cumplir un buen desempeño escolar, considera la orientación escolar como “proceso dirigido a ofrecer ayuda y atención al alumno para que alcance un alto rendimiento académico y progrese en sus estudios” (Molina, 2001)

MÉTODOS Y MATERIALES

Para fines de la investigación, se optó por realizar dos encuestas a los estudiantes del Instituto Tecnológico de Celaya, divididas en diferentes secciones, con el fin de conocer los hábitos e intereses profesionales y analizar la relación que existe con su desempeño escolar.

Al inicio de las encuestas se requieren datos como son el nombre, carrera, número de control, semestre, número de materias que han tenido en repetición, número de materias en curso especial y el promedio aproximado del alumno, algunos de ellos son factores que miden el desempeño escolar.

La primera encuesta está relacionada con los hábitos de estudio, está dividida en tres diferentes secciones, la primera se refiere a la organización de estudio de acuerdo a su rutina diaria. La segunda sección menciona las técnicas de estudio. La última sección de esta encuesta se refiere a la motivación que tiene los estudiantes respecto a ejercer sus actividades.

La segunda encuesta se enfoca a los intereses profesionales, contiene un total de 39 preguntas referidas acerca del agrado o interés de la persona encuestada sobre algunos tópicos, el cuestionario se encuentra dividido en seis secciones que a continuación se explicarán.

La primera sección se refiere al sector industrial, enfocándose en las áreas de la Ingeniería Industrial. La segunda sección es dirigida al campo de la Ingeniería en general. La tercera sección contiene preguntas para el área de ingeniería en sistemas. La cuarta sección se refiere al interés para la ingeniería mecánica. La quinta sección está relacionada con la ingeniería eléctrica y la sexta sección con la ingeniería química y bioquímica.

La ecuación (1 para el cálculo de la muestra es la siguiente, obtenida mediante la fórmula propuesta por (Murray R. & Larry J., 2005).

$$n = \frac{Z^2 \cdot \sigma^2 \cdot N}{e^2 \cdot (N-1) + Z^2 \cdot \sigma^2}$$

Para los valores se consideró:

N=560, el cual es el número total de alumnos de ingeniería industrial del año 2017.

□=0.5, la desviación utilizada fue por recomendaciones del autor.

α=0.05, el nivel de significancia de la prueba.

e=0.1, límite aceptable de error muestral.

Z= 1.9

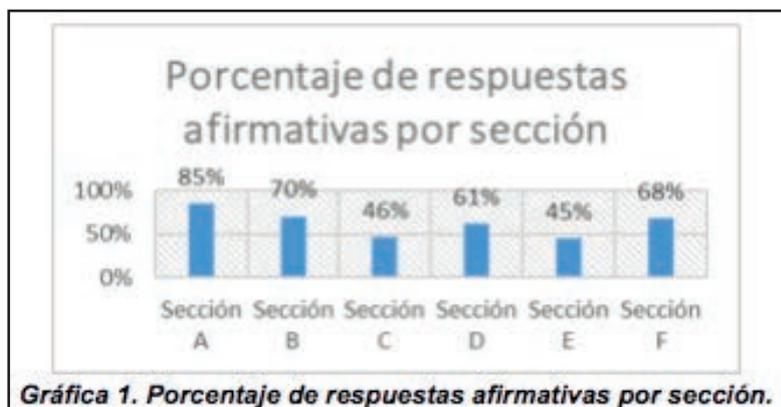
Siendo un total de 82 alumnos a los que se les aplicó la encuesta sobre hábitos e intereses de estudio.

Para realizar la investigación se decidió utilizar la metodología de investigación de análisis descriptiva correlacional, un estudio descriptivo busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población mientras que un estudio correlacional, asocia variables mediante un patrón predecible para un grupo o población (Hernández Sampieri, 2014).

En la presente investigación se describe el desempeño académico y la orientación vocacional de los estudiantes de ingeniería industrial del ITC y a su vez se analiza la correlación entre ambas variables.

RESULTADOS

De los 82 estudiantes encuestados el porcentaje de respuestas afirmativas a cada una de las secciones del cuestionario se muestran en la gráfica 1 de forma general:



De acuerdo con la gráfica se puede decir que el 85% de los estudiantes tienen una orientación hacia la carrera de ingeniería industrial, siendo el 100% alumnos de ingeniería industrial.

La sección que sigue es la B teniendo un 70%, teniendo preguntas hacia el área de ingeniería de forma general.

La sección F cuenta con un 68% del total de encuestados, refiriéndose al área de ingeniería química. Siendo estas tres secciones las más altas por parte de los estudiantes.

De acuerdo a los estudiantes que fueron encuestados se puede decir que tienen un interés a su carrera, ya que el 85% de ellos muestran interés favorable a la carrera de Ingeniería Industrial. El porcentaje restante se puede ver disperso en las diferentes secciones que mencionan diferentes áreas de ingeniería.

En base a la encuesta se puede generar una correlación con las diferentes secciones y los diferentes factores que pudieran ser de impacto para el estudiante, como son: promedio, número de materias en repetición, número de materias en curso especial y semestre.

La tabla 1 muestra la correlación de la encuesta dividida en cada sección y de forma general.

En el encabezado de la primer columna describe las secciones de la encuesta, las cuales van desde la sección A hasta la sección F y terminando el general de la encuesta, cabe mencionar que lo que se está tomando en cuenta para las secciones es el porcentaje de respuesta SI en cada una.

Cada sección se está correlacionando con las cuatro columnas de la tabla, mostrando un coeficiente de correlación en cada casilla correspondiente a la sección y al encabezado que se está evaluando.

Tabla 1. Correlaciones entre secciones de la encuesta y factores de desempeño académico.

Secciones	Promedio (aproximado)	Número de materias en repetición	Número de materias en curso especial	Semestre
A	-0.017943363	0.11617008	-0.072924651	-0.0576977
B	0.004646864	-0.02246435	-0.105824746	-0.15031045
C	-0.075032859	0.17939389	0.14111822	0.24260187
D	0.053097004	0.09772566	0.011533113	0.08838305
E	-0.094994047	0.30325007	0.200941371	0.27162495
F	0.001215551	0.02217125	-0.00953022	-0.06796705
General	-0.044924629	0.20303771	0.079603939	0.123611

De acuerdo a cada correlación se puede decir lo siguiente: el mayor porcentaje de estudiantes que está cursando la carrera de ingeniería industrial se encuentra en la vocación correcta, esto se observa desde la gráfica 1, sin embargo, la tabla 1, muestra que no existe una relación significativa en el desempeño académico con respecto a su orientación. La correlación más alta que se encontró fue de 0.3032 la cual se refiere a que existe una tendencia positiva del número de materias en repetición con respecto a agrado o interés de la ingeniería eléctrica. De acuerdo a la correlación de 0.2716 que se relaciona con el semestre y la ingeniería eléctrica, podría explicarse como un interés creciente de los estudiantes que van avanzando su trayecto escolar con respecto a dicha ingeniería. Algo similar sucede con la carrera de ingeniería mecánica donde la correlación con el semestre es de 0.2426.

CONCLUSIONES

Durante el desarrollo del proyecto se mostró un fuerte interés acerca de conocer las variables que afectan a los estudiantes para elegir su vocación correcta. De acuerdo a los resultados de la presente investigación, se puede concluir que el 85% de los estudiantes de ingeniería industrial se encuentra dentro de su vocación adecuada, siendo el porcentaje restante, alumnos que despierten un interés hacia alguna u otra carrera.

Dentro de la correlación se pudo observar que los factores que se evaluaron como son el promedio, el semestre, número de materias en repetición y número de materias en curso especial, no afectan a los alumnos a situar su vocación a otra carrera fuera de la ingeniería industrial. Siendo una alternativa de investigación, buscar alguna u otra variable que pueda mostrar alguna relación dentro su vocación profesional. Cada relación se obtuvo mediante términos estadísticos que ayudaron a verificar la relación de cada variable.

Por lo tanto no existe algún problema en la orientación vocacional de los alumnos evaluados que afecten directamente el desempeño de los estudiantes de ingeniería industrial del tecnológico de Celaya.

BIBLIOGRAFIA

- Acevedo, Z. M. (2016). Correlación entre hábitos de estudio, estrategias de aprendizaje y rendimiento académico, en estudiantes de Fonoaudiología de la corporación Universitaria Iberoamericana. 7.
- Bol, L., Warkentin, R. W., Nunnery, J. A., & O'Connell, A. A. (1999). College students' study activities and their relationship to study context, reference course, and achievement. *College Student Journal*.
- Castejón, C., & Pérez, S. (1998). Un modelo causal-explicativo sobre la influencia de las variables psicosociales en el rendimiento académico. *Revista Bordon*, 2(50), 170-184.
- De Garay, A. (2006). Las trayectorias educativas en las universidades tecnológicas. Un acercamiento al modelo educativo desde las prácticas escolares de los jóvenes universitarios. Colombia.
- GATI, I. &. (1986). The role of perceived structure of occupations. *Journal of Vocational Behaviour*, 29, 177-197.
- Hernández Sampierí, R. (2014). Metodología de la investigación. Sexta edición. México, D.F.: Mc GRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Isiksal, M. (s.f.). The Spanish Journal of Psychology. Recuperado el 24 de Septiembre de 2012, de <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=17217376005#>
- Molina, D. (2001). Curso orientación educativa barinas. Material de apoyo instrucciones. Unellez.
- Murray R., S., & Larry J., S. (2005). Estadística. 4ta edición. México, D.F.: Mc Graw-Hill.
- Pérez Luño, A., Ramón Jerónimo, J., & Sánchez Vázquez, J. (2000). Análisis exploratorio de las variables que condicionan el rendimiento académico.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE INVERNADERO DOMESTICO COMERCIALIZABLE DE BAJO COSTO

Santes Cámez Juan Rigoberto y M.C. Omar Alejandro Cervantes Gloria

RESUMEN

El presente proyecto consiste en el diseño y construcción de un invernadero doméstico de bajo costo que permita a los usuarios poder cultivar sus propios alimentos orgánicos en sus hogares. El diseño del invernadero contempla facilidad de armado, materiales resistentes para incrementar su vida útil y que sean amigables con el medio ambiente, además considera costo y dimensiones accesibles tales que permitan su implementación en hogares de nivel medio superior y superior. Este proyecto se establece como base para generar otros en el ámbito tecnológico y empresarial que culminen en el desarrollo de un producto final innovador, patentable y comercializable.

ABSTRACT

This project consists of the design and construction of a domestic greenhouse of low cost that allows users to grow their own food. Greenhouse design provides for ease of Assembly, resistant materials to increase your lifespan and be friendly with the environment, It also considers cost and such visible dimensions that allow its implementation in homes of level means higher and higher. . This project is established as a basis to generate others in the technological and business culminating in the development of an innovative final product, patentable and marketable.

Palabras Clave: invernadero, cultivo, hogar

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, cada vez más personas optan por consumir alimentos orgánicos buscando una mejor calidad de vida. Por otro lado, en numerosas regiones las condiciones climatológicas no permiten el cultivo de ciertas variedades de especies. Para fomentar el cultivo de plantas y hortalizas es preciso protegerlas frente a disminución o aumento de temperatura o daños debidos a inundaciones o plagas.

Uno de los problemas que ocurre cuando se realizan cultivos al aire libre es que se corre el peligro de que los fuertes vientos o lluvias dañen el cultivo o de los cambios abruptos de temperatura puedan estropearlos; un medio para solucionar estos inconvenientes es el uso de invernaderos. En estos, la temperatura interna se puede controlar permitiendo que las plantas crezcan adecuadamente, se puede proteger el cultivo del viento, lluvia, granizo o algunas plagas. Otra ventaja es la posibilidad de cultivar plantas fuera de estación en condiciones óptimas.

En un corto lapso de tiempo, la adquisición de un invernadero casero se convierte en una inversión rentable que se traduce en alimentos orgánicos frescos para la cocina, lo que derivará en ahorro a mediano y largo plazo y permitirá un incremento en la calidad de vida de los usuarios al asegurar la calidad de los alimentos que se consumen, ya que el cultivo estará supervisado por los consumidores y se puede controlar el proceso de cultivo y los productos que se utilizan para ese fin.

Se ha estudiado que los cultivos con más rentabilidad para producir en invernaderos son el tomate, chile, pepino y zanahoria e incluso flores y plantas de ornato en zonas de temperaturas bajas.

MARCO TEORICO

Un invernadero es un área de cultivo cerrada, y que se emplea para cosechar gran variedad de plantas y hortalizas, por ejemplo las lechugas, brócoli, acelgas, espinacas, etcétera.

De las características más importantes de los invernaderos es que, al estar en un área cerrada, permiten el cultivo de las hortalizas protegiéndolas de los cambios climáticos de la comunidad donde se encuentre. Los invernaderos más sofisticados pueden contener asimismo todo un sistema de control de temperatura y de humedad, para avalar los entornos más óptimos para el cultivo. Aunque existen invernaderos que ya vienen acoplados y que pueden ser de diversos tamaños (unos determinados invernaderos son reservados para el cultivo a una escala mayor), igualmente es muy frecuente que las personas se inclinen por los invernaderos caseros, por su gran facilidad de ensamblarlos.

Un invernadero doméstico se puede construir de diversas formas y una de las ventajas es que el usuario puede dictaminar las medidas y la forma. Estos invernaderos, sencillos y factibles de realizar, no ocupan de equipos y herramientas de difícil manejo.

El cultivar en un invernadero es un sistema de agricultura salvaguardada que permite conseguir cosechas sin importar la estación del año; los beneficios son mayores, de una excelente. Entre las numerosas ventajas que ofrecen las más representativas son las siguientes:

- Certifica que los alimentos que se cultivan sean de mayor calidad
- Se pueden cultivar gran variedad de hortalizas fuera de temporada, ofreciendo la posibilidad de conseguir más de un período de cultivo por año, en consecuencia se producción aumenta significativamente haciendo que la inversión se recupere en un menor tiempo.
- Las plantas aprovechan más el sol del verano haciendo que crezcan con mayor rapidez, adelantando así el ciclo de cosecha.
- Es una magnífica idea ecológica que permite también revelar un nuevo mundo de ocio.

Materiales estructurales. Actualmente en el mercado se puede encontrar toda una extensa selección y fabricación de la estructura de un invernadero. Los materiales para los marcos suelen ser de acero galvanizado, madera, aluminio o PVC. Este último se puede utilizar para la construcción de los invernaderos caseros, porque el costo es menor.

Recubrimiento. La cobertura de los invernaderos incluye el vidrio con una duración prolongada, la fibra de vidrio, el plástico rígido de doble pared, las láminas de plástico con una vida útil entre 1 y 2 años.. Se pueden encontrar en las láminas de plástico rígido de doble capa, de policarbonato. La ventaja de este material es su larga vida útil, y son buenos aislantes del calor. Los recubrimientos de película de plástico se encuentran en diferentes grados de calidad. Por lo general, estas deben ser sustituidas con mayor periodicidad que otros materiales. El traspaso de luz de estos recubrimientos se compara a la de vidrio. La vida útil de este tipo de material es aproximadamente un año y se pueden encontrar en cualquier ferretería.

Localización. En un invernadero lo más recomendable es ubicarlo donde la luz solar este en su punto más alto. La opción más ventajosa es ubicarlo con dirección hacia el sur. En mañana la luz del sol es más provechosa ya que permite que el proceso de la planta pueda comenzar temprano, maximizando el crecimiento.

Ventilación. La ventilación es la permuta de aire del interior con aire exterior ayudando a controlar la temperatura, eliminar la humedad, o reponer el dióxido de carbono (CO₂). En un invernadero casero la ventilación natural es una de las mejores opciones ya que utiliza respiraderos en el techo o en los costados. El aire caliente escapa por la parte superior ya que al ser más ligero tiende a subir y por el contrario el aire fresco a través de los lados permitiendo que la temperatura se regule.

MÉTODOS Y MATERIALES

Los materiales implementados y las herramientas utilizadas para la construcción del invernadero doméstico son: 18 metros de PVC de 2 pulgadas, 15 metros de velcro, un bote de 240 mililitros de pegamento de PVC, un tubo de 5 onzas de adhesivo industrial, 32 codos de 90° y 28 tee, ambos de PVC de 2 pulgadas, 0.77 metros cuadrados plástico rígido de doble pared, 4.24 metros cuadrados de película de plástico, cuatro bisagras de tipo libro, una hoja de lija de 100 a 120 grano medio, un flexometro, una segueta bimetálica, un cutter, tijeras y pinzas de punta.

El presente proyecto se generó a partir de la necesidad de tener cultivos orgánicos en nuestro propio hogar, para ello se realizaron diferentes instrumentos y herramientas de investigación como encuestas, observaciones y entrevistas para analizar la factibilidad de su inclusión en el mercado así como el precio que define el presupuesto del proyecto. Otro tipo de técnicas de investigación fueron las de campo, realizando mediciones en los patios de las casas de interés social, permitiendo realizar un mejor diseño ergonómico para este sector de la sociedad. Con ayuda de un software de diseño mecánico SolidWorks se realizó un diseño que cumpliera las necesidades de los usuarios considerando el tamaño y la facilidad de armado, como se muestra en la Figura 1

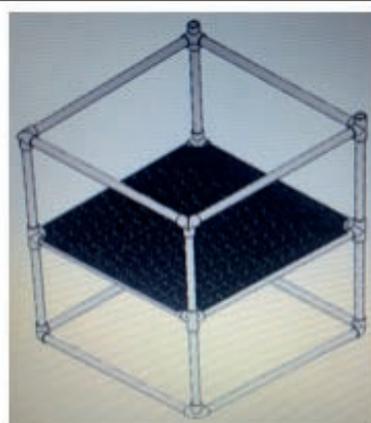


Figura 1: Diseño del invernadero

Proceso de construcción de un invernadero casero:

1. Cortar, con ayuda de la segueta bimetálica, 12 tubos de PVC de 2 pulgadas de 66 cm cada uno.
2. Cortar 8 tubos de PVC de 2 pulgadas de 45 cm cada uno.
3. Cortar 28 tubos de PVC de 2 pulgadas de 4.5 cm cada uno.
4. Cortar 6 tubos de PVC de 2 pulgadas de 15 cm cada uno.
5. Lijar los cortes de PVC hasta eliminar las rebabas.
6. Cortar el plástico rígido de doble pared a una medida de 100 cm de base por 77 cm de profundidad y en cada esquina cortar un rectángulo de 12 cm x 5 cm cada uno.
7. Cortar la base de plástico rígido exactamente a la mitad y atornillar ambas partes con las cuatro bisagras para formar una base plegable como se muestra en la Figura 3.
8. Lijar los cortes del plástico rígido hasta eliminar las rebabas.
9. Cortar 14 tiras de velcro de 35 cm cada una.
10. Cortar 4 tiras de velcro de 17 cm cada una.
11. Cortar 72 tiras de velcro de 10 cm cada una.
12. Unir un codo con una tee con ayuda de un tubo de 4.5 cm y pegarlo con pegamento para PVC. Repetir 8 veces como se muestra la Figura 4.
13. Acoplar 3 codos con 2 tee's, usar 4 tubos de 4.5 cm para lograr los acoples y pegarlos con pegamento para PVC. Repetir 4 veces como se muestra en la Figura 5.
14. Ensamblar 3 tubos de 15 cm con 2 tee's y estas se acomodarán a 2 codos, pegarlos con pegamento para PVC. Repetir 2 veces como se muestra en la Figura 6.
15. Ensamblar 4 tubos de 66 cm con los acoples resultantes en el paso 12, formando un rectángulo.
16. Unir 4 tubos de 45 cm con el ensamble del paso anterior, como se muestra en la Figura 7.
17. Unir el acople del paso 13 con el ensamble del paso 16.
18. Acoplar los ensambles del paso 14 con el acople del paso 13.
19. Unir 2 tubos de 66 cm con el acople del paso 13.
20. Unir 2 tubos de 66 cm con los acoples del paso 18, como se muestra en la Figura 8.



Figura 2: Cortes de los tubos de PVC



Figura 3: Base de plástico rígido



Figura 4: Ensamble codo-tee



Figura 5: Acople en C

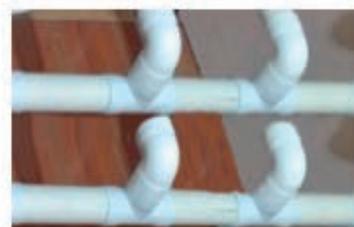
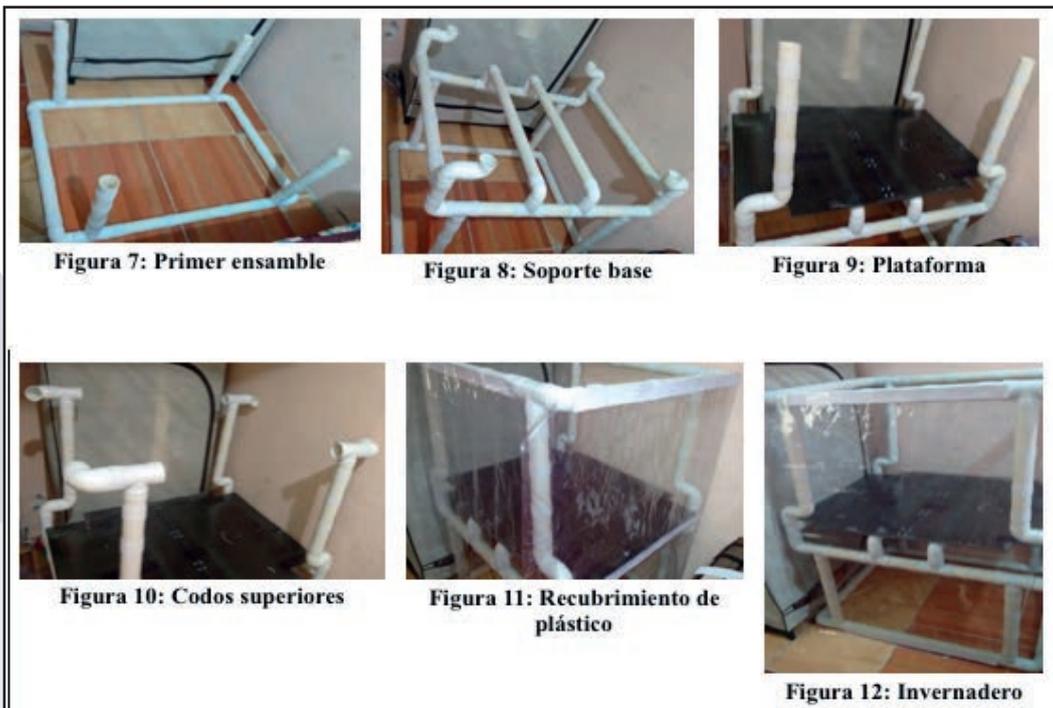
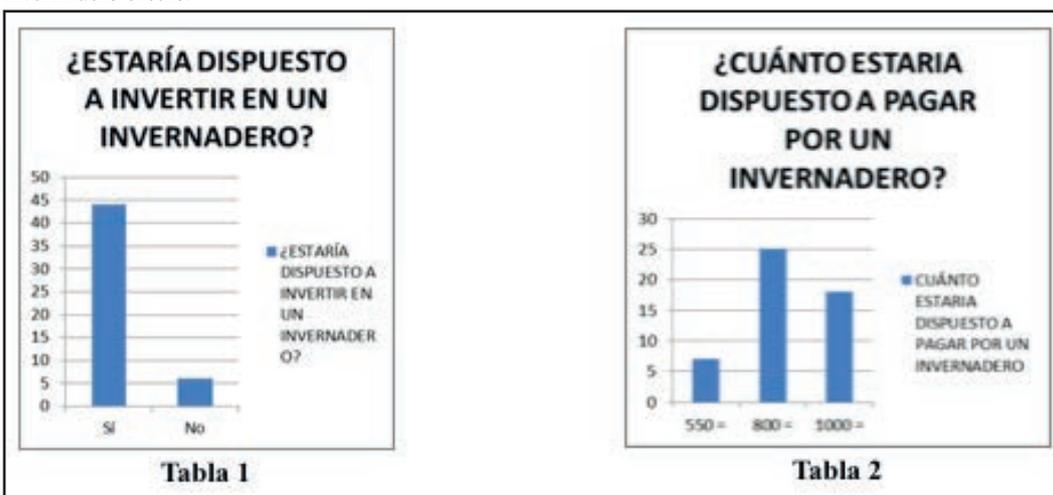


Figura 6: Base para plataforma



RESULTADOS

El resultado de la encuesta arrojó que las personas están realmente interesadas en la obtención de un invernadero casero a un costo accesible que ronda de los \$800.00 a los \$1000.00 como se ilustran en las Tablas 1 y 2. Como resultado del presente proyecto se obtuvo la creación de un invernadero casero que cumple con las necesidades del consumidor tanto en tamaño como en funcionalidad. El diseño inicial del invernadero se modificó por motivos económicos, ya que el tipo de codo que se requería solo se maneja en PVC hidráulico haciendo que el costo de producción excediera el presupuesto. Los resultados del proyecto incluyen un instructivo de instalación que contempla piezas pre-ensambladas que hacen mucho más fácil la instalación por parte de los usuarios. Por otro lado, se incluye un escrito con recomendaciones de cultivos, medidas de macetas, ubicaciones respecto a la incidencia de la luz solar; viento que inciden en la temperatura de cultivo óptimo. Las modificaciones que se realizaron conservaron la estética y la facilidad de ensamblaje, características primordiales que definen el producto final. La Figura 12 muestra el diseño y construcción final del invernadero casero.



CONCLUSIONES

Es factible diseñar un invernadero casero desde una perspectiva funcional, económica y ergonómica considerando las necesidades de nuestra sociedad atendiendo los aspectos sostenibles más importantes para el desarrollo tecnológico y social. Se construyó un invernadero doméstico con medidas adecuadas, que incluyen al sector social económico medio superior, que optimiza la producción de cultivos, y aprovecha espacios reducidos. A partir del presente proyecto se derivarán proyectos de aplicación, gestión del conocimiento y administración, enfocados al cuidado del ambiente y la salud. Este proyecto impacta en diversos objetivos del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 mediante el desarrollo científico, tecnológico y la innovación en pilares para el progreso económico y social sostenible, además de contribuir al desarrollo de productos que apoyan y fomenten nuevos proyectos de investigación, desarrollo, comunicación pública de la ciencia y vinculación, orientados a aumentar la calidad de vida de la sociedad mexicana.

BIBLIOGRAFIA

Matallana, G. A. y J. I. Montero C. 1995. Invernaderos: Diseño, Construcción y Ambientación. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

Serrano C., Z. 1994. Construcción de Invernaderos. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid, España.

Castellanos., J. Z. (2009). Manual de Producción de Tomate en Invernadero. INTAGRI.

DISEÑO DE SOFTWARE PARA EL CONTROL Y MONITOREO REMOTO DE UN INVERNADERO

Karina Guadalupe Hernández Rivera y María Ángela Magdalena Jiménez Grajales

RESUMEN

En el presente trabajo se abordara como variable principal el comportamiento de la producción a través del cultivo protegido por medio de invernaderos, tomando en cuenta solo como muestra al estado de Querétaro en el periodo Julio-Agosto 2017. Esto servirá como ayuda para que los pequeños productores tengan un conocimiento mayor de las nuevas herramientas útiles para mejorar su proceso de producción y que sus beneficios sean mayores. Con el fin de conocer las necesidades de los productores para tener una mayor productividad, disminuir sus costos y aumentar sus ganancias, ya que el control de su cultivo les permite darle un mejor procesamiento y disminuir todas aquellas pérdidas. El tiempo de siembra o cosecha se disminuye y hace el trabajo más simple.

ABSTRACT

In the present work the behavior of the production through the protected crop through greenhouses will be taken as main variable, taking into account only as a sample the state of Querétaro in the period July-August 2017. This will serve as an aid to the small. Producers have a greater knowledge of the new useful tools to improve their production process and that their benefits are greater. In order to know the needs of producers to have greater productivity, decrease their costs and increase their profits, since the control of their cultivation allows them to give better processing and decrease all those losses. The sowing or harvesting time is decreased and makes the work simpler.

Palabras Clave: Invernaderos, Costos-Beneficio, Innovación, Tecnología.

INTRODUCCIÓN

La agricultura es una de las actividades económicas que ha tomado relevancia conforme pasa el tiempo, la existencia de nuevos métodos para llevarla a cabo han evolucionado y esto trae consigo mejores beneficios tanto para pequeños como grandes productores.

Hoy en día la creatividad e innovación juegan un papel fundamental para la creación de nuevos métodos, los cuales son más eficientes, aunque sus costos no siempre son bajos, con el paso del tiempo la inversión puede tener un retorno exitoso siempre y cuando el manejo de estas nuevas tecnologías sea el adecuado.

Por esto es que las capacitaciones de cualquier tipo son significativas, en el caso del cultivo protegido es de vital importancia que el productor tenga contacto directo con las herramientas tecnológicas que serán de gran ayuda para su control y monitoreo.

Existen una gran variedad de Invernaderos, y los pequeños y grandes productores elijen a su conveniencia, según la cantidad y productos que se elija para producir.

Sin embargo la educación que la mayoría de los productores no es la misma, muchos de ellos no tienen conocimientos tecnológicos y esta es una desventaja para poder competir ante otros productores que tienen un mayor cuidado con sus productos.

MARCO TEORICO

Cultivo Protegido: Sistema agrícola especializado en el cual se lleva a cabo un cierto control del medio edofo-climático alterando sus condiciones (suelo, temperatura, radiación solar, viento, humedad y composición atmosférica). Por medio de esto se cultivan plantas modificando su entorno natural para prolongar el período de recolección, alterar los ciclos convencionales, aumentar los rendimientos y mejorar su calidad, estabilizar las producciones y disponer de productos cuando la producción al aire libre se encuentra limitado. (Prados, 2007)

Automatización: es un sistema donde se transfieren tareas de producción, las cuales son realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos, donde se consta de dos partes: (Ruiz Canales & Molina Martínez, 2010)

- **Parte Operativa:** esta actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las maquinas como motores, cilindros, compresores y los captadores, como fotodiodos, finales de carrera.

- **Parte de Mando:** es la tecnología programada, que debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistemas automatizados.

Objetivos de la automatización

- Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de la misma.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
- Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- Integrar la gestión y producción.

Sensor: Es un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, normalmente eléctrica, que seamos capaces de cuantificar y manipular

El primer factor que influye para que los productores tomen la decisión de hacer uso de los invernaderos es el clima, ya que es muy cambiante, perjudica la producción de su cultivo y puede lograr que este no llegue a su culminación, estas pérdidas no solo dañan al productor sino a todos los consumidores. Esto también hace que el precio se eleve ya que de alguna forma lo poco que sobrevive del cultivo tiene que generar algo de ganancia para que la pérdida no sea total. (Montero I, Stanghellini, & Castilla N, 2008)

Como productores se debe analizar todas las características tanto del cultivo, como también de los factores climáticos que existen en el lugar determinado, por esto los invernaderos logran modificar el clima para controlarlo siendo este perfecto dentro del invernadero para lograr que el cultivo sea de calidad.

Existe la posibilidad también de que el periodo de cultivo se modifique según las necesidades de cada productos, se puede agilizar o disminuir el tiempo para tenerlos listos en el momento que estos están pactados para la venta. Considerando factores independientes, los cuales pueden beneficiar o afectar el cultivo.

El cultivo se ve afectado por la estación en la que siembra, las lluvias, sequías, temperaturas elevadas así como también temperaturas bajas extremas, y como se sabe todo y cada uno de los factores mencionados no existe forma de predecirlos ni mucho menos detenerlos, la naturaleza es algo imprescindible pero al contar con un lugar que esta monitoreado agiliza el trabajo y disminuye la incertidumbre. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura., 2017)

Para que el productor sepa cual suelo debe de seleccionar se deben tomar en cuenta algunos puntos como:

- El suelo debe tener una textura vasta, al menos 50% de arena, alrededor del 30% de limos y el resto de arcilla.
- El sistema radicular de la mayoría de las plantas cultivadas bajo protección no profundiza más allá de 30 o 40 cm. En consecuencia este valor sirve como indicador de la profundidad mínima necesaria.
- Debido a que la nutrición mineral de los cultivos está asegurada por la aplicación de fertilizantes, antes y durante el periodo de cultivos, los suelos no tienen que contener un gran nivel de nutrientes. Sin embargo el estado inicial de nutrientes del suelo debe ser determinado.
- Por último se debe considerar el entorno, ya que la exposición, su pendiente, el drenaje del agua de lluvia, protección contra el viento y la forma que tiene la parcela son importantes para tomarse en cuenta al tomar la decisión.

Los recursos hídricos deben ser analizados en relación a:

- Calidad
- Cantidad
- Disponibilidad

Los problemas principales que tienen los invernaderos son:

- La disminución de la temperatura por debajo del mínimo biológico, hace necesario el uso de la calefacción.
- Ventilación insuficiente cuando existe un aumento en la temperatura.
- Altos niveles de humedad nocturna
- Vientos extremadamente fuertes
- La baja calidad del agua y su disponibilidad

Cuando la cubierta de los invernaderos esta hecha de plástico se deben tener en cuenta factores como:

- El diseño en la construcción del invernadero.
- La composición química y las propiedades de la película de cubierta.
- El sistema de sujeción del plástico.
- El tensado de la película sobre la estructura.
- La ventilación como parte de la estructura.

Para todos los invernaderos el material de cubierta es diferente, ya que las condiciones del lugar no son las mismas y cada uno tiene necesidades que desee cubrir; por esto es que existe una gran variedad de cubiertas con precios diferentes y sus características propias también se diferencian una de otra entre las que podemos encontrar:

- Películas de Polietileno: Este es un material básico para la mayoría de las películas de recubrimiento básico, para este se puede aumentar la duración del filme, modificar su transparencia a la radiación visible a la infrarroja corta, a la radiación solar y cambiar sus calidades de absorción y reflexión del infrarrojo largo.
- Películas que no son de Polietileno: Otro por mencionar es el PVC o cloruro de polivinilo son más antiguos, así como también el fluoruro de polivinilo o PVF, el tereftalato de polietileno y una gama de poliésteres.
- Materiales rígidos de cubiertas: Estos materiales se fabrican en forma de plancha celular o paredes dobles y en paredes simple. Entre ellos está el vidrio, poliéster reforzado, paredes dobles, etc.

La temperatura afecta directamente las funciones de fotosíntesis, respiración, permeabilidad de la membrana celular, absorción de agua y nutrientes, transpiración, actividades enzimáticas, etc. Si el cultivo dispone de suficiente luz, la temperatura es el factor de mayor influencia en las tasas de crecimiento y desarrollo de las plantas. Los experimentos muestran que la tasa de crecimiento de la planta aumenta con la temperatura hasta llegar a un nivel deseado óptimo.

Los invernaderos excluyen el cultivo al aire libre de plantas con necesidad de calor cuando las temperaturas comienzan a disminuir.

MÉTODOS Y MATERIALES

Mediante encuestas electrónicas se buscó recopilar información acerca de los invernaderos ubicados en el estado de Querétaro, en su mayoría los contactos que conseguimos fueron proporcionados por el señor Edgar Muñoz Hernández trabajador de SEDEA, así como también buscamos información cada quien por nuestra parte para hacer la lista de contactos un poco mas extensa.

resultados

En su mayoría los productores del estado de Querétaro, así como también los técnicos que trabajan para ellos no brindan una gran apertura para el intercambio de información útil para conocer su situación y de esa forma plantear sus necesidades, es difícil tener contacto con ellos pues sus respuestas no siempre son las esperadas.

Los productores no cuentan con un sistema para controlar y monitorear su invernadero ya que estos son costosos, además no todos tienen una alfabetización digital que les ayude a saber cuál es su utilidad e importancia.

Los factores que estos toman en cuenta para un mejor manejo dentro de los invernaderos son actuadores tales como:

- Riego
- Ventilación
- Cenitales
- Bombas
- Calefacción por Combustión

En la actualidad la tecnología avanza de manera rápida y el uso de dispositivos móviles inteligentes se vuelve una necesidad para todos los seres humanos, ya que su uso facilita la realización de muchas actividades, sin embargo no todos los productores los ha utilizado y esto trunca de alguna manera una nueva herramienta digital para aplicar un avance tecnológico en sus invernaderos, que tiene como fin controlar y monitorear el cultivo para que este tenga las condiciones adecuadas, en el tiempo determinado.

La construcción de sus invernaderos depende del producto ya que cada uno se desarrolla de diferente forma, en particular la construcción Batisierra y Baticenital son las que utilizan los productores para que su cultivo se desarrolle de manera adecuada. Así como también la cobertura es indispensable, muchos productores lo ven por la parte económica y si las características cumplen con todo lo necesario, en este caso partículas de plástico es el cubrimiento más usado en los invernaderos del estado de Querétaro.

El costo de todo este equipo es muy elevado y es por esto que los productores no cuentan con uno, y por ello el precio que están dispuestos a pagar por uno es muy bajo, ya que un gasto de este tipo no les permite saber si funcionara y que pasara con sus utilidades. Contar con uno es básico para poder crear competencia en el mercado y hacer que sus productos se distingan y puedan estar disponibles en cualquier momento del año.

CONCLUSIONES

Cada uno de los productores busca diferentes características, que sean adaptables para cubrir sus necesidades dependiendo de los productos que estos deseen producir, sin embargo invertir en nuevos métodos de los cuales no tienen conocimiento los frena a tomar decisiones que serán de vital importancia para que su invernadero permanezca por más tiempo, tanto para producir como para la venta de su cultivo.

Sería necesario dar pláticas a pequeños productores para que sepan cuáles son los beneficios de contar con un sistema de control y monitoreo, así como mostrar su funcionamiento para que ellos sepan cual es la forma en la que trabajan y funcionan.

El sistema que nuestro compañero propone, se posicionaría para empezar con su venta en un precio elevado, pero es cuestión de hacer saber a los pequeños productores cuál es su funcionamiento y los beneficios que recibirán de él. De igual manera comenzar con servicio de especialidad, enseñando y dando clases muestras a los técnicos, para que hagan su uso adecuado.

BIBLIOGRAFÍA

Montero I, J., Stanghellini, C., & Castilla N. (2008). Invernadero para la producción sostenible en áreas de clima de inviernos suaves. Horticom, 20.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (18 de 08 de 2017). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado el 18 de 08 de 2017, de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.: <http://www.fao.org/docrep/005/s8630s/s8630s03.htm#bm03>

Prados, N. C. (2007). Invernaderos de plástico. Tecnología y manejo. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

Ruiz Canales , A., & Molina Martínez, J. (2010). Automatización y telecontrol de sistemas de riego. Barcelona: Marcombo.

INFLUENCIA DE LAS COMPETENCIAS PREVIAS EN EL DESEMPEÑO ACADÉMICO DE LOS ESTUDIANTES

Marcos Monroy Mondragón y Ma. Guadalupe Medina Torres

RESUMEN

Actualmente y ante la preocupación por el fracaso académico de los estudiantes en los primeros semestres de ingeniería y por los posibles factores que resultan como la deserción, la reprobación, el bajo rendimiento académico, el abandono, las problemáticas referidas a la transición del bachillerato o adaptación a los estudios universitarios, entre otros. Ante esta problemática el presente artículo propicia el análisis de la influencia de las competencias previas de los estudiantes en el desempeño académico de los universitarios en los primeros semestres, encontrando que aparentemente el indicador diagnóstico no es confiable para predecir si el alumno será capaz de aprobar la materia en el semestre, además que no existe una relación directa entre el indicador predictor de diagnóstico contra el promedio obtenido por el alumno durante el primer semestre de ingeniería.

ABSTRACT

At the present time and due to the concern about the academic failure of the students in the first semesters of engineering and the possible factors that result such as desertion, failure, low academic performance, abandonment, problems related to transition from baccalaureate or adaptation to university studies, among others. Faced with this problem, the present article favors the analysis of the influence of the students' previous competences on the academic performance of the university students in the first semesters, finding that the diagnostic indicator is not reliable to predict if the student will be able to approve the Matter in the semester, in addition there is no direct relationship between the predictor of diagnosis and the average obtained by the student during the first semester of engineering.

Palabras Clave: desempeño, alumnos, diagnóstico, promedio, deserción.

INTRODUCCIÓN

La educación superior en América Latina durante la década de 1990, experimentó un manifiesto interés por la calidad educativa, al reconocer en ella la principal herramienta para responder a las exigencias y demandas educativas en un contexto marcado por los desafíos propios del proceso de globalización. Considerando que en el mundo globalizado se le atribuye un lugar especial al conocimiento, debido a que se tenderá a valorar de manera creciente el avance teórico y la innovación tecnológica, la inversión en la formación y en la investigación se vuelve indispensable para la producción y reproducción del sistema social y económico a fin de cerrar la brecha social.

En el contexto de la globalización, la educación superior enfrenta la necesidad de una convergencia y articulación de todos sus niveles educativos. En el marco del surgimiento de gran cantidad de instituciones educativas y la pérdida de calidad de la educación superior, creció el interés por estudiar los factores asociados al rendimiento académico en estudiantes de este nivel, a fin de proporcionar herramientas que permitan establecer estrategias que favorezcan el desempeño estudiantil.

Uno de los problemas actuales y que viene padeciendo la educación superior en las últimas décadas es la elevada cantidad de estudiantes que no logran adaptarse a los requisitos del proceso formativo. (Hernandez, F. y Tort, A., 2009). Las cifras de deserción en la educación superior son preocupantes, un tercio del alumnado abandona en el primer año de estudios y solo la mitad de los matriculados consiguen completar su formación. (Feldman, 2005)

La cuestión principal es que la mayor parte de los estudiantes ingresan a la educación superior sin los conocimientos, sin las competencias, sin la motivación y sin la planificación de un proyecto de vida, no tiene una visión clara y precisa de hacia dónde quieren llegar. Debido a la falta de preparación, de información, de propósitos y metas claras de lo que quieren, siendo así muchos estudiantes que llegan a la universidad, uno de los principales factores que influye en el riesgo de la desadaptación, del fracaso y la deserción de los estudios. "La deserción universitaria se viene imponiendo, a lo largo del tiempo, como una realidad cada vez más preocupante en el ámbito de la educación superior". (Silva, 2005)

Un elemento valioso a tomar en cuenta son los indicadores que permitan predecir con mayor exactitud las posibilidades de éxito académico de los estudiantes que inician sus estudios en la educación superior. En este trabajo y a través de un diagnóstico aplicado en el año 2016 en diversas materias del área básica y durante los primeros semestres se obtuvo que los alumnos presentan un nivel muy bajo de conocimientos al ingresar a los primeros semestres, identificando un factor relevante, la procedencia de las instituciones donde cursaron el bachillerato.

Ante el panorama que presenta la educación superior este estudio pretende analizar la relación que existe entre el desempeño de los estudiantes en el nivel superior y los factores influyentes como lo son las competencias y conocimientos previos adquiridos en la educación media superior, ya que es preocupante el bajo índice de aprobación en algunos estudiantes en los primeros semestres de ingeniería, lo que genera rezago e incluso que no concluyen su carrera. Es necesario que las instancias académicas correspondientes propongan estrategias tendientes a propiciar formación académica de calidad a sus estudiantes con respecto a las exigencias

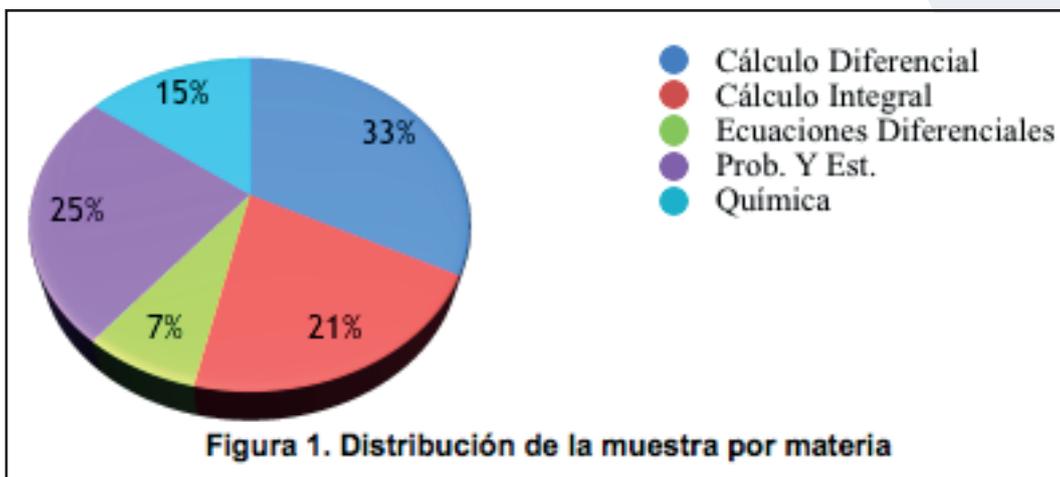
de la sociedad actual a fin de que los futuros egresados tengan un desarrollo profesional competitivo mediante las exigencias globales.

MÉTODOS Y MATERIALES

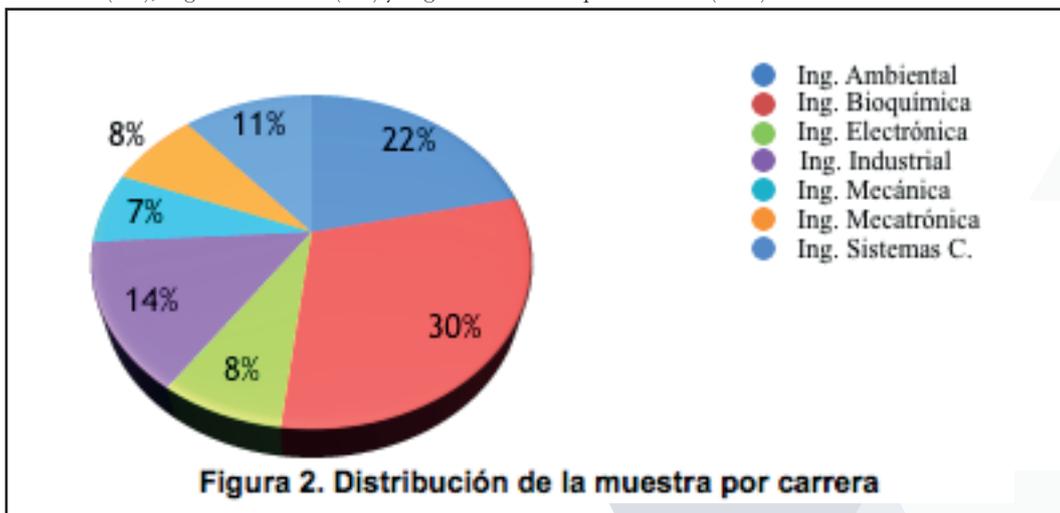
Se cuenta con datos históricos de la población a estudiar. La población que se va a estudiar son alumnos del Instituto Tecnológico de Celaya ITC de los primeros semestres de los periodos Enero-Junio y Agosto-Diciembre del año 2016, se utilizó un procedimiento de muestreo de tipo casual o incidental. Para poder hacer la elección de estos alumnos deberían de cumplir con dos requisitos principalmente, haber contestado el examen diagnóstico y haber terminado la materia.

La muestra de estudio está constituida por un total de 451 alumnos del ITC, a quienes se les aplico un examen diagnóstico para revisar con que competencias y conocimientos cuentan cada uno de ellos, para de esta forma obtener un promedio general por carrera y por materia. Al igual, de estos alumnos se incluye el promedio obtenido durante el primer semestre, sobre si aprobaron o no la materia.

En la Figura 1 podemos observar la división de la muestra en porcentaje de los alumnos por materia, siendo cinco materias, las cuales son: Cálculo Diferencial (32%), Cálculo Integral (21%), Ecuaciones Diferenciales (7%), Probabilidad y Estadística (25%) y Química (15%).



En la Figura 2 podemos apreciar cómo está distribuida la muestra por carrera, contando con siete carreras, las cuales son: Ing. Ambiental (22%), Ing. Bioquímica (30%), Ing. Electrónica (8%), Ing. Industrial (14%), Ing. Mecánica (7%), Ing. Mecatrónica (8%) y Ing. Sistemas Computacionales (11%).



Una vez obtenida la muestra se procede a capturar y crear dos bases de datos, una con el resultado de los exámenes diagnósticos, y otra con los promedios de los alumnos obtenidos durante el primer semestre. Con las bases de datos generadas se deriva a realizar un análisis estadístico obteniendo gráficos comparativos de columnas, observando el comportamiento y la tendencia de los datos con respecto a las materias y el concentrado de las carreras.

Por último se genera el análisis de correlación con dos variables (Diagnósticos vs Promedios), analizando su comportamiento y verificando si existe alguna relación de las competencias previas con el promedio de calificaciones adquiridas en el primer semestre de ingeniería.

El análisis de correlación intenta medir la fuerza de tales relaciones entre dos variables por medio de un solo número denominado coeficiente de correlación. (Ronald E. Walpole, Raymundo H. Myers, Sharon L. Myers y Keying YE, 2012). El coeficiente de correlación se define como una medida numérica de la fuerza de relación lineal entre dos variables. Este coeficiente se denota con la literal r . (Navidi, 2006). Cabe recordar que el coeficiente fluctúa entre $-1 \leq \rho \leq 1$.

La correlación es en esencia una medida normalizada de asociación o covariación lineal entre dos variables. Esta medida o índice de correlación r puede variar entre -1 y $+1$, ambos extremos indicando correlaciones perfectas, negativas y positivas respectivamente. Un valor de $r = 0$ indica que no existe relación lineal entre las dos variables. Lo interesante del índice de correlación es que r es en sí mismo una medida del tamaño del efecto, que suele interpretarse de la siguiente manera:

- correlación despreciable: $r < |0.1|$
- correlación baja: $|0.1| < r \leq |0.3|$
- correlación mediana : $|0.3| < r \leq |0.5|$
- correlación fuerte o alta: $r > |0.5|$

resultados

A continuación se describen los resultados obtenidos del análisis de las variables identificadas para el estudio.

La Figura 3 muestra el porcentaje de alumnos que acreditaron el examen diagnóstico, podemos observar que correspondiente a cantidad solo 8 alumnos (2%) de un total de 451 alumnos (100%) aprobaron el examen diagnóstico.

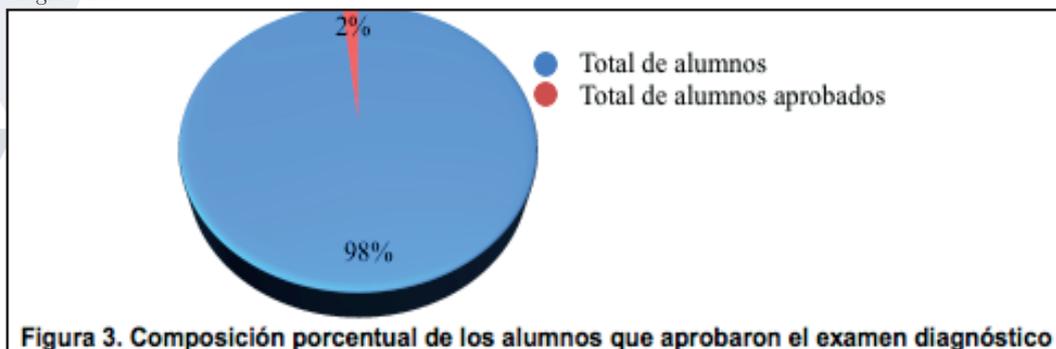


Figura 3. Composición porcentual de los alumnos que aprobaron el examen diagnóstico

El análisis de correlación intenta medir la fuerza de tales relaciones entre dos variables por medio de un solo número denominado coeficiente de correlación. (Ronald E. Walpole, Raymundo H. Myers, Sharon L. Myers y Keying YE, 2012). El coeficiente de correlación se define como una medida numérica de la fuerza de relación lineal entre dos variables. Este coeficiente se denota con la literal r . (Navidi, 2006). Cabe recordar que el coeficiente fluctúa entre $-1 \leq \rho \leq 1$.

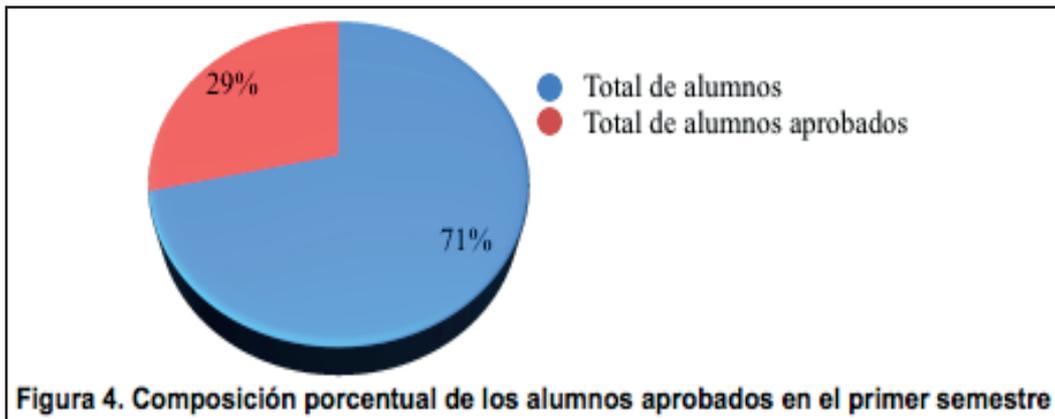
La correlación es en esencia una medida normalizada de asociación o covariación lineal entre dos variables. Esta medida o índice de correlación r puede variar entre -1 y $+1$, ambos extremos indicando correlaciones perfectas, negativas y positivas respectivamente. Un valor de $r = 0$ indica que no existe relación lineal entre las dos variables. Lo interesante del índice de correlación es que r es en sí mismo una medida del tamaño del efecto, que suele interpretarse de la siguiente manera:

- correlación despreciable: $r < |0.1|$
- correlación baja: $|0.1| < r \leq |0.3|$
- correlación mediana : $|0.3| < r \leq |0.5|$
- correlación fuerte o alta: $r > |0.5|$

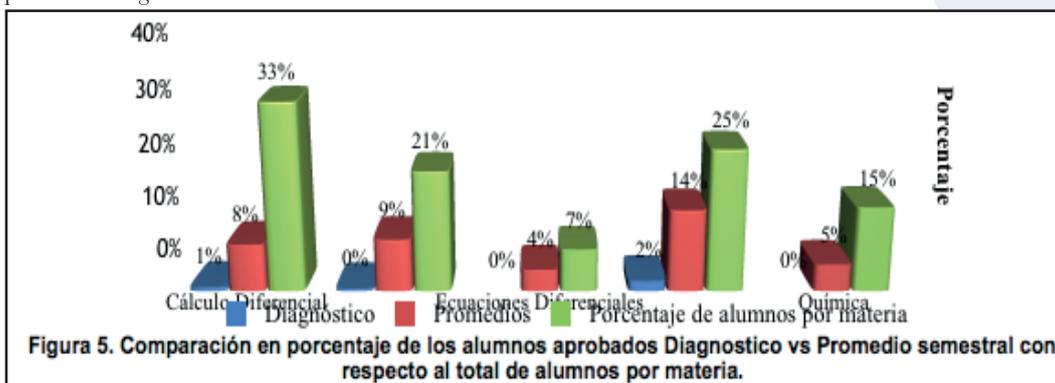
RESULTADOS

A continuación se describen los resultados obtenidos del análisis de las variables identificadas para el estudio.

La Figura 3 muestra el porcentaje de alumnos que acreditaron el examen diagnóstico, podemos observar que correspondiente a cantidad solo 8 alumnos (2%) de un total de 451 alumnos (100%) aprobaron el examen diagnóstico.

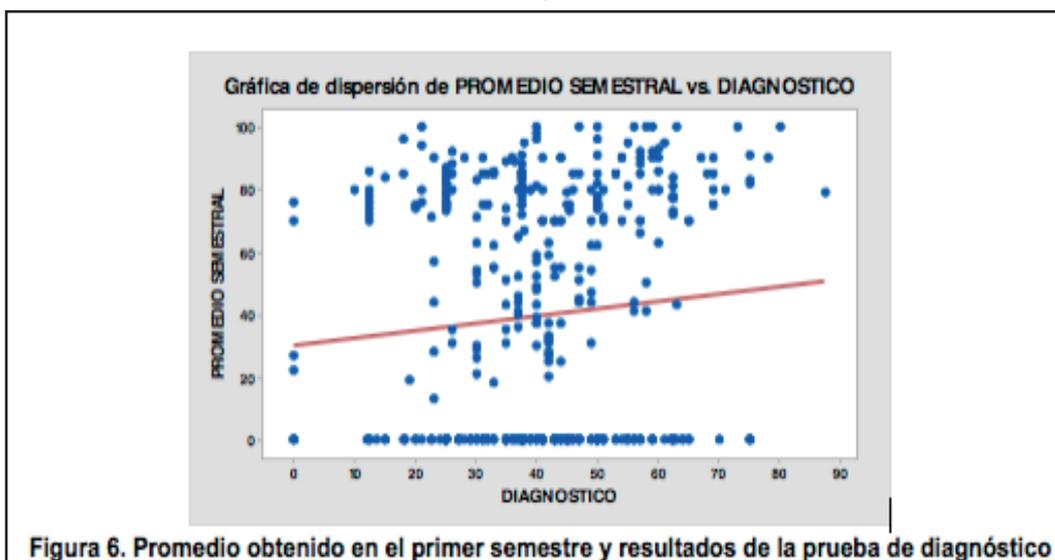


A continuación se muestra en la Figura 5 el porcentaje de alumnos por materia, cada materia representa una parte de la muestra por lo que la suma del porcentaje de todas las materias representa el 100% de la muestra, por ejemplo podemos observar que para la materia de cálculo diferencial representa el 33% de la muestra y en esta materia de ese 33% solo el 8% de los alumnos aprobaron el primer semestre y el 0.67% aprobaron la prueba de diagnóstico.



Mediante el software Minitab se calculó el coeficiente de correlación, contando con dos variables las cuales fueron los resultados en la prueba de diagnóstico y los promedios obtenidos por materia en el primer semestre. El resultado de este coeficiente fue de $r = 0.093$, el cual se encuentra en la escala $|r| < 0.1$ lo que refiere a una correlación despreciable, tiende a ser muy baja con mucha cercanía a cero, indicando que existe una muy débil relación entre las variables de diagnóstico vs promedio semestral.

La Figura 6 presenta una recreación simulada de estos datos, donde se puede observar mejor el comportamiento de estos, los cuales no tienen una tendencia ni ajuste a la línea recta, lo cual hace referencia a lo mencionado anteriormente, las variables tienen una muy débil o casi nula relación.



CONCLUSIONES

Existen cuatro casos en los que al hacer la comparación de los alumnos con respecto al diagnóstico y al promedio durante el semestre, estos pueden obtener distintos resultados que a continuación se mencionan:

Caso 1. Aprobaron el examen diagnóstico pero no aprobaron la materia en el semestre.

Caso 2. Aprobaron la prueba diagnóstico y aprobaron la materia en el semestre.

Caso 3. No aprobaron la prueba diagnóstico pero si aprobaron la materia en el semestre.

Caso 4. No aprobaron el examen diagnóstico ni la materia en el semestre.

El índice de reprobación en los exámenes diagnóstico es significativo, ya que aproximadamente solo aprueba 2 de cada 30 alumnos lo cual resulta un indicador muy alarmante, demostrando que los alumnos no ingresan a los estudios de educación superior con los conocimientos y competencias necesarias para desarrollar y concluir con éxito una ingeniería.

Otro punto a considerar es que en los promedios del primer semestre, las materias que alcanzaron por lo menos el 50% de aprobación solo fueron 2: probabilidad y estadística con el 56% y ecuaciones diferenciales con 52%, las otras 3 materias se encuentran en promedios menores al 50%, obteniendo en general de las 5 materias un porcentaje de aprobación del 29% lo cual es algo preocupante, lo que conlleva a tomar medidas preventivas para la aplicación de métodos o formas de aprendizaje y que se reduzca el alto índice de reprobación.

Con relación a la clasificación por carreras, se cuentan con siete, de las cuales la carrera que obtuvo el mayor número de alumnos aprobados fue Ing. Mecatrónica aprobando el 70% de los estudiantes en la materia de cálculo integral, las otras seis materias se encuentran tres por encima del 50% de alumnos aprobados y las otras tres con índices muy bajos menores al 30%.

Es alarmante el índice de reprobación tanto en la prueba diagnóstico como en los alumnos al no aprobar el semestre.

Como conclusión general se puede decir que uno de los indicadores que se aplica en los primeros semestres al inicio del curso como lo son las pruebas de diagnóstico no son de confiabilidad o se afirma que sirven completamente para predecir si un alumno que obtiene calificaciones malas en esta prueba significara que no lograra acreditar la materia, o viceversa si acredita la prueba de diagnóstico entonces aprobará la materia. La cantidad de alumnos que reprueban la prueba de diagnóstico, que en algunos casos son todos los alumnos, en otros aproximadamente solo 2 o 3 de 30 estudiantes logran pasar la prueba pero apenas alcanzando el puntaje mínimo. Con relación a su desempeño durante el semestre se puede apreciar que alumnos que reprobaron la prueba de diagnóstico obtienen buenas notas y logran acreditar la materia en el semestre, en otros casos siguen con el mismo sentido y reprueban. Es por eso que se puede concluir que no existe una relación entre el indicador que es el examen diagnóstico contra el desempeño de los alumnos durante el semestre.

En estos casos se recomienda que se generen alternativas para dar solución a esta problemática tanto en las ENMS como en las IES. Sería deseable que desde el grado de secundaria se dé seguimiento a los conocimientos y competencias adquiridas para alcanzar y poder desempeñarse de manera eficaz y eficiente en una ingeniería.

BIBLIOGRAFÍA

Feldman, R. S. (2005). *Improving the first year of college: Research and practice*. Mahwah: NJ: LEA

García Ruiz, M. R. (2006). Las competencias de los alumnos universitarios. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, [pp. 253-269].

Hernandez, F. y Tort, A. (2009). Cambiar la mirada sobre el fracaso escolar desde la relación de los jóvenes con el saber. *Revista Iberoamericana de Educación*, 49.

Navidi, W. (2006). *Estadística para ingenieros y científicos*. México: McGRAW-HILL.

Ronald E. Walpole, Raymundo H. Myers, Sharon L. Myers y Keying YE. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. México: Pearson Education.

Silva, R. (2005). Deserción: ¿Competitividad ó gestión? *Revista LASALLISTA de Investigación*, [pp. 64-69].

DIAGNÓSTICO SOBRE LA EFECTIVIDAD DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LAS EMPRESAS DE LA REGIÓN CENTRO DEL ESTADO DE COAHUILA. CASO INDUSTRIA HIDROCARBUROS NO CONVENCIONALES

María Ely Hernández Ramírez y M. C. Edith Margoth Meléndez López.

RESUMEN

Hoy en día la exploración y extracción de hidrocarburos no convencionales, bajo el método de fracturación hidráulica ha tomado gran relevancia dentro del estado de Coahuila, contando con voluminosas reservas del recurso siendo aprovechadas como fuente de energía para el crecimiento económico y social del estado. Por tal motivo, esta investigación tipo exploratoria se llevó a cabo en la región centro de dicho estado, teniendo como limitaciones el complejo acceso a los lugares de trabajo para la recopilación de datos y de esta manera obtener información posteriormente analizada, con la finalidad de diagnosticar los niveles de seguridad e higiene que deberían ser implementados en los centros de trabajo, para fortalecer condiciones de operación laboral, logrando disminuir los posibles índices de accidentabilidad y problemas de salud originados por el compromiso y la comunicación dentro de las organizaciones.

ABSTRACT

Nowadays the exploration and extraction of unconventional hydrocarbons under the hydraulic fracturing method has made great importance within the state of Coahuila, counting on voluminous reserves of the resource being used as a source of energy for the economic and social growth of the state. For this reason, this exploratory investigation was carried out in the center region of this state, having as limitations the complex access to workplaces for the collection of data and in this way obtain information subsequently analyzed, with the purpose of diagnosing the levels of safety and hygiene that should be implemented in the work centers, to strengthen the conditions of labor operation, achieving to reduce the possible rates of accidents and health problems caused by the commitment and communication within the organizations.

Palabras Clave: gas de lutita, fracturación hidráulica, energía, seguridad e higiene.

INTRODUCCIÓN

La producción de hidrocarburos no convencionales, especialmente de gas lutita, han tomado un papel importante durante los últimos años, principalmente desde que Estados Unidos de América mejoró el método de extracción llamado “fracking” o fracturación hidráulica. El fracking no es más que el procedimiento con el cual se logra fracturar la roca donde se alberga el gas de lutita haciendo la extracción más sencilla, ello implica utilizar tecnología rigurosa así como mano de obra calificada (Quintana Pérez, 2015). En lo que ocupa a México, de acuerdo con la revista Oil & Gas MAGAZINE 2015, a inicios de 2010 se reconocieron cinco regiones geológicas (Chihuahua, Sabinas-Burro-Picachos, Burgos, Tampico-Misantla y Veracruz) con alojamiento de gas de lutita, donde la concentración total ascendió a un aproximado de 2 366 Tcf (trillones de pies cúbicos, por sus siglas en inglés), del cual sólo 681 Tcf es técnicamente recuperable (Zecua Alejo, 2014). Dos de las regiones antes mencionadas (Sabinas y Burgos, que sumadas aportan un 25% del total) ocupan parte de su territorio en Coahuila, colocándolo como un estado propenso para conllevar cambios a corto plazo que hagan frente al desafío en materia de hidrocarburos no convencionales, como lo perfila la Reforma Energética aprobada a finales del año 2013 por el Presidente de la República, Enrique Peña Nieto (Clúster Minero-Petrolero de Coahuila, A.C., 2015). Por lo anterior, en dicho estado se encuentran empresas conecedoras del procedimiento extractivo, disponiendo de personal que ejecuta este tipo de actividad, quienes se pueden ver expuestos a altos niveles de ruido y sustancias tóxicas, así como a la utilización de herramientas difíciles de manipular; de la misma manera, pueden carecer de una pronta asistencia médica al momento de sufrir un accidente. Por la novedad del tema, es probable que aún no se concientice sobre el peligro que se puede producir al desempeñar este tipo de labor, más aún si está ausente un programa capacitador para los operadores que permita realizar sus labores de manera adecuada y bajo medidas de seguridad e higiene. Sin embargo, debería existir un compromiso por parte de la empresa como del trabajador.

MARCO TEÓRICO

PANORAMA DE LA SEGURIDAD E HIGIENE.

En la actualidad se desea que las empresas dispongan condiciones de trabajo que no dañen la salud de sus trabajadores. Por tanto, es necesario ofrecer un campo laboral que se interese por proteger al personal de accidentes, enfermedades originadas por agentes contaminantes o físicos, ausencia de mantenimiento al equipo, sustancias químicas dañinas, frecuente radiación, entre otros. Ante tal situación, son de vital importancia los programas y planes de capacitación de prácticas seguras y saludables a supervisores/as y empleados para que se apliquen dentro como fuera de la zona de trabajo. Estos programas forman parte importante para el mantenimiento de las condiciones físicas y psicológicas del personal, contribuyendo al desempeño de habilidades y actitudes de la fuerza de trabajo.

Como se ha mencionado, la seguridad laboral es un conjunto de procedimientos y recursos para la prevención y protección de cualquier accidente, que pueda generarse a partir de un trabajo; el accidente por su parte, es toda aquella forma de siniestro que ocurre inesperadamente del medio. Por tanto, la higiene industrial es la encargada de establecer los procedimientos para la prevención de las enfermedades provenientes del trabajo, con el objetivo de la conservación e integridad de las personas.

La seguridad y la higiene industrial durante el trabajo es un concepto que debemos tener claro, ya que por medio de esta nos podemos desempeñar correctamente en la vida laboral. Su aplicación es muy importante, puesto que mejora las condiciones de un operador al elevar su productividad, reducir tiempos muertos durante el proceso y evitar movimientos innecesarios durante la operación. (Cortés Díaz, 2001)

Algunas de las técnicas de prevención para cualquier incidente que se presente durante una jornada, es necesario atenderlo con una buena selección profesional que contribuya a un procedimiento de prevención como es el reconocimiento médico preventivo; el cual nos dice que es una medida de control de la salud de un obrero, con el objetivo de detectar en su debido tiempo las molestias respecto a su salud. Enseguida, se hace mención del tratamiento médico preventivo que trata de un experimento para evitar cualquier reacción contra la salud de algún trabajador. Después se hace una selección del personal, determinada por las capacidades que tiene el operador ante el área que va a ejecutar. Y según sus habilidades será lo que podría desempeñar, básicamente se trata de capacitar al personal, para relacionarlo con su área de trabajo y así orientarlo en su correspondiente puesto.

Otro factor importante, es la educación sanitaria puesto que ayuda a fortalecer las prevenciones con la finalidad de ver el incremento en los hábitos higiénicos. Ahora bien, la exigencia de las empresas dependerá de las operaciones que se realicen, ya que en cualquier trabajo existe la probabilidad de riesgo.

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS.

Conseguir mayores beneficios para las organizaciones y un goce laboral de los empleados la identificación de los peligros a los que están sometidos es una de las metas a alcanzar, y para detectarlos de la forma correcta es conveniente discutir si realmente hay una fuente que ocasione daño alguno, esto, contemplando todos los factores con los que se trabaja ya sea instalaciones, sustancias, equipos, máquinas etc. (Colima Para Todos Gobierno del Estado , 2011)

MÉTODOS Y MATERIALES

Para hacer posible esta investigación, primeramente se llevó a cabo una la recolección de distintos estudios que se han venido realizando en los últimos años, enfocados principalmente en la industria de hidrocarburos no convencionales, partiendo de lo general a lo particular. Se ha analizado el panorama a nivel mundial de dicho sector; y posteriormente a ello, se ha visualizado las condiciones del país con las que cuentan las empresas extractoras de hidrocarburos no convencionales de la región centro del estado de Coahuila, mediante estadísticas del Instituto Mexicano del Seguro Social en materia de seguridad e higiene.

Para el desarrollo de este proyecto se diseñaron dos instrumentos de medición, el primero fue aplicado a una muestra significativa del 32% de empleados implicados en esta actividad, mientras que el otro instrumento fue aplicado al 100% de las empresas del ramo estudiado, caracterizados por contener las variables seguridad-higiene con sus respectivos indicadores entre los que se encontraban los siguientes: uso del equipo de protección personal, riesgos y enfermedades profesionales, jornadas laborales, señales de seguridad, condiciones y ambiente de trabajo, capacitación, entre otras. Estos instrumentos contaron con un total de 14 ítems los cuales se ponderaron de la siguiente manera: 1) Nunca, 2) Algunas veces, 3) La mayoría de las veces, y 4) Siempre. Como antes se menciona, hubo dos instrumentos de medición, por lo que en este documento se encuentra sólo la información recopilada a lo que respondieron los empleados, ello con el objetivo de analizar detalladamente estos resultados; sin embargo, es importante mencionar que se generó otro informe similar a este, el cual analiza la información reunida de lo que contestaron las organizaciones.

Posteriormente, se llevó a cabo la interpretación gráfica de los datos en los softwares Minitab y Excel para definir los niveles de efectividad en los sistemas de seguridad e higiene con los que se cuenta en las áreas de trabajo.

RESULTADOS

En base a la información recopilada de la aplicación del instrumento de medición a los empleados ver Figura 1 que se encuentra en el apartado de anexos se concluye de acuerdo a los factores destacados, mostrándose gráficos para su interpretación.

4. Se le proporciona el equipo de seguridad en buenas condiciones, cantidad y en el lugar adecuado.

Se tiene conocimiento que las empresas deben proveer equipos de protección personal adecuados, los cuales deben ser utilizados dentro de las instalaciones de trabajo; lo anterior justifica lo observable en la Figura 2, donde se avala que el 100% de los encuestados apuntan que siempre se les suministra el material de protección apropiado y en el número requerido.



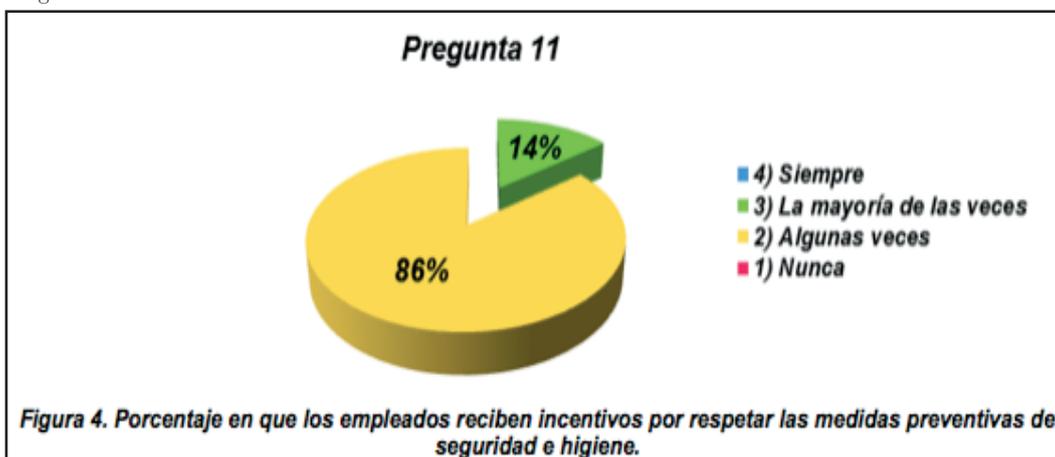
10. Las señales de seguridad están visibles

De acuerdo a la Figura 3, el 86% de los encuestados consideran que están visibles los señalamientos de seguridad en la empresa para la cual laboran y esto les permite la realización adecuada y segura de las tareas encomendadas, lo que por añadidura permite la prevención de accidentes e incidentes. Mientras tanto, hay un grupo de datos atípicos dentro de la muestra, correspondientes al 14% de las personas encuestadas, las cuales han respondido que algunas veces las señales están adecuadamente visibles. Por lo que se justifica su consideración como fuera del análisis general.



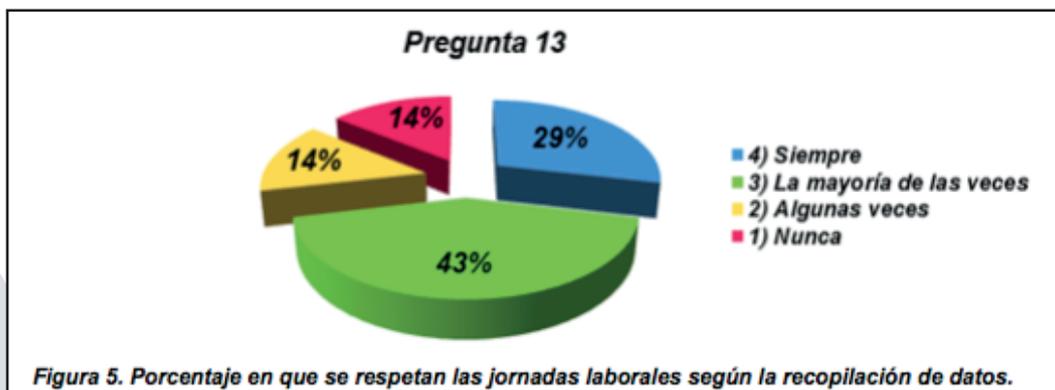
11. Se le otorga algún incentivo al respetar las medidas preventivas de seguridad e higiene en el trabajo

Con un total del 86% de las personas encuestadas véase Figura 4, se considera que solo algunas veces la empresa les otorga incentivos por contribuir a respetar las medidas y reglas de seguridad e higiene, por lo contrario, el 14% de las respuestas afirman que la mayoría de las veces han recibido algún incentivo por llevar a cabo lo establecido en la organización, puesto que estos son una forma de motivación que ayuda a disminuir riesgos.



13. Se respetan los horarios establecidos de la jornada laboral.

Existe un cambio notable como se observa en la Figura 5, puesto que entre los valores máximos y mínimos se encuentran concentrados los datos en comparación de las demás gráficas. El 43% de los valores se encuentran dispersos en la mediana asumiendo que la mayoría de las veces la organización cumple los horarios de trabajo establecidos a los empleados; el 29% y 14% arrojan que siempre y algunas veces respectivamente se respetan los horarios señalados. Por otra parte, alrededor de un 14% de la población encuestada afirma que nunca se les respeta el horario de jornada laboral, lo que reflejaría una falta de organización y ausencia de compromiso por parte de la empresa (de ser este porcentaje real). De acuerdo al indicador, en una organización es importante llevar un control de los turnos de trabajo, para la determinación de desempeño y productividad.



CONCLUSIONES

De manera general se señala que los incentivos presentan un área de oportunidad de mejora de acuerdo a lo que se observa en las gráficas de la recolección de información, puesto que se considera que los incentivos son un factor importante para la motivación en materia de seguridad e higiene del trabajador y la empresa. Para finalizar este tema de investigación, podemos concluir que la efectividad de los sistemas de seguridad industrial en las empresas de hidrocarburos no convencionales en la región centro del estado de Coahuila caminan en dirección adecuada para contribuir al desarrollo de las mismas empresas así, como sus trabajadores y por ende al desarrollo económico del entorno y el estado. Si bien es cierto existen áreas de oportunidad que pueden aprovecharse para tener un desarrollo óptimo de los sistemas de seguridad industrial. Al ser esta industria de un sector propiamente nuevo en el estado pueden diseñarse estrategias para contribuir al fortalecimiento del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

- Clúster Minero-Petrolero de Coahuila, A.C. (2015). Programa Esgratégico de Formación de Recursos Humanos en Materia de Hidrocarburos para el Estado de Coahuila de Zaragoza 2015-2018. México: Clúster Minero-Petrolero de Coahuila, A. C.
- Colima Para Todos Gobierno del Estado . (2011). Manual de Seguridad e Higiene. Colima, Colima.
- Cortés Díaz, J. M. (2001). Seguridad e higiene del trabajo: Técnicas de prevención de riesgos laborales . Mexico: Alfaomega.
- Microsoft. (2010). Microsoft Excel 2010. Microsoft Office. Microsoft Office.
- Minitab Inc. (2017). Statistical Software. Minitab 2017. USA: State College .
- Oil & Gas MAGAZINE . (21 de Enero de 2015). Oil & Gas MAGAZINE Revista de la industria del petróleo y el gas. Recuperado el 15 de Junio de 2017, de Oil & Gas MAGAZINE Revista de la industria del petróleo y el gas: <https://www.oilandgasmagazine.com.mx/2015/01/presenta-pemex-23-de-efectividad-en-shale/#.WUc0tOuGO01>
- Quintana Pérez, C. E. (2015). UCE Ciencia Revista de Posgrado. Recuperado el 4 de Julio de 2017, de UCE Ciencia Revista de Posgrado.: <http://uceciencia.edu.do/index.php/OJS/article/view/45/41>
- Zecua Alejo, R. I. (19 de Marzo de 2014). INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL. Recuperado el 16 de Junio de 2017, de TESIS: METODOLOGÍA PARA LA EXPLORACIÓN DE UN VIEJO RECURSO: SHALE GAS O LUTITA GASÍFERA USANDO REGISTROS GEOFÍSICOS DE POZO: <http://itzamna.bnct.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/14856/Metodolog%C3%ADa%20para%20la%20exploraci%C3%B3n%20de%20un%20viejo%20recurso%20Shale%20Gas%20o%20Lutita%20Gas%C3%ADfera%20usando%20registros%20geof%C3%ADsicos%20de%20pozo.pdf?sequence=1>

DESARROLLO DE TURBINA DE VIENTO PARA USO DOMESTICO

Mauricio Zúñiga Bárcenas Y Héctor León Torres

RESUMEN

En el planeta existen diferentes energías renovables que pueden ser utilizadas, la energía eólica es una de ellas. La turbina de viento es una maquina capaz de producir esta clase de energía, que ha sido utilizada para el funcionamiento de diversas máquinas y dispositivos que existen en la actualidad. Para el desarrollo de una turbina es necesario conocer el consumo que se desea abastecer, la siguiente investigación abordara el desarrollo de una turbina que pueda abastecer el consumo eléctrico de una familia Mexicana de 6 integrantes por medio de diferentes estudios demográficos y aerodinámicos que ayuden a determinar el resultado más adecuado.

ABSTRACT

The world has much removable energy that can be used; the Eolic energy is one of them. A machine capable to produce that energy is a wind turbine, the energy that produced it is used for activate many machines that exist today. For his develop is necessary to know the electric consume that will want reach, this investigation will talk about of a wind turbine who reach is the electric consume for a Mexican family with 6 members , it was necessary do some demographic and aerodynamic studies for set the better result.

Palabras clave: Turbina, Eólica, energía

INTRODUCCION

México es un país altamente consumidor de energía eléctrica por lo que el desarrollo de máquinas que puedan producirla es una gran ayuda para tal situación. La investigación aborda los diferentes pasos y conocimientos necesarios para el desarrollo de una turbina de viento capaz de sustentar el consumo de una familia mexicana con 6 integrantes por medio de energía eólica.

El siguiente reporte contiene antecedentes sobre datos estadísticos e históricos que desarrollaron de manera amplia la investigación así como una metodología que se llevó a cabo para lograr el propósito deseado. Se efectuó una investigación del promedio de consumo energético en México, donde se consultaron diferentes fuentes de información sobre índices estadísticos mexicanos.

Se realizó una investigación de funcionamiento y características de una turbina eólica, donde se estudiaron temas sobre la aerodinámica como la potencia y velocidad de los vientos.

La creación de un modelo de la turbina en Solidworks 3d se desarrolló para una mejor proyección de la máquina.

Una simulación de modelo se hizo, donde se descubrió las características y condiciones físicas a las que puede estar sujeta la turbina eólica diseñada

Por último se establecieron resultados en base a lo previamente estudiado que puedan dar como finalidad el cumplimiento del objetivo principal de poder abastecer el consumo energético de la familia mexicana

MARCO TEORICO

Actualmente, el país deriva 80 por ciento de su energía de recursos fósiles; 17 por ciento de fuentes renovables y el 3.0 por ciento restante de la fisión nuclear. Si bien es cierto que en el pasado los combustibles fósiles fueron un factor determinante para el desarrollo de México, no queda duda alguna, que las energías renovables son y serán un factor clave en el futuro para el desarrollo económico, político y social en nuestro país.

(Zepeda, 2015)

Tabla. 1. Consumo de electricidad por año y per cápita en México hasta su último estudio realizado por la Secretaría de Energía (SENER)

Descripción	Unidad	2013	2014	2015	2016	2017
Consumo de electricidad (GWh)	GWh	235,140.81	241,196.71	240,738.68	N/D	N/D
Consumo de electricidad per cápita (kWh/hab.)	Num	1,986.07	2,014.79	2,055.59	N/D	N/D

El desarrollo de la turbina se logró en base a 4 fases siguientes:

- Investigación de promedio de consumo de energía eléctrica para hogar de 6 integrantes
- Desarrollo de diseño
- Desarrollo de modelado en Solidworks
- Desarrollo de simulación.

Se estudiaron las Encuestas Nacionales de Ingresos y Gastos de los Hogares de los años 2008, 2010, 2012 y la más reciente 2014 para calcular el promedio del gasto energético. El artículo “El consumo energético de los hogares en México” por Landy Sanchez investigadora de la UNAM nos dice que 75% del gasto energético en México es energía eléctrica por lo tanto con los resultados obtenidos y el precio de venta por kilowatt que actualmente la CFE presenta se obtuvo el consumo eléctrico en una familia de 6 integrantes.

Se estudió funciones y características principales de una turbina eólica. Se compone por un rotor conectado con alas, caja de circuitos, motor, generador, estabilizador y un cuerpo compuesto por poste y base.

La realización del diseño abarco diferentes temas aerodinámicos, para la creación de las “Airfoils” por su nombre en español superficies alares se consultó diferentes fuentes información, la Universidad Illinois referente a la parte la ingeniera aeronáutica permite pre visualizar diversos de diseños de Airfoils creadas para uso eólico.

La construcción del la caja, diversos manuales y tutoriales de ejemplos previos se consultaron, el profesor Chris Ray del departamento de ingeniera en Anne Arundel Community College creo un diseño que sirvió de referencia para la construcción óptima de una caja que hiciera funcional la turbina

La realización del poste y su altura, el reglamento de construcción en la ciudad de Querétaro informa que la altura promedio de los hogares en el municipio de Querétaro es de dos metros para casas de un piso y 4 metros si es de dos, el diseño que se presenta será de una altura aproximada de dos metros, se pretende que el dispositivo sea colocado en los techos de las casas, dando como alturas máximas entre 4 a 6 metros de altura sobre la superficie donde están ubicadas.

La producción eléctrica que generara la turbina se diagnosticó por la fórmula de estimación de energía anual (1) aportada de la investigación de Conrado Moreno Figueredo, Doctor en Ciencias Técnicas. Profesor Titular del Centro de Estudio de Tecnologías Energéticas Renovables de la Habana, Cuba en su artículo Estimación de energía producida. La fórmula arroja datos aproximados de lo que podría producir una turbina, el cálculo es solo una aproximación mas no un resultado exacto.

La fórmula consiste en calcular el área de rotor, la densidad de potencia del viento y el rendimiento que presenta la turbina.

$$EAP = (P/A) * (A) * (Rendimiento total) * (8760h/año) / (1000 W/kW)$$

Figura 1: Formula de estimación de energía anual producida

Para el cálculo de área del rotor (A) se consultó diseños ya creados por diferentes marcas que se dedican a la producción de turbinas eólicas domésticas, habiendo turbinas con tamaños de rotor de entre 1.5 y 2.5 metros de diámetro.

Para la densidad de potencia viento (P/A) el Sistema de Información Geográfica para las Energías Renovables en México es un portal donde nos muestra un mapa eólico de México y arroja información sobre las densidades de diferentes zonas del país, se hizo un promedio de diferentes densidades en México y en la ciudad Querétaro para poder dar resolución a la formula.

El rendimiento de una maquina eólica se basa en diferentes estudios mecánicos y aerodinámicos en donde el estudio sobre el límite de Lentz nos dice que el rendimiento de una turbina de viento no podrá llegar a ser de 100% por diferentes condiciones que el viento presenta por lo que en base a cálculos detallados el máximo rendimiento de un turbina que podrá generar será de un 59 % en sus mejores condiciones. Los rendimientos estimados van de 0% a 20% un rendimiento bajo, de 30% a 40% un rendimiento medio y de 40% a 59% un rendimiento alto.

Para el modelado en 3D se utilizó el programa de diseño Solidworks en donde se realizaron diseños en base a modelos previos creados por investigadores de Estados Unidos para así formular un modelo propio estético y funcional que cumpla con las características a adecuadas para generar la energía deseada

Para el desarrollo de la simulación se utilizó un complemento del programa Solidworks llamado Flow-simulation este utiliza el análisis de dinámica de fluidos computacional para permitir una simulación rápida y eficaz del flujo de fluidos y de la transferencia de calor. Puede calcular fácilmente las fuerzas de fluidos y comprender el impacto de un líquido o gas en el rendimiento de un producto. El análisis elimina la complejidad del análisis de flujo y puede convertirse en un elemento habitual del proceso de diseño, lo que reduce la necesidad de crear prototipos, acaba con las repeticiones y demoras, y ahorra tiempo y costes de desarrollo.

RESULTADOS

El promedio de consumo energía que una familia mexicana de 6 integrantes utiliza es de 17.375 Kw p/día y 521.2455Kw p/mes

Tabla. 2: Resumen de Kwh p/día y Kwh p/mes calculados de las ENIGH de los correspondientes

	Kwh p/día	Kwh p/mes
ENIGH 2008	23.880	716.400
ENIGH 2010	16.169	485.070
ENIGH 2012	14.108	423.253
ENIGH 2014	15.342	460.257
Promedio	17.375	521.245

Para que la turbina pueda satisfacer la necesidad previa se utilizó la fórmula de energía anual producida, para determinarla se investigó el tamaño del rotor, la densidad de potencia y el rendimiento

$$\text{Energía anual producida} = (21.2 \text{ w/m}^2)(2.83\text{m}^2)(30\%)(8760/1000) = 157.964 \text{ Kwh/año}$$
$$13.163 \text{ Kwh/mes}$$
$$.428 \text{ Kwh/día}$$

Figura 2: Formula de estimación de energía anual producida con datos calculados

El desarrollo del modelo final se llevó a cabo por medio de diferentes pruebas de diseño donde se evaluaron las características más óptimas para la creación de la turbina

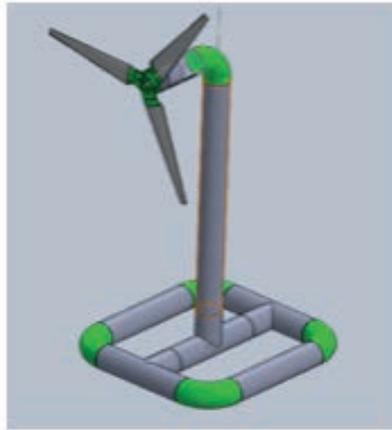


Figura 3: Diseño final de turbina de viento

La simulación de la mecánica de fluidos arrojó resultados pudiendo observar que las fuerzas y velocidades a las que se expondrá nuestra turbina serán óptimas para su funcionalidad

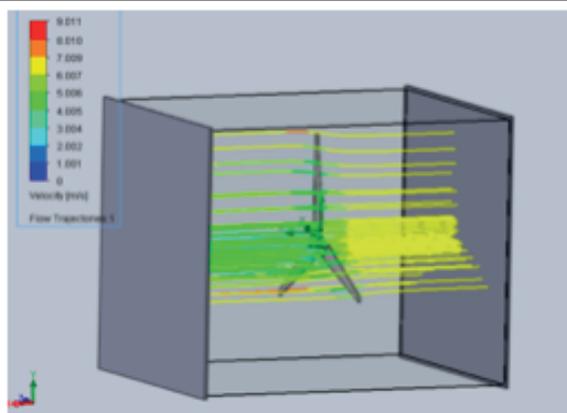


Figura 4: Simulación en flow-simulation de trayectoria del viento en rotor de la turbina

La creación de una turbina de viento no podrá sustentar todo el gasto energético de una familia de 6 personas ya que para esto se necesitaría de una turbina más grande y altamente compleja de crear por lo que la investigación arrojó que es más recomendable contener un sistema eléctrico híbrido en donde por medio de aproximadamente 8 turbinas creadas de la investigación se pueda sustentar un cuarto del consumo equivalente a producir 4kwh por día para que la otras parte se sustente por la obtención de energía convencional.

CONCLUSION

La energía eólica es una energía que sea a explotado en diferentes partes del mundo, en Europa por sus grandes zonas eólicas por ejemplo, México al no ser un país altamente eólico tendría algunas complicaciones para el uso de esta energía pero localizando zonas potenciales puede haber un gran cambio en el gasto mexicano de consumo eléctrico. Un sistema híbrido es la recomendación a las personas que deseen tener alguna diferencia significativa de costos por energía eléctrica, las energías renovables cada vez están dejando de ser energías alternativas para pasar a primarias, el uso de recursos fósiles en el futuro ya no serán suficientes para abastecer nuestro consumo energético.

BIBLIOGRAFIA

- CFE. (31 de Diciembre de 2016). Informe Anual 2016. Recuperado el 20 de Junio de 2017, de <http://www.cfe.gob.mx/inversionistas/informacionreguladores/Documents/Informe%20Anual/Informe%20Anual%202016%20CFE.pdf>
- Figueredo, C. M. (s.f.). Estimación de la energía producida . Recuperado el 22 de junio de 2017, de <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia54/HTML/articulo03.htm>
- Peña, L. S. (1 de Octubre de 2012). UNAM. Recuperado el 7 de Junio de 2017, de Revista Digital Universitaria: <http://www.revista.unam.mx/vol.13/num10/art101/art101.pdf>
- Reglamento de contruccion del municipio de Queretaro. (s.f.). Recuperado el 20 de junio de 2017, de <http://www.smie.org.mx/layout/reglamentos-construccion/queretaro-reglamento-construccion-municipal-queretaro.pdf>
- Universidad de Castilla-La Mancha. (1 de Enero de 2017). Recuperado el 19 de Junio de 2017, de Curso de Física Ambiental: https://previa.uclm.es/profesorado/ajbarbero/FAA/EEOLICA_Febrero2012_G9.pdf
- Urbana-Champaign, U. o. (s.f.). Department Of Aerospace Engineering. Recuperado el 19 de junio de 2017, de http://m-selig.ae.illinois.edu/ads/coord_database.html#N
- Zepeda, C. (16 de 01 de 2015). El Financiero. Recuperado el 8 de Junio de 2017, de Controla el consumo electrico en el hogar: <http://www.elfinanciero.com.mx/mis-finanzas/controla-el-consumo-electrico-en-el-hogar.html>

OBTENCIÓN DE UN BIOMATERIAL COMPUESTO ORGÁNICO-INORGÁNICO CON POROSIDAD CONTROLADA.

Nadia Giovana Perea Ramos¹ y Rodrigo Rafael Velázquez Castillo².

¹ Facultad de Ingeniería en Materiales, Instituto Tecnológico de Querétaro, Av. Tecnológico Esq. Mariano Escobedo s/n, C.P. 76150 Querétaro, Qro., México.

² División de Investigación y Posgrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro,

Cerro de las Campanas s/n, C.P. 76010 Querétaro, Qro., México

RESUMEN

Se sintetizaron nanoestructuras de Hidroxiapatite (Hap) dopadas al 2% TiO₂ y al 5% Na respectivamente mediante el método hidrotérmal asistido por microondas. Se varió la cantidad de ácido glutámico de 1-5 en cada síntesis. Las muestras sintetizadas fueron caracterizadas por difracción de rayos X para polvos (XRD), para identificar que fases cristalinas se están obteniendo. Además, se encontró la cantidad adecuada para cada reacción en la que se obtiene una estructura cristalina preferencial en el plano (300).

ABSTRACT

Hydroxyapatite (HAp) nanostructures were synthesized by microwave assisted hydrothermal method with 2%TiO₂, and 5%Na respectively. The amount of glutamic acid was varied from 1 to 5gr in each reaction. The synthesized samples were characterized by X-ray powder diffraction (XRD), in order to identify which crystalline phases are obtained and the preferential planes. In addition, the appropriate amount was found for each reaction in which a preferential crystalline structure is obtained in the plane (300).

Palabras Clave: Nanoestructuras, hidroxiapatita, método hidrotérmal, estructura cristalina.

INTRODUCCIÓN

Debido a su similitud con la fase mineral del hueso, la hidroxiapatita con fórmula química [Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂], ha sido ampliamente estudiada y utilizada en el campo de la medicina como biomaterial; pues sus excelentes características de biocompatibilidad promueven su aceptación y adecuada osteointegración en el medio biológico. En el hueso natural los minerales nanoestructurados no estequiométricos como la HAp tienen dimensiones de 20 nm de diámetro y 50 nm de largo. Además, el hueso mineral tiene asociadas diversas trazas de sustituciones iónicas en la red cristalina, tales como: CO₃²⁻, HPO₄²⁻, Na⁺, Mg²⁺, Sr²⁺, K⁺, Cl⁻. también ha sido reportado que cantidades entre el 2 y 10 % de Na o Ti, ayudan a una mejor adhesión de osteoblastos y a mejorar sus las propiedades mecánicas del hueso. Los cristales de HAp dopada con Na o Ti han demostrado tener una gran eficiencia biológica en cuanto a la adhesión a osteoblastos, proliferación, osteointegración y formación de nuevo hueso sobre su superficie.

En lo que respecta a su preparación, la hidroxiapatita puede ser obtenida a partir de esqueletos de animales o bien de manera sintética, por medio de diferentes rutas de síntesis química a través de los precursores a altas condiciones de temperatura y presión; en este último caso pueden obtenerse materiales con diferentes características físico-químicas, morfológicas controladas, entre las que se pueden mencionar la alta pureza y composición homogénea, distribución monomodal y tamaños de partícula nanométricos. Además, a estas condiciones de temperatura y presión se puede reducir el tiempo de reacción, debido a que para la mayoría de los métodos de síntesis se requiere un largo tiempo de reacción.

En años recientes, el uso de microondas como fuente de calentamiento ha sido de gran utilidad para reducir el tiempo de reacción. Se han dirigido muchos esfuerzos para producir HAp con una morfología y dimensión controlada usando como fuente este tipo de energía. Además, el uso de recipientes de cuarzo o teflón en combinación con el calentamiento por microondas ayudan a mantener una temperatura y presión homogéneas en toda la mezcla, de esta manera es fácil de controlar el crecimiento cristalino y se pueden obtener nanoestructuras de HAp con dimensión controlada y con orientación cristalina preferencial.

Uno de los muchos objetivos de esta investigación es obtener nanofibras de HAp con diámetros del orden de nanómetros y longitudes de micrómetros. Las nanoestructuras de HAp podrán ser usadas en la síntesis de un biomaterial compuesto el cual tiene potenciales aplicaciones en medicina y odontología

MÉTODOS Y MATERIALES

HAp-2%TiO₂ y 1-5gr ácido glutámico.

Para la obtención de HAp mediante el método hidrotermal asistido por microondas es necesaria una solución de Ca(NO₃)₂, TiO₂ y 1-5 gr de ácido glutámico en 200ml de agua destilada. Se coloca en parrilla de agitación a una temperatura de 60°C a una agitación grado 7 durante un aproximado de 30 minutos, o bien hasta disolver Ca(NO₃)₂, TiO₂ y el ácido glutámico. Se coloca una segunda solución con KH₂PO₄ y KOH, se coloca en parrilla de agitación a una temperatura de 60°C a una agitación grado 7 durante un aproximado de 30 minutos, o bien hasta disolver. Posteriormente son mezcladas las soluciones, se colocan en el horno de microondas a temperatura de 170° C durante 45 minutos y una presión de 35 bares.

HAp-5%Na y 1-5 ácido glutámico.

Para la obtención de HAp mediante el método hidrotermal asistido por microondas es necesaria una solución de Ca(NO₃)₂, Na(NO₃)₂ y 1-5 gr de ácido glutámico en 200 ml de agua destilada. Se coloca en parrilla de agitación a una temperatura de 60°C con agitación durante un aproximado de 30 minutos. Se coloca una segunda solución con KH₂PO₄ y KOH, se coloca en parrilla de agitación a una temperatura de 60°C con agitación durante 30 minutos. Posteriormente son mezcladas las soluciones, se colocan en el horno de microondas a temperatura de 170° C durante 45 minutos y una presión de 35 bares.

RESULTADOS

Los análisis de XRD confirmaron la obtención de HAp-Ti . La Fase cristalina fue identificada haciendo una comparación con los siguientes PDF's 86-1199 y 86-1203 del banco de datos de la ICDD. Se encontró que todas las muestras sintetizadas producen el mismo patrón de difracción como el que se muestra en la Fig. 1 y 2. Pero se encontró que solo las muestras sintetizadas con 3gr de ácido glutámico producen una orientación cristalina preferencial en el plano cristalino (300). Se encontraron las señales de los picos característicos de interés en los ángulos °, 31.45°, 32.64° en 2θ y que corresponden a los planos (211) y (300) respectivamente.

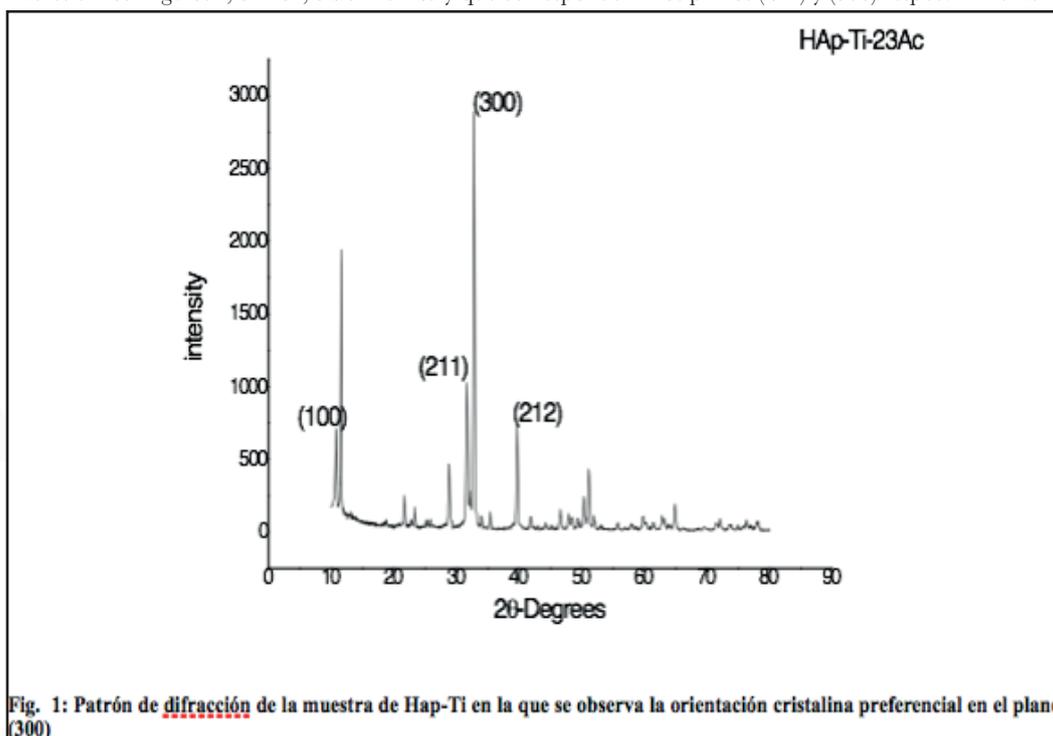


Fig. 1: Patrón de difracción de la muestra de Hap-Ti en la que se observa la orientación cristalina preferencial en el plano (300)

Haciendo la misma comparación con los PDF's de la Fig. 1, en la Fig. 2 se identificó la fase cristalina de la muestra de HAp-Na sintetizada, en la cual se observó que hay una ligera diferencia e intensidad en el plano (300) respecto del plano (211), lo que indica que hay una orientación preferencial. Además se encontró que esta orientación se da cuando se utiliza 1 gr de ácido glutámico.

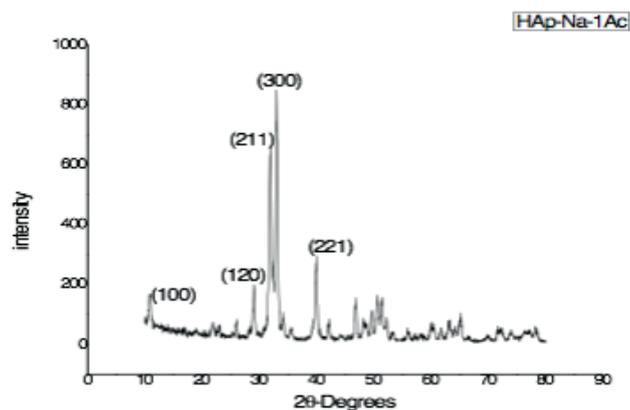


Figura 2.- Patrón de difracción de la muestra de Hap-Na en la que se observa la orientación cristalina preferencial en el plano (300).

CONCLUSIONES

El control de cantidad de elementos dopantes a la HAp es importante, ya que, de no estar en el rango correcto, se obtienen resultados diferentes a la HAp como son otras sales de fosfato u orientaciones cristalinarias diferentes las cuales no son ideales para su aplicación. Se encontró que la cantidad adicionada de ácido glutámico es el elemento principal que influye en el ordenamiento cristallino y en la obtención de planos preferenciales como el (300) y que esta cantidad es diferente dependiendo de el elemento con el que se quiera utilizar para dopar la HAp.

BIBLIOGRAFIA

- A. Siddharthan, S. S. (2006). Influence of microwave power on nanosized hydroxyapatite particles. *Scripta Materialia* , 55, 175–178.
1. Aneta Zima, Z. P. (2012). Study on the new bone cement based on calcium sulfate and Mg, CO₃ doped hydroxyapatite . *Ceramics International* , 38, 4935–4942 .
2. Šupován, M. (2015). Substituted hydroxyapatites for biomedical applications: A review . *Ceramics International* , 41, 9203–9231 .
3. H. Arami, M. M. (2009). Rapid formation of hydroxyapatite nanostrips via microwave irradiation. *Journal of Alloys and Compounds* , 469, 391–394.
4. J. R. Alanís-Gómez, E. M.-M.-M.-R.-M.-R.-C. (2016). Synthesis of Micro and Nano-Sized Hydroxyapatite Fibers Through the Microwave Assisted Hydrothermal Method. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology* , 16 (7), 7557–7566,.
5. Maryam Nabiyouni, Y. R. (2015). Magnesium substitution in the structure of orthopedic nanoparticles: A comparison between amorphous magnesium phosphates, calcium magnesium phosphates, and hydroxyapatites . *Materials Science and Engineering* , 52, 11-17.
6. Néstor Méndez-Lozano, R. V.-C.-M.-G.-G.-R.-C. (2017). Crystal growth and structural analysis of hydroxyapatite nanofibers synthesized by the hydrothermal microwave-assisted method. *Ceramics International* , 43, 451–457.

NAVEGACIÓN Y MAPEO DE ROBOTS MÓVILES (ROBOT ROOMBA) del 19° VCRC

Castillo Martínez Rolando y Núñez Varela José Ignacio

RESUMEN

En el presente documento se investiga y experimenta con el método SIFT (Scale-Invariant Feature Transform) para la extracción de características significativas de una imagen limitando la cantidad de puntos de interés para entrenar y evaluar una red neuronal Feed-Forward. Para su aplicación en la visión de robots móviles en espacios cerrados. El objetivo del proyecto es reconocer al menos 6 objetos a tres diferentes escalas y con diferentes ángulos de rotación, utilizando la menor cantidad de imágenes de entrenamiento. Además, se lleva a cabo la experimentación con la red neuronal utilizando la función de activación sigmoide y la unidad lineal de rectificación (ReLU).

ABSTRACT

In this paper, we investigate and experiment with the SIFT method (Scale-Invariant Feature Transform) for the extraction of significant characteristics of an image that limited the number of points of interest in order to train and evaluate a Feed-Forward neural network for its application in the visual module of mobile robots in enclosed spaces. The objective of the project is to recognize at least 6 objects at three different scales and with different rotation angles using the least amount of training images. In addition, experimentation with the neuron network is performed using the sigmoid activation function and the rectified linear unit (ReLU).

Palabras Clave: SIFT, visión artificial, redes neuronales.

INTRODUCCIÓN

Una de las tareas de los robots de servicio es navegar de un punto a otro, en el proceso tiene que reconocer objetos del entorno en que se encuentra. Usar técnicas de visión por computadora y aprendizaje máquina es una opción para reconocer dichos objetos. Algunas de estas técnicas son transformaciones de imágenes a través de píxeles, esta se basa en el procesamiento de la intensidad de puntos individuales de la imagen. Se trata de los métodos más simples de procesamiento de imágenes. Otra técnica es momentos invariantes de una imagen. Los momentos son invariantes a la translación y cambio de escala de la figura (Hu, 1962). Los momentos invariantes son descriptores ampliamente utilizados en visión artificial. En esta investigación se utiliza esta última técnica aplicada con el algoritmo SIFT para extraer los puntos característicos de la imagen. SIFT es uno de los métodos de características locales más popular y ampliamente utilizado y ha demostrado mejores resultados que otros descriptores locales (Mikolajczyk y Schmid 2005). Los descriptores son vectores que contienen posibles posiciones que pueden tomar los puntos clave de una imagen. Para hacer reconocimiento de objetos, los descriptores se pueden usar como entradas de modelos computacionales de inteligencia artificial. Las redes neuronales artificiales son modelos computacionales y se basan en conjuntos de unidades neuronales simples (neuronas artificiales). En una investigación por Egmont-Petersen, et al (2002), realizó varios experimentos con diferentes técnicas de procesamiento de imágenes y redes neuronales, entre ellas el reconocimiento basado en características. Obtuvieron buenos resultados al procesar la imagen en la red neuronal, variando el fondo del objeto, la orientación y escala. El objetivo que se busca alcanzar, es aproximar una cantidad óptima de descriptores en una imagen y encontrar la cantidad de imágenes necesarias para reconocer al menos 6 objetos en diferentes ángulos de rotación y a tres diferentes escalas para entrenar una red neuronal Feed-Forward.

MARCO TEÓRICO

SIFT (Scale-Invariant Feature Transform) es un método capaz de extraer características significativas y calcular sus descriptores, está definido por un proceso que consta de cuatro pasos (Lowe, 2004):

- En primer lugar, se calcula la ubicación de potenciales puntos de interés dentro de la imagen, los que corresponden a los puntos externos calculados a partir de subconjuntos de planos de diferencias de filtros gaussianos (DoG) aplicados sobre la imagen a distintas escalas.
- Se descartan los puntos de interés utilizando una serie de Taylor del espacio escalar para obtener la ubicación más exacta de los extremos, si la intensidad en este extremo es menor que el valor umbral 0.03, se rechaza, así como los que poseen bajo contraste.
- Se calculan las orientaciones de los puntos de interés relevantes para lograr invariación a rotación de la imagen.
- Utilizando las orientaciones anteriores, se analiza el entorno de cada punto y se determina el vector de características correspondientes. Obteniendo vectores de 128 valores de ubicación posibles.

Por otra parte, las redes neuronales son sistemas de aprendizaje supervisado. La capacidad de una red para resolver un problema estará ligada de forma fundamental al tipo de ejemplos que dispone en el proceso de aprendizaje. El aprendizaje de una red neuronal consiste en la determinación de los valores de los pesos para todas sus conexiones, que la capacite para la resolución eficiente de un problema. Está conformada por neuronas individuales, este es un elemento que recibe una entrada desde otras unidades o de una fuente externa de datos. Cada entrada tiene un peso asociado w , que se va modificando en el proceso de aprendizaje (Isasi y Galván, 2004).

Una red neuronal de tipo Feed-Forward consiste en un conjunto de neuronas organizadas en tres capas: una de entrada con n unidades de entrada, una capa de salida con m unidades de salida, y con una o más capas ocultas que contienen unidades de procesamiento no observables (Leshno et al, 1993).

Cada neurona tiene una función de activación que consiste en recibir una o varias entradas y dependiendo de dichas entradas la neurona se activara o no. Existen varias funciones de activación que pueden ser utilizadas.

MÉTODOS Y MATERIALES

En la metodología de esta investigación se llevaron a cabo los siguientes pasos.

Recopilación de Imágenes

Se tomaron fotografías con una cámara a 6 objetos diferente con un ángulo de 5° de rotación en el eje x , tomadas a tres diferentes distancias de la cámara. Se dividen en: primer plano a 30 cm de distancia, segundo plano a 40 cm de distancia y tercer plano a 50 cm de distancia. Obteniendo 72 imágenes por objeto para cada uno de los planos y 3 imágenes de fondo por cada uno de los objetos obteniendo un total de 1332 imágenes.

Extracción de características

Teniendo las imágenes se utilizó una librería para visión artificial y de aprendizaje automático llamada OpenCV (Open Source Computer Vision Library). Fue construida para proporcionar una estructura simple para aplicaciones de visión por computadora. Cuenta con más de 2500 algoritmos entre ellos SIFT y está disponible en el lenguaje de programación Python. SIFT se utilizó para detectar las características más significativas de los objetos. En este experimento se realizaron varias pruebas con cantidades máximas diferentes de puntos de interés, para generar cantidades distintas de descriptores. Tomando como base un máximo de 50, 80, 100 y 200 descriptores por imagen, posteriormente se almacenaron en un archivo en disco.

Agrupación de descriptores

Se planteó y desarrolló un algoritmo para agrupar los descriptores generados por el método SIFT de cada una de las imágenes, para ser procesados por la red neuronal.

Diseño y entrenamiento de la red neuronal

La experimentación se llevó a cabo en una computadora MSI GE70 Apache pro con 12 GB RAM y procesador i7-4720HQ a 2.60GHz. Para el modelo de red neuronal se utilizó Keras, un API de redes neuronales de alto nivel desarrollada por ONEIROS (Open-ended Neuro-Electronic Intelligent Robot Operating System), escrita en Python. Keras ejecuta en la parte superior Tensor-Flow una librería de código abierto para el cálculo numérico utilizando grafos de flujo de datos.

Usando Keras se programó un modelo de red neuronal con 128 neuronas en la capa de entrada, 2 capas ocultas con 32 neuronas cada una y 6 neuronas en la capa de salida. Se usó un algoritmo de optimización Adam (adaptive moment estimation) basada en gradiente de primer orden de funciones objetivas estocásticas.

Se experimento con dos funciones de activación distintas sigmoide y ReLU. Para comparar su eficiencia y observar que función da una mejor exactitud en la clasificación. En un experimento se utilizó sigmoide para todas las capas de la red neuronal y en un segundo se utilizó ReLU en la capa de entrada y capas ocultas, y sigmoide en la capa de salida para asegurar una salida entre 0 y 1.

Los datos para entrenamiento y evaluación se dividieron de acuerdo a la Tabla 1 para el conjunto de imágenes de primer plano, y para segundo plano y tercer plano. Se tomaron todas las imágenes para evaluar al modelo con los pesos de cada uno de los entrenamientos resultantes del primer plano.

Tabla 1. Conjuntos de entrenamiento y evaluación para las imágenes de primer plano.

Ángulo	No. de Imágenes de entrenamiento	No. de Imágenes de evaluación
5°	72	72
10°	36	36
15°	24	48
30°	12	60
45°	8	64
90°	4	68

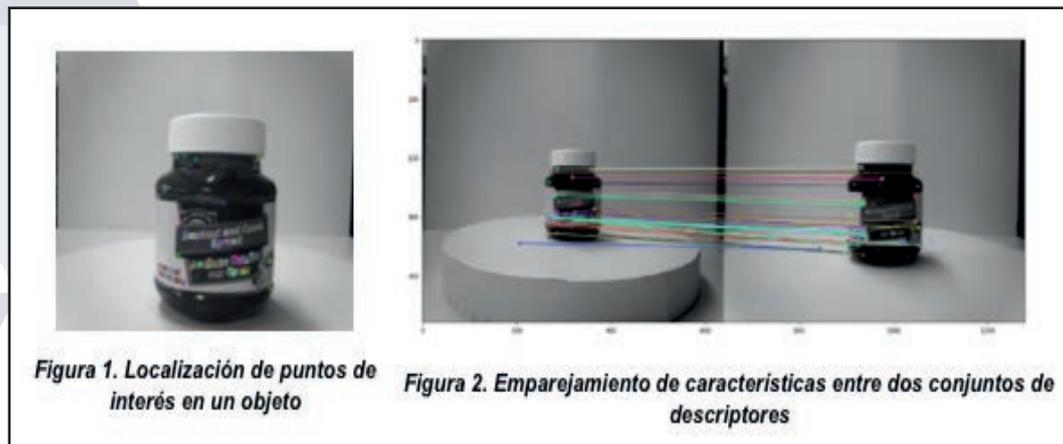
Evaluación de modelo de red neuronal

Una vez entrenada la red neuronal, se aplica un proceso de evaluación y predicción con los descriptores de evaluación para probar la eficiencia de clasificación. Se genera una matriz de confusión útil para saber la cantidad de imágenes clasificadas correctamente e incorrectamente, tomando en cuenta los siguientes parámetros:

Tasa de éxito o tasa verdadera positiva (TRP), precisión o valor predictivo positivo (PPV), Exactitud (ACC) y F1 que es la media armónica de precisión y sensibilidad.

RESULTADOS

En la Figura 1 podemos observar el resultado de la localización de características de interés marcados en círculos de color para un máximo de 100 descriptores. En la Figura 2 se muestra el emparejamiento entre Nutella a mayor distancia y menor distancia. Podemos observar que la mayoría de los puntos de interés son encontrados en ambas imágenes, corroborando que los descriptores son relativamente invariantes a cambios de escala.



El resultado de las matrices de confusión para 5° y 10° en ambas funciones del conjunto de imágenes de primer plano fue perfecto en todas las variables observadas. Pero a 15° la función sigmoide tuvo variaciones de clasificación para el desodorante y desodorante-spray como se muestra en la Tabla 2. La exactitud disminuye un 0.01 en ambos objetos.

Tabla 2. Métricas de matriz de confusión de imágenes de primer plano a 15° de rotación

	Nutella		Coffee-mate		Svetia		Desodorante		Desodorante-spray		Coffee	
	Sigmoid e	ReL U	Sigmoid e	ReL U	Sigmoid e	ReL U	Sigmoid e	ReL U	Sigmoide	ReL U	Sigmoid e	ReL U
TPR	1	1	1	1	1	1	1	1	0.95	1	1	1
PPV	1	1	1	1	1	1	0.96	1	1	1	1	1
ACC	1	1	1	1	1	1	0.99	1	0.99	1	1	1
F1	1	1	1	1	1	1	0.97	1	0.97	1	1	1

En la Tabla 3 se puede observar que para la función sigmoide la probabilidad de exactitud disminuye un 0.06 para desodorante y 0.05 para desodorante-spray. Además, la tasa de verdad positiva para el desodorante-spray disminuyó considerablemente y el PPV del desodorante disminuye un 0.25. También se puede observar que

las probabilidades para la función ReLU siguen siendo totalmente positivas.

Tabla 3. Métricas de matriz de confusión de imágenes de primer plano a 30° de rotación

	Nutella		Coffee-Mate		Svetia		Desodorante		Desodorante-Spray		Coffee	
	Sigmoid e	ReL U	Sigmoid e	ReL U	Sigmoid e	ReL U	Sigmoid e	ReL U	Sigmoide	ReLU	Sigmoid e	ReL U
TPR	0.93	1	1	1	1	1	1	1	0.73	1	1	1
PPV	1	1	1	1	1	1	0.75	1	1	1	0.98	1
ACC	0.98	1	1	1	1	1	0.94	1	0.95	1	0.99	1
F1	0.96	1	1	1	1	1	0.86	1	0.84	1	0.99	1

Los resultados de la matriz de confusión del conjunto de imágenes de primer plano a 90° de rotación con 4 imágenes de entrenamiento y 68 de evaluación. Se puede observar en la Tabla 4 con variaciones de probabilidad en todos los objetos con ambas funciones. Pero la función sigmoide resulta con menor probabilidad de exactitud para todos los objetos que la función ReLU. Además, el desodorante-spray tiene 0.132 de TPR por lo que la media de precisión está muy por debajo de 0.5.

Tabla 4. Métricas de matriz de confusión de imágenes de primer plano a 90° de rotación

	Nutella		Coffec-Mate		Svetia		Desodorante		Desodorante-Spray		Coffec	
	Sigmoid e	ReL U	Sigmoid e	ReL U	Sigmoid e	ReL U	Sigmoid e	ReL U	Sigmoide	ReLU	Sigmoid e	ReL U
TPR	0.823	0.867	0.97	0.955	1	1	0.926	0.808	0.132	1	0.838	0.882
PPV	0.636	1	0.994	1	0.997	0.873	0.577	1	0.818	0.755	0.9	0.983
AC C	0.892	0.977	0.99	0.992	0.997	1	0.875	0.968	0.85	0.946	0.958	0.977
F1	0.717	0.929	0.97	0.977	0.992	0.932	0.711	0.894	0.227	0.86	0.87	0.93

La Tabla 5 muestra los resultados obtenidos de la matriz de confusión con las imágenes de entrenamiento de primer plano tomadas a 10° de rotación cada una y el modelo resultante evaluado con todo el conjunto de imágenes de segundo plano. Se puede observar que hay un grado de variación en todos los objetos, excepto para coffee-mate. También se puede ver que la función sigmoide es mejor que la función ReLU en desodorante y desodorante-spray.

Tabla 5. Matriz de confusión con pesos de imágenes de primer plano a 10° y evaluación de segundo plano

	Nutella		Coffec-Mate		Svetia		Desodorante		Desodorante-Spray		Coffec	
	Sigmoid e	ReL U	Sigmoid e	ReL U	Sigmoid e	ReL U	Sigmoid e	ReL U	Sigmoide	ReLU	Sigmoid e	ReL U
TPR	0.917	0.986	1	1	1	1	0.972	0.986	0.89	0.534	0.958	0.986
PPV	1	1	1	1	1	0.997	0.835	0.669	0.97	1	0.958	1
AC C	0.986	0.997	1	1	1	0.997	0.963	0.915	0.977	0.922	0.986	0.997
F1	0.957	0.993	1	1	1	0.993	0.898	0.797	0.928	0.696	0.958	0.993

En la Tabla 6 se puede observar una media de precisión por debajo de 0.5 en el desodorante-spray seguido del desodorante y Nutella para la función sigmoide. Todos los objetos con la función ReLU están con media superior a 0.9.

Tabla 6. Matriz de confusión con pesos de primer plano a 30° y evaluación de segundo plano

	Nutella		Coffec-Mate		Svetia		Desodorante		Desodorante-Spray		Coffec	
	Sigmoid e	ReL U	Sigmoid e	ReL U	Sigmoid e	ReL U	Sigmoid e	ReL U	Sigmoide	ReLU	Sigmoid e	ReL U
TPR	0.575	0.972	0.904	1	1	1	0.986	0.972	0.26	0.945	0.902	0.986
PPV	0.976	1	1	1	0.901	0.986	0.453	0.972	1	1	0.956	0.924
AC C	0.927	0.995	0.984	1	0.981	0.997	0.797	0.99	0.876	0.99	0.977	0.984
F1	0.724	0.986	0.949	1	0.948	0.993	0.621	0.972	0.413	0.971	0.929	0.954

La Tabla 7 muestra el resultado de la matriz de confusión entrenada con imágenes de primer plano y evaluada con imágenes de tercer plano. Se puede observar que la función sigmoide en algunos casos muestra mejores resultados que ReLU.

Tabla 7. Matriz de confusión con pesos de primer plano a 10° y evaluación de tercer plano

	Nutella		Coffee-Mate		Svetia		Desodorante		Desodorante-Spray		Coffee	
	Sigmoid e	ReLU	Sigmoid e	ReLU	Sigmoid e	ReLU	Sigmoid e	ReLU	Sigmoide	ReLU	Sigmoid e	ReLU
TPR	0.671	0.808	0.986	1	0.917	0.849	0.635	0.945	0.712	0.301	0.917	0.904
PPV	0.816	0.967	0.857	0.839	0.905	1	0.758	0.507	0.666	1	0.827	0.991
ACC	0.92	0.963	0.97	0.968	0.97	0.974	0.904	0.835	0.892	0.883	0.954	0.977
F1	0.736	0.88	0.917	0.912	0.911	0.918	0.691	0.66	0.988	0.463	0.87	0.929

Los resultados que se muestran en la Tabla 8 corresponden a el entrenamiento con 12 imágenes de primer plano y el modelo resultante evaluado con 73 imágenes tercer plano. Se puede observar que la media armónica de la función ReLU es mejor en Nutella, desodorante, coffee e inferior con 0.03 – 0.2 para coffee-mate y svetia.

Tabla 8. Matriz de confusión con pesos de primer plano a 30° y evaluación de tercer plano

	Nutella		Coffee-Mate		Svetia		Desodorante		Desodorante-Spray		Coffee	
	Sigmoid e	ReLU	Sigmoid e	ReLU	Sigmoid e	ReLU	Sigmoid e	ReLU	Sigmoide	ReLU	Sigmoid e	ReLU
TPR	0.26	0.767	0.78	0.945	0.958	0.794	0.959	0.835	0.068	0.767	0.917	0.986
PPV	0.791	0.848	0.982	0.802	0.875	1	0.381	0.835	0.833	0.903	0.788	0.776
ACC	0.865	0.938	0.961	0.952	0.97	0.965	0.731	0.945	0.842	0.947	0.945	0.949
F1	0.391	0.805	0.87	0.867	0.915	0.885	0.546	0.835	0.126	0.829	0.848	0.869

CONCLUSIONES

En conclusión, la cantidad de descriptores es muy importante al momento de identificar un objeto en una imagen. La mayoría de las pruebas se realizó con una cantidad máxima de 100 descriptores arrojando buenos resultados, aunque no garantiza que la red neuronal no se sobre-entrene para algunos objetos. Pero si los suficientes descriptores para identificar el objeto en concreto. Utilizar la función ReLU para la capa de entrada y capas ocultas tiene mejores resultados que el uso de sigmoide en todas sus capas. De acuerdo a los resultados utilizar 12 imágenes de entrenamiento a 30° nos dará más del 90% de exactitud en la clasificación con la función ReLU. Podemos decir que es necesario explorar más opciones para mejorar los resultados y disminuir el error de clasificación.

BIBLIOGRAFÍA

Libros

BRADSKI, G., & KAEHLER, A. (2008). Learning OpenCV: Computer vision with the OpenCV library. "O'Reilly Media, Inc."

ISASI, P. & GALVÁN, I. M. (2004). Redes Neuronales Artificiales Un enfoque práctico. Madrid: Person.

Artículos de libros

ALEKSANDER, I. (Ed.). (1983). Artificial vision for robots (pp. 77-113). London: Kogan Page.

ALBANESI, M. B., FUNES, N., CHICHIZOLA, F., & LANZARINI, L. C. (2010). Reconocimiento de objetos en video utilizando SIFT Paralelo. In XVI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación.

SALAS, R. (2004). Redes neuronales artificiales. Universidad de Valparaíso. Departamento de Computación.

Artículos de revista

EGMONT-PETERSEN, M., DE RIDDER, D., & HANDELS, H. (2002). Image processing with neural networks a review. Pattern recognition, 35(10), 2279-2301.

HU, M. K. (1962). Visual pattern recognition by moment invariants. IRE transactions on information theory.

LOWE, D. G. (2004). Distinctive image features from scale-invariant keypoints. International journal of computer vision, 60(2), 91-110.

MIKOLAJCZYK, K., & SCHMID, C. (2005). A performance evaluation of local descriptors. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, 27(10), 1615-1630.

ANÁLISIS DE FENÓMENOS DE FLUIDO DE PLÁSTICOS A TRAVÉS DE LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO

Vargas Rodríguez Sandra Claudia¹ y Tanabe Mikio²

RESUMEN

La presente investigación consiste en realizar un análisis sobre la manera más eficiente del llenado de moldes en el proceso de inyección de plástico para evitar piezas deformadas a causa de vacíos en el molde al ser inyectado, esto se llevará a cabo en simulaciones con software Moldflow.

Las pruebas se realizarán modificando los siguientes parámetros, las medidas del molde y de sus componentes, la presión máxima de inyección de la máquina, la temperatura del molde y la temperatura de masa fundida, el tipo de material con el que será fabricado el molde y diseño de los componentes del molde como es el bebedero, el canal y la compuerta.

ABSTRACT

In this project describes the different parameters and their results to determine with which of the analyzed parameters a correct filling of the cavity is obtained as well as containing the parts that integrate an injection mold such as the sprue, channels and gate, feed system is responsible for transferring the molten material from the injection unit to the mold cavity.

Palabras Clave

Cavidad: Parte hueca en la que se deposita un material (polvo/pastoso/líquido, etc.) para que adquiera una forma.

Compuerta: Espacio por donde ingresa al interior del molde el material fundido.

Canal: Es donde circulan fluidos.

INTRODUCCIÓN

Este proyecto presenta una investigación a base de pruebas realizadas por medio de simulaciones con el objetivo principal de obtener resultados de excelente calidad en la fabricación de molde de plástico, determinando la mejor manera de fluidez de plástico fundido en el molde sin que queden huecos del molde sin llenar esto es posible analizar realizando las pruebas con cambios en los parámetros que incluye el molde para su funcionamiento.

Como ya se mencionó las pruebas que contiene esta investigación fueron realizadas en un software computacional con el cual se puede simular el flujo de un polímero en un molde por medio de la técnica de moldear por inyección. Se eligió realizar las pruebas en un simulador y no en un proceso de inyección directamente para evitar pérdidas de tiempo, dinero y esfuerzo.

MARCO TEÓRICO

El simulador Moldflow como una parte de CAE (Computer Aided Engineering), a través de modelos matemáticos, ofrece las simulaciones de fluido de plásticos fundidos dentro de las cavidades. La gran ventaja de uso de este tipo de simulador es poder realizar análisis diagnósticos muy significativos de muchas características de flujo de polímeros, sin fabricar los moldes de inyección de plástico, los cuales son extremadamente costoso, y no se puede generar defectos/problemas/complicaciones que afectaran a las especificaciones/calidad en productos inyectados con los polímeros después de haber ya fabricado el molde.

MÉTODOS Y MATERIALES

Para este proyecto la herramienta principal es el software Moldflow que se usó para realizar las simulaciones, así como un manual de uso de dicho software.

¹ Instituto Tecnológico de Querétaro, Departamento de Ingeniería Industrial; Av. Tecnológico s/n esq. Mariano Escobedo, Col. Centro, C.P: 76000, Querétaro, Querétaro, claudia_771994@hotmail.com

² Universidad Politécnica de Querétaro, Ingeniería en Tecnologías de Manufactura; Carretera Estatal 420 s/n, El Rosario, C.P:76240, El Marqués, Querétaro, mikio.tanabe@upq.mx

Moldflow es un programa de cómputo para analizar y simular geometría 3D de piezas a ser fabricadas por procesos de inyección de plástico. Con este programa se somete a evaluación diseño de piezas 3D con propiedades de plástico, válida y optimiza el diseño basado en el proceso de inyección y su entorno de esfuerzo por temperaturas y otros fenómenos.

A continuación, se presentan una lista breve de los pasos de uso de Moldflow:

1. Abrir Moldflow adviser
 2. Seleccionar proyecto nuevo
 3. Importar
 4. Después aparece una ventana llamada asistente de importación donde indica la ruta donde se guardará el proyecto, al observar la ruta se selecciona siguiente.
 5. Enseguida aparece opciones con las dimensiones de la piza, es preciso seleccionar las dimensiones reales de la pieza.
 6. Después de seleccionar lo anterior aparecen dos ventanas en estas solo se selecciona siguiente.
 7. Después aparece la opción de tipo de análisis donde incluye también dos opciones, estándar; Dual Domain y Avanzado: 3D real, en este caso seleccionamos la opción de Avanzado: 3D para obtener un análisis más acercado a la realidad, después se selecciona finish.
 8. Al ser importada la pieza con éxito se inicia agregando los puntos de inyección.
 9. En este paso se agrega la opción de cavidades múltiples.
 10. Como siguiente paso se selecciona la opción de geometría.
 11. Después se elige la opción de plano de partición.
 12. Después se selecciona el tamaño de molde.
 13. Como siguiente paso se agrega la opción de duplicar para estipular el número de cavidades que se desean.
- En los siguientes pasos se mostrarán los parámetros principales con los cuales se pretende realizar la comparación de sus resultados.
14. Seleccionamos la opción de predeterminados, el primer parámetro a analizar son las dimensiones y el diseño del bebedero.
 15. El siguiente parámetro a analizar son las propiedades del canal.
 16. Enseguida se deben especificar las propiedades de la entrada.
 17. Como siguiente paso se debe seleccionar el asiste de canales para que muestre la forma en 3D de los canales por los que pasara el material fundido en el proceso de inyección.

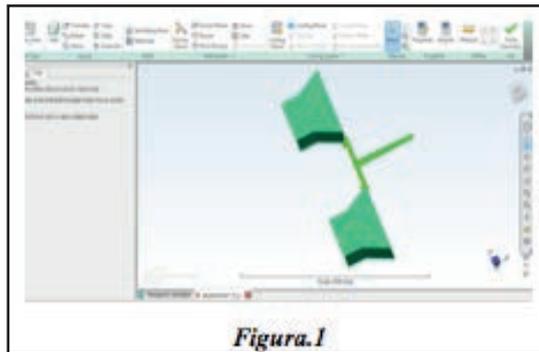


Figura.1

18. Después se selecciona el asistente de refrigeración, de tal manera que abarque todo el molde para que las piezas se enfríen proporcionalmente en cada una de sus superficies.

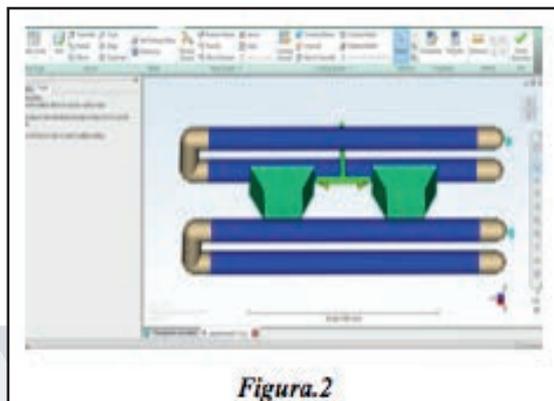


Figura.2

19. Después se selecciona la opción de propiedades y enseguida se selecciona clic derecho en tareas. Por consiguiente, aparece una ventana de opciones relacionadas con las propiedades del molde.

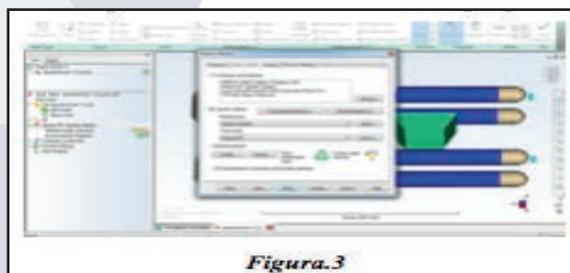
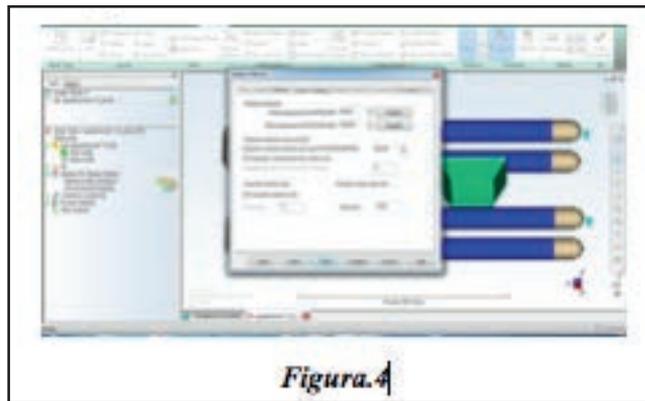


Figura.3

20. En este paso se especifica el fabricante y el material requerido, así como la temperatura de masa fundida y la presión máxima de la maquina al terminar de especificar dichas propiedades se selecciona la opción de analizar y al término del análisis arroja los resultados.



RESULTADOS

Se realizaron 8 pruebas con parámetros completamente diferentes para que posteriormente con los resultados se determinen los parámetros adecuados para obtener la más alta calidad posible. Estas pruebas se realizaron con dos tipos de materiales diferentes, con polipropileno (genérico, no específico) y con policarbonato (genérico, no específico) debido a las diferencias en sus características y propiedades físicas.

Ventajas y desventajas del polipropileno en el proceso de inyección.

Ventajas:

- Fácil de fundir y con menor temperatura.
- Mayor fluidez.
- Facilidad de llenado.

Desventajas:

- La contracción de P.P es muy alta. Genera más problema de rechupe (deformación) en las partes más gruesas del producto por lo que es más difícil controlar la calidad.

Ventajas y desventajas del policarbonato en el proceso de inyección.

Ventajas:

- Su resistencia al impacto es exageradamente alta.
- Resistencia y rigidez elevadas.
- Elevada resistencia a la deformación térmica.

Desventajas:

- Hay grandes posibilidades de que el molde no se llene uniformemente con este material, lo cual afecta gravemente en la calidad del producto.
- Sensibilidad al entallado y susceptibilidad a grietas.

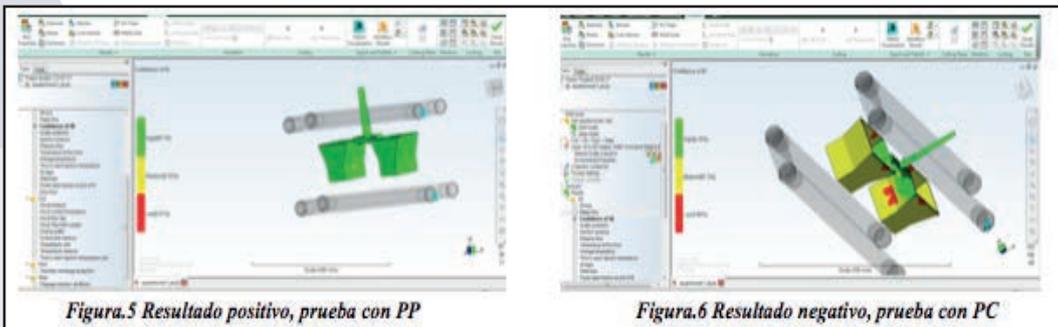
A continuación se presenta la tabla.1, esta contiene los tipos de parámetros y materiales usados en cada una de las 8 pruebas.

Pruebas	Diámetro de la compuerta (mm)	Presión máxima de la inyección de la maquina	Temperatura de masa fundida 350°C	Material
Prueba 1	0.5	140Mpa	350°C	PP
Prueba 2	0.5	70 Mpa	230°C	PC
Prueba 3	0.5	140 Mpa	350°C	PP
Prueba 4	0.5	70 Mpa	230°C	PC
Prueba 5	0.1	140 Mpa	350°C	PP
Prueba 6	0.1	70 Mpa	230°C	PC
Prueba 7	0.1	140 Mpa	350°C	PP
Prueba 8	0.1	70 Mpa	230°C	PC

CONFIANZA DE LLENADO (CONFIDENCE OF FILL), COMPARATIVO DE UNA PRUEBA CON PP Y UNA PRUEBA CON PC

El resultado de confianza de llenado muestra la probabilidad de que el plástico llene una región dentro de la cavidad bajo condiciones convencionales de moldeo por inyección. Los resultados se presentan por medio de tres colores y sus respectivos porcentajes, el verde indica que será llenado sin problemas, el amarillo se refiere a que puede ser difícil de llenar o puede tener problemas de calidad y el rojo significa que no llenara esa parte de la cavidad.

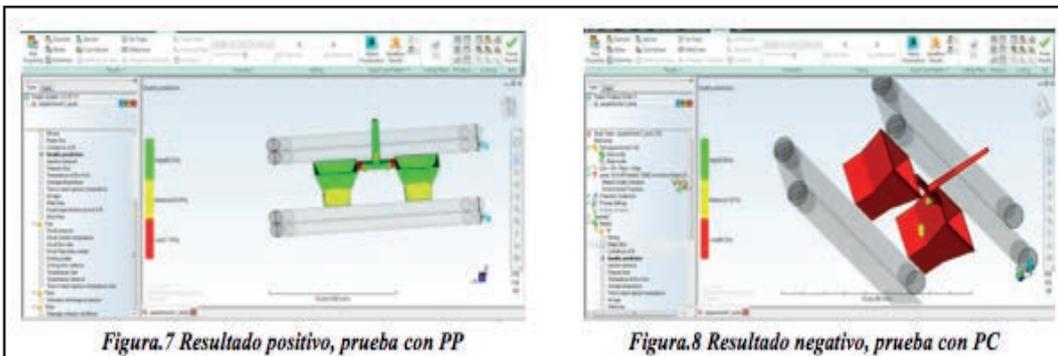
En la Figura 5, se puede observar que el porcentaje de confianza es de 98.7%, por lo que un alto nivel de confianza de llenado indica que esta zona de la pieza tiene una alta probabilidad de llenado con plástico. En la Figura 6, se muestra que la mayor parte de la pieza es color amarillo lo que indica que es posible. En esta imagen que no se llene el molde por lo que la calidad no será buena y el nivel de confianza tan solo es de 8.79%.



PREDICCIÓN DE CALIDAD (QUALITY PREDICTION), COMPARATIVO DE UNA PRUEBA CON PP Y UNA PRUEBA CON PC

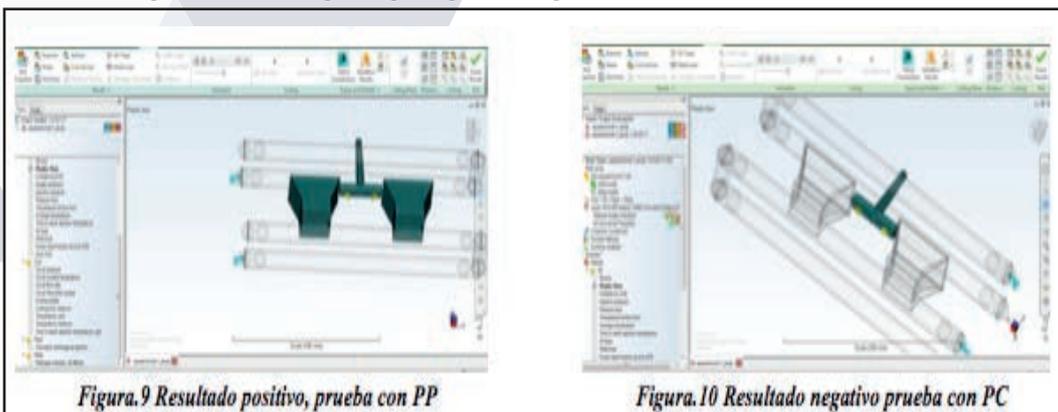
El resultado de predicción de calidad se utiliza para estimar la calidad de las propiedades mecánicas y la apariencia de la pieza. Este resultado se deriva de la presión, temperatura, material, entre otros. Los colores mostrados en el resultado de predicción de calidad indican lo siguiente: el color verde significa que tendrá alta calidad, el amarillo significa que puede tener problemas de calidad y el rojo indica que definitivamente tendrá problemas de calidad.

En la Figura 7 se puede observar que la pieza es verde pero tiene muchas áreas color amarillo, el porcentaje de calidad es de 66%, por lo que se deben aplicar mejoras para aumentar la calidad. En la Figura 8 se muestra que la mayor como se puede observar en la imagen, la pieza es color rojo lo cual indica que esta pieza es inaceptable.



FLUJO DE PLÁSTICO (PLASTIC FLOW), COMPARATIVO DE UNA PRUEBA CON PP Y UNA PRUEBA CON PC

Este resultado representa la forma y eficacia de llenado, por lo que incluye un simulador ejecutable de cómo es llenado el molde. En la figura 9, se aprecia que el molde se llenó completamente. Mientras que en la figura 10, se observa que el material no puede pasar por la compuerta del molde.



CONCLUSIONES

Si el cliente requiere las piezas fabricadas con polipropileno no hay mayor problema, en cambio si el cliente establece que el material de fabricación de las piezas sea policarbonato se presentan problemas, por ejemplo, sufre mucho de faja fluidez de material fundido y por lo tanto el diseño de la compuerta tiene que ser de forma más amplia como tipo abanico (fan) o tipo rollo (flim).

Con base a este análisis es posible afirmar con seguridad que el diseño de canales, bebederos y compuertas especialmente el diseño de compuertas (gates), es de suma importancia para determinar la calidad en los productos, así como también influye mucho el adecuado material debido a sus características. Hay más análisis importantes y significativos que ofrece Moldflow como pressure drop, average temperature, volumetric shrinkage (contracción de los materiales plásticos), cooling quality, warpage, time to reach ejection temperature, air traps, weld lines, etc. En este proyecto, los resultados de fluidez con el material PP fueron más factibles que los de PC. Sin embargo, los materiales PP en general por su alto porcentaje de contracción (shrinkage), sufren mucho por deformación, lo que ocasiona rechupes por contracción alta. Tener las perfectas combinaciones de los parámetros de inyección de plástico es definitivamente difícil. Por lo tanto, es muy importante buscar los parámetros optimizados para tratar de cumplir los requerimientos de clientes.

BIBLIOGRAFIA

<http://www.3dcadportal.com/moldflow.html>

<http://canalconstruccion.com/polipropileno-usos-y-caracteristicas.html>

<http://www.metacrilatos.net/2015/04/policarbonato-transparente-ventajas-y.html>

<https://knowledge.autodesk.com/support/moldflow-adviser/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ENU/MoldflowAdviser-UsersGuide/files/GUID-4F115A68-4469-4414-BB62-80B341FAC3AF-htm.html>

<https://knowledge.autodesk.com/support/moldflow-adviser/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/MoldflowAdviser-UsersGuide/files/GUID-BDC315AF-020E-404F-B1C2-5788C5256D7B-htm.html>

EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE COMERCIALIZACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DEL TECN M DENTRO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO

Pedro Isaac Gámez Hernández y M. en A. Irma Cecilia Ortiz Chávez

RESUMEN

La investigación expone la situación actual en la que se encuentra el Instituto Tecnológico Superior de Irapuato en cuanto al desarrollo de sus investigaciones científicas y la inserción al mercado de los productos de las mismas. Evaluando la tecnología desarrollada en el instituto, mediante el análisis de una base de datos de los proyectos vigentes, obteniendo una muestra representativa de los mismos, para así proponer una valoración individual mediante la herramienta del Technology readiness level, seleccionando el proyecto con mayor nivel de maduración tecnológica, para posteriormente implementar del Modelo de Comercialización y Transferencia de Tecnología del TecNM con esta tecnología, y llevarla a una instancia comercial.

ABSTRACT

The research exposes the current situation in which the Irapuato Higher Technological Institute is in the development of its scientific research and the insertion in the market of the products of the same. Evaluating the technology developed in the institute, by analyzing a database of current projects, obtaining a representative sample of them, to propose an individual assessment using the Technology readiness level tool, selecting the project with the highest level of Technological maturity, to later implement the Technology and Technology Transfer Model of TecNM with this technology, and take it to a commercial instance.

Palabras clave: investigación, transferencia tecnológica, comercialización, propiedad intelectual

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la tecnología es un factor importante para el desarrollo económico de un país. En México, se desarrolla un gran número de investigaciones científicas, pero, la mayoría de estas solo llegan a estancias de divulgación, sin contemplar el potencial económico que se desprende de su desarrollo, comercialización y transferencia. Esta actividad se genera principalmente en centros de investigación o instituciones educativas de nivel superior. El Instituto Tecnológico Superior de Irapuato es una entidad educativa que pertenece a la red de tecnológicos del Tecnológico Nacional de México, que tiene como uno de sus objetivos dar respuesta a las necesidades propias del medio geográfico y social, y al desarrollo industrial de la zona en que se ubican. Siendo una de sus principales herramientas la creación y transferencia de tecnologías. Uno de los esfuerzos por atender el panorama actual en este apartado, fue la adopción del Modelo de Comercialización y Transferencia de Tecnología del TecNM, el trabajar de forma directa con este modelo que permitirá detectar si la tecnología desarrollada en el Instituto Tecnológico Superior de Irapuato es comerciable y/o transferible, y el impacto real del desarrollo tecnológico generado dentro de la institución cubriendo las demandas del mercado actual.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo operativo de esta investigación se trabajará mediante el siguiente esquema, cuyos procesos y subprocesos se detalla a continuación.

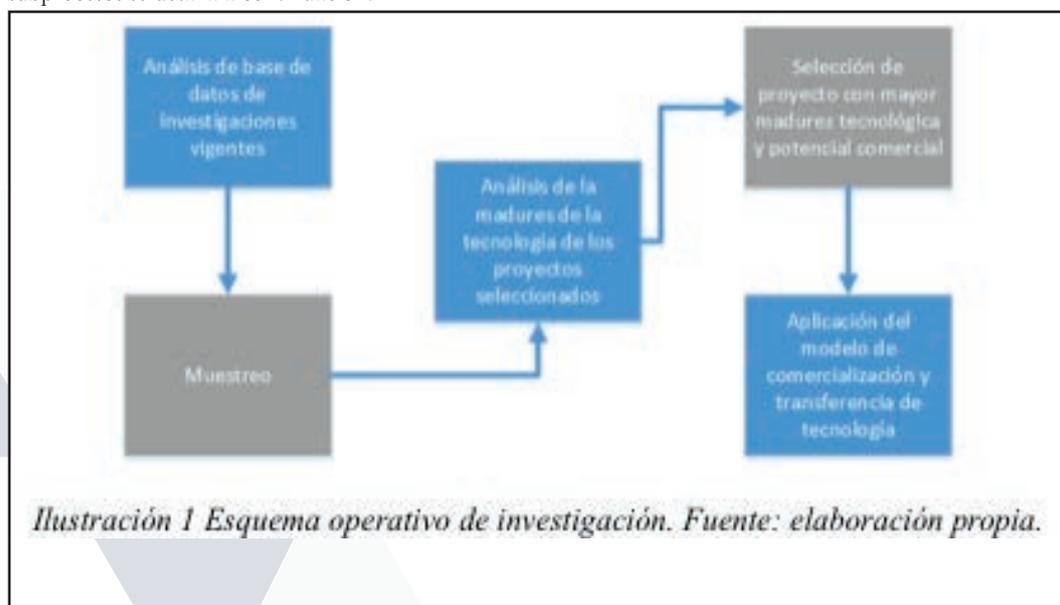


Ilustración 1 Esquema operativo de investigación. Fuente: elaboración propia.

La imagen muestra las distintas fases que se involucran para la evaluación de la tecnología desarrollada en el Instituto Tecnológico Superior de Irapuato para la posterior aplicación del modelo de comercialización y transferencia de tecnología.

Análisis de base de datos

Para llevar a cabo el análisis de la base de datos es primordial comenzar con la estructura de la misma, la cual, dicho análisis debe ser elaborado por el departamento de investigación de la institución.

ITESI cuenta con un total de 123 investigaciones registradas ante su departamento de investigación, de las cuales:

- 23 cuentan con el potencial de comercial.
- 11 son investigaciones de ciencia básica.
- 89 son realizadas durante el verano de la ciencia y aún están en proceso de determinar su naturaleza.

De los datos que se analizaron en la base de datos, se puede observar que el 53% de las investigaciones realizadas cuentan con un potencial comerciable, lo que es indicativo de que las investigaciones son perfiladas al desarrollo de tecnologías, por lo tanto, son viables para su comercialización y/o transferencia.

Muestreo

El cálculo de la muestra debe contener un nivel de confianza del mismo, el cual, se tomará para este caso de un 95%.

Los datos requeridos para el cálculo se muestran a continuación:

N: 23

Z_{2α}: 1.96 (valor dado por la tabla de distribución de Gauss para un nivel de confianza del 95%)

p: como no conocemos este valor, se da un valor arbitrario de 0.5

q: 1-p= 1-0.5= 0.5

i: como queremos un nivel de confianza del 95%=0.95 el error será del 1%=0.05

La fórmula para el cálculo de la muestra quedaría de la siguiente manera:

$$\frac{1.96^2 * 23 * 0.5 * 0.5}{0.5^2(23 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

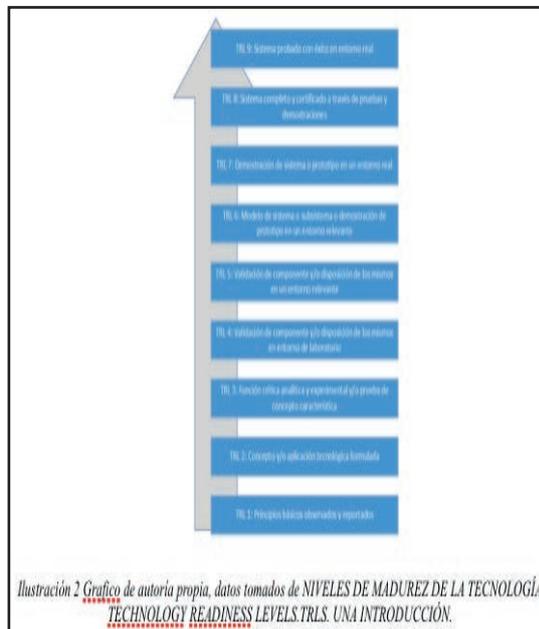
Obteniendo

$$n = \frac{22.0892}{2.3354} = 9.45 = 9 \text{ investigaciones}$$

El tamaño de la muestra es de 9 investigaciones para analizar.

Análisis de madurez de la tecnología

Mediante la metodología Technology Readiness Level se determinará el nivel de madurez en que se encuentran los productos de las investigaciones seleccionadas. A continuación, se presenta el diagrama con los niveles considerados para la valoración.



En el gráfico se muestran los nueve niveles de madurez tecnológica en los que se puede ubicar el desarrollo tecnológico de un proyecto, desde sus principios básicos, hasta convertirse en un sistema probado con éxito en un entorno real, dando la pauta a su inserción al mercado. A continuación, se desarrollan cada uno de los niveles.

Selección de proyecto

Una vez valorada el nivel de madurez de la tecnología con la escala del Technology Readiness Level de los proyectos seleccionados, mediante el muestreo, se optará por el mejor posicionado, tomando como referencia el concepto industrial y de negocios de los mismos, para someterlo al modelo de comercialización y transferencia de tecnología de Tecnológico Nacional de México.

Modelo de comercialización y transferencia de tecnología

La imagen que a continuación se muestra, representa el Modelo de Comercialización y Transferencia de Tecnología del Tecnológico Nacional de México.

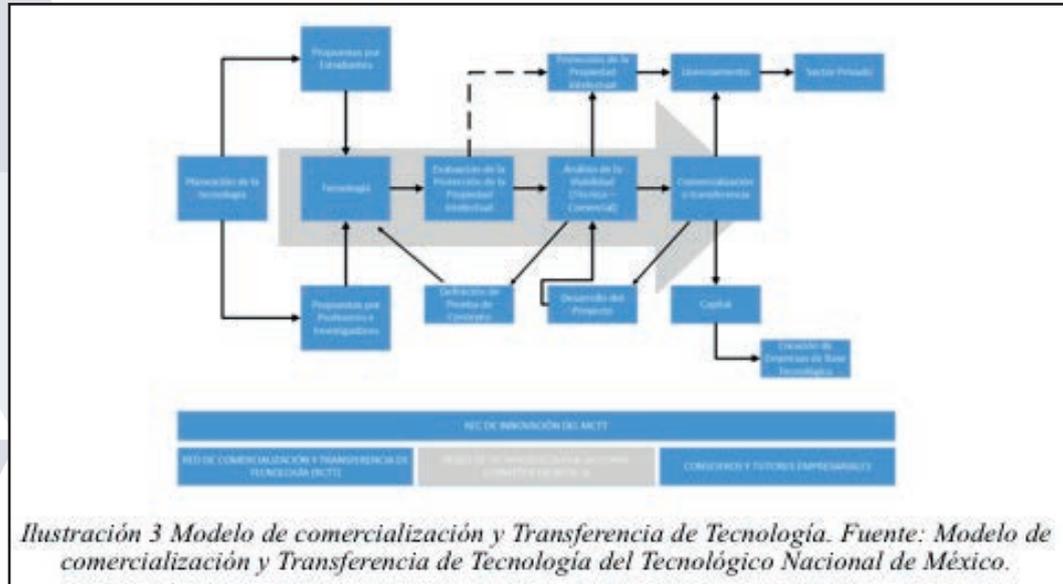


Ilustración 3 Modelo de comercialización y Transferencia de Tecnología. Fuente: Modelo de comercialización y Transferencia de Tecnología del Tecnológico Nacional de México.

El Modelo de Comercialización y Transferencia de Tecnología del Tecnológico Nacional de México se compone de cinco procesos, cada uno con respectivos subprocesos correspondientes al cumplimiento de su objetivo, así como también, los actores participantes. Los cuales se detallan a continuación.

Planeación tecnológica

Como se menciona en el Modelo de Comercialización y Transferencia de Tecnología del Tecnológico Nacional de México, en este proceso se hará uso de la vigilancia tecnológica, para poder proporcionar la información pertinente en el desarrollo de las investigaciones y de desarrollo tecnológico. Presentando a los actores las tendencias de las tecnologías, mediante análisis, clasificación y filtrado de esta información.

Generación de la tecnología

Este proceso involucra dos subprocesos, en primer lugar, las propuestas de proyectos por parte de los alumnos con la integración de profesores, en la participación de programas, generados por el TecNM para el impulso en este rubro, así como también las propuestas de maestros e investigadores, que integren a alumnos para el desarrollo de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico. El proceso involucra la formulación de una declaración de invención de las propuestas, así como su posterior evaluación, lo que determinara el grado de viabilidad de la protección intelectual dando pauta para el análisis de la viabilidad técnica y comercial con la definición de prueba de concepto.

Proceso de evaluación de la protección de la propiedad intelectual de la tecnología

En esta fase del modelo se identificará los valores intangibles del producto generado, así como determinar el tipo de propiedad intelectual aplicable y poder estimar la viabilidad comercial y de transferencia de los productos. La protección intelectual ofrece una ventaja competitiva a la hora de transferir tecnología. Para este proceso se debe generar un producto el cual será un dictamen de viabilidad.

Análisis de viabilidad Técnica y Comercial de la Tecnología

Después de que las tecnologías que son protegidas intelectualmente, se realizan los análisis de viabilidad comercial y técnica, A través de herramientas que permitan hacer mediciones cuantitativas como cualitativas que ayuden a determinar la oportunidad de mercado. Se debe realizar un análisis comercial para determinar si es posible comercializar la tecnología tomando en cuenta aspectos comerciales como segmentos de clientes, mercado potencial, etc. Así también se debe realizar un análisis técnico el cual debe determinar si la tecnología puede soportar un escalamiento industrial o comercial.

En este paso se generan dos tipos de entregables, primeramente, un reporte de viabilidad comercial y uno de viabilidad técnica, así mismo también los reportes que cada producto requiera por su naturaleza.

Proceso de comercialización o transferencia de tecnología

La culminación del proceso del modelo, el cual permite la introducción al mercado de la tecnología desarrollada, en el segmento de mercado identificado. Esta fase está constituida por tres subprocesos. El desarrollo de un modelo de comercialización (modelo de negocios), donde se interpretan los reportes generados por la viabilidad, otorgando información necesaria para la determinación de usuarios, competidores, alianzas estratégicas, y actividades financieras y productivas.

La elaboración de la viabilidad financiera y operativa, donde se estructura las oportunidades de negocio, y todos aquellos procesos legales, administrativos y referentes a la entrada al mercado y la gestión para la comercialización / licenciamiento, donde plantea la creación de una unidad económica en base a la tecnología desarrollada o el licenciamiento a terceros

CONCLUSIONES

La implementación del Modelo de Comercialización y Transferencia de Tecnología del Tecnológico Nacional de México requerirá de un mapeo de actores para la realización de las diferentes fases del proceso.

Las investigaciones analizadas requerirán de un seguimiento e impulso para la explotación de su potencial comercial.

Los proyectos desarrollados en el Instituto Tecnológico Superior de Irapuato cuentan con un potencial comercial, esto significa que, perfilados al desarrollo tecnológico, cumpliendo con el objetivo del tecnológico.

Se está migrando del desarrollo de la investigación básica a la aplicada dentro de la institución, percibiendo la demanda del mercado actual en cuanto al desarrollo de tecnologías para la solución de diversas problemáticas.

BIBLIOGRAFÍA

José Luis Solleiro Rosario Castañón. (2008). *GESTIÓN TECNOLÓGICA* Conceptos y prácticas. Mexico, DF: Plaza y Valdés.

Cañas, Raúl; Lavados, Jaime y Marcovitch, Jacques. *Gestión tecnológica y desarrollo*. Serie Manuales I&D. Cinda/Pund/Secab. Santiago de Chile, 1989.

Colombia: Ciencia & Tecnología. *La Innovación Tecnológica como Factor de Desarrollo*. Trece casos exitosos. Vol. 15 N° 4, octubre- diciembre de 1997.

Guadalupe Calderón-Martínez. (2014). Patentes en Instituciones de Educación Superior en México. *Revista de la educación superior*, xliii, p. 37-56.

Product LIFECYCLE MANAGEMENT: EL PERFIL DEL TRABAJADOR HACIA LA SIGUIENTE DECADA

Aarón Jorge Venegas y Patricia Castillo Galvan

RESUMEN

Debido a los ambientes altamente competitivos, caracterizados por los rápidos cambios tecnológicos, exigen a las empresas agilidad, productividad y alta calidad, que dependen principalmente de la eficiencia y la eficacia del proceso de desarrollo de productos. El objetivo de este trabajo ha sido diseñar un instrumento de investigación que permita dictaminar el estado de asimilación de las tecnologías que involucran el Product Lifecycle Management (PLM) en la industria de la región centro del país y que facilite a la academia diseñar estrategias de desarrollo para el estudio de la ingeniería industrial.

ABSTRACT

Due to the highly competitive environments characterized by rapid technological changes, companies are demanding agility, productivity and high quality in their products and process, which depend mainly on the efficiency and effectiveness of the product development process. The objective of this paper has been to design a research instrument that allows assess the state of assimilation of the technologies involved at the Product Lifecycle Management (PLM), specifically in the industry of the central region of the Mexico and which can help the academy to design strategies to develop the study of industrial engineering.

Palabras Clave: Product Lifecycle Management (PLM), tecnología, productividad.

INTRODUCCIÓN

A finales de la década de 1980 surgió un modelo que tuvo en cuenta una visión general para la gestión y el desarrollo de productos, y productos relacionados con la información desde la idea inicial hasta la eliminación. Este modelo ofrecía la posibilidad de realizar un seguimiento de los crecientes volúmenes de información generados en cada fase del ciclo de vida del producto. La Gestión del Ciclo de vida del producto o Product Lifecycle Management (PLM) es un enfoque que utiliza conceptos, técnicas, herramientas y métodos dirigidos a la integración de todo el ciclo de vida del producto, desde su concepción, pasando por diseño y fabricación, hasta servicios y descarte del producto.

PLM es la actividad de gestionar los productos de una empresa a lo largo de sus ciclos de vida de la manera más eficaz. El corazón de PLM es el producto y por esta razón PLM gestiona toda la información sobre él, incluyendo no sólo artículos, documentos y lista de materiales (BOM); sino también resultados de análisis, especificaciones de prueba, información ambiental, normas de calidad, requisitos de ingeniería, cambios de producto, procedimientos de fabricación, información de rendimiento del producto y proveedores de componentes.

El ciclo de vida de un producto incluye diseño, producción, logística, utilidad, mantenimiento y reciclado. En la fase de diseño, una idea en la cabeza del diseñador se transfiere a una descripción detallada. Posteriormente, se obtiene un producto en su forma final en la fase de producción, luego, el producto se almacena y se transporta al cliente en la fase de logística. En la fase de utilidad, el cliente utiliza el producto mientras que el fabricante proporciona servicio remoto. Si algo sale mal, el producto entra en la fase de mantenimiento, y si va no puede ser usado, llega al final de su vida como reciclaje o eliminación (Fig. 1).

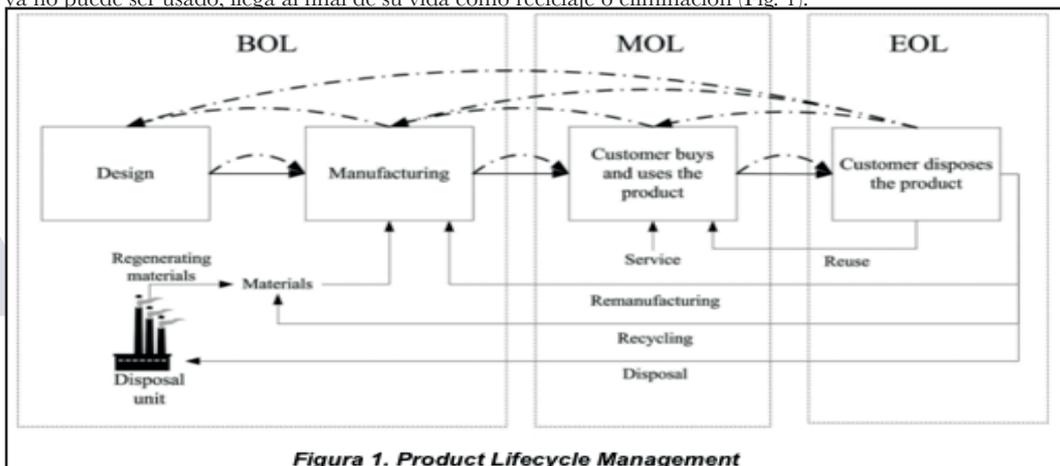


Figura 1. Product Lifecycle Management

MARCO TEORICO

Grieves (2006), ve el PLM como la información sobre el diseño, la fabricación, el uso y el descarte del producto. Esta información puede ser capturada y, así, sustituir la ineficiencia y el desperdicio de tiempo, de energía y de material durante todo el ciclo de vida de ese producto, transformándolo en una nueva fuente de productividad.

A partir de la información concebida sobre el producto, se hace la gestión a cada paso de su desarrollo, como se describe a continuación:

A) **Requerimientos, Análisis y Planificación:** comienza con la elaboración de requisitos, de análisis y de planes, que es el paso inicial para el desarrollo de cualquier producto. En él se definen las principales funciones y los requerimientos que el producto debe tener, que posteriormente se reunirán dentro de las especificaciones del producto. En esta fase se busca definir lo que el consumidor quiere comprar y cómo lo hará.

B) **Concepto de Ingeniería y Prototipos:** los requerimientos se transforman en un concepto de ingeniería y, consecuentemente, se construyen prototipos. Mientras el producto se desarrolla de forma general, en la planificación, la ingeniería del producto transforma información general en especificaciones.

C) **Ingeniería del producto:** Amaral (2006), en esta etapa se trata del diseño del producto. La actividad central es la creación y detalle de cada componente, subsistema y sistema que componen el producto final. A partir de ese detalle, es posible decidir hacer internamente (Make) o comprar (Buy) cada uno de los ítems.

D) **Ingeniería de Manufactura y Producción:** una vez definidas las especificaciones del producto, es papel de la ingeniería de fabricación determinar cómo el producto debe ser construido. El diseño se analiza y la lista de procesos desarrollada para especificar qué operación debe realizarse y en qué secuencia. Las piezas requeridas deben ser montadas en secuencia preestablecida para realizar el producto completo.

E) **Ventas y Distribución:** Para Amaral (2006), esta etapa consiste en diseñar todo el proceso de venta y distribución del producto. En la mayoría de los casos el nuevo producto se vende y comercializa por el proceso de ventas existente. Puede ser, sin embargo, que un nuevo proceso tenga que ser desarrollado para el nuevo producto. Para la distribución se debe tener en cuenta la logística, que incluye planificación, implementación y control de flujo eficiente y eficaz de todo el material y productos de la empresa, así como del flujo de información, desde su origen hasta el cliente final.

F) **Servicios:** Funciones de ventas y distribución utilizan la información del producto para aclarar al revendedor y al usuario sobre qué funciones y especificaciones tiene el producto para alcanzar el rendimiento esperado. El usuario del producto necesita información para entender cómo obtener las mejores opciones de funcionamiento del bien adquirido.

G) **Disposición y Reciclaje:** el aspecto final del Ciclo de vida del producto, en la visión de Amaral (2006), trata de la disposición y reciclaje para entonces cerrar la vida de ese producto. Información de cómo se diseñó el producto y con qué composición fue construido son necesarias para el efectivo y eficiente reciclaje de algunas piezas, la reutilización de otras y la eliminación del resto. En este ítem se resalta también la importancia de las regulaciones a las que el producto debe atender. Para un enfoque PLM ser eficiente, del nivel que las organizaciones esperan, es necesario que refleje algunas características esenciales, como:

Para un enfoque PLM ser eficiente, del nivel que las organizaciones esperan, es necesario que refleje algunas características esenciales, como:

A) **Singularidad / Unicidad:** significa la existencia de la información en una sola localidad, evitando copias o generación de información junto a más de una entidad, lo que puede generar riesgos para la calidad de la información. Cuando se mantiene la unicidad de la información, facilita y hace más preciso y seguro el proceso de regir la información, pues cuanto mayor sea la cantidad de información duplicada, mayores serán los riesgos de la información estar divergente en las localidades que la ponen a disposición.

A) **Correspondencia:** Ofrece la conexión entre un objeto físico y los datos / informaciones al respecto. Estos datos / información deben mantener el conocimiento sobre la forma geométrica, las dimensiones y algunas características específicas del producto, como: peso, color, textura, acabado, etc. Esta información a menudo está separada en diferentes aplicaciones, el objetivo del PLM es gestionar para que estén presentes en la construcción del producto físico, a la hora deseada y de la forma requerida.

A) **Cohesión:** Se refiere al hecho de que tenemos diferentes representaciones o visiones de información del producto, dependiendo de nuestra perspectiva. En un espacio virtual, se crea la representación de un producto con diferentes visiones y en diferentes programas de ordenador. Se puede hacer una representación geométrica, o una representación del esquema eléctrico, o del hidráulico.

B) Otra representación puede ser hecha para el Bill of Materials (BOM - lista de piezas que componen el producto), o las representaciones hechas por diferentes áreas de la organización que utilizan el producto, cada una creando su información específica, como marketing, compras, logística, etc.

C) Trazabilidad: Como menciona Stark (2006:), se trata de una determinación hecha por órganos reguladores o consumidores para proveer la seguridad en el uso del producto. Por ejemplo, si el airbag falla, la empresa que construyó el vehículo necesita encontrar todos los demás vehículos que se hayan montado con el componente deficiente lo más rápido posible. El PLM debe ayudar a la empresa a regresar a los datos originales del producto, sea cual sea el momento.

D) Reflejo: Se trata de la conexión del espacio real con el espacio virtual. Esta característica captura datos e información del espacio real, modificados por una necesidad del proceso de desarrollo, dentro del espacio virtual. Cuando se cambia alguna pieza o algún componente en el espacio real, como el acabado de un material o la secuencia de montaje de piezas, se debe reflejar para el espacio virtual este cambio.

G) Evaluación / exactitud: Se refiere a la información legítima y válida, constituyendo un análisis fiel de los hechos que representa. Esta dimensión depende de la intención de la fuente generadora, de la calidad de los algoritmos, métodos y procedimientos utilizados para su generación y la calidad del conjunto de datos utilizados como insumos los cuales todavía se pueden retener algunos materiales de base útiles.

MÉTODOS Y MATERIALES

Para lograr el diseño del instrumento que permitiera generar información del estado del área sobre PLM en la región, lo primero por hacer fue identificar las características del modelo como tal, a lo que utilizando la bibliografía existente y algunos estudios de caso, se llegó a la siguiente información:

La visión del ciclo de vida del producto acopla firmemente los flujos de materiales y de información en la primeras etapas que son las de diseño y fabricación del producto (Beginning of life - BOL) donde elementos como software de marketing especializado, bases de datos (big data), manufactura aditiva e impresión 3D, software CAD/CAM (Computer-aided Design and Computer-aided Manufacturing) agilizan los procesos de planeación de la producción y desarrollo de nuevo productos.

En la etapa de media del proceso (Middle of Life), la etapa de servicios en la vida de los productos, se identificaron elementos como el uso de tecnologías RFID para el seguimiento, el uso del internet (internet de las cosas) y el mantenimiento preventivo para dar seguimiento al servicio que se puede dar a los productos y obtener información (big data) que permita mejorar productos y desarrollar nuevas soluciones.

Al final de la vida del producto (EOL) se realiza el desacoplamiento final de los flujos de material y de información primero forjados en BOL y se devuelven materiales y componentes a BOL y MOL, mientras que los flujos de información devuelven información de mantenimiento útil a MOL e información de diseño y fabricación a BOL. La importancia está en las decisiones sobre el fin último de los productos (remanufacturar, reciclar o disponer de los productos) usando información como certificaciones R2 e ISO 14001 (Fig. 2).

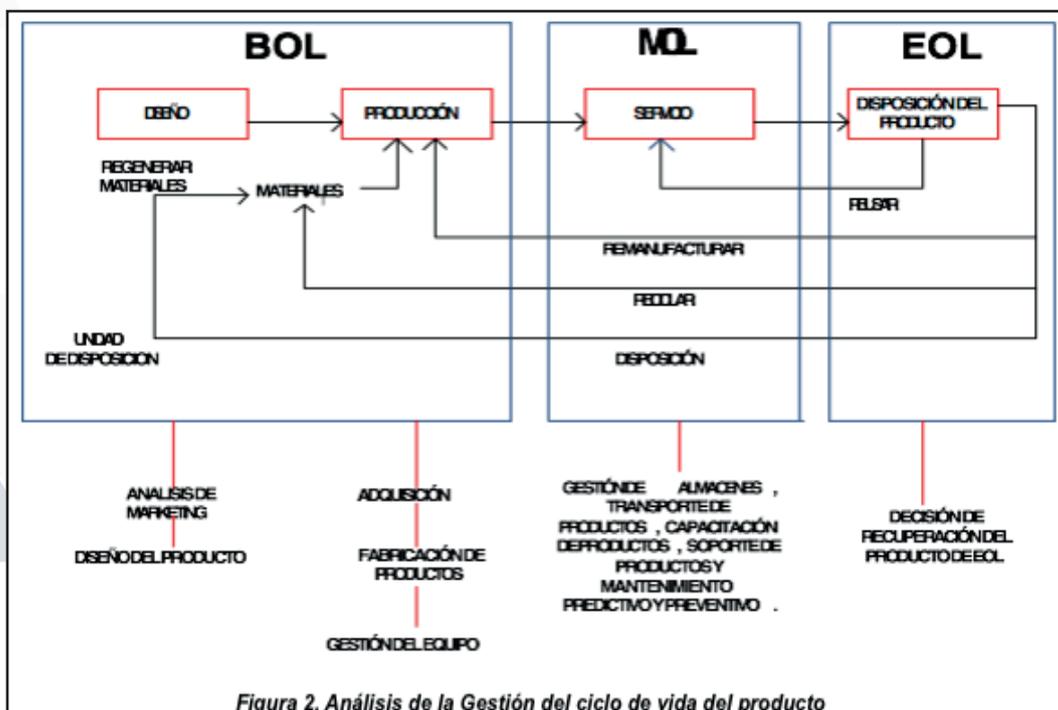


Figura 2. Análisis de la Gestión del ciclo de vida del producto

S

Como resultado de la investigación descriptiva se analizaron las fases del enfoque PLM (Product Lifecycle Management) en el cual se identificaron las áreas de oportunidad de los ingenieros industriales de la región en cada una de las fases.

En la primera fase se identificaron tecnologías o conocimientos que el ingeniero industrial debe tener desde el diseño del producto hasta la fase de producción como por ejemplo software PLM para el diseño y conocimientos lean manufacturing para la producción.

En la segunda fase se identificó el uso de Tecnologías de la Información, Internet de las cosas y Big Data (bases de datos) que son instrumentos importantes para el monitoreo del producto.

Por último la fase final que es la etapa de fin de vida de producto donde el cliente decide junto con la empresa reciclar, remanufacturar o reusar. Se utiliza también las Tecnologías de la Información, el Internet de las cosas, y la Big Data para el rastreo del producto.

El resultado de esta investigación se diseñó una encuesta con la se pretende identificar el grado de conocimiento e involucramiento que las empresas de la región tienen con respecto al futuro de las tecnologías y permitirá identificar los requerimientos que la industria en la región tendrá en la habilitación de los recursos humanos en el futuro cercano, así como el uso actual y futuro de estas tecnologías.

BIBLIOGRAFIA

- ANTTI SAAKSVOURI&ANSELMIMMONEN. (2002). FUNDAMENTALS. En PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT(9). Finland: Springer.
- De Sordi, OJ; Valdambrini, AC; (2009). Recall in the assembler under the informational perspective of product lifecycle management (PLM). Journal of Management Sciences, 11 () 38-64. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273520168002>
- APA (American Psychological Assoc.) References Cao, H., Folan, P., Mascolo, J., & Browne, J. (2009). RFID in product lifecycle management: a case in the automotive industry. International Journal Of Computer Integrated Manufacturing, 22(7), 616-637. doi:10.1080/09511920701522981 <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=55a65c64-e539-46d9-8ae8-7ecc436a5ab2%40sessionmgr4010&vid=42&hid=4207>
- APA (American Psychological Assoc.) References Li, J., Tao, F., Cheng, Y., & Zhao, L. (2015). Big Data in product lifecycle management. International Journal Of Advanced Manufacturing Technology, 81(1-4), 667-684. doi:10.1007/s00170-015-7151-x <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=55a65c64-e539-46d9-8ae8-7ecc436a5ab2%40sessionmgr4010&vid=36&hid=4207>

ANÁLISIS DEL DESARROLLO DE FITOPATÓGENOS IN VITRO MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL

Mosqueda Pérez Aarón Ricardo y Guzmán Altamirano Miguel Ángel

RESUMEN

Se desarrolló un método rentable, sencillo y fácil de usar, utilizando imágenes y software escaneados. Se implementó un programa con sistema de procesamiento digital de imágenes para medir el área estimada del crecimiento de cultivo in vitro de colonias de hongos en la placa de Petri. Los datos se recogieron diariamente y se archivaron. Se graficaron los datos recopilados para obtener una razón de crecimiento que sirvió también como experimento de control y posteriormente empezamos el incremento del porcentaje de la sustancia anti fúngica, los resultados mostraban que nuestro sistema es posible que mida este crecimiento. El programa implementado es adecuado y fácil de manejar para la investigación básica de la extensión de la colonia.

ABSTRACT

A cost-effective, simple and easy-to-use method was developed using scanned images and software. A program with digital image processing system was implemented to measure the estimated area of in vitro culture growth of fungal colonies in the petri dish. Data were collected daily and archived. We plotted the data collected to obtain a growth rate that also served as a control experiment and subsequently started increasing the percentage of the antifungal substance, the results showed that our system is likely to measure this growth. The program implemented is adequate and easy to handle for basic research of colony extension.

Palabras Clave: Procesamiento digital de imágenes, cultivos in vitro, biocontrol.

INTRODUCCIÓN

El proceso de modelar el crecimiento del área de interés se utiliza en varios campos [1].

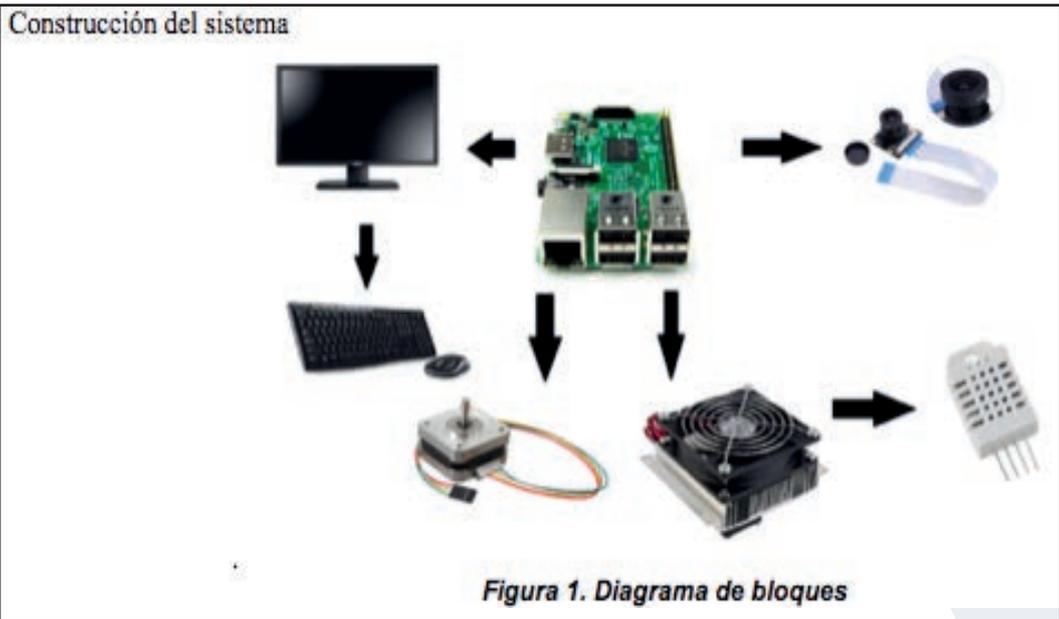
Los microorganismos son componentes importantes del suelo constituyéndose en su parte vital. Una fracción del suelo posee una diversa cantidad de microorganismos el cual cumplen funciones determinantes en transformación de los componentes orgánicos e inorgánicos. El suelo tiene un equilibrio microbiológico en donde naturalmente las poblaciones se autorregulan pero se ha venido utilizando en la agricultura el uso de hongos, una de las áreas más común, pero los hongos también son la causa de enfermedades en el trascurso del cultivo hasta la cosecha ya sea en frutas, verduras e incluso cereales, estos son los causantes de muchas pérdidas de alimentos pero no solo afecta la producción económica, sino también la alteración que existe en el crecimiento y desarrollo de las plantas hospedantes atacadas por estos microorganismos. Los patógenos más importantes causantes de pérdidas en cultivos son normalmente las bacterias y hongos. Los hongos con mayor frecuencia son las causantes del deterioro patológico de productos sustentables [2].

Un problema fundamental en el crecimiento microbiano es como obtener lo más aproximado posible los parámetros que estamos modelando. De manera general para determinar los mecanismos que influyen en el crecimiento, estas mediante la razón de cambio del crecimiento del área, nos servirá para dilucidar con ciertas características que me interesa obtener, en nuestro caso esta técnica se utiliza mucho para determinar los efectos del extracto de biocontrol en el crecimiento de hongos. El crecimiento de hongos son malos porque destruyen en diferentes formas algunos alimentos y no son muy fácil de destruir el hervido, el congelamiento o el secado son algunos métodos por los cuales no se pueden destruir. Pero sin embargo se ha logrado que el crecimiento se detenga y se compute mediante procesamiento digital de imágenes. Como previamente se ha implementado el sistema mediante el software "Magic Wand tool" e "Histogram" en Photoshop [3].

Si las plantas se enferman a causa de las enfermedades que les provocan los hongos y bacterias, por lo que el factor importante a considerar es el control de estos microorganismos. Existen diferentes métodos que pueden ser usados para el control, los que se pueden mencionar son las aplicaciones de fungicidas químicos, tratamientos térmicos entre otros. Por lo cual la importancia de este trabajo es obtener información relevante de los hongos que causan enfermedades en cultivos y poder obtener resultados de algunos métodos de control que existen para radicarlos.

MÉTODOS Y MATERIALES

Primeramente diseñamos un sistema de visión para poder ver un campo de visión el cual nos ayudara a dar una medida del área de crecimiento del hongo. Para ello utilizamos un sistema Raspberry pi 3, una picamara y el software libre python. Está dividido en dos partes, el control del sistema y software.



Este sistema experimental cuyo objetivo es obtener imágenes de cultivo de hongos microbiológicos. El sistema está compuesto por el CPU este es el Raspberry Pi 3 el cuales controla todos los sistemas (sistema de captura de imágenes, control de motores en una trayectoria z y control de temperatura). La cámara de captura es una pica mara, esta es capaz de unirse a través de una de los dos conectores en la superficie de la placa. Esta interfaz utiliza la interfaz dedicada CSI, que fue diseñada especialmente para la interfaz con cámaras. El bus CSI es capaz de velocidades de datos muy altas, y es exclusivamente para trasportar datos de pixeles el cual es requerido para calcular el área estimada del crecimiento de cultivo in vitro de colonias de hongo. La conexión al Raspberry Pi 3 es mediante un cable de cinta corta. La cámara está conectada al procesador BCM2835 en el Pi 3 a través del bus CSI, un enlace de ancho de banda superior que lleva los datos de la cámara de vuelta al procesador. El sensor tiene una resolución nativa de 5 megapíxeles, y tiene una lente de foco fijo. El proceso de captura en términos de imágenes fijas, la cámara es capaz de imágenes estáticas 2592x1944 pixeles, y también es compatible con 1080p30, 720p60 y 640x480p60 / 90 de video. Para el muestreo a la cámara se tiene un control de motor a pasos el cual controla en “z” el cual mediante la laca RPI Screws Prototype Add-on V2.0 extiende todos los pasadores de Raspberry Pi 3. Conector de 20 clavijas a terminales de tornillo de paso de 3,5 mm. También tiene un montón de utilidades, incluyendo un gran espacio de prototipos de ambos conectados y no conectados de 0,1 pulgadas espaciados a través de agujeros, el cual es adecuado usada para el entendimiento de los pines que el driver A4988 necesita para el control del motor a pasos, el cual fue montado en dicha placa para que el sistema obtuviera una mejor captura de imágenes. Este sistema se presenta en la figura 2. Una vez colocado se hicieron pruebas de su estabilidad de la calibración de la plataforma porta muestras para que a través de su trayectoria en z no perjudique o cause una errónea captura de imagen que perjudique los datos.

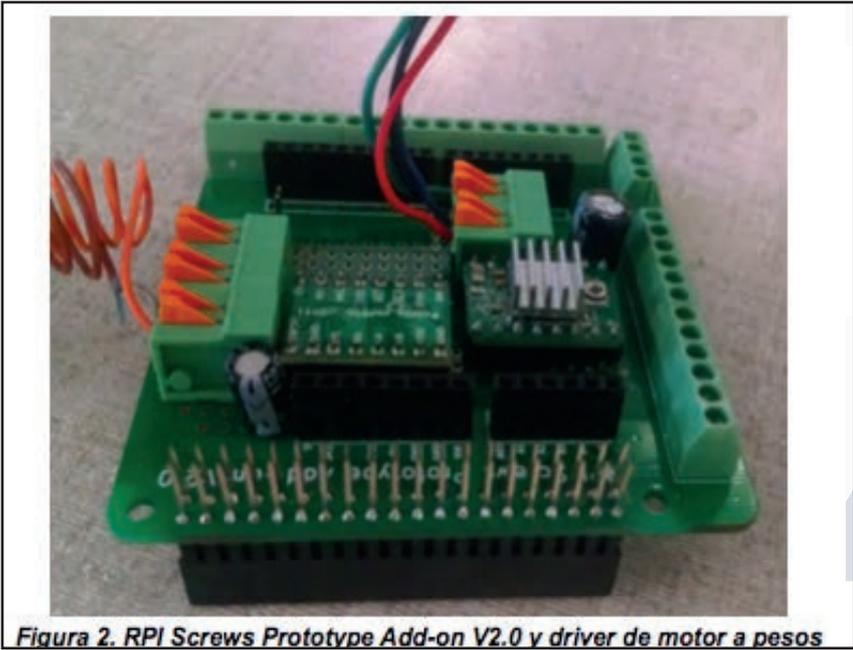


Figura 2. RPI Screws Prototype Add-on V2.0 y driver de motor a pesos

El crecimiento de los hongos debe de estar controlado, por ello el sistema también cuenta con un sensor de temperatura controlado directamente al CPU, el sensor DTH22 mide la temperatura y la humedad dentro de la caja de acrílico, la placa peltier también está conectada a la par con el sensor de temperatura ya que el efecto de esta consiste en hacer pasar una corriente por un circuito compuesto de materiales diferentes cuyas uniones están a la misma temperatura, se produce el efecto inverso al Seebeck (efecto termoelectrico). Se absorbe calor en una unión y se desprende en la otra. La parte que se enfría suele estar cerca de los 10°C aproximadamente mientras que la parte que absorbe calor puede alcanzar rápidamente los 80°C, pero al invertir la polaridad de alimentación se invierte también su funcionamiento.

El Raspberry Pi 3 es el CPU esta no cuenta con un monitor y un teclado propio, así que requiere externamente uno, pero dado que el Pi 3 es una placa pequeña, alrededor de 25mm x 20mm x 9mm. También pesa poco más de 3 gramos, por lo que es perfecta para aplicaciones móviles u otras aplicaciones donde el peso y el tamaño sean importantes en su utilización.

Se implementó un sistema para el control de intensidad de la iluminación y junto a este un control de variables de captura de sistema figura 3.

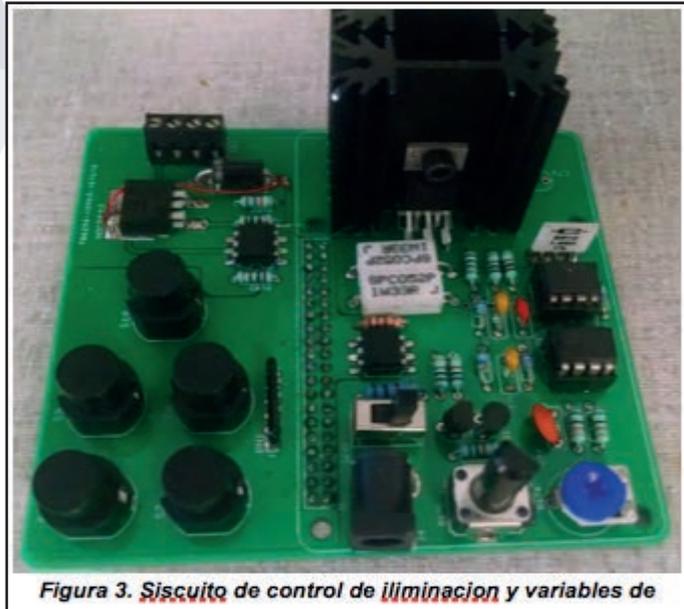


Figura 3. Sistema de control de iluminación y variables de

El sistema está diseñado para que mediante a los pines de conexión que tiene el pi 3, en este caso, sus puertos de salida sea más fácil una conexión ya que con la etapa del RPI permite una extensión de los pines de salida y gracias a este facilita la manipulación de los puertos previamente elegidos en la elaboración del circuito de control de iluminación.

Software

Diseñamos un código para que controlara el acercamiento del objetivo de la muestra, incluimos una lente para reducir la distancia de trabajo de la cámara, al mismo tiempo la programación implementada permite la manipulación del contraste de la captura de imagen, directamente del monitor. Esta plataforma de control se muestra en la figura 4.

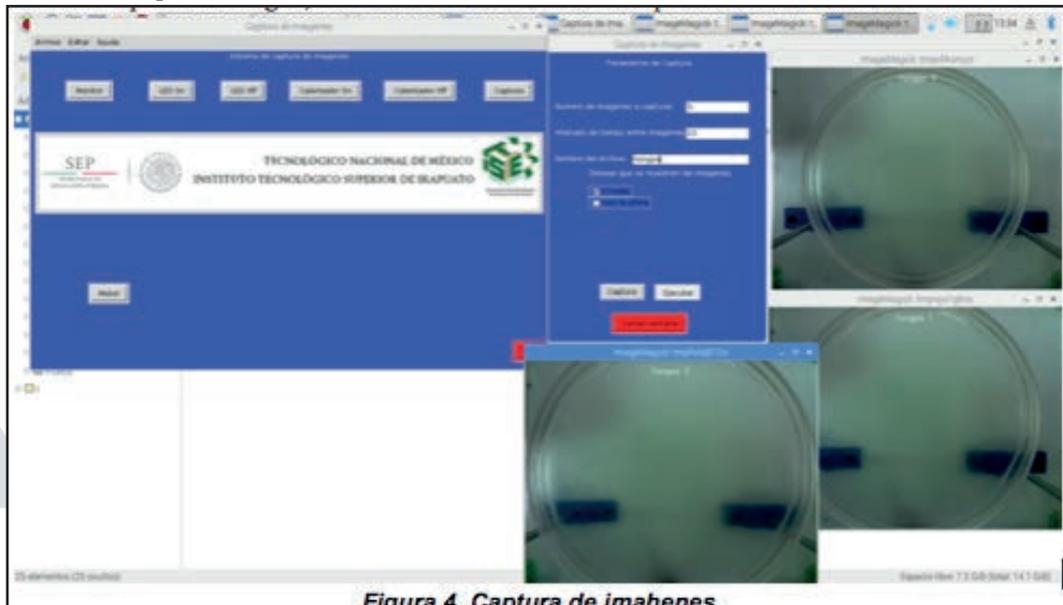


Figura 4. Captura de imágenes

Muestra la forma en la cual el sistema almacena las imágenes de la muestra la cuales determina el número de imágenes a guardar, el intervalos de tiempo que ahí ente ellas para la captura y el nombre de cada una de esta. La opción de ver las imágenes cuando se capturan es opcional

Este sistema es un sistema experimental para captura de imágenes el cual cuenta con control de luces, de temperatura, captura de imágenes con opción de capitulación de imágenes con intervalos de tiempo y formato de almacenamiento, control de resolución de la imagen, ha si como la distancia de proximidad. Todo esto manipulado por el Raspberry pi 3 como se muestra en la figura 5.

Al igual que la temperatura, puesto que la programación esta implementada mediante la desactivación y activaciones de dos ventiladores, se requirió una programación semejante a la del motor a pasos, al igual que el driver A4988, mismo que se observa en la figura 2.

El sistema está diseñado para un fácil majo y manipulación, en la plataforma de control cuneta con un monitoreo el cual su diseño será implementado para una pre observación de la funcionalidad y las condiciones en las que se encuentra el sistema antes de empezar a reunir datos y almacenarlas.

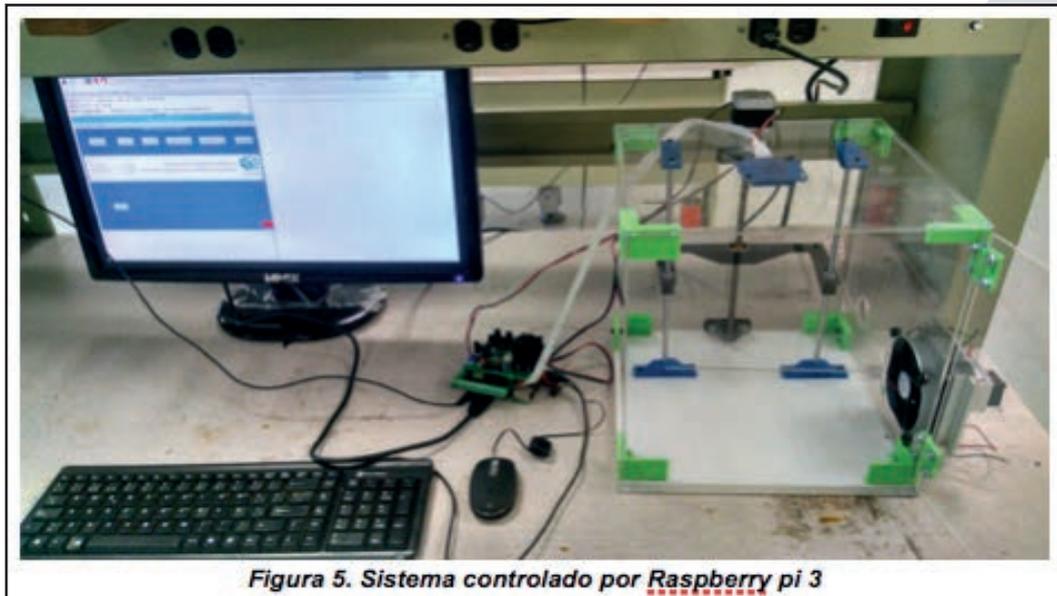


Figura 5. Sistema controlado por Raspberry pi 3

COMENTARIOS FINALES

Dado el tiempo en que se realizó el trabajo y fue más de lo esperado para llegar a los resultados parciales donde tenemos el equipo funcional pero no con todas las funciones activadas en la programación puesto que no alcanzo el tiempo, la programación se complicó para cumplir el objetivo estimado del proyecto, dejando algunas partes de la programación de la pantalla de control. El sistema de iluminación, sistema de enfriamiento requieren de más tiempo para la instalación de los sistemas.

Se continuara trabajando el control de temperatura y meter las rutinas de procesamiento digital de imágenes, al mismo tiempo se implementara el control de luces.

Como perspectiva el sistema requiere un control más adecuado del sistema de temperatura, control de iluminación y al igual que el control de posicionamiento implementado en la pantalla de control, ya que el código fue elaborado pero no incorporado en la pantalla de control aun.

Como meta adicional el sistema podrá tener un monitoreo a trabas de internet para un monitoreo ya que nos permitirá una constante observación en cualquier lugar y hora que se disponga.

BIBLIOGRAFIA

- [1] J. Baranyi, and T.A. Roberts,(2004.) "Predictive microbiology-quantitative microbial ecology", Cult. March, vol. 2, pp. 65-67.
- [2] Agrios, G. N 2005. Plant Pathology.Quinta edicion Academia Press Nueva York
- [3] Chen Chun1,* , Guo Feidan1 , Ye Sudan2 , Xie Tingna1 , Zhang Shutao1 , Hu Huajun1 and Wang Zhengliang1,(September 16, 2014)" A Novel Photoshop-Based Digital Imaging Method for Measuring Colony Extension of Biocontrol Fungi"

INHIBICIÓN DE CEPAS PRODUCTORAS DE XILITOL EN PRESENCIA DE PRETRATADO DE RASTROJO DE MAÍZ

Aidé Guadalupe Bermúdez Medrano y Divanery Rodríguez Gómez

RESUMEN

El xilitol es un polialcohol de cinco carbonos, es un edulcorante no calórico que proporciona efectos benéficos a la salud y sirve como precursor de otros azúcares no convencionales. Una alternativa importante al método químico para la producción de xilitol es su producción por medio del uso de levaduras a partir de xilosa. Los subproductos de la producción agroindustrial pueden generar beneficios; con una gran posibilidad de re-usarse para diferentes bioprocesos. El rastrojo de maíz puede ser potencialmente transformado, sin embargo, esta transformación depende de la aplicación de un pretratamiento efectivo que permita eliminar la lignina, pues de ello dependen la eficiencia y el costo de las etapas subsecuentes.

Se utilizaron cepas productoras de xilitol, dos cepas de *Meyerozyma guilliermondii* aisladas del proceso de producción del tequila de México y se compararon con dos cepas de colección, una *M. guilliermondii* y una *Candida mogii*. Se evaluó el crecimiento en presencia de glucosa como control y el porcentaje de inhibición en presencia del pretratado de rastrojo de maíz. El resultado de las cepas de *M. guilliermondii* en comparación con las cepas nativas 3 y 4, presentaron un mejor crecimiento en ambas fermentaciones, mientras que la cepa que tuvo menor crecimiento fue *C. Mogii* en la fermentación con el medio control. De manera general las 4 cepas crecieron mucho mejor en los medios de cultivo que contenían el pretratado de rastrojo de maíz.

ABSTRACT

Xylitol is a five-carbon polyol, a non-caloric sweetener that provides beneficial health effects and serves as a precursor to other unconventional sugars. An important alternative to the chemical method for the production of xylitol is its production through the use of yeasts from xylose. By-products of agro-industrial production can generate benefits; With a great possibility of re-use for different bioprocesses. Corn stover can be potentially transformed, however, this transformation depends on the application of an effective pretreatment that eliminates lignin, since the efficiency and cost of the subsequent stages depend on it.

Xylitol-producing strains, two strains of *Meyerozyma guilliermondii* isolated from the Mexican tequila production process were used and compared to two collection strains, one *M. guilliermondii* and one *Candida mogii*. Growth in the presence of glucose as a control and percentage of inhibition in the presence of pre-treated corn stover were evaluated. The results of *M. guilliermondii* strains compared to native strains 3 and 4 showed better growth in both fermentations, whereas the strain with the lowest growth was *C. Mogii* in the control fermentation. In general, the four strains grew much better in the pre-treated experiments.

Palabras Clave: Pretratamiento, Rastrojo de maíz, Xilitol

INTRODUCCIÓN

El mercado actual ofrece una gran variedad de edulcorantes con diferentes especificidades y beneficios, considerando aspectos energéticos, económicos y de seguridad alimentaria. Uno de los edulcorantes alternativos que ha despertado el interés de numerosos investigadores a nivel mundial es el xilitol ($C_5H_{12}O_5$), un azúcar alcohol que por sus múltiples ventajas se usa en las industrias de alimentos, farmacéutica y en la elaboración de productos de higiene oral [1]. En la actualidad, la producción de xilitol a gran escala se realiza por hidrogenación catalítica de la xilosa a altas presiones y temperaturas, usando catalizadores de níquel o níquel Raney. Además de los altos costos de producción, el rendimiento y la calidad del proceso dependen de la pureza de la solución inicial de xilosa, ya que las impurezas interfieren en la reacción catalítica. Por este motivo se requieren operaciones previas de purificación (intercambio iónico, decoloración y fraccionamiento cromatográfico). Después de la catálisis, el catalizador se elimina por filtración e intercambio iónico, estas etapas de purificación aumentan el tiempo de proceso y encarecen el producto [2].

Una forma de obtención es a través de procesos biotecnológicos, los cuales son una alternativa de producción limpia, porque no generan subproductos tóxicos debido a su naturaleza específica. Este proceso representa una alternativa más económica, ya que se realiza a presión atmosférica y la purificación del hidrolizado es menos compleja [3]. En algunos microorganismos que utilizan xilosa, el xilitol es un intermediario metabólico natural. La producción de xilitol microbiano es más económica y aplicable a propósitos industriales porque la producción microbiana puede lograrse sin alta presión, temperatura o purificación de xilosa. Los microorganismos productores de xilitol ideales deben cultivarse fácilmente, tener una alta capacidad de producción de xilitol y tener una excelente tolerancia al estrés y a los compuestos tóxicos. Las levaduras son reconocidas como los mejores microorganismos productores de xilitol, especialmente los géneros *Pichia*, *Hansenula*, *Kluyveromyces*, *Pachyosolen*, *Debaryomyces*, *Schizosaccharomyces*, *Saccharomyces* y *Candida*, considerada en el campo de la investigación como el patrón de referencia [4]. Los residuos agroindustriales representan una alternativa viable para llevar a cabo este proceso, puesto que tienen altos contenidos de celulosa (20-50%) y hemicelulosa (20-40%).

El rastrojo de maíz en México, alcanza una producción anual de 4.8 millones de toneladas. Para poder utilizar estos residuos lignocelulósicos es necesario someter el material a un pretratamiento para la desorganización de la estructura de lignina para poder acceder a la celulosa y la hemicelulosa, y a partir de ahí degradarla hasta obtener los monómeros de glucosa, fructosa, arabinosa y xilosa principalmente. La glucosa liberada es utilizada por la mayoría de microorganismos productores de etanol y butanol, pero la xilosa liberada en este proceso puede ser usada para la producción por vía biotecnológica de xilitol [5]. Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue realizar un análisis del efecto inhibitorio del pretratado del rastrojo de maíz sobre cepas de *Meyerozyma guilliermondii* aisladas de una planta tequilera de México y realizar una comparativa con cepas de colección de los géneros *M. guilliermondii* y *C. mogii*.

Métodos y materiales

Se realizaron cinéticas de crecimiento de dos cepas denominadas cepa 3 y cepa 4 de *Meyerozyma guilliermondii* (cepas nativas de México, previamente aisladas de la Industria del Tequila en el estado de Jalisco, México) y de dos cepas de colección denominadas *M. guilliermondii* ATCC58070 y *Candida mogii* ATCC18364. El rastrojo de maíz molido se secó y tamizó previo al pretratamiento ácido con ácido sulfúrico al 10% durante 5 min a 120 °C. La parte sólida se separó de la líquida, la cual fue usada como medio de cultivo rico en azúcares reductores ajustado a la concentración de 10 g/l. Los experimentos se llevaron a cabo por triplicado en matraces de 250 ml. El medio de cultivo contenía glucosa (control), y también se probó un medio que contenía pretratado de rastrojo de maíz. La fuente de nitrógeno usada fue base de nitrógeno de levadura (YNB, 6.7 g l⁻¹) [3], el pH del medio se ajustó a 5 antes de llevarse a esterilización por autoclave. Como control se usó medio de cultivo reemplazando el pretratado por glucosa en la misma concentración. Todos los matraces se mantuvieron en agitación a 150 rpm y 30°C durante 168 h de cultivo y cada 24 h se tomaron muestras para seguimiento del cultivo. Se evaluó el pH por potenciómetro con potenciómetro Jenway 9500. Se determinó el crecimiento por peso seco y se midió la concentración por el método de azúcares reductores con el reactivo ácido 3,5 dinitrosalicílico [6] utilizando un espectrofotómetro Cary 50. El porcentaje de inhibición se calculó tomando como 100% el máximo valor de biomasa obtenido en el medio control en cada cepa.

resultados

En la figura 1, se puede observar que las cepas 3 y 4 de *M. guilliermondii* mantuvieron la cinética de pH similar tanto en el medio control como el que contenía pretratado de rastrojo de maíz. Por otra parte las cepas de colección (figura 2), no presentaron similitud en el perfil de pH del medio que contenía pretratado de rastrojo de maíz. Aunque la cepa de *M. guilliermondii* ATCC58070 presentó un comportamiento similar al de las cepas nativas. En todos los casos la tendencia del pH es a la acidificación posterior a las 48 h de cultivo.

En las figuras 3 y 4 se puede observar el comportamiento de biomasa en [g/mL] con respecto al tiempo, mostrando en la figura 3, que las cepas nativas 3 y 4 presentaron mayor crecimiento en los medios que contenían pretratado de rastrojo de maíz que en el control, en ambas cepas. La biomasa máxima se encontró a las 72 h y posteriormente a 168 h se encontró otro pico de producción. Por otra parte, en la figura 4 se puede observar la cinética de biomasa de las cepas ATCC58070 y ATCC18364, las cuales también presentaron mejor crecimiento en presencia de pretratado que en el control, sin embargo la mayor biomasa en el pretratado se evidenció 24 h antes que en las cepas nativas (48 h de cultivo).

En la figura 5 se puede observar el porcentaje de consumo de sustrato para las diferentes cepas a las 72 horas de crecimiento, realizando una comparación de la biomasa y el consumo efectivamente todas las cepas tienen una preferencia por el medio formulado con pretratado de rastrojo de maíz. El consumo del sustrato en *C. mogii* corresponde a que a 7

2 h de cultivo no se observó crecimiento. Por lo anterior, se puede especular que el pretratado tiene otros componentes (no medidos por la técnica de azúcares reductores) que favorecen el crecimiento de los microorganismos.

En la figura 6, se puede observar como el pretratamiento favoreció el crecimiento de los diferentes microorganismos, excepto la cepa 3 la cual presentó un porcentaje de inhibición bajo obteniéndose un 9.56% y la cepa que mostro un crecimiento muy favorecido fue *C. mogii*

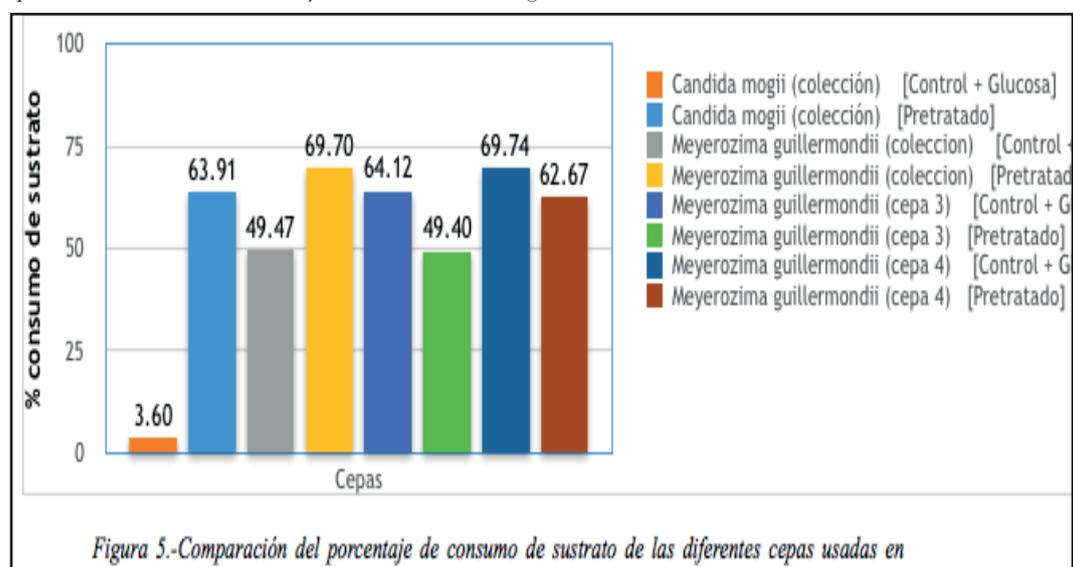


Figura 5.-Comparación del porcentaje de consumo de sustrato de las diferentes cepas usadas en

CONCLUSIONES

Las cuatro cepas presentaron un mayor crecimiento en presencia del pretratado de rastrojo de maíz en comparación con el medio control.

Al no encontrarse inhibición de crecimiento de los microorganismos productores de xilitol en presencia de pretratado de rastrojo de maíz puede considerarse una opción factible para su uso dentro de una biorefinería sustentable. Las perspectivas del trabajo consisten en variar las concentraciones del pretratado en el medio de cultivo.

AGRADECIMIENTOS

PRODEP-SEP (# Proyecto: DSA/103.5/16/10541) e ITESI por el financiamiento.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Affleck, R. P. "Recovery of xylitol from fermentation of model hemicellulose hydrolysates using membrane technology". Thesis for the degree of Master of Science in Biological Systems Engineering. Virginia Polytechnic Institute and State University. 114. 2000.
- [2] Granström, T. "Biotechnological production of xylitol with candida yeasts". Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy Helsinki University of Technology, Department of Chemical Technology. 2002.
- [3] Guo C., Zhao C., He P., Lu D., Shen A., Jiang N. "Screening and characterization of yeasts for xylitol production". *Journal of Applied Microbiology*, 101, 1096–1104, 2006.
- [4] Barbosa, M. F. S., De Madeiros, M. B., Mancilha I. M., Lee H. "Screening of yeasts for production of xylitol from D-xylose and some factors which affect xylitol yield in *Candida guilliermondii*" *Journal of Industrial Microbiology*, 3: 241-251, 1988.
- [5] Lienqueno M. (2012). Efecto del uso de mezclas de lignocelulosas sobre la producción de etanol de segunda generación. Facultad de ciencias físicas y matemáticas departamento de ingeniería química y biotecnología, II, 79.
- [6] Bello Gil D., Carrera Bocourt E., Díaz Maqueira Y. "Determinación de azúcares reductores totales en jugos mezclados de caña de azúcar utilizando el método del ácido 3, 5 dinitrosalicílico". *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, XL, 2, 45-50, 20

IMPLEMENTACIÓN DE LA ETAPA DE AMPLIFICACIÓN DEL SISTEMA DE SIMULACIÓN EN TIEMPO REAL PARA APLICACIONES DE POWER HARDWARE IN THE LOOP

Alejandro Gabriel Pineda Martínez, Guillermo Tapia Tinoco, David Granados Lieberman²

RESUMEN

En el presente trabajo se muestra el diseño e implementación de la etapa de amplificación del sistema de simulación en tiempo real basado en la plataforma dSPACE DS1103. Como elemento de amplificación, se utiliza un inversor monofásico de puente completo en conjunto con un filtro LC. El control del inversor se realiza a través del DS1103 mediante la técnica de conmutación PWM unipolar. La carga aplicada al inversor es puramente resistiva y el voltaje y corriente son monitoreados mediante un transformador reductor y una sonda amperimétrica respectivamente. Las señales de voltaje y corriente son introducidas para su monitoreo mediante los convertidores analógico a digital. En este trabajo se presenta el diseño e implementación de la etapa de potencia del sistema Power Hardware in the Loop (PHIL) y los resultados obtenidos con diferentes índices de modulación y tiempos muertos del inversor.

ABSTRACT

The present work shows the design and implementation of the amplification stage of the simulation system in real time based on the platform dSPACE DS1103. As an amplification element, a single-phase full-bridge inverter is used in conjunction with an LC filter. The control of the inverter is performed through the DS1103 by means of the unipolar PWM switching technique. The load applied to the inverter is purely resistive and the voltage and current are monitored by means of a transformer and an amperometric probe, respectively. The voltage and current signals are input for monitoring by the analog to digital converters. In this paper we present the design and implementation of the power stage of the Power Hardware in the Loop (PHIL) system and the results obtained with different modulation indices and dead times.

Palabras Clave: Etapa de amplificación, simulación en tiempo real, Power Hardware In the Loop, filtro LC

INTRODUCCIÓN

Existen diferentes tipos de pruebas para estudiar y analizar un sistema de potencia. Una opción es construir el sistema en hardware real, pero normalmente es costoso y toma mucho tiempo construir el sistema, otra opción es realizar la simulación, pero tiene las desventajas que no se consideran aspectos reales de los elementos. Un enfoque que integra la implementación física y la simulación es conocido como Hardware In the Loop (HIL) el cual ha demostrado ser una herramienta muy útil que permite probar un dispositivo en un entorno simulado además permite inherentemente el análisis de la respuesta transitoria de un sistema y/o dispositivo aún no construido (Dargahikafshgarkolaei, 2015). Las simulaciones Power Hardware In the Loop (PHIL) son una extensión de HIL, especialmente en el campo de los sistemas de energía eléctrica. La simulación PHIL permite simular sistemas a gran escala, asimismo con una prueba PHIL, una pieza de hardware, conocida como Hardware under Test (HuT), puede ser probada repetidamente y completamente en una condición de prueba casi natural. A través de dicha prueba, algunos aspectos desconocidos de un HuT o sus defectos probables pueden ser identificados (Wei, Steurer y Baldwin, 2009). En lo que respecta al actuador utilizado como elemento de amplificación en un sistema PHIL se tienen reportadas en la literatura tres opciones a destacar (Lehfuss, Lauss, Crolla y Roscoe, 2013): Amplificación mediante dispositivos de conmutación AC / DC / AC, que consiste en un rectificador y un inversor que permite el acoplamiento a la red eléctrica y el funcionamiento de la fuente de corriente o voltaje. De esta manera, la energía puede ser suministrada al HuT desde la red eléctrica, o puede ser absorbida desde el HuT e inyectada a la red. Otra forma es mediante el uso de un generador síncrono trifásico accionado por un motor de corriente continua y un sistema de control de velocidad. Un método adicional es usando la topología de la etapa de amplificación lineal y consiste en múltiples MOSFET lineales controlados en paralelo de tal manera que las características son adecuadas para un MOSFET discreto operado en la región lineal.

El objetivo del presente trabajo consiste en la implementación de la etapa de amplificación del sistema de simulación en tiempo real PHIL, utilizando un inversor monofásico de puente completo en conjunto con un filtro LC. Se analiza el desempeño de la etapa de amplificación operando en lazo abierto a diferentes índices de modulación y tiempo muertos.

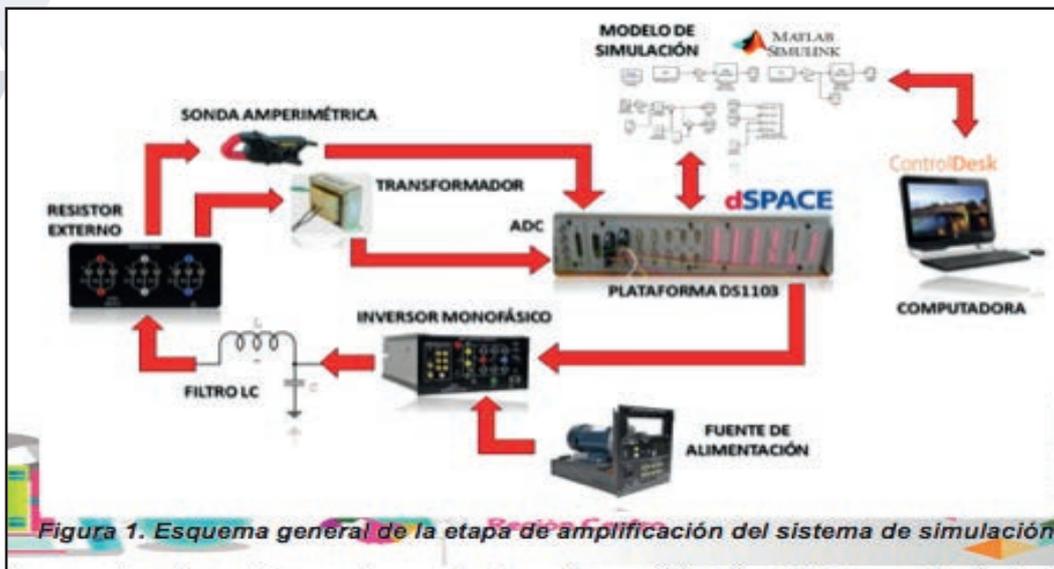
MÉTODOS Y MATERIALES

La técnica Power Hardware In the Loop (PHIL) ha recibido un crecimiento masivo de interés en el último par de años. PHIL es una extensión a la tecnología comúnmente conocida de Hardware In the Loop (HIL). A su vez las simulaciones HIL han demostrado ser una herramienta muy útil que permite probar el dispositivo en

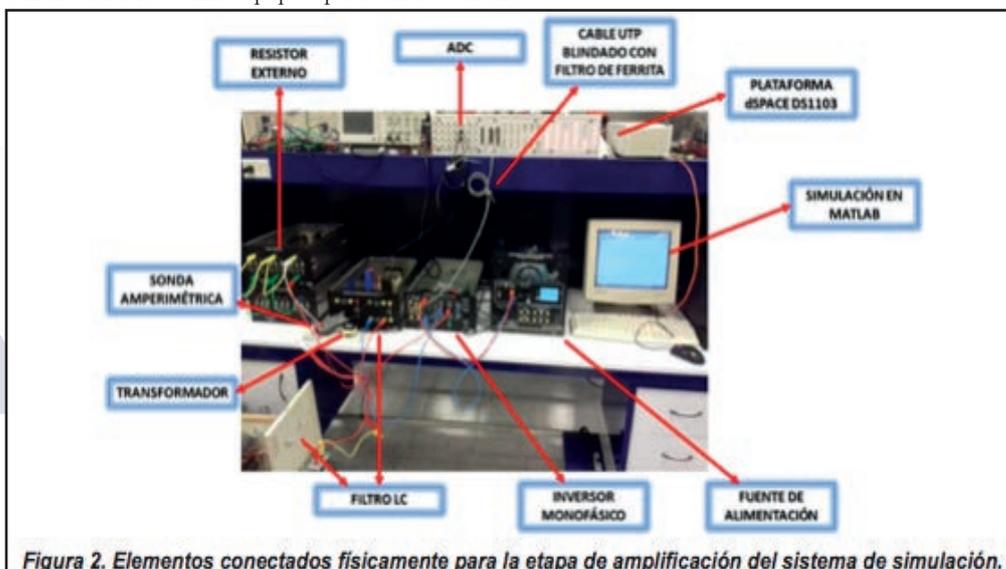
La diferencia entre la simulación HIL y la simulación PHIL se centra principalmente en los niveles de voltaje y corriente que se manejan en el sistema de simulación en tiempo real, ya que en la técnica PHIL se permiten interfaces de alto voltaje y de alta intensidad, lo que conlleva a que la simulación PHIL requiera de atención en la etapa de amplificación. La Figura 1 muestra los diferentes elementos que conforman el sistema PHIL. La etapa de amplificación se controla desde el DS1103 mediante la técnica de conmutación PWM unipolar; el control es realizado en el software Simulink/Matlab y descargado en la plataforma DS1103. El módulo del inversor monofásico consta de 6 IGBT's con la flexibilidad de manejar topologías de medio puente y puente completo monofásicas y puente completo trifásico, cuenta con una variedad de protecciones contra condiciones de operación severas, tales como cortocircuitos, sobretensión, sobrecorriente y sobrecalentamiento.

La alimentación del convertidor se realiza a través de una fuente de alimentación de cuatro cuadrantes de CD. La salida del inversor monofásico se conecta a un filtro LC que está conformado por un inductor con valor de 2mH conectado en serie con un capacitor con valor de 15μF, para así obtener un voltaje filtrado de CA, el cual es aplicado en tiempo real a un resistor externo con valor de 56 Ω. Para la medición de voltaje en el resistor externo, se utiliza un transformador, que trabaja como sensor y está conectado a un módulo ADC que tiene la plataforma DS1103 y para la medición de corriente, se utiliza una sonda amperimétrica que de igual forma está conectado a un ADC de la plataforma dSPACE DS1103. Los elementos mencionados anteriormente para la implementación de la etapa de amplificación son mostrados en la Figura 1.

El filtro LC es diseñado a una frecuencia de 919 Hz que es un valor aproximado a 1 kHz, esto debido a que en la literatura se tiene reportado que la frecuencia de corte del filtro debe ajustarse a un valor cercano a una década antes de la frecuencia de conmutación PWM que en este caso es de 10 kHz. Dicha frecuencia de corte permite un desempeño adecuado del filtro para eliminar los armónicos característicos del inversor; además de alejar la frecuencia de resonancia del filtro de los armónicos de baja frecuencia producidos por los tiempos muertos del inversor.



Los elementos mencionados anteriormente para la etapa de amplificación del sistema de simulación conectados físicamente se muestran en la Figura 2. Además, se usa un filtro de ferrita junto con un cable blindado UTP para una buena transferencia de señales digitales PWM de la plataforma dSPACE DS1103 al inversor monofásico y a su vez poder evitar la propagación externa de corrientes alternas de alta frecuencia que puedan afectar a los demás equipos que estén a su alcance.



Mediante el uso del software ControlDesk se realiza el monitoreo de las señales de entrada y salida de la plataforma DS1103 además de poder realizar el control de algunos parámetros en tiempo real de la simulación previamente compilada y cargada en la plataforma DS1103. Se puede tener la visualización de las formas de onda tanto de voltaje como de corriente aplicadas al resistor externo mediante un plot y cambiar el índice de modulación, como se muestra en la Figura 3, asimismo se pueden realizar grabaciones de las formas de onda visualizadas en el plot e importarlas a un formato reconocible por MATLAB para tener una visualización más detallada y precisa de las formas de onda. Además, ControlDesk permite tener control de la simulación mediante los botones de STOP, PAUSE y RUN, que permiten hacerlo en tiempo real.

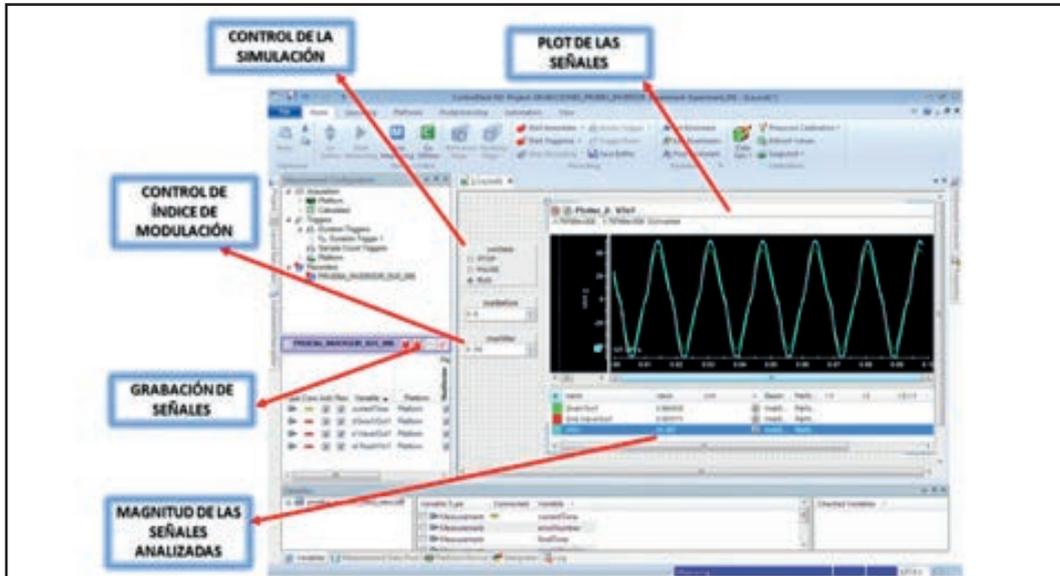


Figura 3. Interfaz del software ControlDesk para control de la simulación en tiempo real.

El proceso de modificación los tiempos muertos del elemento de amplificación y a su vez la frecuencia de conmutación se realiza desde la simulación en Simulink como se muestra en la Figura 4, para posteriormente compilar y cargar la simulación a la plataforma DS1103.

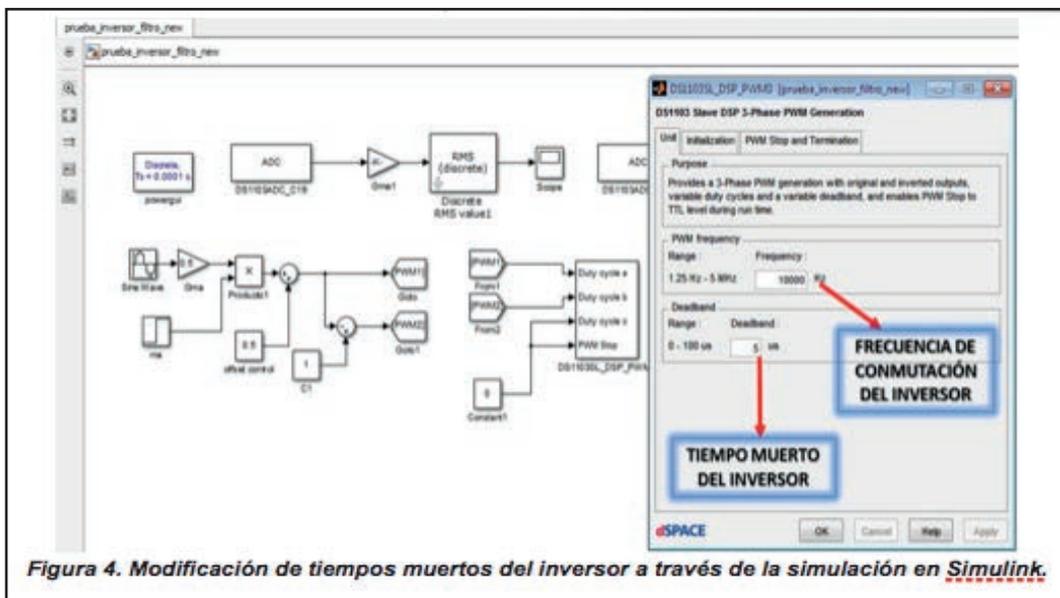


Figura 4. Modificación de tiempos muertos del inductor a través de la simulación en Simulink.

RESULTADOS

La implementación de la etapa de amplificación conlleva al caso de estudio donde el inductor se trabaja con diferentes tiempos muertos, a $2 \mu\text{s}$ y $5 \mu\text{s}$, y su vez con diferentes índices de modulación de 0.5 y 0.95. Las formas de onda correspondientes al voltaje (V) y a la corriente (A) en el resistor externo de 56Ω , trabajando el inductor con un tiempo muerto de $5 \mu\text{s}$, alimentado con un voltaje de CD de 60VRMS, a una frecuencia de conmutación de 10 kHz, y un índice de modulación de 0.5 se muestran en la Figura 5(a). Las formas de onda de voltaje (V) y corriente (A) para las condiciones mencionadas anteriormente y cambiando el índice de modulación a 0.95 se muestran en la Figura 5(b).

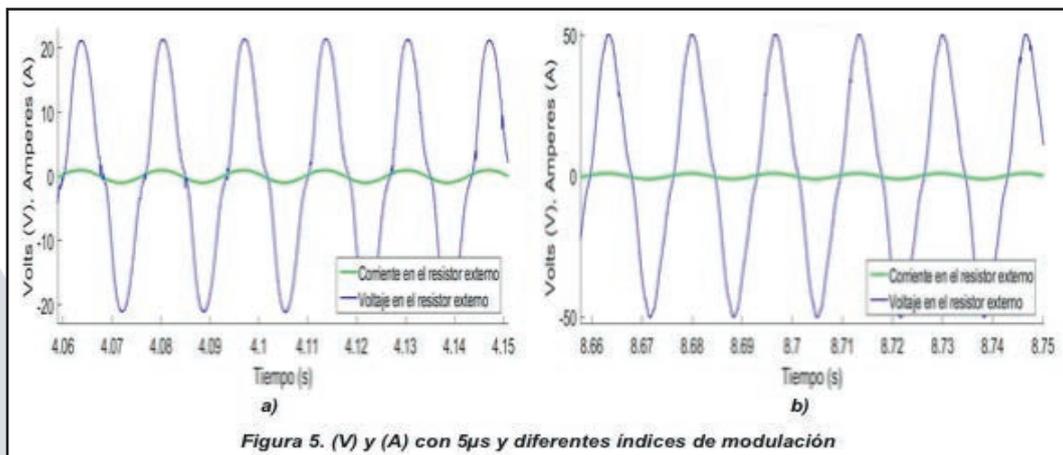


Figura 5. (V) y (A) con 5µs y diferentes índices de modulación

Se realiza el cambio de tiempo muerto del inversor de 5µs a 2µs desde la simulación en Simulink para posteriormente compilar la simulación. Las formas de onda correspondientes al voltaje (V) y a la corriente (A) en el resistor externo de 56 Ω con los parámetros mencionados anteriormente considerando un índice de modulación de 0.5 se muestran en la Figura 6(a). Para un índice de modulación de 0.95 y el mismo tiempo muerto, las formas de onda de voltaje y corriente en el resistor externo se muestran en la Figura 6(b).

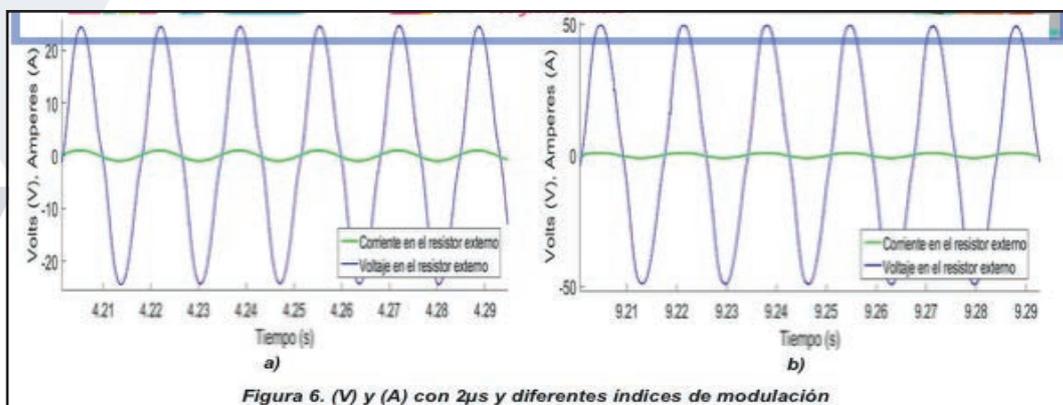


Figura 6. (V) y (A) con 2µs y diferentes índices de modulación

Se puede observar que trabajando el elemento de amplificación a una frecuencia de conmutación de 10 kHz y con un tiempo muerto de 2µs, se obtiene un voltaje y una corriente más sinusoidal, incluso aplicando los cambios en el índice de modulación de 0.5 a 0.95, en comparación cuando se opera el mismo, pero con un tiempo muerto de 5µs, el cual muestra una forma de onda de voltaje y de corriente menos sinusoidal y asimismo se logran apreciar los armónicos característicos del inversor.

CONCLUSIONES

Los resultados mostrados en la sección anterior permiten observar que para obtener una etapa de amplificación de forma satisfactoria, no es recomendable operar el inversor con tiempos muertos de gran magnitud ya que se podrían presentar variaciones tanto de voltaje como de corriente en una simulación PHIL, no obstante la exactitud de las magnitudes de voltaje y corriente incluyendo sus formas de onda, se deben a la estabilidad de la simulación PHIL, esto se puede llegar a solucionar al implementar un control en el modelo de simulación, para asegurarse que las magnitudes de voltaje y corriente aplicadas en el elemento bajo prueba sean las esperadas y asimismo eliminar los componentes armónicos de alta frecuencia. Lo anterior, se puede desarrollar en trabajos posteriores a este, debido a las ventajas que presenta este tipo de simulaciones en tiempo real en sistemas eléctricos en este caso.

BIBLIOGRAFIA

1. DARGAHIKAFSHGARKOLAEI, M., (2015). "Stability Analysis and Implementation of Power-Hardware-in-the-Loop for Power System Testing" en Science and Engineering Faculty School of Electrical Engineering and Computer Science - Queensland University of Technology. Queensland, Australia – 2015, [pp. 1-181].
2. REN, W., (2007). "Accuracy evaluation of Power Hardware-in-the-Loop (PHIL) Simulation" en Florida State University Libraries – College of Engineering, Florida, EUA, Julio – 2007, [pp. 1-78].
1. LEHFUSS, F, LAUSS, G., KOTSAMPOPOULOS, P, HATZIARGYRIOU, N., CROLLA, P, y ROSCOE, A., (2013). "Comparison of multiple Power Amplification types for Power Hardware-in-the-Loop applications" en Energy Department, Austrian Institute of Technology. Vienna, Austria – 2013, [pp. 1-6].
2. YOO, I., (2013). "A study on the improvement of simulation accuracy in power hardware in the loop simulation" en Department of Electrical and Computer Engineering, University of Manitoba. Winnipeg, Agosto – 2013, [pp. 1-150].

INTERFAZ EN MATLAB PARA UN SENSOR INERCIAL

César Alejandro Vidal Saldaña y José Ángel Colín Robles

RESUMEN

El presente trabajo explica y muestra el proceso mediante el cual se realizó una interfaz creada a partir de la plataforma Matlab, esto con la finalidad de poder tener una mejor experiencia en el manejo de un sensor inercial que ya cuenta con sus diferentes interfaces pero que aun así no la hace de una manera tan práctica ni tampoco intuitiva, el principal objetivo de dicha interfaz realizada es hacer que el usuario aún sin mucho conocimiento del tema pueda realizar las diversas pruebas en las que se implemente el uso de este tipo de sensores, los gráficos y modos de implementación hacen que la interfaz sea muy interactiva y con los datos que nos brinda después del procesamiento de los mismos, el resultado obtenido sea fácilmente interpretarlos.

ABSTRACT

The present work explains and shows the process through which an interface was created from the Matlab platform, in order to have a better experience in the handling of an inertial sensor that already has its different interfaces but that even so does not do so in a practical or intuitive way, the main objective of such interface is to make the user without much knowledge of the subject can perform the various tests in which the use of this type of sensors, the graphics and modes of implementation make the interface very interactive and with the data it gives us after the processing of the same, the result obtained is easily interpreted.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día la utilización de sensores inerciales se ha popularizado debido a su múltiple campo de aprovechamiento de sus funciones y características tal es el caso en las áreas de robótica, la animación, estudios de ergonomía, cualquier aplicación de captura y análisis de movimiento. Las funciones de un sensor inercial es medir la aceleración y velocidad angular. Los sensores inerciales se componen por acelerómetros, giróscopos y magnetómetros. Los acelerómetros miden la aceleración lineal con que el sensor se mueve, los giróscopos la velocidad angular en tanto los magnetómetros proporcionan información acerca del norte magnético. En conjunto con estos tres sensores es posible estudiar el movimiento del sensor inercial completo en el plano o el espacio dependiendo de los ejes que posean los sensores. Para la manipulación de ciertos tipos de sensores se utiliza una diversidad de interfaces que en ocasiones son complejas para los usuarios que no se encuentran familiarizados con el entorno por lo que contar con una interfaz amigable hacen una experiencia más agradable al usuario pudiendo explotar sus características al máximo.

METODOLOGÍA

La planificación del problema a resolver se inició una vez proporcionad el sensor que utilizaríamos para elaborar la interfaz requerida, ya que una vez que contamos con el sensor se continuó a analizar la documentación del mismo, en la que involucra varias cuestiones como su compatibilidad de software, las conexiones debidas, así como sus entradas y salidas además de sus limitaciones y alcances. Ya analizada la manera de operación del sensor se observó la forma en que nos proporcionaba la información captada y eran diferentes maneras para que el análisis dependiendo con que clase de interfaz se realizara se eligiera la mejor en cuestión, por ejemplo nos percatamos que nos arrojaba un archivo de texto con los valores de "roll, pitch, yaw" el cuál era perfecto para poder llevar a cabo una interfaz donde se pudiera llamar ese archivo con todos esos datos del sensor y posteriormente hacer el procesamiento de los mismos. Una vez que se determinó la manera de operación del sensor se definió la forma en que se debía realizar la interfaz, se planteó de tal manera que los datos que arrojaba el sensor en los archivos de texto sería la clave y manera de procesar la información a través de la plataforma Matlab.

Para la interfaz que se creó se comenzó con un área de gráfica la cual nos muestra un esquema del sensor en la cual se ve la manipulación total del mismo y simulación, los otros apartados son: Manipulación que nos permite pausar la simulación o manipular la visualización de la gráfica en un sentido de rotación de la misma. Traslación Global, es la que controla la traslación en el espacio de X, Y, Z, el control es mediante barras deslizantes, pero cabe destacar que se puede acoplar a un sensor de posición externo. Origen de los Datos: Es un apartado que nos proporciona la función de localizar el archivo de texto necesario para llevar a cabo nuestra simulación ya que nos pide que mediante una ruta asignemos el archivo requerido. Control de simulación: Este apartado nos permite iniciar finalizar la simulación llevada en cuestión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo una interfaz realizada en Matlab con la capacidad de interactuar con el software del sensor inercial, y que realiza el cometido que era la simplificación de una interfaz para dicho sensor y además de esto tuviese mayor libertad y una mejor utilización de los datos que se procesan además de permitir al usuario una interacción más amigable y una posterior manipulación de la información con el software Matlab.

Se resolvieron varias cuestiones en la implementación de la interfaz como lo fue solucionar la disyuntiva de compatibilidad del sensor con sistemas posteriores a versiones de software antiguo como lo es Windows XP, además también se obtuvo de manera satisfactoria una calibración óptima y práctica para el sensor lo cual a futuro se podrá tomar de referencia de una manera que simplifique cuestiones que podrían llevar una cantidad de tiempo razonable. Todos los apartados que se cubrieron con la elaboración de dicha interfaz dejan un grato sabor de boca ya que se obtuvieron los resultados esperados y no sólo eso, sino que además cuestiones que no se tenían contempladas al principio se fueron solucionando conforme la interfaz fue requiriendo un enfoque más específico. La interfaz que se diseñó es una interfaz muy completa y de características más que adecuadas para la manipulación y funcionamiento del sensor además de ser amigable al usuario y proporcionar una flexibilidad amplia.



Figura 1. Sensor MTX Xsense utilizado.

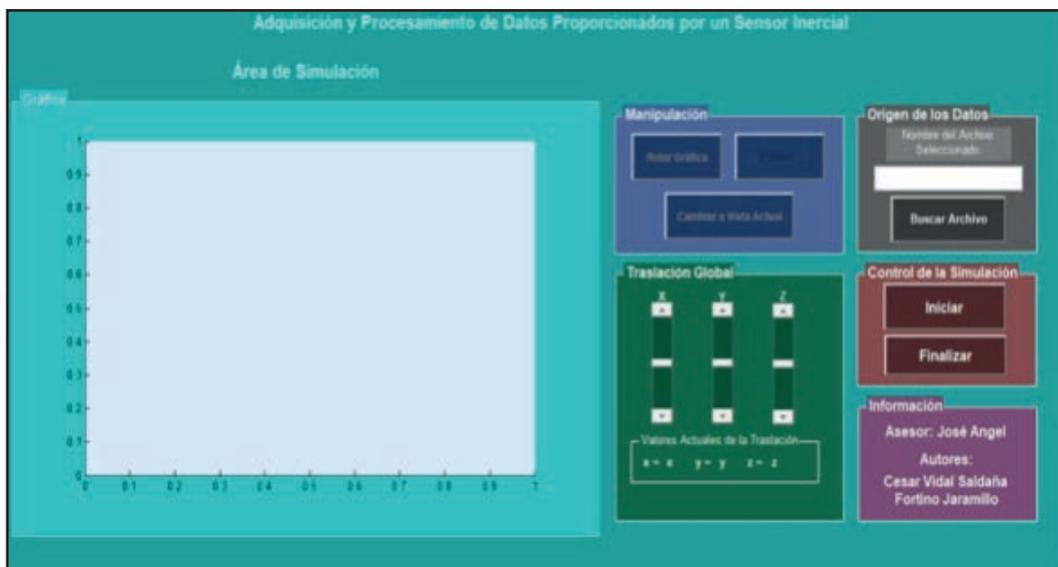


Figura 2. Diseño de la interfaz y sus diferentes áreas.

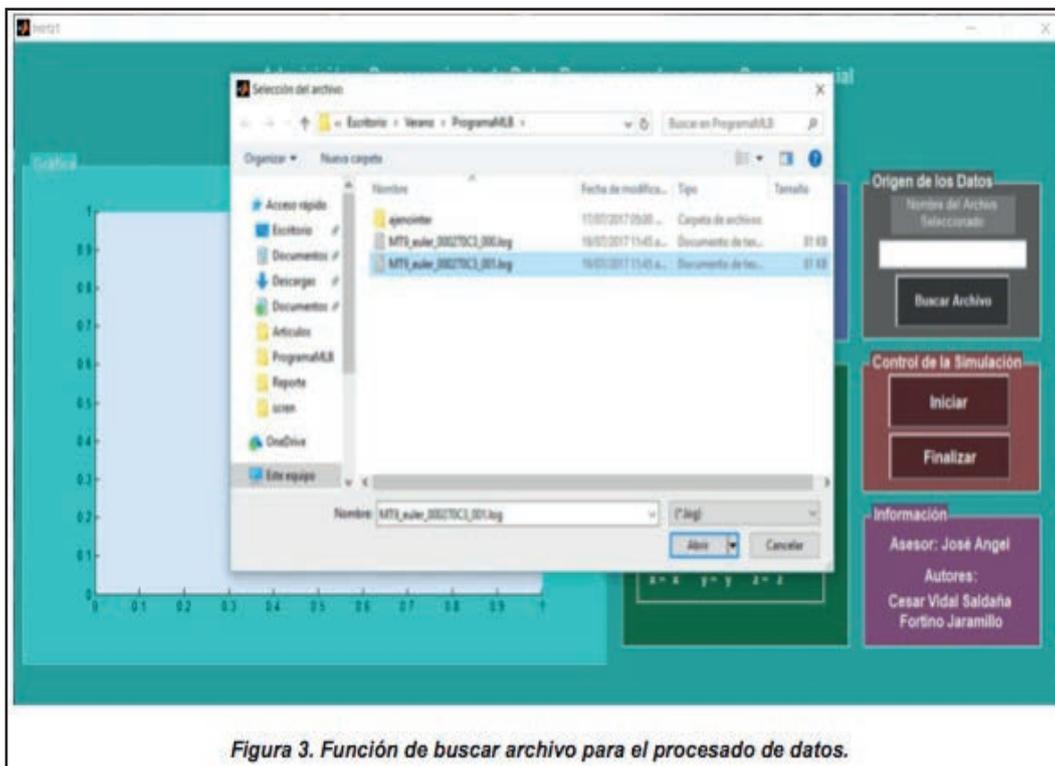


Figura 3. Función de buscar archivo para el procesado de datos.

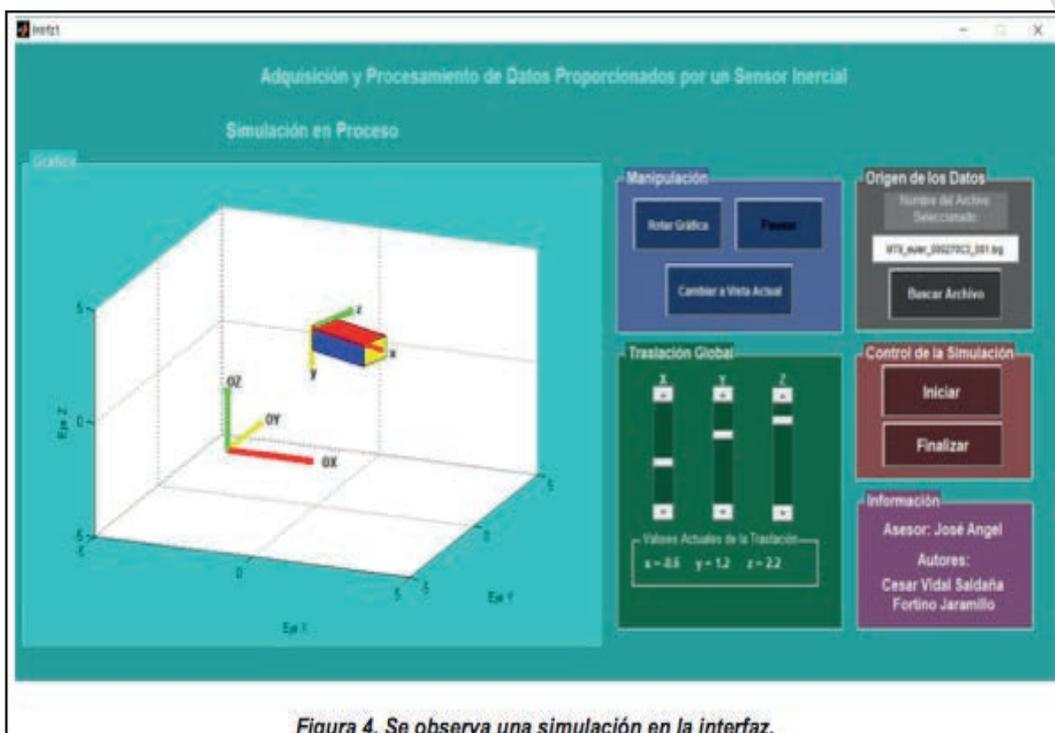


Figura 4. Se observa una simulación en la interfaz.

CONCLUSIONES.

En el desarrollo del proyecto me percaté de la importancia que significa en contar con un diseño de interfaz creado para ciertas tareas en específico ya que aunque el sensor que utilizamos cuenta con sus interfaces propias no permite una manipulación tan libre a diferencia de ésta interfaz que además de permitir esa flexibilidad también es mucho más intuitiva y fácil de manejar, se deben analizar los temas relacionados con el área a investigar a que eso permite una amplia gama de posibilidades a la hora de elaborar o contribuir en la realización del proyecto ya que son cuestiones de temas particulares que sin previo conocimiento del tema resultarían difíciles de comprender, afortunadamente se abordaron los diversos temas que ayudaron para concluir de manera significativa la investigación y desarrollo del proyecto en cuestión.

BIBLIOGRAFÍA.

Marco A. Pérez Cisneros/Erik V. Cuevas Jiménez, & Navarro, D. S. (2014). Fundamentos de robótica y mecatrónica con MATLAB y Simulink (1st ed.). Jalisco/Guadalajara, México: Alfaomega Ra-Ma. (Original work published 2014).

Xsens . (2006, Marzo 2). MTi and MTx User Manual and Technical Documentation. Retrieved Agosto, 4, 2017, from <http://wiki.icub.org/images/8/82/XsensMtx.pdf>

© Xsens | Sitemap - Disclaimer - Shop. (2000). Xsens – the leading innovator in 3D motion tracking technology. Retrieved Agosto, 4, 2017, from <https://www.xsens.com/>

Cortes, F. R. (2012). MATLAB APLICADO A ROBOTICA Y MECATRONICA (1st ed.). Barcelona, España: AlfaOmega. (Original work published 2012).

AGRADECIMIENTOS.

Agradezco al profesor José Ángel Colín Robles por permitirme haber formado parte de este proyecto, también le doy las gracias al compañero Fortino Jaramillo Mares por haber trabajado en colaboración de dicho proyecto y todas sus aportaciones que ayudaron a la culminación del mismo.

DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN ROBOT ACUÁTICO

Daniel Miranda Gutiérrez¹ y Alejandro Tadeo Chávez²

RESUMEN

En el presente documento se indican los principales puntos sobre el desarrollo del sistema de control del pez robot, desde la selección del software de simulación para el diseño del sistema antes mencionado incluyendo un prototipo de esquema eléctrico, así como una descripción breve del código a emplear en el sistema de control con apoyo de elementos gráficos y la descripción sobre el comportamiento del sistema electrónico en el software especializado en simulación de circuitos eléctricos y electrónicos.

ABSTRACT

The present document presents the main points on the development of the control system of the robot fish, from the selection of the software of simulation for the design of the above mentioned system including a prototype of electrical scheme, as well as a brief description of the code to be used In the control system with support of graphical elements and the description on the behavior of the electronic system in the software specialized in simulation of electrical and electronic circuits.

Palabras Clave: Simulación, Circuito, Código, Pez, Robot.

INTRODUCCIÓN

El proyecto en cuestión comienza como una propuesta de diseño que se presentó hace 5 años por un grupo de alumnos entusiastas de la robótica materializando el proyecto en un pez robot de gran tamaño que debido a sus dimensiones era poco viable desarrollarlo para pruebas de nado, por tanto el proyecto se dividió en dos secciones, una dedicada al diseño y simulación de un modelo más pequeño y el diseño de un sistema de control para hacer posible el nado del robot. La parte del diseño y simulación del sistema de control es el proceso que se describirá a continuación.

MARCO TEORICO

Conceptos importantes a tratar durante la realización del diseño y simulación del sistema de control:

- **Servomotor:** El servo es un potente dispositivo que dispone en su interior de un pequeño motor con un reductor de velocidad y multiplicador de fuerza, también dispone de un circuito que controla el sistema. El ángulo de giro del eje es de 180° en la mayoría de ellos. El motor servo es el encargado de dar movilidad al robot y su forma física es posible de apreciar en la figura 1. Para controlar un servo se debe aplicar un pulso de duración y frecuencia específicas. Todos los servos disponen de tres cables, dos para alimentación Vcc y Gnd (4.8 a 6 [V]) y un tercero para aplicar el tren de pulsos de control, que hace que el circuito de control diferencial interno ponga el servo en la posición indicada, dependiendo del ancho del pulso.



Figura 1: "Motor servo"

- **Microcontrolador:** Un microcontrolador es un circuito integrado digital que puede ser usado para muy diversos propósitos debido a que es programable. Está compuesto por una unidad central de proceso (CPU), memorias (ROM y RAM) y líneas de entrada y salida (periféricos), en la figura 2 se puede observar dicho dispositivo en su empaquetado de montaje.



Figura 2: "Microcontrolador"

MÉTODOS Y MATERIALES

Para el diseño del sistema de control se empleó el uso del software de Arduino, EasyEda y Proteus, el primero para el diseño del código del sistema, el segundo será el software para el diseño del esquema electrónico a usar y el último será el software para realizar las simulaciones.

Antes de comenzar con el diseño primero fue necesario establecer el modelo sobre el cual se trabajara el sistema de control, mostrado en la figura 3, cabe destacar de la figura 3 que ya se establece que solo se utilizaran dos servomotores (señalados en azul y rojo) para accionar al pez. Es necesario mencionar que los ángulos de movimiento para el motor delantero (rojo) y el motor trasero (azul) serán de $\pm 3^\circ$ y $\pm 18^\circ$ respectivamente.

Para empezar el diseño del sistema es necesario establecer un diagrama de control para definir el sistema, la figura 4 muestra el diagrama que se diseñó.

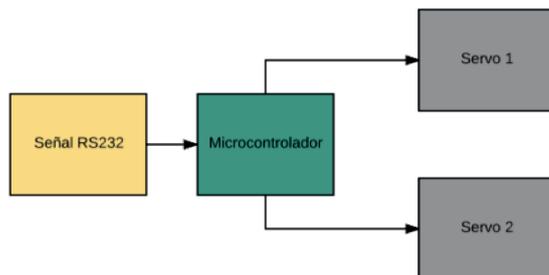


Figura 4: "Diagrama de control"

Para la realización del código del sistema se basó en el diagrama de flujo de la figura 5, como se puede observar, el diagrama de flujo se establece desde el inicio que será un programa que se repetirá de manera indefinida hasta que por alguna cuestión externa se frena, el único dato de entrada será el que llegue por el puerto serial del microcontrolador empleado, haciendo un filtrado del dato a través de varios condicionales para accionar los movimientos del pez robot así como variar la velocidad del mismo.

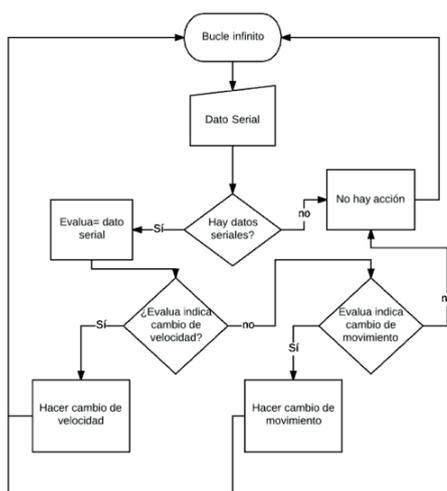


Figura 5: "Diagrama de flujo"

La propuesta de esquema eléctrico para la simulación es la mostrada en la figura 6 que solo consiste en la conexión del microcontrolador a la fuente de energía así como a las terminales de señal de los servomotores.

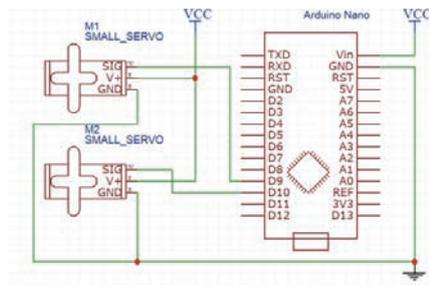


Figura 6: "Esquema eléctrico propuesto"

RESULTADOS

Al realizar la simulación del sistema de control en Proteus se obtuvieron resultados que se esperaban, los servomotores de la simulación realizaron los movimientos deseados, en la figura 6 se muestra una captura de la simulación realizada en Proteus.

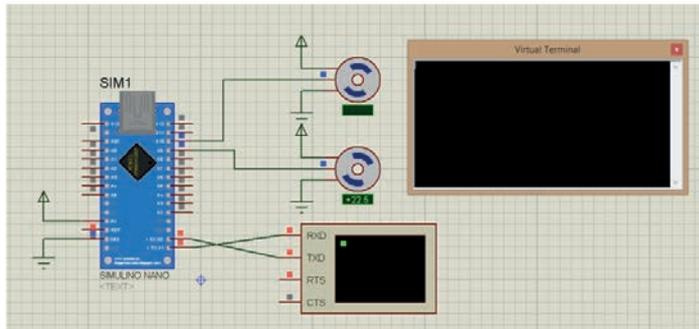


Figura 5: "Simulación corriendo en Proteus"

CONCLUSIONES

Este trabajo contribuyó a la investigación sobre la realización del pez robot para tener todos los preparativos en cuanto a la programación para una posible realización física del proyecto, desde luego en el proceso serán necesarios ciertos cambios por posibles variantes en el diseño físico pero este trabajo servirá para probar y comprobar cualquier cambio en la programación del sistema de control antes de pasar al futuro sistema físico.

BIBLIOGRAFIA

Libros

GARCIA BREIJO, EDUARDO. Compilador C CCS y simulador Proteus para microcontroladores PIC. Editorial MARCOMBO

Artículos en línea

Sherlin.xbot.es. (2017). 1. ¿Qué es un microcontrolador? | Sherlin.xBot.es. [online] Disponible en: <http://sherlin.xbot.es/microcontroladores/introduccion-a-los-microcontroladores/que-es-un-microcontrolador> [Acceso 3 Julio 2017].

X-robotics.com. (2017). mecanica. [online] Disponible en: <http://www.x-robotics.com/motorizacion.htm> [Acceso 6 Julio 2017].

Arduino.cc. (2017). Arduino - Servo. [online] Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/Reference/Servo> [Acceso 7 julio 2017].

Arduino.cc. (2017). Arduino - Servo. [online] Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/Reference/Serial> [Acceso 10 julio 2017].

AUTOMATIZACIÓN DE UN AUTOTRANSFORMADOR USANDO EL VOLTAJE Y CORRIENTE PARA CONTROLAR UNA BOBINA DE INDUCCIÓN.

Diego Ramírez Regalado¹ y Fernando Figueroa Godoy²

RESUMEN

El artículo muestra el progreso del proyecto "Automatización de un autotransformador usando el voltaje y corriente para controlar una bobina de inducción", el cual por medio del programa "Arduino" y la placa de programación "Arduino Uno" se toma lectura de temperatura que mantiene una señal de control la cual controla el giro de un motor y con ello la perilla del transformador variable, con la utilización de elementos electrónicos se tiene un circuito de control así como uno de potencia que en conjunto permiten realizar esta acción, al tener un control sobre el autotransformador se tiene una potencia de salida la cual es suministrada a una bobina de inducción.

ABSTRACT

The article shows the progress of the project "Automation of an autotransformer using the voltage and current to control an induction coil", which by means of the "Arduino" program and the "Arduino Uno" a temperature reading is obtained that maintains an output signal that controls the engine spin thus the knob of the variable transformer, with the use of electronic elements there is a control circuit as well as a power that together allow to perform this action, having a control On the autotransformer there is an output power which is supplied to an induction coil.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las redes eléctricas con el paso del tiempo se ha ido incrementando dentro del sistema eléctrico mexicano, creando nuevas y diferentes formas de distribuir la energía eléctrica, haciendo que con el paso del tiempo estas sean más seguras tanto para todos a su alrededor, más sin embargo el incremento de la demanda de energía exige al sistema que este sea de mucha confianza, seguro y que cumpla con lo que se requiere, siempre brindando confiabilidad, flexibilidad a cambios y estética a la vista.

El desarrollo de instalaciones eléctricas subterráneas para la distribución eléctrica durante los últimos años ha tenido un gran auge, ya que estas ofrecen un menor impacto visual, reducen la necesidad de mantenimiento de las instalaciones y la seguridad que estas ofrecen es mayor a una instalación eléctrica aérea. Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) definen una línea subterránea a aquella que es constituida por varios cables colocados bajo el nivel del suelo, ya sea enterrador o por ductos; esto conlleva a que su instalación se debe hacer de una manera perfecta para evitar fallas ya que su instalación es más complicada que las aéreas. Por ello, es necesario tener un equipo capaz de analizar el comportamiento de un conductor eléctrico que se encuentre en funcionamiento para que presente el calentamiento en su superficie y en su interior, esto provocado por el efecto Joule, siendo este de los principales factores a considerar en cables de transmisión eléctrica, para que empiece su deterioro del aislante y por lo tanto tener una estimación de cuanta será su resistencia al incremento de temperatura y cuanta será su vida útil. En objetivo del proyecto lo que se busca es que la inducción generada por una bobina, se pueda hacer por medio de un autotransformador de manera automatizada suministrando una potencia, todo esto que sea un sistema controlado por elementos electrónicos todos manejador por programación mediante el software arduino y la placa Arduino Uno, la cual define el funcionamiento del equipo por medio de lecturas de temperatura las cuales con obtenidas por un sensor.

¹Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Ing. Electromecánica; Deportiva #100, Loc. La Zahúrda, C.P: 36840, Irapuato, Gto., diego.ramirez.regalado@outlook.com

²Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Ing. Electromecánica; Carr. Irapuato - Silao Km. 12.5, C.P: 36821, Irapuato, Gto, fernando.figueroa@itesi.edu.mx

MARCO TEÓRICO

Principio Físicos

Le *de Ampere*, esta ley establece que si aplicada corriente a un inductor, este genera un campo magnético cuya distribución está dada por la ecuación 1).

$$Ni = \oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = Hl \quad (1)$$

Donde *i* es la corriente que circula por el conductor, *N* es el número de espiras, *l* la longitud del circuito y *H* el campo magnético.

Si la corriente aplicada al conductor es variable en el tiempo, el campo generado también será variable y a su vez el flujo magnético será cambiante en el tiempo. La ley de Faraday establece que un conductor sometido a un flujo magnético variable genera una fuerza electromotriz dada por la ecuación 2).

$$\varepsilon = -N \frac{d\phi}{dt} \quad (2)$$

Donde ε es la fem inducida, *N* el número de espiras y ϕ el flujo de campo magnético. Esta fuerza electromotriz inducida en el interior del conductor, genera una corriente (corriente de inducción) que es la responsable del calentamiento por efecto Joule que está dado por la ecuación 3).

$$P = i^2 R_{eq} \quad (3)$$

Donde *P* es la potencia disipada en la resistencia equivalente R_{eq} por la circulación de la corriente *i*.

Autotransformador

Es un transformado especial que para cada fase tiene un único devanado que actúa a la vez como primario y secundario, hay autotransformadores en los que la terminal de salida no es fija, sino que se mueve mediante un cursor. Esto permite variar la relación de transformación del autotransformador y por lo tanto obtener una tensión secundaria variable. Este tipo de autotransformadores se denomina variac y en ellos el circuito magnético de cada fase suele tener una forma de toroide alrededor del cual se bobina el enrollamiento que hace de primario y secundario a la vez, mostrada en la Figura



Figura 1. Autotransformador Variac Monofásico.

Bobina de Inducción

La bobina de inducción también conocida como inductor, mostrada en la figura x, es el componente del sistema de calentamiento que determina el grado de eficacia y eficiencia con la que se calienta. Las bobinas de inducción varía su complejidad, desde una simple bobina enrollada en forma helicoidal compuesta por varias vueltas o espiras.

Fundamentos de la bobina: el flujo de la corriente por el inductor crea un campo magnético, si la corriente es alterna crea un campo alterno, que a su vez genera una corriente alterna en un segundo conductor.



Figura 2. Ilustración de una bobina de inducción

Arduino UNO

Para el control del autotransformador se hizo uso de “Arduino Uno” tal como se muestra en la Figura 3, este consiste en una plataforma hardware de código abierto basado en un microcontrolador Atmel AVR de 8 bits. Un aspecto importante del “Arduino” es la forma estándar en que los conectores están expuestos, pimiento que la placa CPU se conecte a una variedad de módulos. La mayoría de las placas incluyen un regulador lineal de 5 voltios y un oscilador de cristal de 16 MHz. Un microcontrolador de “Arduino” también esta pre programado con un cargador de arranque que simplifica la carga de programas a la memoria flash on-chip, esto hace que usar “Arduino” sea más directo permitiendo el uso de una computadora ordinaria como el programador.



Figura 3. Placa de programación “Arduino Uno”

MÉTODO Y MATERIALES

Material

Autotransformador: POWERSTART, 246U, 4.6KVA, V_p 240-7120 VAC, 15A. Transformador variable 240V, con bobinas patentadas de POWERKOTE proporcionan un método simple de controlar la corriente y la energía eléctrica del voltaje.

Arduino uno: microcontrolador ARmega328, voltaje de entrada 7V a 12V, 14 pines digitales de I/O (6 de salida PWM), 6 entradas analógicas. Es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open - source) basada en hardware y software flexible.

Sensor de temperatura: LM35, Calibración 1°C, Rango -55°C a 150°C. Sensor de temperatura con una presión calibrada, la salida es lineal y cada grado Celsius equivale a 10mV, por lo tanto 150°C = 1500mV.

Bobina de inducción. El inductor es el responsable directo de la generación de los campos magnéticos en las proximidades del material.

Fuente de alimentación: AcBel API-8628, entrada CA 100V - 127V a 4.0A o 200V - 240V a 2.0A, salida CD +12V a 2.0A. Fuente de alimentación o fuente de potencia que convierte la corriente alterna CA, en una o varias corrientes continuas CD.

Motor de CD: Motorreductor Bühler, 24V CD, 300rpm. Motorreductores mecánicos de velocidad capaces de cambiar y combinar velocidades de giro en base a una combinación de engranaje establecido

Puente H: Es un circuito electrónico que permite a un motor eléctrico de CD girar en ambos sentidos, avance

y retroceso.

Método:

La mayor concentración del proyecto, así como a la que se le invirtió más tiempo, fue a la programación del software, esto con propósito de lograr un control automático capaz de controlar el giro del motoreductor de CD, el cual a su vez movía el autotransformador, controlando así la potencia que suministra este mismo por medio de la posición que tuviera la perilla que controla los taps del autotransformador.

Se inició creando una base para montar el motoreductor sobre el autotransformador, para que estuvieran unidos físicamente y de manera sólida, para que al momento de realizar el giro no fuera moverse el motor, además de que se colocaron Switch ON y CN para que en caso de que el giro del motor hiciera que la perilla del autotransformador llegara a su límite, el switch mandara una señal para que todo se detuviera y así evitar un daño al equipo, tal y como se muestra en la Figura 4 y en la Figura 5

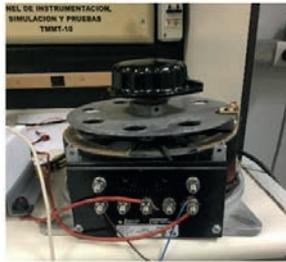


Figura 4. Ejemplo de cómo se debe ubicar las leyendas en una figura



Figura 5. Ejemplo de cómo se debe ubicar las leyendas en una figura

Teniendo la base, se prosiguió por hacer la conexión de la Tarjeta Arduino UNO al sensor de temperatura, conectándola de tal manera que cuando el sensor tomara una lectura la tarjeta arduino tomara lectura e hiciera girar el motor en cualquier sentido; después a partir de ahí continuar conectando el Puente H, para que este tuviera la función de mandar el voltaje con valor negativo o positivo y así controlar el giro (El Puente H es alimentado por una fuente de 12 Volts ya que la tarjeta Arduino solo proporciona 5 Volts). Por último del Puente H se conecta las salidas de este mismo a la alimentación del motoreductor para que este le suministre el voltaje positivo o negativo, incrementando lentamente hasta que sea suficiente para lograr el giro de manera lenta y precisa, de esta manera lograr que el motoreductor gire en una dirección o en otra dependiendo a la lectura de temperatura, tal y como se muestra en la Figura 6 y 7.

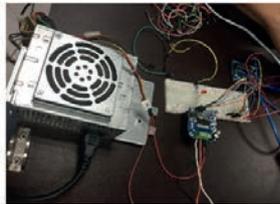


Figura 6. Ejemplo de cómo se debe ubicar las leyendas en una figura



Figura 7. Ejemplo de cómo se debe ubicar las leyendas en una figura

Por último se le conecto a las salidas del autotransformador las patas de la bobina para que este le indujera potencia a un menor voltaje con una mayor corriente, considerando que a mayor corriente incrementa la temperatura y empezaría el desgaste del cable. Teniendo toda la conexión realizada, se subió el programa del software Arduino a la tarjeta de programación Arduino UNO, para que empezara a trabajar, tomando lecturas y así logrando que el autotransformador le brinde mayor o menor potencia a la bobina de inducción y por medio de esta al cable se le induzca al calentamiento.

RESULTADOS

Dentro de los resultados cabe destacar que se logró realizar la creación de todo el equipo, como así mismo ver su funcionamiento, tomando lecturas de temperatura por medio del sensor y viendo como a una mayor temperatura el motor giraba hacia la izquierda haciendo que el valor de la potencia inducida fuera menor o a su vez haciendo que la lectura fuera de un valor de menor temperatura, haciendo que el motor girara hacia la derecha e incrementara la potencia que este proporcionaba a la bobina, de la misma manera, en cuanto la lectura era igual al valor especificado para que la prueba fuera hecha de manera correcta, el motor dejaba de girar, hasta que otra vez la temperatura disminuyera o aumentara. Las pruebas a cable no se alcanzaron a realizar ya que el tiempo de duración del aislante era bastante incluso considerando que la vida de estos disminuye un por ciento con cada 10 grados de temperatura que se le incrementan acorde a las temperaturas estándar; además de que el tiempo en conseguir el cable para pruebas sería mayor y el tiempo que se tardó en construir el proyecto fue en su mayoría la estancia en el verano, todo esto impidiendo que se hicieran pruebas físicas ya a un cable, mas sin embargo se logró que el equipo funcionara a lo planeado y todo de manera automatizada sin la necesidad de que un operador estuviera que realizar una acción, tal y como se había puesto como primeros propósitos, todo esto en tiempo y forma a lo establecido.

CONCLUSIÓN

Como resultado de la investigación y realización del equipo de control, es posible concluir que será posible estimar la vida del aislante de un conductor de instalación subterránea y a su vez poder el comportamiento que este tendrá o como responde a un incremento de temperatura.

Por otro lado al realizar el control del equipo se logra tener otra perspectiva de lo que consiste la programación y la utilidad que se le puede dar a esta, así mismo se percató lo exacto que son algunos elementos, de los cuales se hizo uso al realiza el equipo. Como conocimiento extra se consiguió mayor conocimiento de elementos de los cuales se sabía poco y que ahora se conoce su funcionamiento, estructura y utilidad.

La realización del prototipo, permitió conocer que tanto conocimiento se tenía sobre diferentes temas y equipos que fueron necesarios para la creación del equipo, permitió analizar los puntos en los que se tenía más debilidad y por lo tanto menos conocimiento y también ver cuales se dominaban y como facilitan el desarrollo de este tipo de proyectos.

BIBLIOGRAFÍA.

Artículos en línea

RODRIGUEZ, D. (2004). “Principio físico del calentamiento por inducción” en Gilba, No. 15, pp. 1-9. Consultada en http://www.gilba.com/nuevaweb/textox/universidad/calentamiento_por_induccion.doc (fecha de consulta 30-06-2017).

Artículos en línea

TELEM, A. (2010). “Fuentes de alimentación” en Oviedo, No. 02, pp. 1-5. Consultada en http://www.gilba.com/nuevaweb/textox/universidad/calentamiento_por_induccion.doc (fecha de consulta 07-07-2017).

Artículos en línea LLAMAS, L. (2015). “Temperatura con arduino y sensor LM35” en tutoriales arduino, No. 8, pp. 1-6. Consultada en <http://www.luisllamas.es/medir-temperatura-con-arduino-y-sensor-lm35/> (fecha de consulta 08-07-2017).

Artículos de revista

AMBRELL, N. (2014). “Bobinas de trabajo de calentamiento por inducción” en Ambrell, Núm. 11, Vol. I, junio-julio, [pp. 1-4].

Libros

TORRES, O. (2013). Arduino curso práctico de información, México: Alfaomega Editorial

DESARROLLO DE UNA INTERFAZ GRÁFICA PARA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE MODELADO LINEAL

Edgar Juan de Dios Martínez Mancera¹ y Javier Silvestre Zavala²

RESUMEN

Durante la estancia para el 19º Verano de la Ciencia de la Región Centro, se elaboró un software el cual contiene la solución paso a paso de problemas de modelado lineal para la materia de Álgebra Lineal de los institutos nacionales del país diseñado con una interfaz gráfica en la plataforma de Windows para facilitar el uso del mismo. El software tiene un apartado teórico para la comprensión y aprendizaje de los temas de la materia y otro apartado para la solución de ejercicios.

ABSTRACT

During the stay for the 18th Central Region Summer of Science, software was developed which contains the solution step-by-step of linear modeling problems for the subject of Linear Algebra of the country's national institutes designed with a graphical interface in the Windows Desktop platform to facilitate its use. The software has a theoretical section for the understanding and learning of the topics of the subject and another section for the solution of exercises.

Palabras clave: software, interfaz gráfica, solución paso a paso, aprendizaje.

INTRODUCCIÓN

La educación conforme avanza el tiempo se va innovando y requiere cada vez más de herramientas didácticas para apoyar el aprendizaje significativo, ya que existen varios factores que involucran el desempeño enseñanza-aprendizaje tanto para los profesores como el de los alumnos. En cuestión de los alumnos el déficit de comprensión debido a que las bases matemáticas requeridas para la materia no se dominan, horarios extensos de trabajo. Por parte de los maestros al tener grupos de gran cupo les es difícil crear un ambiente de enseñanza que beneficie el aprendizaje de los estudiantes.

Para la ayuda de resolución de ejercicios y problemas de modelado lineal, actualmente existen algunos softwares en el mercado como lo son: Linear álgebra Decoded, Wiris y Derive 6.0 que son softwares de escritorio diseñados para asistir a los estudiantes basados en problemas matemáticos, los cuales cuentan con herramientas limitadas al ser versiones de prueba ya que el consumo de estos tiene un precio para su licencia.

Tomando en cuenta lo anterior la creación de un sistema que apoye al aprendizaje significativo se verá reflejado en el desempeño enseñanza-aprendizaje que involucra tanto al alumno como al maestro. Es dirigido principalmente a las materias que involucren temas lineales de cualquier carrera siendo esta una materia a cursar de tronco común.

MARCO TEÓRICO

Lenguaje de programación C#

Microsoft C# es un lenguaje de programación diseñado para crear un amplio número de aplicaciones que se ejecutan en .NET Framework. C# es simple, eficaz y orientado a objetos. (Microsoft, Microsoft, 2003).

Microsoft Visual Studio

Visual Studio es un conjunto completo de herramientas de desarrollo para la generación de aplicaciones, habilita el uso compartido de herramientas y facilita la creación de soluciones en varios lenguajes. (Microsoft, Microsoft, 2016).

Aprendizaje significativo

Permite que los estudiantes aprendan los contenidos curriculares de forma relacional y los asimilen con mayor profundidad. "El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe". (Ausubel)

Álgebra Lineal

El álgebra lineal es una rama de las matemáticas que estudia conceptos tales como: matrices, determinantes, sistemas de ecuaciones lineales y, su enfoque más formal que son los espacios vectoriales y sus transformaciones lineales.

Es un espacio que tiene muchas conexiones con muchas áreas dentro y fuera de las matemáticas como el cálculo vectorial y las ecuaciones diferenciales, la ingeniería, etc. (Juan Núñez Olmedo, 2015)

Diseño

Plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación. (Sampieri, 2010).

MÉTODOS Y MATERIALES

Para la elaboración del proyecto se realizó un plan de trabajo para saber qué se implementaría en el software. En primer lugar se escogieron los temas a abarcar de la materia los cuales son correspondientes a la primera unidad llamada “números complejos”, siendo los temas siguientes:

- 1.- Definición y origen de los números complejos.
- 2.- Operaciones fundamentales con números complejos.
- 3.- Potencias de “i”, módulo o valor absoluto de un número complejo.
- 4.- Forma polar y exponencial de un número complejo.
- 5.- Teorema de De Moivre, potencias y extracción de raíces de un número complejo.

Como primer apartado llamado “Teoría”, se abarcaron los fundamentos teóricos de los temas anteriores basándose en libros propios de la materia, realizando un documento PDF con la teoría necesaria para la comprensión de los mismos. Se utilizó un componente especial para mostrarse documentos PDF dentro del mismo software sin necesidad de abrirlo por fuera del proyecto.

En el segundo apartado llamado “Ejercicios”, fue necesario realizar una serie de algoritmos para la solución de cada uno de los ejercicios dependiendo de cada caso para que posteriormente se codificara en Visual Studio. Se utilizó una librería en especial para el lenguaje C# siendo éste “fMath” donde “MathML” que es una característica principal de lenguaje está encargada de mostrar en pantalla la solución con lenguaje matemático y comprender de una forma más clara la solución de los problemas siendo éste para el desarrollo del software.

La interfaz se diseñó especialmente para que el usuario tuviera la opción de escoger el tema que quisiera del lado izquierdo y posteriormente seleccionar la teoría o resolución de ejercicios como se muestra en la Figura 1.

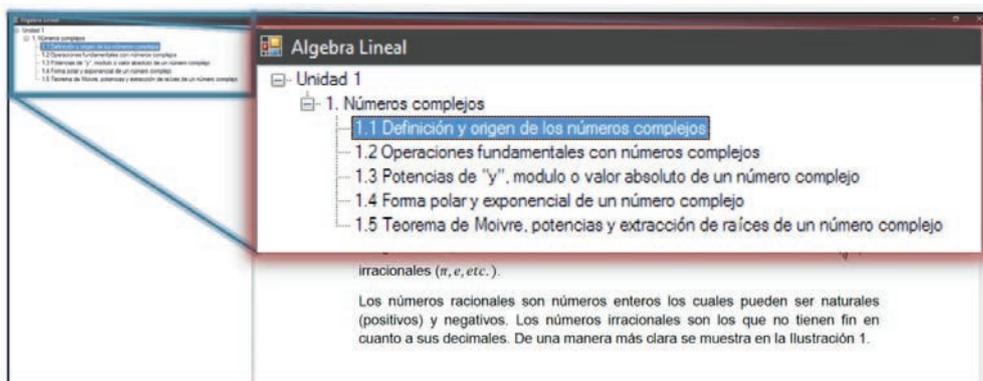


Figura 1 Interfaz gráfica sobre el menú del temario mostrado en pantalla.

RESULTADOS

A continuación se muestran imágenes de las interfaces gráficas que contiene el software para la solución de algunos problemas de la materia de Álgebra Lineal.

En la figura 2 se ilustra la base teórica en un documento que dependiendo el que sea seleccionado se muestra la información referente al tema, teniendo dentro del mismo documento herramientas de Adobe Reader como lo es el guardar en un lugar ajeno, imprimir el documento, deslizarse entre el documento, búsqueda por número de hoja, realizar zoom, además se cuenta con la opción de abrir o cerrar este documento desde botones con esta funcionalidad.

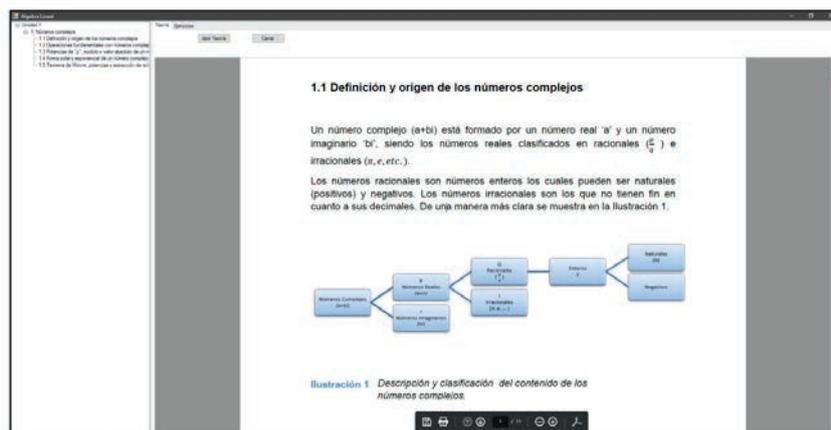


Figura 2 Material teórico correspondiente a cada subtema del temario.

En la figura 4 del apartado “1.4 Forma polar y exponencial de un número complejo”, se muestra un ejemplo de una conversión entre formas de expresión.

Los elementos que la integran son los siguientes:

- 1.- Se elige el tipo de conversión que se quiere realizar.
- 2.- Se ingresa la expresión a tratar.
- 3.- Botón para comenzar el proceso de conversión.
- 4.- Botón para realizar el proceso paso a paso.
- 5.- Se muestra el resultado de la operación.

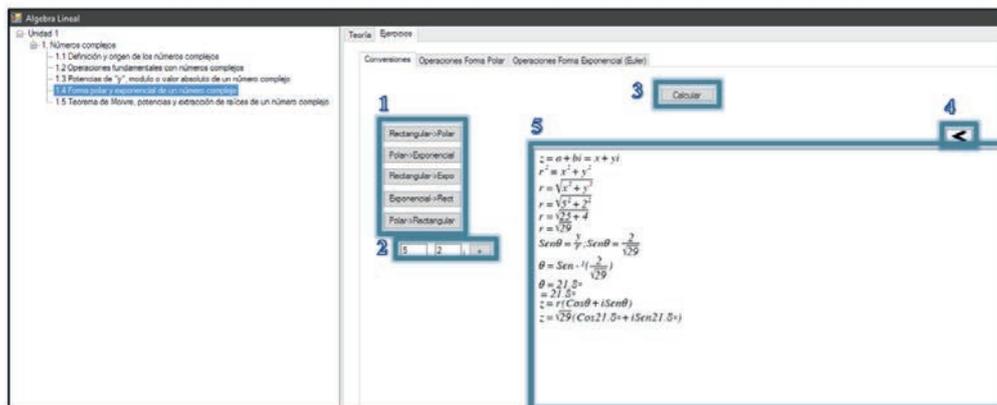


Figura 4 Interfaz gráfica matemática de solución de un ejemplo de conversión de forma rectangular a polar.

CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Para la realización del proyecto fue necesario tener un buen conocimiento de los temas a codificar para así, mostrar una correcta solución dependiendo de cada paso a presentarse para que el usuario tuviera un amplio número de opciones y adquirir un mejor conocimiento sobre el tema y no sólo tener ejercicios comunes y fáciles a resolver. Los temas abarcados no son todos lo de la materia, se planea seguir trabajando en el proyecto y presentar un amplio número de temas.

BIBLIOGRAFIA

Libros

Sampieri Roberto Hernández. (2010). Metodología de la investigación, México: Mc Graw Hill.

Harvey M. Deitel, P.J. (2007). Cómo programar C#. México: PEARSON Prentice Hall.

Gil, F.A. (2003). Introducción a la programación estructurada en C. Universidad de Valencia

Artículos en línea

Microsoft, Microsoft (2003). Lenguaje Visual C#

Consultada en [https://msdn.microsoft.com/es-MX/library/aa287558\(v=vs.71\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-MX/library/aa287558(v=vs.71).aspx)

Asubel, David Paul. Educación

Consultada en <http://www.consumer.es/web/es/educacion/extraescolar/2009/06/16/185986.php>

Juan Núñez Olmedo, Ivan Sandoval Palis. (2015). Álgebra Lineal

Consultada en <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/15071/1/ALGEBRA%20LINEAL%202015-D.pdf>

ESTUDIO DE PELICULAS DELGADAS ORGANICAS COMO DISPOSITIVOS OPTOELECTRONICOS

Ortiz Belman Erick Daniell y Miroslava Cano Lara2

RESUMEN

Durante el desarrollo de este trabajo se explican las actividades correspondientes al 9º Verano Regional de la Ciencia que consiste en la implementación de un arreglo experimental para la adaptación de filtros orgánicos a base de pigmentos naturales de plantas y flores tales como Cerasus Sirope e Hibiscus Sabdariffa. Se empleó el láser He-Ne U211840 de color rojo y longitud de onda de 615 nm con intensidad de 0.9 mW, un fotodetector OTRD OP999 que se emplea para la medición de la potencia que es transmitida a través del filtro orgánico, donde se toma de referencia la potencia inicial del láser con lo que pueden generarse graficas que indiquen el comportamiento de los filtros y su posible aplicación como limitadores ópticos

ABSTRACT

In this paper explains the activities corresponding to the 19th Regional Summer Science, which involves the implementation of an experimental arrangement for the adaptation of organic filters a base of natural plant pigments and flower stories such as Cerasus sirope, and Hibiscus Sabdariffa. It uses the He-Ne U211840 red laser and wavelength of 615 nm with the intensity of 0.9 mW, an OTRD OP999 photodetector that is used for the measurement of the energy that is transmitted through the organic filter, where it is taken of reference the initial power of the laser with which graphs can be generated that indicate the behavior of the filters and their possible application as optical limiters.

Palabras Clave: Orgánicos, Absorción, Laser, Foto-detector.

INTRODUCCIÓN

Actualmente se han llevado a cabo diversos estudios sobre materiales que tengas propiedades capaces de limitar la radiación, en base a fenómenos no lineales tales como absorción saturable reversible (por sus siglas en inglés, RSA), absorción de dos fotones (TPA) o efectos termo-ópticos. En este caso la limitación óptica resulta de la dependencia no lineal de la transmisión óptica respecto a la intensidad incidente [1]. Los limitadores ópticos son dispositivos que decremantan la intensidad de la salida a la medida que se incrementa la intensidad a la entrada, además de poseer una alta transmitancia para intensidades por debajo de un nivel de umbral [2]. Por esta razón que para determinar si un material es útil para este tipo de aplicaciones primeramente se tiene que determinar la magnitud de la no linealidad por medio de alguna técnica espectroscópica, siendo Z-scan una técnica apropiada [1].

Los materiales orgánicos con respuestas ópticas no lineales grandes son de gran interés en aspecto debido a que su tiempo de respuesta es rápido, son de bajo costo, fácil procesamiento, y presentan estabilidad térmica y química, entre otras ventajas. El alta no linealidad de estos materiales puede ser explotada para aplicaciones como interruptores ópticos, moduladores ópticos, procesamiento de información cuántica, procesamiento de señales ópticas y como limitadores ópticos [1].

En años recientes se tiene el interés de emplear pigmentos orgánicos que son extraídos de plantas, frutas o vegetales para aplicación en dispositivos opto-electrónicos los cuales han sido estudiados para celdas solares o potenciales aplicaciones en nano fotónica [3].

Es por esta razón que se pretende desarrollar un arreglo experimental el cual nos permita trabajar con filtros ópticos orgánicos y conocer si estos tienen el comportamiento ideal de los limitadores ópticos.

MARCO TEÓRICO

Un limitador óptico es un dispositivo que presenta una transmisión de la luz dependiente de la intensidad, esto quiere decir que a intensidades bajas presenta una transmisión alta, la cual va decreciendo para haces de luz intensos. La manera más obvia de obtener la limitación óptica es por medio de un control activo, en donde la luz de entrada es monitoreada por un sensor, que a través de algún procesador activa un modulador o shutter, limitando así la luz transmitida [1].

En el caso de un láser pulsado podemos observar que, cuando el pulso de energía que entra llega a un punto máximo en pulso que se transmite se mantiene constante [Ver Figura 1].



Figura 1. Transmitancia de un limitador óptico ideal para un láser pulsado.

La velocidad es un problema con la mayoría de los sistemas de control activos para limitación óptica. Para proteger a los sensores, el tiempo de transmisión del sistema debe ser mucho más pequeño que el ancho del pulso potencialmente peligroso [1].

Otra forma directa para proteger los sensores contra la potencia láser es utilizar filtros con una línea espectral estrecha. Estos pueden funcionar bien cuando la longitud de onda del láser es conocida (por ejemplo, las gafas de seguridad para los láseres en el laboratorio [1]).

Es por estas razones que en este escrito se basa en la posible aplicación de limitadores ópticos.

En la figura 2 se muestran las curvas típicas de limitación óptica, en el inciso a) podemos ver la energía transmitida en función de la energía incidente, en el inciso b) se observa la transmitancia en función de la energía de entrada que en escala logarítmica línea sólida es la respuesta ideal de un limitador óptico, las líneas punteadas son las típicas respuestas reales de algunos sistemas, en donde ED es la energía en la que el limitador sufre daños por el láser, Emax es la máxima energía transmitida en la energía de entrada ED, EL es el umbral de limitación para un limitador ideal, TL es la transmitancia y Tmin es la mínima transmitancia, obtenida para la máxima energía de entrada ED.

$$AOD = \text{Log log}_{10} \left(\frac{TL}{T_{min}} \right)$$

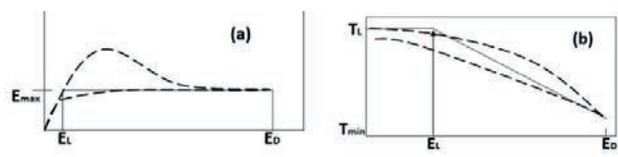


Figura 2. Curvas típicas de limitación óptica a) Energía transmitida en función de la energía incidente y b) transmitancia en función de la energía de entrada.

MÉTODOS Y MATERIALES

Los filtros utilizados para este trabajo fueron películas orgánicas elaboradas con pigmentos de Cerasus, Sirope e Hibiscus Sabdariffa a través de la técnica sol-gel [Ver Figura 3].

En los métodos de síntesis sol-gel se ha encontrado que los materiales ópticos de estado sólido exhiben grandes ventajas en su preparación para el estudio de sus propiedades foto físicas. La flexibilidad en la fabricación de los materiales, buena transparencia en un amplio rango espectral, aunado con la posibilidad de incrustar moléculas en sistemas sol-gel algunas de las ventajas que ofrecen estos materiales [1].

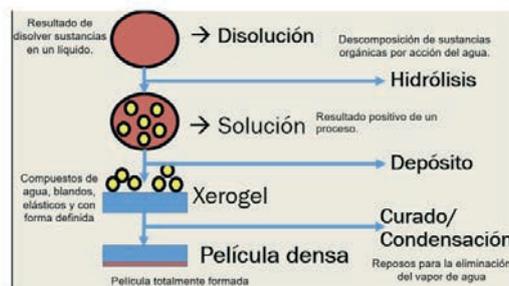


Figura 3. Método Sol – Gel para la elaboración de películas delgadas.

El arreglo consiste en un láser de 0.3 ~ 0.9 mW de color rojo con un rango de 650nm en el espectro electromagnético montado sobre una placa de metal [Ver Figura 4], posterior a él se coloca la lente óptica la cual permite enfocar todo el haz en un solo punto al pasar por la lente se le superpone uno de los filtros colocados en un encoder que cuenta con cuatro diferentes tonalidades de polarizado [Ver Tabla 1].

El haz de luz llega a una pantalla de color negro que enfoca el haz de luz en un punto fijo para poderlo hacer incidir directamente en el foto-detector OTRD OP999 y así poder detectar la variación de potencia que presenta el haz de luz al ser incidida a través de los filtros orgánicos.

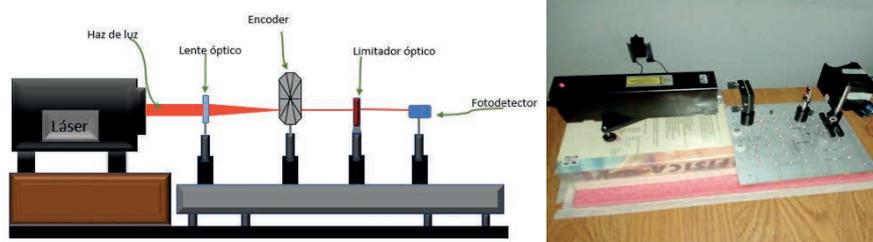


Figura 4. Arreglo experimental para la medición de la potencia detectada./

RESULTADOS

Se demostró que el material orgánico con el que se trabajó es funcional como limitador óptico ya que haciendo manejo de ello comprobamos que podría presentar aplicaciones como protectores para pantallas de aparatos electrónicos e incluso sustituir el polarizado de los automóviles ya que en su totalidad son plásticos de tonos oscuros, se usaron 4 diferentes filtros de polarizado [Ver Tabla 1].

Tabla 1. Potencia medida en cada uno de los filtros (polarizado) usados en el encoder.

FILTRO	MW
1	0.409
2	0.531
3	0.572
4	0.654

La toma de muestras se hizo para los tipos de pigmentos que se utilizaron, Cerasus Cirope (Cereza) en donde utilizamos un total de cuatro muestras para este pigmento (Cm1-Cm4) e Hibiscus Sabdariffa (Jamaica) con cinco muestras (Jm1-Jm5) [Ver Tabla 2 y 3].

Tabla 2. Resultados obtenidos en mW con las muestras de Hibiscus Sabdariffa.

Muestra	Polarizado 1	Polarizado 2	Polarizado 3	Polarizado	Sin Polarizado
Jm1	0.409	0.449	0.490	0.572	0.736
Jm2	0.409	0.449	0.490	0.531	0.736
Jm3	0.368	0.449	0.490	0.531	0.777
Jm4	0.368	0.409	0.449	0.490	0.613
Jm5	0.368	0.409	0.490	0.572	0.736

Las muestras que se utilizaron mostraron las propiedades siguientes [Ver figura 6] podemos observar la variación que hay entre cada una de las muestras y su aplicación como limitadores ópticos.



Figura 7. Mediciones tomadas de las muestras de Jamaica.

Tabla 3. Resultados obtenidos en mW de las muestras de Cereza.

Muestra	polarizado 1	Polarizado 2	Polarizado 3	Polarizado 4	Sin polarizado
Cm1	0.327	0.368	0.368	0.449	0.531
Cm2	0.327	0.409	0.449	0.490	0.818
Cm3	0.368	0.409	0.409	0.531	0.736
Cm4	0.368	0.490	0.531	0.531	0.736

Se obtuvieron los resultados esperados, obtenidos de los limitadores con pigmento de Cereza, dichos resultados se presentan a continuación [Ver Figura8].



Figura 8. Mediciones tomadas de las muestras de Cereza.

CONCLUSIONES

Los resultados permiten deducir los potenciales como limitadores orgánicos que presentan los filtros elaborados a base pigmentos de plantas y frutos naturales tales como Jamaica y Cereza a su vez son aptos para usarse en dispositivos electrónicos ya que permite reducir la cantidad de luminosidad que sale de las pantallas sin perder calidad en la imagen, incluso poder sustituir en gran parte el papel polarizado para los automóviles, siendo este uno de los principales aportes de nuestro trabajo ya que ayudaría a reducir en gran cantidad el

uso de materiales que dañen al medio ambiente.

En la actualidad es importante implementar productos que sean amables con el medio ambiente, o que con su descomposición puedan ser fácilmente desechados, en este trabajo se demuestra que un limitador óptico puede ser construido desde cero con elementos naturales y con los beneficios óptimos como los ya existentes.

BIBLIOGRAFIA

[1] Laura A.O. (2009). Estudio de porfirinas mediante técnicas espectroscópicas no lineales. CIO, Guanajuato, México.

[2] Cruz, J. A. (n.d). INAOE. From Invetigadores: www-optica.inaoep.mx

[3] Paulina, R. G. (n.d.). Estudio de la fabricación artesanal y caracterización de películas delgadas orgánicas elaboradas con flor de Jamaica con potenciales aplicaciones en dispositivos optoelectrónicos. ITESI, Guanajuato, México.

ESTUDIO DE PELÍCULAS DELGADAS ORGÁNICAS COMO DISPOSITIVOS OPTOELECTRÓNICOS

Esperanza Paulina Romero Gutiérrez¹ y Miroslava Cano Lara²

RESUMEN

En el presente escrito se muestra el desarrollo del proyecto elaborado dentro de las actividades del 19° Verano Regional de la Ciencia que consiste en el armado de un arreglo experimental para la utilización de filtros orgánicos base de pigmentos naturales de plantas y flores tales como Cerasus Sirope e Hibiscus Sabdariffa para ser empleados en el área de optomecatrónica. Se empleó un láser de color rojo y longitud de onda de 650 nm con intensidad de 0.9 mW, un foto detector OTRD OP999 para recibir la cantidad de energía que transmite el filtro orgánico, donde se toma la relación de la cantidad de energía que incide y la transmitida para la elaboración de dispositivos que limiten la cantidad de luz.

ABSTRACT

The present paper shows the development of the project elaborate within the activities of the 19th Regional Summer of Science which consists of setting up an experimental arrangement for the use of organic filters based on natural plant pigments and flower tales such as Cerasus Syrup E Hibiscus Sabdariffa to be employed in the area of optomecatronics. It uses the red color and the wavelength of 615 nm with the intensity of 0.9 mW, a detector of the photo OTRD OP999 to receive the amount of energy transmitted by the organic filter, where the ratio of the amount of energy and The transmission for the development of devices that limit the amount of light.

Palabras Clave: Orgánicos, Limitadores ópticos, Laser, Fotodetector.

INTRODUCCIÓN

Recientemente se han realizado diversos estudios sobre materiales capaces de limitar la radiación, en base a fenómenos ópticos no lineales como absorción saturable reversible (RSA), y absorción de dos fotones (TPA). En este caso la limitación óptica resulta de la dependencia no lineal de la transmisión óptica respecto a la intensidad incidente [1]. Los limitadores ópticos son dispositivos que decrementan la intensidad de la salida a la mientras se incrementa la intensidad a la entrada, además poseen una alta transmitancia para intensidades por debajo de un nivel de umbral [2], su funcionamiento consiste en permanecer inactivos para bajas intensidades de radiación, pero volverse opacos a altas intensidades, ya que la luz intensa incidente en el material de un limitador óptico altera las propiedades refractivas y de absorción, dando como resultado una reducción no lineal en la intensidad transmitida, por ello para determinar si un material es útil para este tipo de aplicaciones se determina la magnitud de la no linealidad por medio de la técnica espectroscópica Z-can [1].

Los materiales orgánicos como los fulerenos, compuestos organometálicos y flactocianinas han presentado respuestas ópticas no lineales grandes son de gran interés en aspecto debido a que su tiempo de respuesta es rápido, son de bajo costo, fácil procesamiento, y presentan estabilidad térmica y química, entre otras ventajas. El requisito estructural que tienen estos materiales para presentar fenómenos ópticos no lineales es la presencia de una red de electrones π -conjugados deslocalizados que interfieren en una alta polarizabilidad que se da con una rápida redistribución de carga. El alta no linealidad de estos materiales puede ser explotada para aplicaciones como interruptores ópticos, moduladores ópticos, procesamiento de información cuántica, procesamiento de señales ópticas y como limitadores ópticos [1]. Por otro lado los materiales electrónicos traen consigo consecuencias en el ambiente al no ser biodegradables, ante esto se

han hecho estudios para la búsqueda de una alternativa orgánica, la cual se puede encontrar en los pigmentos de flores o frutos. En años recientes se tiene el interés de emplear pigmentos orgánicos que son extraídos de plantas, frutas o vegetales para la aplicación en dispositivos opto electrónicos, los cuales ya han sido estudiados para celdas solares o en aplicaciones de Nano-fotónica [3]. Por esta razón se pretende desarrollar limitadores ópticos que sean orgánicos que presenten las mismas propiedades físicas, químicas y ópticas necesarias para sustituir dispositivos ya existentes.

MARCO TEÓRICO

Un limitador óptico es un dispositivo que presenta una transmisión de la luz dependiente de la intensidad, esto quiere decir que a intensidades bajas presenta una transmisión alta, la cual va decreciendo para haces de luz intensos, por lo general para obtener la limitación óptica se emplea un control activo, en donde la luz de entrada es monitoreada por un sensor, que a través de algún procesador activa un modulador o shutters, limitando la luz transmitida, y de este modo proteger los dispositivos electrónicos de la potencia de un láser [1]. En el caso de un láser pulsado se puede observar como cuando el pulso de energía que entra llega a un punto máximo en pulso que se transmite se mantiene constante [Ver Figura 1].

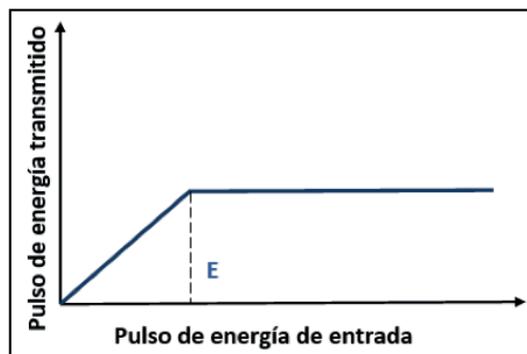


Figura 1. Transmitancia de un limitador óptico ideal para un láser pulsado.

Sin embargo la velocidad es un problema con la mayoría de los sistemas de control activos para limitación óptica. Para proteger a los sensores, el tiempo de transmisión del sistema debe ser mucho más pequeño que el ancho del pulso potencialmente peligroso [1]. Otra opción para proteger los sensores contra la potencia láser es utilizar filtros con una línea espectral estrecha. Estos pueden funcionar bien cuando la longitud de onda del láser es conocida, pero ineficaces contra los láseres sintonizables. Por otro lado, los sistemas pasivos utilizan un material no lineal que funciona como un sensor combinado, procesador y modulador. Esto ofrece potenciales ventajas como la velocidad, sencillez, tamaño reducido y bajo costo [1]. Por estas razones se están estudiando materiales orgánicos para su aplicación como limitadores ópticos. A continuación se muestran las curvas típicas de limitación óptica, en el inciso a podemos ver la energía transmitida en función de la energía incidente, en el inciso b se observa la transmitancia en función de la energía de entrada, en ambos incisos se muestra la respuesta ideal de un limitador óptico representada por la línea sólida, y las líneas punteadas son las típicas respuestas reales de algunos sistemas, en donde E_D es la energía en la que el limitador sufre daños por el láser, E_{max} es la máxima energía transmitida en la energía de entrada E_D , E_L es el umbral de limitación para un limitador ideal, T_L es la transmitancia y T_{min} es la mínima transmitancia, obtenida para la máxima energía de entrada E_D [Ver Figura 2] [1].

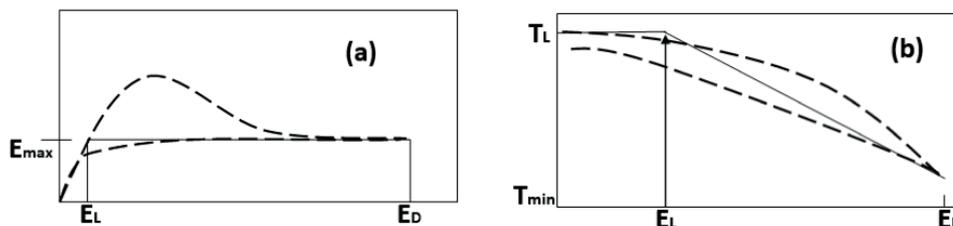


Figura 2. Curvas típicas de limitación óptica

MÉTODOS Y MATERIALES

El material empleado para esta investigación son películas delgadas orgánicas elaboradas con pigmentos de Cerasus Sirope e Hibiscus Sabdariffa y colágeno hidrolizado [Ver figura 4], elaborados a través de la técnica sol-gel [3] [Ver figura 3]. En los métodos de síntesis sol-gel se ha encontrado que los materiales ópticos de estado sólido exhiben ventajas tales como la flexibilidad en la fabricación de los materiales, buena transparencia en un amplio rango espectral [1]. No obstante existen procesos para análisis el análisis no lineal de tercer orden, tales como paramétricos (basados en la redistribución de electrones bajo la influencia del campo externo aplicado) y no paramétricos (se basan en los cambios de los niveles energéticos de la molécula inducidos por la luz), estos dos tipos de procesos son los que hacen posible el fenómeno de limitación óptica [1].

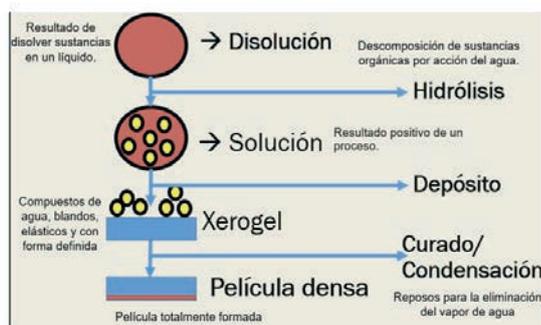


Figura 3. Método Sol-Gel para la elaboración de películas delgadas **Figura 4. Películas Delgadas Orgánicas.**

Para el armado del arreglo [Ver Figura 5] se utilizó una placa de aluminio perforada en la que se colocaron vástagos y postes para mantener fijos los componentes. El arreglo consiste en un láser de 0.3 ~ 0.9 mW de color rojo con un rango de 650 nm en el espectro electromagnético el cual emite luz láser que incide en un lente óptico convexo encargado de enfocar la luz láser en un solo punto, y pasa a través del encoder que cuenta con cuatro tonalidades diferentes de polarizado [Ver Tabla 1]. Posteriormente el haz de luz pasa a través del limitador óptico y es captado por el foto detector OTRD OP999 para lograr detectar la potencia en mW que deja pasar el limitador óptico.

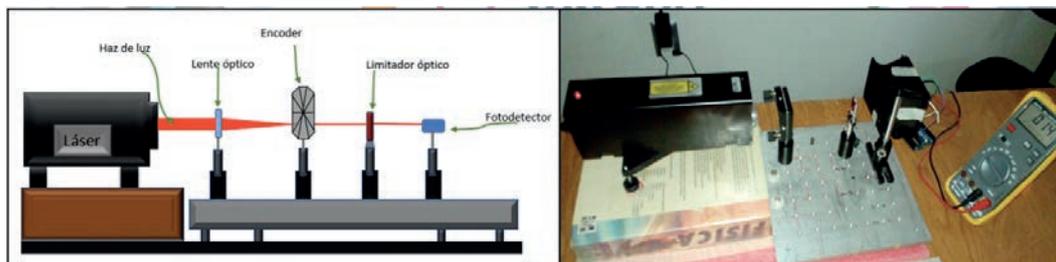


Figura 5. Arreglo experimental para la medición de la potencia detectada.

RESULTADOS

Se obtuvo como resultado que el material orgánico empleado, es funcional como limitador óptico ya que presenta una transmisión de la luz dependiente de la intensidad, haciendo uso de diferentes tonalidades de polarizado que atenuaron la luz láser [Ver Tabla 1]. El estudio de muestras se hizo para materiales elaborados con dos tipos de pigmentos, Hibiscus Sabdariffa (Jamaica) con cinco muestras (Jamaica1, Jamaica2, Jamaica3, Jamaica4, Jamaica5) y Cerasus Sirope (Cereza) en donde utilizamos un total de cuatro muestras (Cereza1, Cereza2, Cereza3, Cereza4) [Ver Tabla 2 y 3]. Los resultados de cada muestra se analizaron para cada uno de los 4 tipos de polarizado.

Tabla 1. Potencia medida en cada uno de los filtros (polarizado) usados en el encoder.

FILTRO	mW
1	0.409
2	0.531
3	0.572
4	0.654

Tabla 2. Resultados obtenidos de la potencia transmitida en mW de las muestras de Hibiscus Sabdariffa (Jamaica)

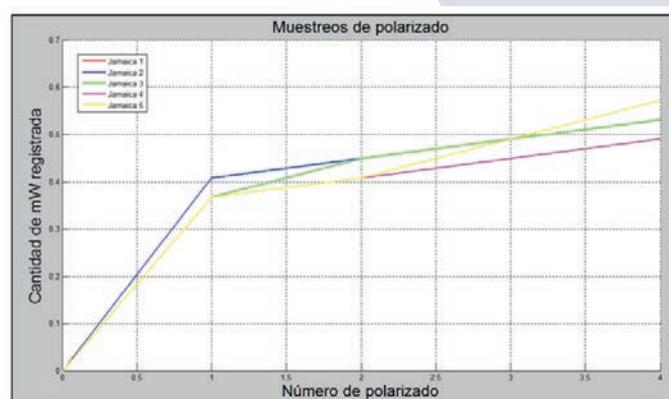
Muestra	Polarizado 1	Polarizado 2	Polarizado 3	Polarizado 4	Sin Polarizado
Jamaica1	0.409	0.449	0.490	0.572	0.736
Jamaica2	0.409	0.449	0.490	0.531	0.736
Jamaica3	0.368	0.449	0.490	0.531	0.777
Jamaica4	0.368	0.409	0.449	0.490	0.613
Jamaica5	0.368	0.409	0.490	0.572	0.736

Tabla 3. Resultados obtenidos de la potencia transmitida en mW de las muestras de Cerasus Sirope (Cereza).

Muestra	Polarizado 1	Polarizado 2	Polarizado 3	Polarizado 4	Sin Polarizado
Cereza1	0.327	0.368	0.368	0.449	0.531
Cereza2	0.327	0.409	0.449	0.490	0.818
Cereza3	0.368	0.409	0.409	0.531	0.736
Cereza4	0.368	0.490	0.531	0.531	0.736

A continuación se muestran las gráficas correspondientes a las tablas anteriores que muestran el comportamiento del material, en donde se observa un incremento en la potencia registrada por el fotodetector. La primera figura corresponde a las muestras de Hibiscus Sabdariffa (Jamaica) [Ver Figura 6], la otra imagen corresponde a las muestras de Cerasus Sirope [Ver Figura 7].

Figura 6. Comportamiento de las mediciones tomadas de las muestras de Hibiscus Sabdariffa (Jamaica).



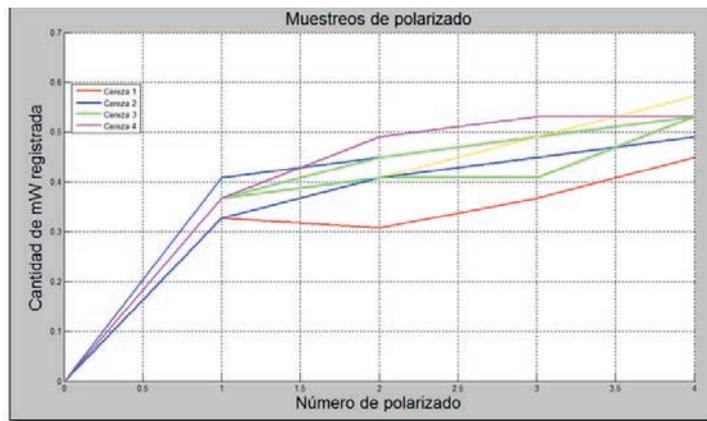


Figura 7. Comportamiento de las mediciones tomadas de las muestras de Cerasus Sirope (Cereza).

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en esta investigación se logra concluir que el material empleado (Películas Delgadas Orgánicas) elaborado a partir de pigmentos naturales presenta un comportamiento similar al de un limitador óptico, por ende tiene potencial para ser empleado en dispositivos optoelectrónicos, tales como los limitadores ópticos y de esta manera sustituir dispositivos o partes de estos ya existentes para aminorar el acumulamiento de desechos electrónicos por componentes biodegradables.

BIBLIOGRAFIA

- [1]Gabriel, R.O. (2009). “Estudio de Porfirinas mediante técnicas espectroscópicas no lineales”. Consultada en <http://biblioteca.cio.mx/tesis/14142.pdf> (15-08-2017).
- [2]Cruz, J.A. (N.D). “Limitadores ópticos PPT”. Consultada en www-optica.inaoep.mx (16-08-2017).
- [3]Paulina, R.G. (2017). “Estudio de la fabricación artesanal y caracterización de películas delgadas orgánicas elaboradas con flor de Jamaica con potenciales aplicaciones en dispositivos optoelectrónicos”, en Jóvenes Investigadores, No.1.,Vol.3.

INTERFAZ GRAFICA DE USUARIO PARA LA SELECCIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO DE AGUA A PARTIR DE LOS PARAMETROS DE OPERACIÓN DE CARGA DINAMICA Y CAUDAL

Francisco Javier Castañeda Cardosol y Juan Pablo Razón Gonzalez²

RESUMEN

En este trabajo se desarrolla una interfaz gráfica de usuario que permite seleccionar el equipo de bombeo a partir de la influencia de los parámetros de operación de carga dinámica y caudal de un sistema hidráulico. Se crea un sistema matemático de forma paramétrica partiendo de las ecuaciones de caudal y cabeza dinámica de elevación de mecánica de fluidos el cual es programado en lenguaje M, con este mismo lenguaje de programación se crea una base de datos de diversos sistemas de bombeo. Con la ayuda del software MATLAB se desarrolla la interfaz gráfica de usuario que permite resolver el caso de estudio planteado por el usuario y propone un el sistema de bombeo apto para cumplir con los parámetros del caso planteado. La interfaz gráfica permite a los interesados determinar el equipo de bombeo adecuado para el caso de estudio, permitiendo con ello el decremento de tiempo para la selección del equipo de bombeo.

Palabras clave: Interfaz, Caudal, Carga dinámica, Bomba.

ABSTRACT

In this work a graphical user interface is developed that allows to select the pumping equipment from the influence of the operation parameters of dynamic load and flow of a hydraulic system. It is created a mathematical system of parametric form starting from the equations of flow and dynamic head of elevation of fluid mechanics which is programmed in codes M, with this same programming language a database of several pumping systems is created. With the help of the MATLAB software, the graphical user interface is developed that allows solving the silver case study by the user and proposes a pumping system suitable to comply with the parameters of the case presented. The graphical interface allows the interested parties to determine the pumping equipment suitable for the case study, thus allowing the decrease of time for the selection of the pumping equipment.

Keywords: Interface, Flow, Dynamic load, Pump.

INTRODUCCIÓN

El bombeo es una de las actividades más comunes tanto en la industria de proceso como en la vida cotidiana. Independientemente de la zona de implementación, en todos los casos el problema básico es el movimiento de un líquido de un punto a otro, es por ello que el uso así como la evaluación de una bomba en un sistema dado dependerá en gran medida de la selección adecuada de un equipo de bombeo, para ello se requiere conocer o determinar, entre otros, los conceptos de rango de gasto a manejar, carga, NPSH, forma de la curva de carga, velocidad de la bomba, características del fluido, diseño mecánico. Esto provoca que la solución de problemas concretos de bombeo necesita de manera directa el conocimiento del comportamiento tanto de la bomba en si como del sistema al que deberá acoplarse, el análisis de una bomba sea esta para una aplicación doméstica o un sistema de bombeo de gran tamaño, es a fin de cuentas un problema de mecánica de fluidos. En este trabajo se diseña y programa una interfaz gráfica de usuario, buscando hacer de manera sencilla la selección del equipo de bombeo para cualquier tipo de instalación o aplicación.

MARCO TEÓRICO

La interfaz gráfica de usuario es una herramienta de importancia empleada en los sistemas de fluidos, existen una gama amplia de interfaz gráfica delimitadas a determinadas tipo y modelos de equipos de bombeo; la interfaz gráfica de Hydra Software almacena datos y las curvas características del equipo de bombeo para el caso analizado sin embargo su uso se limita a bombas centrífugas y no especifica el modelo de bomba comercial disponible relevando la búsqueda de esta al usuario.

Por otro lado Indar cuenta con una interfaz gráfica de usuario especializada en la selección de bombas sumergibles, en ella la disponibilidad de bombas de este tipo es de margen reducido puesto que solo se cuenta con la base de datos de las bombas propias del desarrollador.

La interfaz gráfica de usuario que se desarrolla en este documento permite la forma más sencilla de realizar la evaluación hidráulica de sistemas de bombeo con datos mínimos requeridos para hacer la mejor estimación del punto de operación del sistema de bombeo permitiendo conocer cuál es el caudal y altura de bombeo total requeridos por el sistema, así como el modelo del equipo de bombeo necesario para el cumplimiento del sistema.

MÉTODOS Y MATERIALES

La selección del tipo de bomba más conveniente para una dada instalación, se realiza en función del gráfico de Church, por lo que los conceptos de carga dinámica y Altura Neta Positiva de Aspiración o NPSH (Net Positive Suction Head).

Por lo cual, al desarrollar la programación de sistema numérico se presenta la necesidad del uso de programación por bloques en primer instancia se determina el caudal y la carga dinámica del sistema, posteriormente se realiza un mapeo de una base de datos de modelos de equipo de bombeo y se selecciona el que mejor cumpla con las condiciones de caudal y cabeza de elevación; agregando a esto se especifica el tipo de bomba que se emplea al sistema analizado.

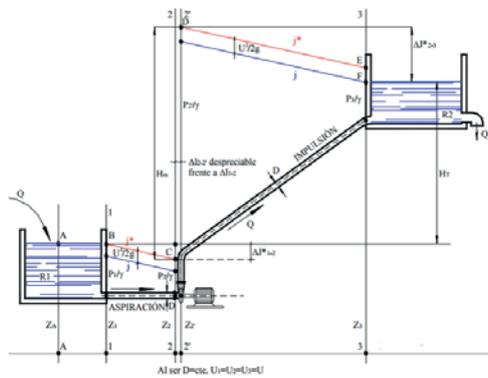


Figura 1. Diagrama de una instalación de bombeo

El objetivo anteriormente descrito es desarrollar una interfaz gráfica para facilitar la selección del equipo de bombeo para cualquier tipo de aplicación, para ello se emplea el software MATLAB que trabaja dentro de la programación del lenguaje M. Al llevar a cabo esta interfaz se desarrolló un modelo matemático el cual depende exclusivamente de los valores iniciales de altura de succión, altura de descarga, diámetro de expulsión y tipo de aplicación del sistema de bombeo ingresados por el usuario.

El sistema matemático del programa se obtiene por medio de la interpretación de la expresión de Bernoulli aplicadas a determinadas secciones del tubo de aspiración de una instalación de bombeo. De esta manera se obtienen las Ecuaciones (1) y (2) que representan los parámetros de operación del sistema.

$$H_{Total} = H_{(Estática)} + \frac{V_{Descarga}^2 - V_{Succión}^2}{2g}$$

$$Q = V_{Succión} A_{Succión}$$

Posteriormente de haber establecido los parámetros NPSH, diámetro de succión y potencia de la bomba. Cabe destacar que, como es previsible, en el caso de las tuberías de aspiración tienen lugar presiones relativas negativas, por lo que resulta evidente que el planteo de la ecuación de Bernoulli debe de realizarse en términos absolutos, es decir adicionando la presión atmosférica en metros de columna de agua a los términos de presión relativa. Así las Ecuaciones (3), (4) y (5) representan los valores de operación de la bomba requerida para la instalación de bombeo.

$$NPSH = \frac{P + P_A - P_V}{\rho g} + h_s \quad (3)$$

$$D_{Succión} = D_{Descarga} \frac{Q_{Entrada}}{Q_{Salida}} \quad (4)$$

$$\eta = \frac{\rho g Q H_t}{75 P_i} \quad (4)$$

Enseguida de calcular los parámetros de operación del equipo de bombeo, el programa realiza el mapeo de la base de datos de los tipos y modelos de bombas para seleccionar la opción que mejor cumpla con los valores determinados para caudal, cabeza dinámica, NPSH, diámetro de succión y eficiencia del sistema analizado. La base de datos se crea con la opción de elegir entre 100 equipos de bombeo diferentes.

Tabla 1. Tipos de bombas y modelos disponibles en la base de datos

Tipo de bomba	Cantidad disponible en la base de datos
Bomba centrífuga	42 modelos
Bomba de etapas múltiples	29 modelos
Bomba de riego	13 modelos
Bomba sumergible	16 modelos

Después de haber seleccionado la bomba adecuada para el caso plantado por el usuario, el programa muestra el tipo y modelo de bomba que debe de emplearse para el funcionamiento del sistema de bombeo, al mismo tiempo que especifica las condiciones de operación de la bomba.

RESULTADOS

El diseño de la interfaz de usuario se muestra en la Figura 2. Debido a que la selección del equipo de bombeo se realiza de manera poco específica, se opta por implementar la altura dinámica como un cuarto valor para realizar el mapeo de los equipos de bombeo, de esta manera se consigue tener una selección más puntual sobre la bomba a implementar. Adicionalmente se incrementó la base de datos con 50 modelos diferentes de diferentes catálogos de distribuidores, brindando con ello una amplia gama de equipos de bombeo y aumentando la confianza de encontrar siempre encontrar una bomba para las especificaciones requeridas



Figura 2. Interfaz gráfica para la selección de bombas

El cálculo de los parámetros de operación del sistema de bombeo así como la selección del equipo requerido para el sistema se realiza de manera satisfactoria en un tiempo mínimo en comparación al que se requiere cuando se efectúa de manera analítica.

Parámetro	Resultados analíticos	Resultados de interfaz gráfica de usuario
Carga dinámica	47.9599 m	48.0301 m
Caudal	31.1764 l/min	30.4024 l/min

Tabla 2. Comparación de resultados obtenidos de manera analítica contra resultados de interfaz

De esta manera como lo menciona Beltrán (1991), con la ayuda de este software se tiene una mayor flexibilidad para introducir los parámetros de entrada de un sistema dándole al usuario la forma de interactuar con el comportamiento del mismo. Al momento de encontrar un equipo de bombeo apto para el sistema planteado ayuda económicamente, ya que se tienen la confiabilidad en el equipo comprado y se cuentan con todas las especificaciones de implementación, disminuyendo costos en accesorios o equipo innecesarios.

CONCLUSIONES

La interfaz gráfica de usuario cumple los parámetros requeridos, ya que realiza los cálculos para el análisis del sistema de bombeo en un menor tiempo y es amigable con el usuario, es decir su utilización es sencilla ya que solo es cuestión de ingresar los valores de los parámetros iniciales del sistema, seleccionar el tipo de instalación requerida y la interfaz mostrara el tipo de bomba requerido para el sistema de bombeo. Desarrollando una interfaz gráfica se obtienen resultados óptimos en comparación con resultados analíticos, pero en un tiempo menor y operacional para cualquier persona con conocimientos mínimos de sistemas de bombeo, brindando una herramienta nueva para trabajar con este tipo de sistemas.

BIBLIOGRAFIA

- BORROTO, A. MONTEAGUDO, J. TEYRA, M. (2002). "Ahorro de Energía en Sistemas Termodinámicos". ISBN 959-257-045-0. Editorial UCF. Cienfuegos, Cuba. 2002.
- TYLERS, B. FRANKLIN, N. (2002). "Eficiencia Energética para Bombas, Compresores, Ventiladores, Sopladores y Turbinas". Guía ARPEL.
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (2007). "Guía para la selección de equipos de bombeo para sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento para el medio rural", OPS-COSUDE/04-07, Lima.
- AVELLA, J. (S.F). "Ahorro de energía en sistemas de bombas centrifugas". Universidad del Atlántico.
- MOTT, R. (2006). Mecánica de fluidos. México: Pearson Education
- WHITE, F. (2008). Mecánica de fluidos. España: Mc-Graw Hill.

MARTINEZ, A. (2014). “Creación de aplicación grafica para el análisis de una bomba centrífuga”. Universidad de Jaén; Escuela superior de Linares. Departamento de ingeniería mecánica.

QUILES, P. (S.F.) (2002). “Selección de equipos de transporte de fluidos”. Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR). IDEA. Calificación de eficiencia energética en edificios.

FARRAS, L. (2005). “Selección fina de bombas”. Universidad de Buenos Aires, facultad de ingeniería, departamento de hidráulica.

AGUILAR, J. NIEVES, A. (1997). “Diseño y selección de bombas”. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Facultad de ingeniería.

EVANS, (SF). “Catálogo de bombas sumergibles”

EVANS, (SF). “Catálogo de bombas centrífugas”

EVANS, (SF). “Catálogo de bombas de riego”

EVANS, (SF). “Catálogo de bombas sumergibles”

SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE SWCNT-TNT PARA TRANSFORMACIONES CATALÍTICAS

Martínez Herrera Gerardo 1 y Handy Brent Edward²

RESUMEN

La presente investigación muestra la síntesis de un nanocompuesto híbrido de TNT (Nanotubos de titanatos) y SWCNT (Nanotubos de Carbono de Pared Simple), a partir de un pretratamiento químico de HNO₃ que consiste en una oxidación fuerte y débil donde posteriormente fue objeto de estudio para caracterización por FTIR con MIR y Espectroscopia de Raman, a través de los cuales muestran modos vibracionales de ambos materiales precursores en el nanocompuesto derivado de la síntesis (SWCNT-TNT). Los resultados mostraron una síntesis completa, debido a las ausencias de algún modo vibracional de la anatasa (TiO₂), en este sentido una modificación química en los SWCNT relativamente inertes en relación a la catálisis. Los resultados del nuevo nanocompuesto muestran el desarrollo de nuevas características en la superficie del catalizador, debido a la generación de imperfecciones en el nanocompuesto híbrido, en efecto puede ser utilizado posteriormente en reacciones catalíticas como soporte.

ABSTRACT

The current work describes the synthesis of a hybrid nano-composite consisting of titanate nanotubes (TNT) and single-walled carbon nanotubes (SWCNT). The SWCNT was first pretreated with HNO₃ using first a strong oxidation and then a weak oxidation to produce active chemical groups capable of associating with the TNT structures, which were formed by a subsequent hydrothermal treatment of anatase in strongly basic medium. The resulting material was characterized using FTIR-MIR spectroscopy and laser Raman spectroscopy. Results showed the titanate nanotube structure prevailed (no anatase remained) and suggested there is extensive interaction between TNT and SWCNT structures. The new nanocomposite results show the envelopment of new characteristics on the catalyst surface, due to generation of imperfections in the hybrid nanocomposite, and the possibility of it being used as a support material for catalysts.

Palabras Clave: SWCNT, Nanotubos de titanatos, Pretratamiento

INTRODUCCIÓN

La creación de materiales de dimensiones de escala manométrica, tienen propiedades tales como mayor área superficial respecto al volumen que ocupan. Aquellos átomos en la superficie representan sitios activos donde puede ocurrir la absorción o reacción debido a la energía relacionada a los átomos que están disponibles en la matriz de la reacción. Típicamente tienen una morfología y características conocidas, sus dimensiones oscilan en un diámetro externo de 8-10 nm y una longitud de 100 nm a 10 μ m y consisten entre 3 y 5 capas. El espacio interlamina 0.7-0.9 nm y un diámetro interno de 5 nm aprox. [Hart y col.; 2009]. Dentro de esta categoría existen nanocompuestos tales como son los nanotubos de titanatos (TNT) y Nanotubos de carbono de pared simple (SWCNT), siendo este último poseedor de propiedades físicas de interés como se puede inferir el uso en capacitores, materiales dieléctricos y excelentes propiedades reflectante, pero nulos químicamente [Santos y col., 2013]. Por ello es necesario el uso de tratamientos químicos para generar defectos en las capas de los SWCNT que como tarea prioritaria es generar grupos hidroxilo en las partículas de TiO₂ [Li y col.; 2003]. Los TNT's y modificados han sido evaluados en la hidrólisis de COS, CS₂. La hidrólisis de COS fue llevada a cabo en los cuatro tipos de TNT's modificados con metales tales como Mg, K, Ba, Zn como reporta Santos y colaboradores [Santos y col., 2013]. Los nanotubos de óxido de titanio se han tenido mucho enfoque debido a las distintas aplicaciones como son almacenamiento de hidrógeno, fotocatalisis, celdas solares sensibles al colorante. Los nanotubos de titanatos son sintetizados por una reacción hidrotérmica. [Hart y col., 2009].

Por otra parte los derivados tal es el caso de nanotubos de disulfuro de titanio que contiene S-Ti-S situados dentro de una capa, tienen enlaces covalentes fuertes, mientras que entre capas adyacentes muestran estabilidad por Van der Waals, En este sentido esto permite la introducción de átomos o moléculas entre las capas por intercalación. Chen y colaboradores dentro de este marco realizaron el transporte químico de 2.5 % en peso. de hidrogeno molecular a temperatura ambiente con una presión aunada al hidrógeno de 4 MPa, la ventaja radica en la absorción y desorción del H₂. [Chen y col.; 2003].

MÉTODOS Y MATERIALES

Para la realización de esta investigación a partir de los nanotubos de carbono de pared simple (SWCNT) tomados como materia prima, se llevó a cabo un pretratamiento el cual consistió en un proceso de dos etapas, una oxidación fuerte y una débil. Para la oxidación fuerte se utilizó HNO₃ 65.3 % en peso (14.83 M), en un matraz de 3 bocas de 1000 mL. El calentamiento en las dos oxidaciones fue por medio de una mantilla de calentamiento controlada por un reostato (0-125 VAC) aplicando 64 % potencia del máximo. Durante el calentamiento el matraz de 3 bocas se cubrió con aluminio para lograr un calentamiento homogéneo. Se pesaron 0.4 g de SWCNT y se dispersaron los SWCNT's por medio de un baño ultrasónico durante 1-2 min. Se mantuvo durante 4 horas en reflujo a una temperatura de 95oC a volumen constante por medio de la

condensación de una mezcla azeotrópica HNO₃ y agua, en el cual se utilizó un condensador Graham. Se dejó enfriar durante 45 min hasta temperatura ambiente, se centrifugaron 2 veces a 5000 rpm por 15 min. Se decantó el sobrenadante y el material sólido (SWCNT con oxidación fuerte) se puso en una estufa a 60°C durante 12 h. Se realizaron 2 lavados con agua desionizada y uno último con HNO₃ diluido 1:10. En la oxidación débil se utilizó una solución de HNO₃ 2.6 M donde se colocaron los SWCNT de la oxidación, en una relación de volumen ácido/ mg SWCNT de 0.50 [mL/mg]. Se mantuvo la suspensión en reflujo durante 4 h. Se enfrió a temperatura ambiente. Se centrifugo 2 veces a 5000 rpm durante 15 minutos. Durante el proceso se perdió 70% del peso de SWCNT inicial. Se usó 0.1 g de SWCNT con pretratamiento y se colocó en 200 mL de agua destilada, se observa una dispersión homogénea. La mezcla fue transferida a una autoclave de Teflón con presión autogénica, se le agregaron 5 g de TiO₂ (anatasa) y 200 mL de NaOH 20 M. Se dejó durante 30 h a 120°C. Se realizaron lavados, con este fin se utilizó agua desionizada con el objetivo de tener un pH neutro, posteriormente se puso en horno de 90-120°C a 12 h para secado.

Para la caracterización se utilizó un espectrómetro infrarrojo con transformada Fourier (FTIR) en modo de transmisión (marca Bruker, Equinox, 2 cm⁻¹ de resolución, 64 escans). Se forman pastillas de 0.185 g de 2% en peso muestra con 98% KBr aplicando 4000 kgf. Las muestras a analizar fueron NaTNT, SWCNT, SWCNT oxidados, anatasa (TiO₂) y el nanocompuesto sintetizado (SWCNT-TNT).

Las caracterizaciones de espectroscopia Raman se realizó con el equipo (Horiba, XploRA), usando un láser de excitación He-Ar con λ 532 nm, y sistema de enfoque Olympus 20X. Las muestras a analizar fueron NaTNT, SWCNT, SWCNT oxidados, anatasa y el nanocompuesto (SWCNT-TNT).

RESULTADOS

La tabla 1 muestra el peso seco de SWCNT en cada fase del pretratamiento, la oxidación fuerte y débil. Llama la atención la pérdida de material precursor, sin embargo partiendo de los supuestos anteriores sobre el pretratamiento oxidativo, la generación de imperfecciones tales como grupos hidroxilo, así como superficie con actividad catalítica para el andamio de las partículas de anatasa equilibra la pérdida con la mejora del catalizador.

Tabla 1 Peso seco de SWCNT en cada fase del pretratamiento

Tratamiento	Peso Seco (g)	Porcentaje (%)
Sin Tratamiento	0.4000	100.0
Oxidación Fuerte	0.1881	47.04
Oxidación Débil	0.1448	26.20

En la figura 1 se muestra el espectro de IR muestra 3 bandas en común en NaTNT así como en el nanocompuesto (SWCNT-TNT), las bandas 3427, 1650, 887 cm⁻¹. La relación del nanocompuesto con la anatasa no es apreciable vinculando al concepto de una síntesis completa. Mientras que la banda en común para SWCNT y el nanocompuesto es 1343 cm⁻¹

En los resultados de espectroscopia Raman, la frecuencia característica de los nanotubos que manifiesta una estructura circular se encuentra a 230 cm⁻¹. En la figura 2 y 3 no se puede apreciar esta frecuencia debido a que existe un traslape de ancho de banda de frecuencia a 274 cm⁻¹ relacionada al modo vibracional Ti-O-Na. Aunado a lo anterior la banda presente en 274 cm⁻¹ en el nanocompuesto (SWCNT-TNT) y NaTNT está relacionado directamente con el Na procedente del pretratamiento. El filtro del láser se tuvo que modificar para la materia prima TiO₂ (anatasa) debido a que la intensidad superaba el rango de lectura del equipo por lo que se mantuvo en una apertura del filtro del láser a 1%. Las siguientes frecuencias fueron reportados por Ojeda y colaboradores [Ojeda y col., 2017] una banda denominada modo de estiramiento asimétrico de Ti-O está presente en NaTNT así mismo también en SWCNT-TNT, las unidades TiO₆ en las capas de los titanatos que no tienen oxígenos compartidos presentan polarizabilidad debido al contacto con metales monovalentes Ti-O-M (M = metal) en este caso el Na en relación al tratamiento hidrotérmico con NaOH.

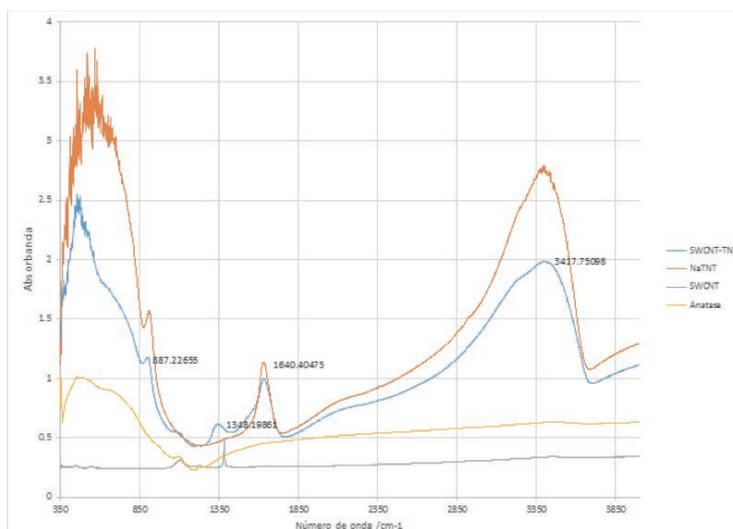


Figura 1. Comparación de nanocompuesto con NaTNT, SWCNT (precursor), Anatasa de FTIR

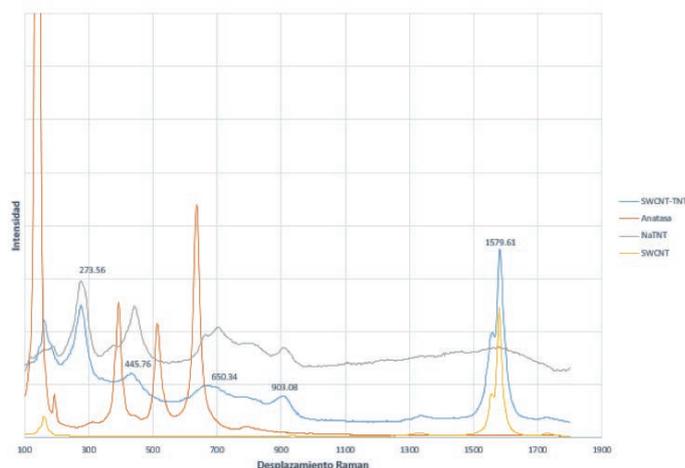


Figura 2. Espectro Raman de Nanocompuesto comparado con Anatasa, SWCNT, NaTNT

Las frecuencias 445 y 650 cm^{-1} son las bandas que se conservan a pesar de haber intercambio iónico en virtud de la identidad de los TNT's. Las bandas adjudicadas a la anatasa son 143, 197, 395, 512, 517, and 639 cm^{-1} se pueden observar en la figura 2. Sobre las bases de las ideas expuestas anteriormente la figura 1 y 2, que corresponden a FTIR y Espectroscopia Raman, las bandas vibracionales de la anatasa no están presentes en el nanocompuesto (SWCNT-TNT) por lo que se puede deducir el consumo completo durante la síntesis de las partículas de anatasa.

CONCLUSIONES

A partir de estas evidencias en la caracterización de nanocompuesto se identifican los elementos pertenecientes a las bandas en FTIR y Espectroscopia Raman atribuidas a la presencia de NaTNT asimismo también de SWCNT. En este sentido el nanocompuesto tiene características químicas y morfológicas de ambos materiales precursores y el consumo completo de partículas de anatasa.

BIBLIOGRAFIA

- 1.Chen, J.; Long, S.; Liang, Z.; Shen, Y.; Cui, C.; (2003). Titanium Disulfide Nanotubes as Hydrogen-Storage Materials, *J. Phys. Chem. C* (5284-5285).
- 2.Hart, J.; Parker, S.; Lapkin, A.; (2009). Energy Minimization of Simple-Walled Titanium Oxide Nanotubes, *ACS Nano*, 3:11 (3401-3412).
- 3.Li, X.; Niu, J.; (2003). Labeling the Defects of Single-Walled Carbon Nanotubes Using Titanium Dioxide Nanoparticles, *J. Phys. Chem. B* 107:11 (2453-2458).
- 4.Ojeda, H.; Rodríguez A.; Santos-López, I.; Mendoza, R.; Yacaman, M.; Handy, B. (2017). Deformation behavior of titanate nanotubes subjected to high pressure, *J. Applied Physics* 121 (025902).
- 5.Santos-López, I.; Handy, B.; García de León, R. (2013). Titanate nanotubes as support of solid base catalyst. *Thermochimica Acta* 567 (85-92).
- 6.Viana, B.; Ferreira, O.; Souza, A.; Hidalgo, A.; Mendes, J.; Alves, O.; (2011). Alkali metal intercalated titanate nanotubes: A vibrational spectroscopy study. *Vibrational Spectroscopy* 55 (183-187).

AGRADECIMIENTOS

A CONACYT y al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato por el apoyo económico para el sustento en 19° Verano de la Ciencia en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

En memoria de mi padre Gerardo Martínez Anguiano y mi familia por su inmensurable apoyo para mi formación académica.

A la UASLP por brindar apoyo con la instalación en el Laboratorio de Catálisis y Termodinámica de Superficies para realizar esta investigación

A M.I María del Refugio González Ponce y Dra. Divanery Rodríguez Gómez por su apoyo y motivación en la realización de una investigación.

Al técnico Yadira Marín Proa y Araceli Martínez Juárez por el apoyo durante la investigación así como el manejo y cuidado de los equipos.

A Jorge Alfredo Rangel Jiménez y Jorge Huerta Muñoz por aclaraciones de dudas y seguimiento durante el experimento.

REDISEÑO DE UNA SILLA DE RUEDAS

Gómez Rincón Gustavo Ángel Abraham¹ y García Torres Alicia²

RESUMEN

La importancia del confort ante el uso cotidiano de los objetos resulta relevante para el ser humano, ya que mejora la calidad y bienestar, principalmente en personas con discapacidad motriz que hacen uso de dispositivos móviles tales como la sillas de ruedas estándar, debido a la frecuencia de uso, se observa que presentan varios síntomas que tienen como consecuencias enfermedades o trastornos secundarios, tales como dolor lumbar, cansancio en el cuello, lesiones en la columna vertebral, agotamiento o falta de energía, dolores musculares y llagas o úlceras por presión.

De acuerdo al Centro para el Control y Prevención de Enfermedades CDC las personas con discapacidad experimentan más dolor con mayor severidad que la población no discapacitada, además de las limitantes que se tienen para realizar otras actividades cotidianas por la falta de ergonomía en el diseño, de aquí la gran importancia de la ingeniería en ergonomía de necesidades específicas.

El objetivo de esta investigación es realizar una propuesta de rediseño de una silla de ruedas estándar, basada en la perspectiva teórica de la ergonomía de necesidades, para su realización se realizaron actividades de investigación para identificar las necesidades de los actuales usuarios, análisis de factibilidad y costo, con el objetivo de mantener los costos alcanzables para la mayoría de la población.

Los resultados fueron una silla estándar funcional ya que cuenta con una paleta para apoyo que puede ser fija o desmontable, con mayor comodidad ya que se emplea una tela anti transpirable, ergonómica que conserva los arcos naturales de la espalda, fueron incorporados en los reposabrazos unas almohadillas de gel y competitivo en costo.

La presente investigación servirá como base para las futuras perspectivas de innovaciones en las sillas de ruedas estándares con el objetivo de proveer un mayor confort y factores ergonómicos a los usuarios.

ABSTRACT

The importance of comfort before in the daily use of objects turns out to be relevant for the human being, since it improves the quality and well-being, mainly in people with motor disability who make use of mobile devices such as the standard wheelchairs. Due to the frequency of use, it is observed that they present several symptoms that have as consequence secondary diseases or disorders, such as low back pain, weariness in the neck, injuries in the spine, exhaustion or lack of energy, muscular pains and sores or pressure ulcers.

According to the CDC Center for Disease Control and Prevention, people with disabilities experience more pain with greater severity than the non-disabled population, in addition to the limitations they have to perform other daily activities due to the lack of ergonomics in the design, of here the great importance of the engineering in ergonomics specific needs.

The objective of this research is to make a proposal for the redesign of a standard wheelchair, based on the theoretical perspective of the ergonomic needs, for its realization, research activities were carried out to identify the needs of the current users, feasibility analysis and cost, with the objective of keeping the costs achievable for the majority of the population.

The results were a functional standard wheelchair since it has a support table that can be fixed or detachable, with greater comfort since it uses an anti-breathable, ergonomic fabric that preserves the natural arches of the back, were incorporated in the armrests Gel pads and competitive in cost.

The present research will serve as a basis for the future perspectives of innovations in the standard wheelchairs with the objective of providing greater comfort and ergonomic factors to the users.

Palabras Clave: Rediseño, Innovación, Ergonomía, Confort

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH 2012), publicado en el año 2013 refiere que en México existen 31.5 millones de hogares, de ellos 6.1 millones reportan que existe al menos una persona con discapacidad, el INEGI precisa que la principal causa de discapacidad entre el total de dificultades reportadas son la enfermedad, con 38.5%, seguida de la edad avanzada, con 31%, el nacimiento, con 15% y los accidentes, con 12 por ciento. Por último, el Instituto destaca que los problemas para caminar son el tipo de discapacidad de mayor presencia, seguido de las dificultades para ver, oír, hablar o comunicarse, mental, atender el cuidado personal, y, finalmente, poner atención, y la distribución es relativamente igual entre hombres y mujeres (El economista, 2013).

Las personas que sufren de alguna discapacidad motriz, se enfrentan a grandes barreras que impiden incorporarse a un entorno laboral y/o estudiantil o bien mejorar su productividad en otras actividades cotidianas, debido a las limitaciones del diseño de la silla de ruedas, ya que no les permite la flexibilidad de acciones de apoyo, solo las sillas móviles de gran costo incorporan elementos de diseño ergonómico, adicional que para la población estudiantil no hay consideraciones específicas a sus necesidades.

Se propone el rediseño de una silla móvil estándar funcional que le permita al usuario mejorar la comodidad

durante su desempeño cotidiano o laboral, y a su vez le permita no depender en apoyarse de una mesa; se plantea que el rediseño sea económico y que además ofrezca la ventaja de un diseño ergonómico y diferente a las convencionales, tomando en cuenta estudios relacionados con el rediseño de sillas de ruedas.

MARCO TEORICO

Una silla de ruedas consiste en una silla de gran resistencia que posee al menos tres ruedas. La más clásica suelen poseer cuatro ruedas, dos traseras y dos delanteras. La mayor parte de las sillas son adaptables y regulables al cuerpo del usuario, las hay plegables y fijas, algunos modelos actuales cuentan con un asiento y respaldo de tela flexible, se pliegan en tijera favoreciendo así la portabilidad. Pueden ser estándar o diseñadas tanto para adultos como para niños, pueden usarse en interiores, exteriores o de forma mixta. Estas sillas incorporan aros para que puedan ser propulsadas por el propio usuario en situación de dependencia, o bien pueden ser impulsadas por el cuidador o acompañante.

La ergonomía es el conjunto de conocimientos científicos aplicados para que el trabajo, los sistemas, productos y ambientes se adapten a las capacidades y limitaciones físicas y mentales de la persona (Asociación Española de Ergonomía, 2008). El área de la ergonomía de necesidades específicas se enfoca principalmente al diseño y desarrollo de equipo para personas que presentan alguna discapacidad física, para la población infantil y escolar, y el diseño de microambientes autónomos. La diferencia que presentan estos grupos específicos radica principalmente en que sus miembros no pueden tratarse en forma "general", ya que las características y condiciones para cada uno son diferentes, o son diseños que se hacen para una situación única y un usuario específico (Bracamonte, 2012).

El término innovar etimológicamente proviene del latín innovare, que quiere decir cambiar o alterar las cosas introduciendo novedades (Medina, 1994). A su vez, en el lenguaje común, innovar significa introducir un cambio. La innovación es el proceso de integración de la tecnología existente y los inventos para crear o mejorar un producto, un proceso o un sistema (Bustamante, 2012).

A la hora de afrontar un nuevo rediseño de una silla de ruedas manual, es importante conocer todos sus componentes, así como las distintas posibilidades de los mismos. De esta forma se puede elegir en cada componente, el que mejor se adapte al usuario y así potenciar al máximo su funcionalidad. En cuanto al diseño, se puede variar dichos componentes o diseñar unos nuevos (Florencia, 2013).

Lo mismo sucede con los distintos accesorios opcionales que se pueden añadir a la configuración estándar de una silla de ruedas, también el rediseño puede deberse a la insatisfacción que el creador tiene sobre su diseño y entonces decide reelaborarlo de cero.

El objetivo fundamental de una silla de ruedas es que el usuario tenga la máxima funcionalidad, comodidad y movilidad. Una silla de ruedas inadecuada, además de resultar incómoda, puede hacer que se resbale el usuario, que se incline y que adopte una mala postura y eso a la larga puede causar problemas.

MÉTODO

En primera instancia se realizó una encuesta a una muestra de 30 usuarios de sillas de rueda, con el objetivo de identificar las necesidades y/o dificultades actuales de estas personas que tienen con la silla de ruedas convencionales para que estas áreas de oportunidad fueran consideradas en el rediseño como atributos diferenciadores, adicional de identificar la necesidad de innovar las actuales sillas, A continuación se presentan los resultados solo los más significativos, ver Tabla 1.

Tabla 1. Resultados de las encuestas de usuarios de sillas de ruedas

Necesidades	indicadores
Comodidad en asiento y respaldo	El 70% de los usuarios sugieren.
Apoyo manual para la realización de actividades	El 68% de los encuestados indican que necesitan apoyo manual.
Mejorar la tela del respaldo y asiento	Cabe destacar que el 100% de los usuarios mencionan que la actual tela del respaldo y asiento no es la más adecuada y se ven en la necesidad de colocar un cojín en ambos elementos para estar más cómodos y tener mejor equilibrio, además de que la tela en temporada de calor es muy calurosa.

En segundo lugar, para el diseño de la propuesta de rediseño, se realizó una investigación, tomando en consideración las más recientes innovaciones; a continuación se mencionan: la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) estudiantes y profesores desarrollaron una silla de ruedas con diferentes posiciones, entre las novedades de la silla destaca que se puede convertir en reposet o cama gracias a un mecanismo de tijera que alinea el respaldo, el asiento y la base de la pantorrilla (Horacero, 2015).

En el Tecnológico de Monterrey recién egresados de la carrera de Ingeniería en Mecatrónica (IMT), del Campus Guadalajara, diseñaron una sillas de rueda innovadora que se adapta mediante el ensamble de diversos módulos a las necesidades del usuario (Tecnológico de Monterrey, 2015). En la Facultad de Ingeniería de la Universidad Panamericana (UP) Campus Bonaterra, el doctor Ramiro Velázquez Guerrero desarrollo un prototipo de sillas de ruedas robótica, a la que se adaptaron motores eléctricos en sus ruedas y una serie de dispositivos electrónicos como cámaras de video, un joystick, una computadora, bacterias y microcontroladores (Vázquez, 2015).

Basado en estas innovaciones y adicional a los resultados de la encuesta, se procedió a identificar los elementos diferenciadores y a evaluar su factibilidad de réplica para una producción en serie, basado en la silla de ruedas estándar convencional. Estos elementos son: paleta de apoyo manual desmontable, almohadillas de gel en los reposabrazos, finalmente el respaldo y asiento con una malla de tela con el arco natural de la antropometría, que hace diferente a las sillas de ruedas actuales e innovaciones ya mencionadas.

RESULTADOS

En primera instancia el rediseño se enfocará en el segmento de los estudiantes y adultos discapacitados motrices activos. Con base en esto, se efectuó el prototipo, partiendo de la silla de ruedas convencional, integrando tres novedades que hacen diferente al diseño actual de las sillas de ruedas estándar. Como primer lugar se añadió una paleta desmontable fabricada con plástico de la más alta resistencia, cuenta con una base fija situada en la parte derecha de la silla de ruedas, el cual el diseño del pupitre se acopla con la base fija y esto permite al usuario montar y desmontar la paleta, el diseño del pupitre sirve como apoyo en la realización de las actividades diarias del usuario y tiene la funcionalidad de colocar una laptop, libros, cuadernos, lápices, plumas, así como cosas de manualidades. Su diseño ergonómico ayuda a que al usuario le sea sencillo el utilizarla y guardarla en el compartimento que está situada en la parte trasera del respaldo, además sirve como apoyo para que el usuario pueda ingerir sus alimentos y cuenta con base para porta vaso, ver Figuras 1 y 2.



Figura 1. Base fija para paleta



Figura 2. Paleta desmontable

En segundo lugar, considerando la rigidez del reposabrazos convencional, se integró una almohadilla de gel, con el objetivo de brindar un mayor confort, descanso y suavidad sobre todo en las exposiciones largas, ver Figura 3

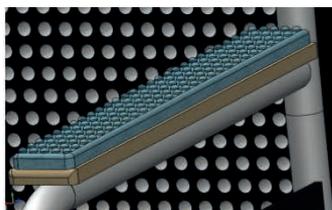


Figura 3. Almohadillas de gel para reposabrazos

Finalmente al considerar los materiales para el respaldo y el asiento se identificó que son rígidos y suelen ser acolchonados de diferentes grosores y densidades, ante esto, se consideró un tejido de malla transpirable, resistente con el diseño de la antropometría de la espalda y del asiento acolchado que brinda un gran soporte y comodidad, Las principales ventajas de este tejido son: la adaptabilidad debido a su tejido firme y elástico que permite recoger las tensiones, buena postura, fresca para mejorar el confort, el peso de la silla se reduce de manera considerable. Por otro lado, el tejido de malla es menos caluroso ya que permite una fácil circulación de aire y una mejor transpiración del cuerpo. Además, otro beneficio de la malla es la limpieza debido a las características de este tejido es mucho más sencilla tanto en el tratamiento de manchas, como su desinfección o protección contra insectos o ácaros, y sobre todo no acumulan polvo ni suciedad (Oftegaab, 2015).

El prototipo considera conservar los reposapiés ajustables a la estatura, los mangos de empuje de la silla con la antropometría manual y la estructura metálica. A continuación se realiza una comparación visual de la silla convencional y el rediseño



Figura 4. Silla de rueda estándar convencional



Figura 5. Prototipo del rediseño de la silla de ruedas

Como se observa, las características del prototipo son diferenciadoras y muestran una ventaja competitiva significativa. Finalmente con el objetivo de identificar su factibilidad en el mercado, fue realizado un plan

de negocios, donde a través de la investigación de mercados, estudio técnico y económico financiero resulta factible su producción y comercialización.

CONCLUSIONES

La aplicación de la ingeniería en ergonomía de necesidades específicas en el rediseño de una silla de ruedas fue significativa, ya que permitió incorporar elementos a las necesidades actuales de los usuarios, estos elementos van a permitir mejorar su calidad de vida y elevar su productividad en el desempeño cotidiano, así como la reducción de enfermedades o trastornos secundarios.

Además, se logró obtener un prototipo ya aprobado en una prueba piloto generando competitividad e impacto respecto al diseño tradicional, rescatando un costo accesible para los usuarios. También se pudo observar que, con la aplicación de la ergonomía a los elementos incorporados a la silla, los usuarios con cuya discapacidad motriz les generó un poco más de independencia, bienestar social, motivación, seguridad en sí mismos, así como una mayor oportunidad laboral, en definitiva, mejoramiento en su calidad de vida.

BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Española de Ergonomía. (2008). Recuperado el 16 de 06 de 2017, de <http://www.ergonomos.es/ergonomia.php>
- Bracamonte, F. (21 de octubre de 2012). Ergonomía. Recuperado el 16 de 06 de 2017, de <http://conociendo-laergonomia.blogspot.mx/2012/10/concepto-objetivos-tipos.html>
- Bustamante, J. P. (14 de febrero de 2012). Wiki EOI. Recuperado el 16 de 06 de 2017, de http://www.eoi.es/wiki/index.php/Evoluci%C3%B3n_del_concepto_de_Innovaci%C3%B3n_en_Innovaci%C3%B3n_y_creatividad_2
- El economista. (3 de 12 de 2013). Recuperado el 16 de 06 de 2017, de eleconomista.com.mx/sociedad/2013/12/03/inegi-66-poblacion-tine-discapacidad
- Flores. (03 de abril de 2013). Definición ABC. Recuperado el 23 de 06 de 2017, de <https://www.definicionabc.com/general/diseño.php>
- Horacero. (20 de 12 de 2015). Recuperado el 26 de 06 de 2017, de www.horacero.com.mx/nacional/autonoma-de-méxico-silla-de-ruedas-multipostura/
- Oftegaab. (22 de diciembre de 2015). Oftega. Recuperado el 01 de 08 de 2017, de <https://oftegaab.wordpress.com/2015/12/22/ventajas-de-la-silla-de-oficina-con-respaldo-de-malla/>
- Tecnológico de Monterrey. (12 de agosto de 2015). Recuperado el 26 de 06 de 2017, de www.Itesm.mx/wps/wcm/connect/snc/portal+informativo/por+campus/guadalajara/institucional/innovan-silla-de-ruedas
- Vázquez, L. (09 de diciembre de 2015). CONACYT agencia informativa. Recuperado el 26 de 06 de 2017, de www.conacytprensa.mx/index.php

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE BARRIDO LASER UTILIZANDO TECNOLOGÍA MOEMS

Moreno Pantoja José Angell y Guzmán Altamirano Miguel Angel²

RESUMEN

En este documento presentamos el desarrollo de un sistema de barrido LASER (BL) con un dispositivo micro opto-mecánico (MOEM por sus siglas en inglés) como sistema de deflexión del haz de LASER. Se realizó la caracterización del perfil gaussiano del LASER para determinar el valor de su cintura (waist), dato que se utilizó para el diseño del sistema óptico del BL. Como sistema de control del BL se utilizó un programa de instrumentación virtual. Para validar la operación del BL se realizaron 2 barridos en áreas de 5x5 cm y 10x10 cm. Los resultados parciales muestran que el sistema óptico diseñado es útil en un sistema de barrido LASER.

Palabras Clave: Sistema de barrido Laser, MOEMs, Microscopia Confocal.

ABSTRACT

This paper we present the development of a LASER scanning system (BL) with a micro-optical-mechanical device (MOEM), as a LASER deflection system. The characterization of the Gaussian profile of the LASER was performed to determine the waist value, which was used for the design of the BL optical system. In addition a virtual instrumentation program was used as the BL control system. In order to validate the BL operation, 2 scans were performed on different size screens of 5x5 cm and 10x10 cm. Partial results show that the designed optical system can be useful in a LASER scanning system.

Key words: LASER scans system, MOEMs, Confocal Microscopy.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de tecnologías emergentes como los sistemas micro electromecánicos (MEMS por sus siglas en inglés) ha permitido miniaturizar elementos ópticos tales como lentes, espejos y objetivos compactando la estructura de los sistemas ópticos lo que ha permitido utilizarlos en dispositivos portables, particularmente en los sistemas BL [1, 2, 3]. Además; existen características de operación adicionales como el incremento de la velocidad del barrido, mayores ángulos de deflexión del haz y la integración de sistema de barrido 2D en un solo dispositivo. Lo anterior se ha utilizado para mejorar el desempeño de lectores de código de barras, microscopios confocales de barrido laser, sistema de proyección de imágenes, etc. En la mayoría de estudios con microscopía es necesario usar una porción del espécimen o su totalidad separándolo de las condiciones naturales en las que el fenómeno de interés se desarrolla, por lo que sus propiedades fisicoquímicas son alteradas y/o degradadas [4,5,6]. El desarrollo de un dispositivo portátil de microscopía, como lo puede ser un sistema de microscopía confocal, se presenta como una solución adecuada para el análisis de los especímenes in situ, lo que mantiene las condiciones naturales de la muestra para realizar su estudio y análisis, reduciendo el error intrínseco que existe en la preparación de la muestra. En el presente escrito se muestra el diseño de un BL utilizando un MOEM OP6111 de OPUS Microsystem cuyo control lo realizamos con un sistema de adquisición de datos y el programa LABVIEW de National Instruments. La meta final del desarrollo de este sistema es para su uso en un sistema experimental de microscopía confocal de reflexión.

MÉTODOS Y MATERIALES

Una condición necesaria para la formación de imágenes mediante la técnica confocal por reflexión es que la intensidad de la fuente de iluminación sea invariable en el tiempo durante el barrido de la muestra, para no dar lugar a la formación de imágenes difuminadas o con ruido, así como también una alta direccionalidad tanto temporal como espacial [7] para un mayor control de su propagación en un sistema óptico. Bajo estas condiciones en nuestra propuesta consideramos un sistema LASER He-Ne de 632.8 nm, 2 mW, polarizado linealmente.

Cuando el haz de un láser se propaga a través de un medio como el aire diverge transversalmente al sentido de propagación modificando su diámetro principal ($2w_0$) a lo largo de su trayectoria. El perfil del haz laser tiene una distribución cercana a la campana de Gauss que representa la intensidad lumínica en su frente de onda, como se muestra en la Figura 1 donde la divergencia está definida por (1).

$$w(z) = \left[1 + \left(\frac{\lambda z}{\pi w_0^2} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

Z es la distancia de propagación del haz a partir de la zona donde w_0 es mínimo ($z=0$), λ es la longitud de onda del haz, el parámetro $w(z)$ es el radio de haz después de propagarse una distancia Z.

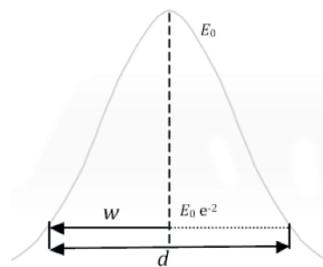


Figura 1. Campana Gaussiana de Haz del Láser.

Utilizamos el método del filo de la navaja [7] para determinar la cintura (diámetro) del haz, por lo cual implementamos el arreglo experimental que se muestra en la Figura 2a; en donde L es una lente con distancia focal de 100 mm y DET es un sensor óptico OPT101. La Figura 2b muestra la implementación física de la técnica del filo de la navaja. La Figura 2c es la gráfica de la respuesta del sistema experimental del filo de la navaja en tiempo real y la figura 2d muestra los datos obtenidos en el experimento después de aplicar algoritmo de ajuste de la curva sigmoideal. El valor de la cintura del LASER que obtuvimos fue de 0.42 mm.

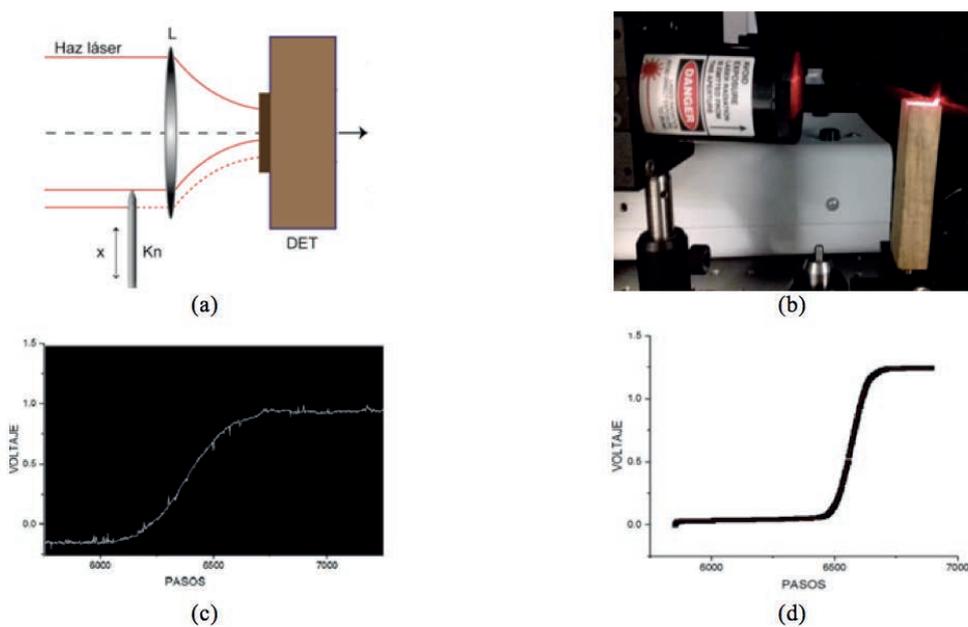


Figura 2. Caracterización del haz LASER por el método del filo de la navaja.

El diámetro del OP6111 es de aproximadamente 1mm, cuando el LASER incide perpendicular al plano del área del espejo la energía total del haz se refleja en un aro cercano al 100%; sin embargo, cuando el MOEMs se reflexiona a su valor máximo, que es aproximadamente 22° respecto al plano de su superficie, el área de incidencia se reduce hasta en un 72% (0.72 mm) de su valor original. Este factor tiene como consecuencia que la energía reflejada se reduce también al no coincidir la cintura del haz con el área incidente. Tomando en consideración dicha condición, implementamos un arreglo óptico de Kepler, que se muestra en la Figura 3, para disminuir la cintura del láser. El factor de magnificación/reducción es descrita por la Ecuación (2) en la cual, la relación de las distancias focales F1 y F2 darán como resultado dicho factor que afectara directamente la cintura del haz del láser.

$$M = \frac{f_2}{f_1} \tag{2}$$

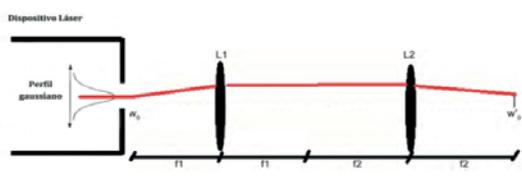


Figura 3. Arreglo de magnificación y reducción.

La distancia focal del L1 es de 125mm para la L2 es de 100mm, por lo que el factor de reducción M es 0.8, reduciendo la cintura del haz a 0.64mm.

RESULTADOS

Al término de la etapa anterior integramos nuestro sistema experimental que se muestra en la Figura 4. Una vez que el haz emerge del sistema de bombeo, este se propaga a través de L1 y L2 reduciendo su cintura, al incidir en el MOEM, este es deflectado para realizar el barrido en la superficie que se utiliza como pantalla.

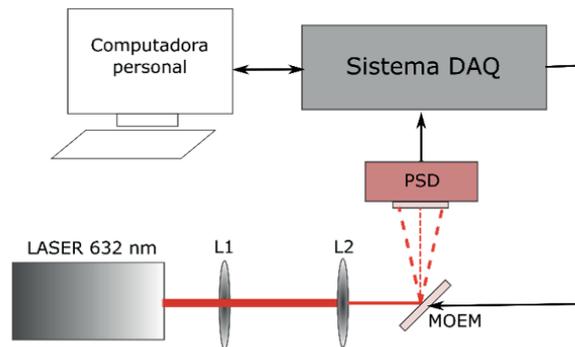


Figura 4. Diagrama del sistema BL.

Con el fin de corroborar la operación de nuestro sistema de BL realizamos 2 barridos en una superficie de color blanco para formar 2 "cuadros de luz", uno de 5 x 5 cm y el otro de 10 x 10 cm sin modificar la distancia entre el MOEM y la pantalla. En la Figura 5a se muestra el barrido en la superficie blanca de 10x10 cm y en la Figura 5b el barrido de 5x5 cm. Como es posible observar la velocidad del barrido es mayor que la velocidad de obturación de la cámara utilizada para capturar las imágenes, que es un factor importante porque es un indicador de velocidad de captura de imágenes en un sistema confocal. De igual manera se pueden observar que existen puntos de mayor intensidad que para nuestra aplicación futura puede ser fuente de ruido o señales indeseables.

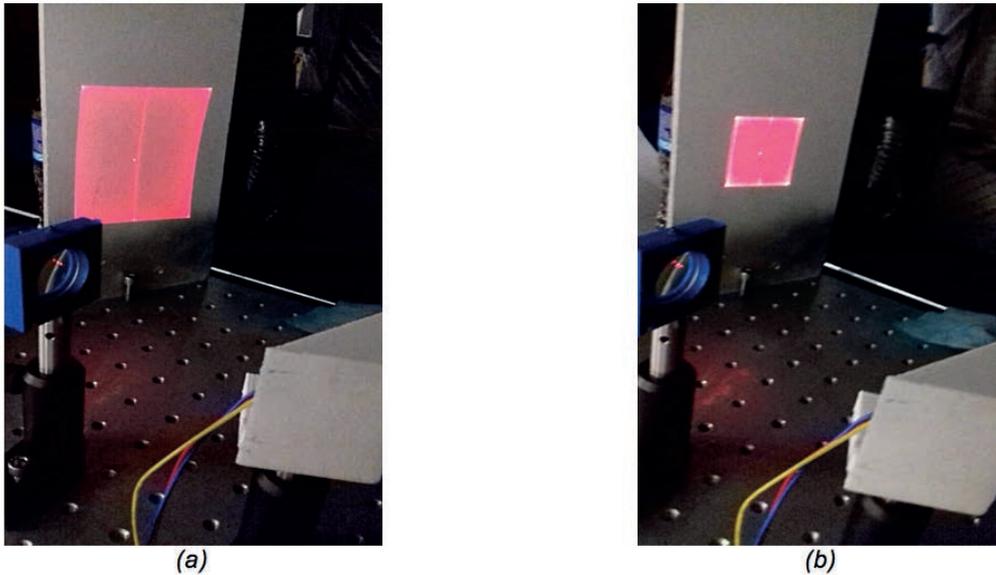


Figura 5. Pantallas formadas por nuestro sistema de barrido LASER.

CONCLUSIONES

Los resultados que hemos presentado en este documento muestran que los MOEMs se pueden utilizar en un sistema de barrido láser en el cual es posible variar el tamaño de área incidente al modificar las variables de control, sin modificar el sistema óptico. De igual manera la velocidad de barrido puede ser útil para la formación de imágenes a partir de la captura de la luz reflejada por la superficie donde incide el LASER, condición importante en un sistema de microscopía confocal. Sin embargo, como ya se ha comentado en este documento, nuestros resultados son parciales por lo que es necesario realizar futuros trabajos donde se realice la caracterización completa del sistema de barrido LASER (cálculo de la velocidad de barrido, control de posición, relación espacio-ángulo de barrido, entre otros) y el diseño del sistema óptico para integrarlo a un equipo experimental de microscopía confocal.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] C. L. Arrasmith, D. L. Dickensheets, and A. Mahadevan-Jansen, "MEMS-based handheld confocal microscope for in-vivo skin imaging," *Opt. Express* 18, 3805-3819 (2010).

- 
- [2] W. Piyawattanametha, J. Liu, M. J. Mandella, et al., "MEMS Based Dual-axes Confocal Reflectance Handheld Microscope for in vivo Imaging," in Optical MEMS and Their Applications Conference, (IEEE, 2006), 164-165.
- [3] H.-J. Shin, M. C. Pierce, D. Lee, et al., "Fiber-optic confocal microscope using a MEMS scanner and miniature objective lens," *Opt. Express* 15, 9113 (2007).
- [4] T. Dabbs and M. Glass, "Fiber-optic confocal microscope: FOCON," *Appl. Opt.* 31, 3030-3035 (1992).
- [5] Y. Wang, S. Bish, J. W. Tunnell, et al., "MEMS scanner based handheld fluorescence hyperspectral imaging system", *Sensors and Actuat. A-Phys.* 188, 450-455 (2012).
- [6] Bechtel, J. Knobbe, H. Gröger, et al., "Large field of view MEMS-based confocal laser scanning microscope for fluorescence imaging," *Optik* 125, 876-882 (2014).
- [7] S. A. Self, "Focusing of spherical Gaussian beams," *Appl. Opt.* 22, 658-661 (1983).
- [8] M. A. de Araújo, R. Silva, E. de Lima, et al., "Measurement of Gaussian laser beam radius using the knife-edge technique: improvement on data analysis," *Appl. Opt.* 48, 393 (2009).
- [9] M. Hazani, R. Naaman, F. Hennrich, et al., "Confocal Fluorescence Imaging of DNA-Functionalized Carbon Nanotubes," *Nano Lett.* 3, 153-155 (2003).

ESTUDIO DEL EFECTO DEL MODELADO DE CARGAS ELÉCTRICAS DEPENDIENTES DE VOLTAJE DEL TIPO COMPUESTO EN EL ANÁLISIS DE FUJOS DE POTENCIA

Juan Daniel Bizarro Ahedo¹ y José Miguel García Guzmán²

RESUMEN

El presente trabajo estudia los efectos del modelado de cargas compuestas dependientes de voltaje en los resultados de flujos de potencia en estado estacionario. En un sistema de potencia real las cargas eléctricas dependen de la magnitud de voltaje nodal del sistema, por lo que, es necesario utilizar modelos que representen el comportamiento real de la carga. En este trabajo se realiza una comparación entre los resultados del análisis de flujos de potencia al considerar las cargas como un modelo constante y como cargas eléctricas dependientes de voltaje del tipo compuesto. Dos casos de estudio con el sistema de 5 nodos del IEEE y de Nueva Inglaterra son presentados para evaluar el efecto del modelado de cargas compuestas.

ABSTRACT

The present work studies the effects of the modeling of voltage-dependent composite loads on the results of the steady-state power flow. In an actual power system the electric loads depend on the nodal voltage of the system, so it is necessary to use models that represent the load in a practical way. In this work a comparison is made between the results of the analysis of power flows considering the loads as a constant model and as voltage dependent electric loads of the composite type. Two case studies with the IEEE and New England 5-node systems are presented to evaluate the effect of composite load modeling.

Palabras Clave: Análisis de flujo de potencia, cargas dependientes de voltaje, estado estacionario, modelo ZIP.

INTRODUCCIÓN

Los estudios de flujos de potencia (FP) se realizan para determinar la solución del estado estacionario de un sistema eléctrico de potencia (SEP) (Saadat, 1999). Gracias a estos análisis es posible obtener datos relevantes de la red tales como los ángulos y magnitudes de voltaje en cada uno de los nodos de carga que la componen, el flujo de potencia activa y reactiva en las líneas de transmisión, así como las potencias reactivas en los nodos de generación. Con el aumento de la población y crecimiento de la industria se ha ocasionado un aumento en la demanda de energía eléctrica, la cual debe ser cubierta por las compañías generadoras haciendo modificaciones a la topología e infraestructura de los sistemas de transmisión. La información obtenida mediante los estudios de flujo de potencia es importante para el monitoreo constante del sistema y analizar las opciones de expansión del mismo para cubrir el incremento de carga demandada (Kothari & Nagrath, 2003). Las cargas eléctricas son dispositivos que se conectan al SEP, dichos dispositivos pueden controlar, consumir o generar potencia activa o reactiva en el sistema además de ser dependientes del voltaje nodal (Rifaat, 2004), sin embargo, normalmente los estudios de FP convencionales consideran las demandas de potencia activa y reactiva como valores constantes cuando son del tipo residencial, industrial y comercial, y por tanto, dependientes de voltaje y de la frecuencia (El-Hawary & Dias, 1987). Algunos investigadores han mostrado que los modelos de cargas tienen efectos muy significativos en los puntos de equilibrio de estado estacionario obtenidos mediante el análisis de FP, por lo que, el uso de un modelo de carga real es muy importante para mejorar la calidad de los estudios llevados a cabo en los SEP's (Haque, 1996).

Las cargas eléctricas dependen del voltaje que consumen como potencia, por lo tanto, las cargas son representadas mediante modelos compuestos y exponenciales, estos modelos ayudan a simular el comportamiento de la carga eléctrica de una manera más cercana a la realidad, el siguiente trabajo se enfoca únicamente en el modelo de carga de impedancia constante (Z), corriente constante (I) y potencia constante (P) mejor conocido como modelo compuesto o ZIP. El modelo ZIP o modelo compuesto tiene la característica de ser más preciso que el modelo exponencial debido a la ponderación de sus constantes, de manera que permite simular de manera práctica cuanta potencia activa y reactiva consume una carga y de qué manera se distribuye. En este contexto en el presente trabajo se integra el modelo ZIP de carga dependiente de voltaje en la formulación de FP para obtener los puntos de equilibrio de estado estacionario de sistemas de potencia con el fin de evaluar el efecto que tiene este modelo en los resultados de flujos de potencia convencional.

MATERIALES Y METODOS

Análisis en estado estacionario de sistemas eléctricos de potencia

El análisis de estado estacionario de sistemas de potencia se realiza comúnmente mediante la formulación de flujos de potencia convencional. Las ecuaciones de potencia inyectada son fundamentales para el análisis de flujos de potencia, las cuales se definen como (Saadat, 1999),

$$P_i = \sum_{j=1}^n Y_{ij} V_i V_j \cos(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \quad (1)$$

$$Q_i = - \sum_{j=1}^n Y_{ij} V_i V_j \sin(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \quad (2)$$

El sistema de ecuaciones formado en base a las ecuaciones anteriores es un sistema no lineal que depende de la magnitud de tensión $|V|$ y el ángulo de fase δ de cada nodo. La solución de este sistema ecuaciones hace necesario establecer el siguiente balance energético en cada nodo i del sistema,

$$\Delta P_i = P_{Gi} - P_{Di} - \sum_{j=1}^{N_b} P_i^{inj j} = 0 \quad (3)$$

$$\Delta Q_i = Q_{Gi} - Q_{Di} - \sum_{j=1}^{N_b} Q_i^{inj j} = 0 \quad (4)$$

donde la potencia generada K_{Gi} $\{K=P, Q\}$ debe ser igual a la suma de la potencia demanda K_{Di} y la inyectada $K^{inj j}$ a través del elemento de transmisión j .

Los métodos de Gauss-Seidel, Newton-Raphson y el desacoplado rápido son tradicionalmente los métodos empleados para resolver el problema de FP. El primero se utiliza para sistemas de potencia radiales y los dos últimos para sistemas mallados como es el caso de los SEPs empleados en este trabajo, de modo que el Newton-Raphson es el método empleado en este trabajo para resolver el problema de flujos de potencia considerando los modelos de carga dependientes de voltaje.

Con el método de Newton-Raphson el sistema de Ecuaciones no lineales 1) y 2) es resuelto como sigue,

$$\begin{bmatrix} J_1 & J_2 \\ J_3 & J_4 \end{bmatrix}^k \begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \Delta V \end{bmatrix}^k = \begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix}^k \quad (5)$$

Donde la matriz de J es conocida como matriz jacobiana que contiene las derivadas parciales de la potencia P_i y Q_i , dadas por 1) y 2), respectivamente, con respecto a δ_k y a $|V_k|$ ($k=i, j$). El subíndice i y j indican las derivadas de la diagonal y fuera de la diagonal respectivamente. $\Delta \delta$ y ΔV representan los incrementos del ángulo de fase y de la magnitud de voltaje cuyas actualizaciones son dadas por 6). Los términos ΔP y ΔQ corresponden al balance de potencia activa y reactiva dados por 3) y 4). Se debe notar que los términos de la Ecuación 5) se calculan en cada iteración k del proceso iterativo de solución.

$$\delta^{k+1} = \delta^k + \Delta \delta^k; \quad V^{k+1} = V^k + \Delta V^k \quad (6)$$

Con el fin de ilustrar la forma en que se integran el modelo de carga dependiente de voltaje ZIP es importante indicar los elementos de la diagonal de la matriz jacobiana principal de la Ecuación (5), los cuales están dados por las expresiones siguientes,

$$J_1 = \frac{\partial P_i}{\partial \delta_i}; \quad J_2 = \frac{\partial P_i}{\partial V_i}; \quad J_3 = \frac{\partial Q_i}{\partial \delta_i}; \quad J_4 = \frac{\partial Q_i}{\partial V_i}; \quad (7)$$

Modelado de cargas dependientes de tensión de tipo compuesto en estado estacionario

Las cargas eléctricas conectadas a la red dependen de la tensión utilizada y de la potencia consumida, dichas cargas dan lugar a modificaciones importantes en los resultados de los análisis de estado estacionario de sistemas de potencia. Los modelos de cargas para análisis de estado estacionario son denominados modelos estáticos y son esencialmente de dos tipos: exponencial y compuesto o ZIP. El modelo compuesto divide la carga eléctrica dependiente de voltaje como la sumatoria de cargas de impedancia constante (Z), corriente constante (I) y potencia constante (P), debido a esto, el modelo compuesto también es conocido como el modelo ZIP. La potencia activa y reactiva demandada por la carga en su modelo compuesto están dadas por (Kundur, 1994),

$$P_{Di} = \left(p_1 \left(\frac{V_i}{V_{i0}} \right)^{\ell} + p_2 \left(\frac{V_i}{V_{i0}} \right) + p_3 \right) \quad (5)$$

$$Q_{Di} = \left(q_1 \left(\frac{V_i}{V_{i0}} \right)^2 + q_2 \left(\frac{V_i}{V_{i0}} \right) + q_3 \right) \quad (6)$$

Los coeficientes P_{Di0} y Q_{Di0} representan la potencia activa y reactiva demandada, mientras que el coeficiente V_{i0} representa el voltaje nominal en pu. Los parámetros p_n y q_n ($n= 1, 2, 3$) modelan el porcentaje de impedancia (Z), corriente (I) y potencia (P) constante existentes en la carga, estos parámetros pueden variar de acuerdo al tipo de carga que se quiera modelar y dependen de diversos factores externos como la temperatura del ambiente a la cual se somete la carga, la estación del año en la cual se realiza el análisis, el grado de humedad en el ambiente entre otras consideraciones.

Para realizar la comparación de resultados con el modelo anterior, este artículo toma parámetros de $p_1 = 0.35$, $p_2 = 0.13$ y $p_3 = 0.52$ para potencia activa, mientras que para potencia reactiva se considera $q_1 = 0.56$, $q_2 = 0.08$ y $q_3 = 0.36$ (Nam et al, 2013). Debido a que los parámetros mencionados representan el porcentaje de impedancia, corriente y potencia en la carga se debe verificar que la suma de p_1 , p_2 y p_3 así como q_1 , q_2 y q_3 sean iguales a la unidad.

Inclusión del modelo compuesto en la formulación de flujos de potencia

Al incluir los modelos de cargas dependientes de voltaje dentro del análisis de FP, los términos de la diagonal principal de la matriz del jacobiano en J_2 y J_4 se ven modificados, ya que dichos jacobianos incluyen derivadas parciales con respecto a V_i . Las Ecuaciones 9) y 10) presentan la inclusión de las cargas compuestas a la matriz jacobiana.

$$\frac{\partial P_{Di}}{\partial V_i} = \frac{\partial}{\partial V_i} (p_1(V_i)^2 + p_2(V_i) + p_3) \quad (7)$$

$$\frac{\partial Q_{Di}}{\partial V_i} = \frac{\partial}{\partial V_i} (q_1(V_i)^2 + q_2(V_i) + q_3) \quad (8)$$

Enseguida se presentan dos casos de estudio con dos sistemas de potencia en los cuales se obtienen resultados que permiten evaluar el efecto del modelado de las cargas dependientes de voltaje en los resultados del análisis de flujos de potencia convencional.

RESULTADOS

Para este trabajo se analizaron dos casos de estudio en los cuales se consideró el modelo de carga constante y compuesto o ZIP. De esta manera es posible comparar los resultados entre ambos modelos de carga y poder llegar a una conclusión satisfactoria acerca del efecto del modelo compuesto en los resultados de flujos de potencia. El sistema eléctrico de potencia de prueba de 5 nodos (Stagg & El-Abiad, 1968) y el sistema de Nueva Inglaterra de 39 nodos (Pai, 1989) son utilizados para llevar a cabo los casos de estudio. La tolerancia de convergencia considerada en los casos de estudio es de 1×10^{-9} .

Caso 1

El caso 1 consta de un sistema eléctrico de potencia del IEEE de 5 nodos que cuenta con 3 nodos de carga, un nodo de generación y el nodo slack. Los resultados del análisis al modelar ambos tipos de carga se muestran en la Tabla 1 donde se aprecia una comparación entre los resultados obtenidos considerando carga constante y el modelo ZIP.

Los resultados de esta tabla muestran que para este sistema de potencia se tiene una demanda y pérdidas de potencia, y por lo tanto, una generación menor cuando se integra el modelo de carga ZIP, lo cual también se presenta para el caso de la potencia reactiva. Se debe mencionar que esta disminución en las potencias se debe a un aumento de voltajes nodales causado por la inclusión del modelo de carga compuesto, tal como se muestra en el perfil de voltaje nodal de la Figura 1.

Tabla 1. Comparación de resultados con ambas cargas para el sistema de 5 nodos.

Resultados (en totales)	Modelo ZIP	Carga cte.
Generación (MW)	168.458	171.122
Generación (MVAR)	27.946	29.223
Demanda (MW)	162.696	165.000
Demanda (MVAR)	39.367	40.000
Pérdidas (MW)	5.963	6.122
Pérdidas (MVAR)	-11.275	-10.777

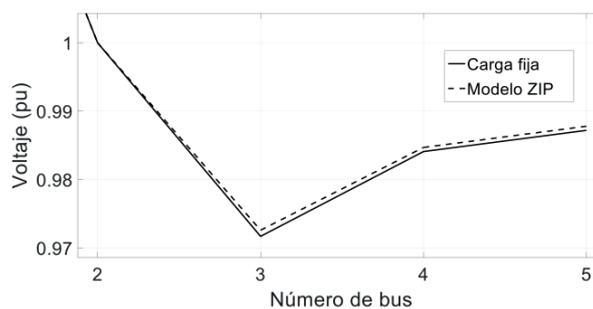


Figura 1. Perfil de voltaje nodal del sistema de 5 nodos.

Caso 2

Para el caso 2 se considera el sistema eléctrico de potencia de Nueva Inglaterra, el cual consta de 39 nodos y 10 generadores. Del total de nodos 29 son nodos de carga. El resumen de los resultados para este sistema de potencia con carga constante y el modelo compuesto se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Comparación de resultados con ambas cargas para el sistema de 39 nodos.

Resultados (en totales)	Modelo ZIP	Carga cte.
Generación (MW)	6151.251	6146.848
Generación (MVAR)	227.876	241.635
Demanda (MW)	6102.149	6097.100
Demanda (MVAR)	1397.277	1408.900
Pérdidas (MW)	51.686	52.387
Pérdidas (MVAR) (-)	1104.827	1101.912

En esta tabla se muestra que los resultados obtenidos con el modelo ZIP las pérdidas de potencia activa son menores que con carga constante, pero la potencia de generación y demandada son mayores. En apariencia, este comportamiento de estado estacionario no es lógico, ya que con menores pérdidas se debe tener menos generación, sin embargo, es posible deducir que cuando se integra el modelo ZIP la generación de potencia obedece a la carga demandada, por lo que, con mayor demanda se tiene mayor generación sin importar las pérdidas de potencia activa en los elementos de transmisión. Es importante mencionar que para este sistema de potencia específico se presenta una disminución del voltaje nodal con el modelo ZIP, lo cual debe causar una disminución en las pérdidas y en la demanda de potencia activa, tal como se muestra en la Figura 2. Sin embargo, la demanda aumenta junto con la generación para tratar de encontrar un punto de equilibrio de estado estacionario.

Los resultados muestran que el comportamiento de estado estacionario de los sistemas de potencia con el modelo de carga dependiente de voltaje es muy similar, ya que con sistemas de potencia pequeños o de gran escala el nivel de la generación de potencia tanto activa como reactiva responde a la demanda de potencia independientemente de las pérdidas presentadas en los elementos de transmisión del SEP.

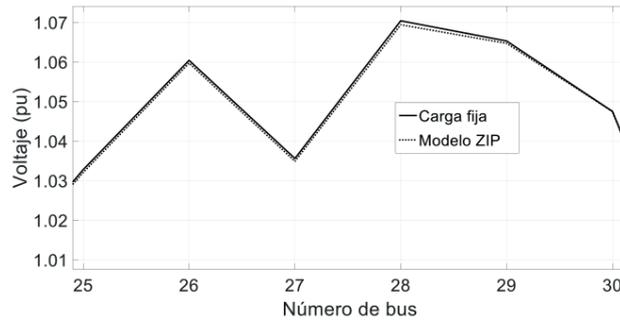


Figura 1. Perfil de voltaje nodal del sistema de 39 nodos.

CONCLUSIONES

Un análisis del efecto del modelado de cargas compuestas dependientes de voltaje en los resultados del estudio de flujos de potencia convencional se ha presentado. Los resultados muestran que con los modelos de carga dependientes de voltaje se modifican los resultados del punto de operación de estado estacionario de los sistemas de potencia debido al cambio en las magnitudes y ángulos de voltaje. Esta variación en el voltaje nodal causa un cambio en las pérdidas y demanda y por tanto en la generación de potencia activa y reactiva. Los resultados de los casos de estudio también muestran que la generación de potencia obedece exclusivamente a la demanda de potencia, ya sea activa o reactiva, sin importar las pérdidas presentes en los elementos de transmisión. Este comportamiento del punto de operación de estado estacionario se presenta para sistemas de prueba pequeños o de gran escala.

BIBLIOGRAFIA

- El-Hawary, M. E., & Dias, L. G. (1987). Incorporation of load models in load-flow studies: form of model effects, *IEEE Proceedings C-Generation, Transmission and Distribution* 134(1), 27-30.
- Haque, M. H. (1996). Load flow solution of distribution systems with voltage dependent load models, *Electric Power Systems Research*, 36(3), 151-156.
- Kothari, D.P. & Nagrath, I.J. (2003). *Modern power system analysis*. New Delhi: Tata McGraw-Hill Education.
- Kundur, P., Balu, N.J. & Lauby, M.G. (1994). *Power system stability and control*. New York: McGraw-Hill.
- Nam, S. R., Kang, S. H., Lee, J. H., Choi, E. J., Ahn, S. J., & Choi, J. H. (2013). EMS-data-based load modeling to evaluate the effect of conservation voltage reduction at a national level, *Energies*, 6(8), 3692-3705.
- Pai, M. A. (1989). *Energy Function Analysis for Power System Stability*. Norwell: Kluwer Academic Publishers.
- Rifaat, R. M. (2004). On composite load modeling for voltage stability and under voltage load shedding, *Power Engineering Society General Meeting*, 1603-1610.
- Saadat, H. (1999). *Power system analysis*. Boston: WCB/McGraw-Hill.
- Stagg, G.W. & El-Abiad A. H. (1968). *Computer Methods in Power System Analysis*. USA: McGraw-Hill.

AUTOMATIZACIÓN DE UN AUTOTRANSFORMADOR USANDO EL VOLTAJE Y CORRIENTE PARA CONTROLAR UNA BOBINA DE INDUCCIÓN

Juan José Miranda Cabello 1 y Fernando Figueroa Godoy 2

RESUMEN

CFE busca ser lo más eficaz y seguro posible, esto se logra gracias a la implementación de líneas subterráneas, estas líneas, sufren desgaste al paso del tiempo por diversos fenómenos. Debido a esto se desarrolla un equipo capaz de envejecer cables subterráneos para determinar un tiempo de vida útil, utilizándola técnica de inducción para para generar un calor en el conductor. De esta necesidad se desarrolla un equipo capaz de controlar la tensión de salida suministrada a una bobina de inducción. El autotransformador opera por una perilla seleccionadora, controlada por un motor, el sistema está regido por una programación que modifica parámetros en base a una temperatura obtenida por un sensor, tienen protecciones para el Autotransformador y los demás dispositivos.

ABSTRACT

CFE sets to be as effective and safe as possible, this is possible thanks to the implementation of underground lines, these lines also suffer wear and tear over time by various phenomena. Due to situation a device is developed that is capable of aging underground cables to determine a lifetime, this can be done using induction heating. An automated equipment is developed capable of controlling the output voltage supplied to an induction coil. The autotransformer operates by a selector knob controlled by engine DC, the system is governed by a programming that modifies parameters based on temperature obtained by sensor, protections are also available for the Autotransformer and the devices

Palabras Clave: Autotransformador, Inducción, Control, Automatización, Arduino UNO.

INTRODUCCIÓN

El sistema eléctrico mexicano es una red interconectada que tiene el propósito de suministrar un servicio de electricidad a todo público en general, un factor muy importante hoy en día es la seguridad en las instalaciones eléctricas, sin embargo, el incremento en las construcciones del sistema eléctrico mexicano, se da por la necesidad de satisfacer las cargas demandadas, la flexibilidad, confiabilidad, estética de la red, así como el desarrollo de nuevas tecnologías.

La Norma Oficial Mexicana (NOM) define una línea subterránea como aquella que es constituida por uno o varios cables aislados que forman parte de un circuito eléctrico colocados bajo el nivel del suelo, ya sea enterrados o ductos.

En la actualidad se están implementando más los sistemas eléctricos subterráneos ya que el impacto visual y ambiental es menor lo que hace factibles su implementación ya que estas redes tienen un menor número de fallas, costos de operación y seguridad para la instalación en las ciudades.

Es necesario desarrollar un equipo el cual sea capaz de evaluar el comportamiento de un conductor eléctrico que se encuentra en funcionamiento ya que este presenta un calentamiento por efecto Joule el cual es un factor de los más importantes en los conductores eléctricos subterráneos, es uno de los principales problemas que provocan las fallas ya que degrada con el tiempo el aislante considerado técnicamente como un factor de alta importancia para estos conductores además de otros defectos que provoca como rigidez y agrietado al paso del tiempo.

Es importante desarrollar un sistema automatizado para un transformador variable el cual es capaz de suministrar una potencia deseada en una bobina de inducción, este sistema contiene elementos electrónicos regidos por una programación mediante el software y la placa Arduino UNO, la cual define el funcionamiento del equipo por de la temperatura la cual proporciona un sensor.

MARCO TEORICO

Principios físicos presentes

Ley de Ampere, esta ley establece que si aplicada corriente a un inductor, este genera un campo magnético cuya distribución está dada por la ecuación 1).

$$N i = \oint H \cdot (dl) \quad \square = H l \quad (1)$$

Donde i es la corriente que circula por el conductor, N es el número de espiras, l la longitud del circuito y H el campo magnético.

Si la corriente aplicada al conductor es variable en el tiempo, el campo generado también será variable y a su vez el flujo magnético será cambiante en el tiempo. La ley de Faraday establece que un conductor sometido a un flujo magnético variable genera una fuerza electromotriz dada por la ecuación 2).

$$\epsilon = -N \frac{d\phi}{dt} \quad (2)$$

Donde ϵ es la fem inducida, N el número de espiras y Φ el flujo de campo magnético. Esta fuerza electromotriz inducida en el interior del conductor, genera una corriente (corriente de inducción) que es la responsable del calentamiento por efecto Joule que está dado por la ecuación 3).

$$P = i^2 R_{eq} \quad (3)$$

Donde P es la potencia disipada en la resistencia equivalente R_{eq} por la circulación de la corriente i.

Autotransformador

Es un transformado especial que para cada fase tiene un único devanado que actúa a la vez como primario y secundario, hay autotransformadores en los que la terminal de salida no es fija, sino que se mueve mediante un cursor. Esto permite variar la relación de transformación del autotransformador y por lo tanto obtener una tensión secundaria variable. Este tipo de autotransformadores se denomina variac y en ellos el circuito magnético de cada fase suele tener una forma de toroide alrededor del cual se bobina el enrollamiento que hace de primario y secundario a la vez, mostrada en la Figura 1.

Autotransformador

Es un transformado especial que para cada fase tiene un único devanado que actúa a la vez como primario y secundario, hay autotransformadores en los que la terminal de salida no es fija, sino que se mueve mediante un cursor. Esto permite variar la relación de transformación del autotransformador y por lo tanto obtener una tensión secundaria variable. Este tipo de autotransformadores se denomina variac y en ellos el circuito magnético de cada fase suele tener una forma de toroide alrededor del cual se bobina el enrollamiento que hace de primario y secundario a la vez, mostrada en la Figura 1.

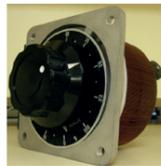


Figura 1. autotransformador variac monofásico.

Bobina de inducción

La bobina de inducción también conocida como inductor, mostrada en la figura x, es el componente del sistema de calentamiento que determina el grado de eficacia y eficiencia con la que se calienta. Las bobinas de inducción varía su complejidad, desde una simple bobina enrollada en forma helicoidal compuesta por varias vueltas o espiras. En la Figura 2 se muestra una bobina de inducción de tipo toroide.

Fundamentos de la bobina: el flujo de la corriente por el inductor crea un campo magnético, si la corriente es alterna crea un campo alterno, que a su vez genera una corriente alterna en un segundo conductor.



Figura 2. bobina de inducción tipo toroide.

MÉTODOS Y MATERIALES

Autotransformador: POWERSTART, 246U, 4.6KVA, V_p 240-7120 VAC, 15A. transformador variable 240V, con bobinas patentadas de POWERKOTE proporcionan un método simple de controlar la corriente y la energía eléctrica del voltaje.

Arduino uno: microcontrolador ATmega328, voltaje de entrada 7V a 12V, 14 pines digitales de I/O (6 de salida PWM), 6 entradas analógicas. Es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open - source) basada en hardware y software flexible.

Sensor de temperatura: LM35, Calibración 1°C, Rango -55°C a 150°C. Sensor de temperatura con una presión calibrada, la salida es lineal y cada grado Celsius equivale a 10Mv, por lo tanto 150°C = 1500Mv.

Bobina de inducción: El inductor es el responsable directo de la generación de los campos magnéticos en las proximidades del material.

Fuente de alimentación: AcBel API-8628, entrada CA 100V - 127V a 4.0A o 200V - 240V a 2.0A, salida CD +12V a 2.0A. fuente de alimentación o fuente de potencia que convierte la corriente alterna CA, en una o varias corrientes continuas CD.

Motorreductor de CD: Motorreductor Bulher, 24V CD, 300rpm. Motorreductores mecánicos de velocidad capaces de cambiar y combinar velocidades de giro en base a una combinación de engranaje establecido.

Puente H: Circuito electrónico que permite a un motor eléctrico de CD girar en ambos sentidos, avance y retroceso.

La primera etapa fue de gran importancia ya que se diseñó la placa base en la que tiene soporte el motorre-

ductor de CD, esta presentó un reto de diseño al cual se dibujaron varios prototipos hasta llegar un prototipo final, el cual era más conveniente para el transformador variable y facilitar las maniobras que se realizaron para la conexión, el diseño inicial se muestra en la Figura 3 y el diseño final se muestra en la Figura 4.



Figura 3. Diseño inicial de transformador variable.



Figura 4. Diseño final de transformador variable.

En el diseño se incluyeron elementos como tornillos tipo esparrago los cuales son encargados de dar soporte a la placa base de acero como el transformador variable para evitar un contacto entre los dos elementos, además se incluyeron elementos adicionales como un juego de clemas de conexión con tornillos para riel, los cuales son para tener una conexión estética entre el motorreductor y los limit switch donde seguirán al siguiente circuito, así como también se incluyeron un par de levas en el inicio y fin del transformador variables para conocer los límites de operación que dan lugar en la programación para activar la seguridad, estos elementos son mostrados en la Figura 5.



Figura 5. Elementos incluidos en la placa base del transformador variable.

La segunda etapa y de las principales actividades más importantes fue realizar la programación pertinente para tener control sobre el giro del motorreductor de CD el cual es indispensable para controlar la potencia que suministra el transformador variable, ya que esta depende de la posición de la perilla que controla los taps del transformador variable, el circuito nombrado es mostrado en la Figura 6.

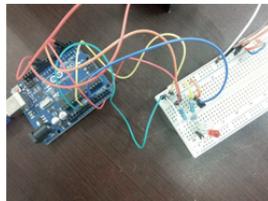


Figura 6. Circuito de control del movimiento de giro.

Cabe mencionar que se implementó el uso de un puente H ya que este tiene la finalidad de cambiar el sentido del giro del motorreductor de CD por medio de señales de control, así como se utilizó una fuente de alimentación para este ya que también es la se subministra al motorreductor, este circuito es mostrado en la Figura 7.

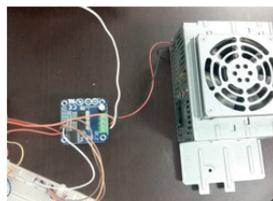


Figura 7. puente H y fuente de alimentación.

Otra actividad a destacar fue la integración de dispositivos electrónicos y de programación para tener un funcionamiento deseado del sistema, la programación fue desarrollada en el software Arduino, así como la utilización de la placa Arduino para la comunicación entre los dispositivos mecánicos y electrónicos mostrados en la Figura 8, son la base importante para tener un control del sistema desarrollado.



Figura 8. dispositivos electrónicos necesario para el control del sistema.

RESULTADOS

Al término del diseño, ensamble y pruebas del equipo se tiene un control sobre el sentido de giro del motorreductor por lo tanto tenemos una potencia controlada a la salida del transformador variable la cual es suministrada a la bobina de inducción, así como también una programación basada a una temperatura deseada la cual define el comportamiento del equipo.

Cabe destacar que se tomó en cuenta tener una protección para el transformador variable, uno de los dispositivos más importantes ya que a este se añadió dispositivos de seguridad llamados limit switch, en conjunto con un par de levas que tiene la función de activar estos dispositivos, en los extremos del transformador variable denominados inicio y fin, donde la programación tiene acciones específicas para su protección y evitar fallas en los demás dispositivos que conforman el equipo. El resultado final es presentado en la Figura 7.



Figura 7. prototipo final.

CONCLUSIONES

El desarrollo de este equipo lleva una gran visión además de ser prometedor para futuras investigaciones, así como tiene como finalidad ampliarse y aplicarse a un área específica la cual es estudiar el comportamiento de la degradación del aislante de un cable de potencia de uso subterráneo, ya que este equipo puede ser utilizado para diseñar e implementar una cámara de envejecimiento para este tipo de conductores los cuales son de suma importancia. Con esto se pretende determinar una aproximación de la vida útil del aislamiento del conductor sin tener que esperar el tiempo que el fabricante específico, así como también podría llegar a ser un equipo certificado para realizar pruebas de aislamiento a cables de potencia de uso subterráneo.

BIBLIOGRAFIA

Libros

- [1] TORRES, O. (2013). Arduino curso práctico de información, México: Alfaomega Editorial.
- [2] SADIKU, M., & Alexander, C. (2006). Fundamentos de circuitos eléctricos. España: McGraw-Hill.
- [3] HAYT, H. (2007). Análisis de circuitos en ingeniería séptima edición, México: McGraw-Hill.

Artículos de revista

- [4] AMBRELL, N. (2014). “Bobinas de trabajo de calentamiento por inducción” en Ambrell, Núm. 11, Vol. I, junio-julio, [pp. 1-4].

Artículos en línea

- [5] RODRIGUEZ, D. (2004). “Principio físico del calentamiento por inducción” en Gilba, No. 15, pp. 1-9. Consultada en http://www.gilba.com/nuevaweb/textox/universidad/calentamiento_por_induccion.doc (fecha de consulta 30-06-2017).
- [6] TELEM, A. (2010). “Fuentes de alimentación” en Oviedo, No. 02, pp. 1-5. Consultada en http://www.gilba.com/nuevaweb/textox/universidad/calentamiento_por_induccion.doc (fecha de consulta 07-07-2017).
- [7] LLAMAS, L. (2015). “Temperatura con arduino y sensor LM35” en tutoriales arduino, No. 8, pp. 1-6. Consultada en <http://www.luisllamas.es/medir-temperatura-con-arduino-y-sensor-lm35/> (fecha de consulta 08-07-2017).

CONTROL ESTADÍSTICO DE LA PRODUCCIÓN DE TRANSFORMADORES MEDIANTE EL GRAFICO DE CONTROL MULTIVARIADO T2 DE HOTELLING.

Juan Luis Ramírez Arteaga¹ y Edgar Augusto Ruelas Santoyo²

RESUMEN

El desarrollo de procedimientos adecuados para el estudio y control de los procesos productivos, es fundamental para mantener un nivel óptimo de calidad en los productos. En la industria existen muchas situaciones donde es necesario el control o monitoreo simultáneo de dos o más variables de calidad en la fabricación de un producto. Por esta razón el objetivo de este trabajo es diseñar un sistema flexible capaz de detectar señales fuera de control haciendo uso del control estadístico de procesos multivariante mediante el estadístico T² de Hotelling y las cartas individuales de medias que tienen el fin de identificar la(s) variable(s) que causan una posible señal fuera de control. El sistema propuesto se aplica a un proceso de fabricación de transformadores. Los resultados obtenidos muestran una eficiencia del 98%, además el sistema es capaz de proporcionar información útil sobre la fuente de una señal fuera de control en el sistema de producción, de esta forma será posible poder llevar adecuadamente el control de calidad en los sistemas productivos actuales. Palabras clave: Control Estadístico de Procesos Multivariantes, T² de Hotelling.

ABSTRACT

The development of adequate procedures for the study and control of production processes is fundamental to maintain an optimal level of quality in the products. In the industry there are many situations where it is necessary the simultaneous control or monitoring of two or more quality variables in the manufacture of a product. For this reason, the objective of this work is to design a flexible system capable of detecting out of control signals using the statistical control of multivariate processes using the T² Hotelling's statistic, and the individual charts of means that have the purpose of identifying the variable (s) that cause a possible out of control signal. The proposed system is applied to a manufacturing process of transformers. The results obtained show an efficiency of 98%; in addition, the system is able to provide useful information on the source of an out of control signal and the production system, in this way it will be possible to be able to adequately carry out the quality control in the current production systems.

Keywords: Statistical Control of Multivariate Processes, T² Hotelling's.

INTRODUCCIÓN

El control estadístico de procesos (CEP), permite que las acciones correctivas sean aplicadas antes del surgimiento de inconformidades, responde a la pregunta sobre si el proceso está funcionando como debería o si está fuera de las especificaciones de calidad y ejecuta acciones apropiadas para lograr y mantener un estado de control estadístico (CAMPOS & ROCHA, 2009).

Sin embargo, en la actualidad se ha planteado el uso del control estadístico de procesos multivariado (CEPM), en el cual se controlan más de una de las características de calidad importantes del producto de manera simultánea, permitiendo evaluar las correlaciones que pudieran existir entre las variables. (Alfaro Navarro & Mondéjar Jiménez, 2010). Dentro de los procedimientos de control multivariado, las gráficas con más investigación y aplicación en la industria son: La gráfica de control multivariada de sumas acumuladas (MCUSUM), la gráfica de control con ponderación exponencial (MEWMA) y la gráfica T² de Hotelling empleada en el presente trabajo. Una limitante de los gráficos de control mencionados anteriormente, es que sólo identifica señales fuera de control, pero no identifica las variables causantes de la señal (Contreras Zamarrón & Marroquin Prado, 2012). Es por eso que en el presente trabajo se propone la aplicación de un sistema flexible que permite monitorear la calidad de varias características de un producto e identificar las situaciones fuera de control mediante el gráfico multivariante T² además de poder señalar la(s) variable(s) causante(s) de la señal fuera de control mediante cartas individuales de medias.

Las cartas individuales de medias detectan señales fuera de control cuando el valor graficado excede el límite de control superior (UCL) por sus siglas en inglés, o cuando el estadístico está por debajo del límite de control inferior (LCL). Estos límites están dados por las Ec. (1) y Ec. (2).

$$UCL = \bar{x} + 3 \frac{\overline{MR}}{d_2} \quad (1)$$

$$LCL = \bar{x} - 3 \frac{\overline{MR}}{d_2} \quad (2)$$

MARCO TEORICO

El CEP cuenta con herramientas como los gráficos de control, estos ayudan a examinar si un proceso se encuentra en una condición estable, o para asegurar que se mantenga en esa condición, sin embargo puede ser posible que dentro de un proceso industrial sea necesario vigilar varias mediciones, para estos casos se

cuenta con el CEPM.

El Profesor Harold Hotelling (1947), realizó una de las principales aportaciones dentro del campo de procesos multivariados al proponer un gráfico de control multivariado basado en la distancia de Mahalanobis (Ruiz Barzola, 2013), utilizando el vector de promedios y la matriz de covarianzas de una variable aleatoria con distribución normal multivariada de acuerdo a las Ec. (3) Y (4) respectivamente, para realizar el gráfico de control multivariado.

Vector de medias (μ)

$$\mu = [\mu_1 \ \mu_2 \ \dots \ \mu_p] \quad (1)$$

Donde i es la corriente que circula por el conductor, N es el número de espiras, l la longitud del circuito y H el campo magnético.

Si la corriente aplicada al conductor es variable en el tiempo, el campo generado también será variable y a su vez el flujo magnético será cambiante en el tiempo. La ley de Faraday establece que un conductor sometido a un flujo magnético variable genera una fuerza electromotriz dada por la ecuación 2).

$$\varepsilon = -N \ (d\phi)/dt \quad (2)$$

$$\mu = [\mu_1, \mu_2 \dots \mu_p] \quad (3)$$

Matriz de varianzas y covarianzas (Σ)

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12}^2 & \dots & \sigma_{1p}^2 \\ \sigma_{21}^2 & \sigma_2^2 & \dots & \sigma_{2p}^2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sigma_{p1}^2 & \sigma_{p2}^2 & \dots & \sigma_p^2 \end{bmatrix} \quad (4)$$

Para la construcción de este gráfico se requieren dos fases, en la primera, se recolectan datos históricos del proceso de las p variables a controlar. Es importante verificar el supuesto de normalidad en las variables ya que los datos de la muestra serán usados para estimar el vector de medidas μ y la matriz de covarianzas Σ

En la segunda fase se calcula el estadístico T^2 de Hotelling, los estadísticos utilizados para calcular el estadístico en su forma poblacional son el vector de medias (μ) y la matriz de covarianzas Σ los cuales generalmente no son conocidos. (F. Zertuche & M. Cantú, 2008) Mencionan que si los datos forman una única muestra la matriz de covarianzas se puede estimar a través de la Ec. (5) y siendo el vector de medias muestrales la Ec. (6). Entonces ahora el valor del estadístico T^2 se calcula a partir de la Ec. (7)

$$S = \begin{bmatrix} S_{11}^2 & S_{12} & \dots & S_{1p} \\ S_{21} & S_{22}^2 & \dots & S_{2p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ S_{p1} & S_{p2} & \dots & S_p^2 \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$\bar{X}_i = (\bar{X}_{i1}, \bar{X}_{i2}, \dots, \bar{X}_{ip}) \quad (6)$$

$$T^2 = (\bar{X}_{i1} - \bar{X})' S^{-1} (\bar{X}_{i1} - \bar{X}) \quad (7)$$

Entonces el límite de control superior se calcula a partir de la Ec. (8).

$$LCS = \frac{p(m-1)(n-1)}{mn-m-p+1} F_{\alpha, p, mn-m-p+1} \quad (8)$$

MÉTODOS Y MATERIALES

Para mostrar el funcionamiento del sistema propuesto, se implementó en una línea de producción de transformadores eléctricos. El caso de estudio se limitó al análisis de transformadores del tipo monofásico con una potencia de 25 KVA (kilo-voltamperio), debido a que es el que mayor volumen de producción presenta dentro de la empresa donde se llevó a cabo la ejecución, pero no es una limitante para extender los resultados propuestos a otros tipos de transformadores que se fabriquen bajo el mismo esquema, u otros procesos de manufactura que requieran un control multivariante. Una parte importante en la manufactura de un transformador eléctrico, es el ensamble de la bobina y el núcleo denominada parte activa. Para un ensamble adecuado es vital controlar las dimensiones del largo en la bobina (A), el ancho del núcleo (B) y largo del núcleo (C), por lo tanto $p=3$. Obsérvese la Figura 1 un diseño del ensamble entre la bobina y los núcleos.

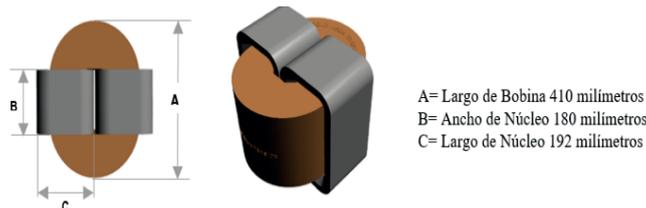


Figura 1. Diseño de ensamble bobina-núcleo

Para establecer un CEPM adecuado, se deben de vigilar las tres características de calidad del ensamble y no obviar la posible relación que pudiera existir entre las variables, como generalmente se lleva a cabo en el CEP tradicional. Cabe mencionar que el sistema fue diseñado para trabajar de 2 a 4 variables y que cada una de las variables tenga un máximo de 50 observaciones.

Al monitorear tres características de calidad relacionadas de forma simultánea mediante el gráfico de control

multivariante T^2 de Hotelling, se supone una distribución normal en cada una de las variables. La prueba de normalidad utilizada fue la de Anderson Darling. Si los datos se distribuyen de forma normal, tendrían una tendencia a la media, donde su valor p tiene que ser mayor a .05. Se hizo una etapa en el cual se comprobó los índices de capacidad de proceso, en donde se tomó en cuenta $C_p > 1$ y $C_{pk} > 1.3$. Véase la Tabla 1.

Tabla 1. Se muestran los resultados de cada variable, para la prueba de normalidad y los índices de capacidad de procesos

Variable	Valor p	Cp	Cpk
Variable 1	.358	1.6379	1.5765
Variable 2	.920	2.5744	2.563
Variable 3	.769	2.5881	1.6329

Una vez que se haya comprobado satisfactoriamente la prueba de normalidad y la estabilidad del proceso mediante los índices de capacidad de proceso, se procede a la construcción del gráfico de control multivariante T^2 de Hotelling para detectar la aparición de señales fuera de control dentro de las 50 observaciones. Cuando el sistema identifica algún valor de la T^2 que excede el límite de control superior, se detecta la(s) variable(s) responsable(s) por medio de las cartas de medias. Ver en Figura 2 la metodología seguida durante la investigación. La arquitectura del sistema fue desarrollada en el software Matlab 2015.

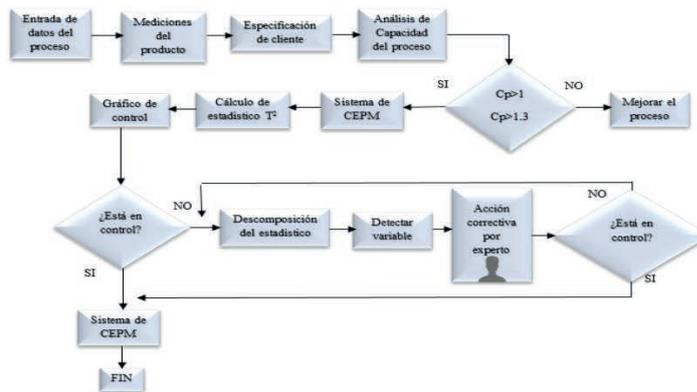


Figura 2. Diagrama de flujo de la metodología que se siguió, con la programación de la interfaz de esta investigación.

RESULTADOS

Para verificar el funcionamiento del sistema propuesto, en el reconocimiento de la variable(s) que genera(n) la(s) señal(es) fuera de control dentro del proceso de fabricación de los transformadores, se desarrolló una fase de validación en la que se introdujeron 50 nuevas mediciones, dentro de las cuales existen algunas que generan, situaciones fuera de control en el gráfico de control multivariante. Las señales fuera de control, fueron identificadas mediante las cartas de control individuales, en las cuales, se midieron las características de calidad (largo en la bobina (A), el ancho del núcleo (B) y largo del núcleo (C)).

Dentro de la Figura 3, se muestran sombreados en color naranja aquellas mediciones fuera de especificaciones del cliente lo cual propicia una señal fuera de control en el gráfico multivariado. Los resultados de la variable T^2 obtenidos para cada observación y que excedieron el límite de control superior se muestran sombreados en color rojo como se aprecia en las observaciones de la Figura 3 (1, 5, 6, 28, 31 y 50). También se identificaron las variables fuera de control que el sistema propuesto detectó que generaran la señal fuera de especificaciones. Aquellas mediciones que provocaron una señal fuera de control fueron analizadas mediante cartas de medias y de esta forma poder señalar la(s) variable(s) responsable(s), para el caso en el que el sistema detecta correctamente las variable(s) causante(s) se coloca el valor de (1) que corresponde a un acierto del sistema en identificar la señal y la causa de variación que origina el descontrol del proceso. Para el caso contrario se coloca un (0) el cual significa que el sistema no identificó correctamente una fuente de variación. Después de un análisis de 50 mediciones, la eficiencia del sistema propuesto es del 98%, donde únicamente la observación 27 no fue identificada debido a que el gráfico de control multivariante no generó una señal fuera de control, esto es debido a que el gráfico de control T^2 de Hotelling no es sensible a cambios pequeños fenómeno que se puede apreciar en la figura 4.

	Lar. Bo.	Ancho	Largo Nu.	T2	Var.	Res.	Lar. Bo.	Ancho	Largo Nu.	T2	Var.	Res.	Lar. Bo.	Ancho	Largo Nu.	T2	Var.	Res.	LSC	
1	409.57	180.08	192.90	24.72	Var3	1	18	410.08	179.87	192.30	2.41	1	35	409.94	180.10	191.91	0.93	1	17.36	
2	409.90	179.79	192.36	4.71		1	19	409.99	179.97	192.25	1.07	1	36	410.33	179.70	192.10	7.45	1	UCLVar1	
3	409.70	180.10	191.95	2.07		1	20	410.19	179.97	192.01	1.33	1	37	410.04	180.04	191.59	6.08	1	410.58	
4	410.19	179.79	192.25	3.78		1	21	410.07	180.11	191.80	2.46	1	38	410.46	179.99	191.95	6.25	1	UCLVar1	
5	410.80	179.91	192.90	38.90	Var1 Var3	1	22	409.73	180.02	192.23	2.22	1	39	410.04	179.90	192.07	0.71	1	409.34	
6	409.76	180.25	192.90	28.21	Var3	1	23	409.96	180.23	192.23	5.12	1	40	410.12	180.08	192.09	1.23	1	UCLVar2	
7	409.92	179.87	192.06	1.39		1	24	409.78	180.13	191.75	3.40	1	41	409.58	180.05	191.83	4.98	1	180.40	
8	409.80	179.85	192.00	2.99		1	25	409.67	180.17	191.84	3.85	1	42	409.77	179.97	192.09	1.06	1	LCLVar2	
9	409.81	179.88	191.99	2.27		1	26	410.24	180.06	191.97	2.49	1	43	410.16	179.94	192.14	1.15	1	179.60	
10	409.82	180.08	192.05	0.73		1	27	410.12	180.45	192.07	15.02	0	44	409.88	180.12	192.01	0.86	1	UCLVar3	
11	409.76	179.85	191.96	3.85		1	28	410.80	180.45	191.92	36.24	Var1	1	45	410.05	179.86	192.14	1.26	1	192.58
12	410.08	180.03	192.06	0.46		1	29	410.14	180.02	191.81	2.43	1	46	409.82	179.95	191.76	3.79	1	LCLVar3	
13	410.17	180.07	191.64	5.80		1	30	409.87	180.23	192.39	7.92	1	47	410.01	180.11	192.00	0.80	1	191.53	
14	409.87	180.11	191.96	0.87		1	31	409.81	179.99	192.90	20.50	Var3	1	48	410.02	179.92	192.18	0.68	1	Eficiencia
15	410.27	179.84	192.13	3.26		1	32	409.73	180.02	192.12	1.46	1	49	410.11	179.92	192.13	0.86	1	98%	
16	409.79	179.88	192.09	2.08		1	33	410.00	179.93	192.49	5.17	1	50	410.80	179.00	192.37	66.79	Var1 Var2	1	
17	410.17	180.07	192.25	2.95		1	34	410.30	179.98	192.12	2.93	1								

Figura 3. Resultados arrojados del Control de proceso estadísticos multivariados a través de T^2 Hotelling.

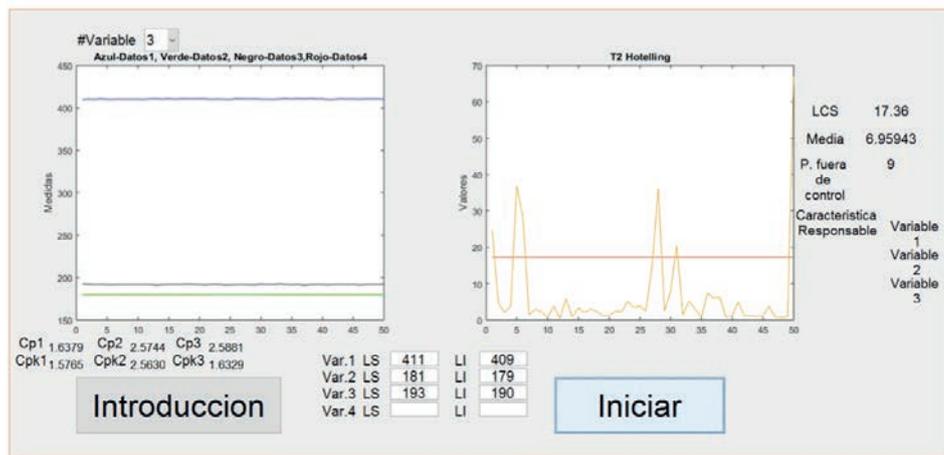


Figura 4. Interfaz gráfica para el análisis de CEPM a través de T^2 Hotelling: (Izquierda) datos del proceso en un estado del control, (derecha) análisis de T^2 Hotelling de los datos nuevos.

CONCLUSIONES

El sistema desarrollado es de gran ayuda para aquellos sistemas de manufactura en los cuales trabajen de 2 a 4 variables ya que se podrá identificar las situaciones fuera de control, así como las fuentes causantes de dichas situaciones para posteriormente poder introducir ajustes o cambios pertinentes y oportunos dentro del sistema, con la finalidad de hacer el proceso de monitoreo de la calidad de una manera más sencilla. Siguiendo el análisis de los resultados obtenidos se muestra una eficiencia del programa de 98%, debido a que el sistema, no logró identificar una variable fuera de control en la observación (27) de la Figura 3, ya que el estadístico T^2 de Hotelling es poco potente a la hora de detectar variaciones pequeñas, por esta razón, se recomienda utilizar alguna herramienta o técnica estadística como complementación al sistema. Cabe mencionar que la aplicación del sistema fue exitosa en el proceso de monitoreo y control de calidad de los transformadores, pero no es una limitante para aplicarse en cualquier sistema de manufactura que cumpla con las condiciones anteriormente mencionadas.

BIBLIOGRAFÍA

- Alfaro Navarro, J. L., & Mondéjar Jiménez, J. (2010). Gráficos multivariantes aplicados al control estadístico de la calidad. La Coruña: Netbiblo.
- CAMPOS, R., & ROCHA, R. (2009). O controle estatístico de processos (CEP) para o monitoramento da qualidade do farelo lex no processo do óleo de soja na empresa CAC. NUPEM, 13.
- Contreras Zamarrón, A. M., & Marroquin Prado, E. (2012). Monitoreo y Control de un Proceso Normal Multivariado . Saltillo: Instituto Tecnológico de Saltillo .
- F. Zertuche, L., & M. Cantú, S. (2008). Una comparación del desempeño de las cartas de control T^2 de Hotelling y de clasificación por rangos. México: Corporación Mexicana de Investigación en Materiales División de Posgrado en Ingeniería Industrial.
- Ruiz Barzola , O. H. (2013). GRÁFICOS DE CONTROL DE CALIDAD MULTIVARIANTES CON DIMENSIÓN VARIABLE. Valencia: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA.

DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN ROBOT ACUÁTICO

Katia Jiménez Anguiano¹ y Dr. Alejandro Tadeo Chávez²

RESUMEN

El presente documento muestra los trabajos realizados en el diseño de un prototipo funcional de un pez robótico, el cual después de realizar los análisis necesarios, y las pruebas, podrá implementarse en la exploración superficial de cuerpos de agua con fines de exploración.

ABSTRACT

This paper shows the work done in the design of a functional prototype of a robotic fish, which after performing the necessary analyzes and tests, can be implemented on superficial explorations in bodies of water for research purposes.

Palabras de interés: diseño, simulación, mecanismo.

INTRODUCCIÓN

Al ver imágenes de nuestro planeta, nos damos cuenta que poco más del 70% del mismo está conformado por agua, ya sean océanos, ríos, lagos o lagunas los cuales aún guardan muchos misterios para nosotros, las criaturas que los habitan son para nosotros un tema continuo de investigación, pues a pesar de tener actualmente varios métodos para explorar y analizar estos cuerpos de agua, hoy en día siguen descubriéndose nuevas especies y formas de vida.

Buscando satisfacer ésta necesidad de estudio y exploración de los cuerpos de agua, se consideró realizar un diseño y desarrollo de un prototipo de un pez robótico que nos permita la exploración superficial de cuerpos de agua de la región Bajío. El proyecto busca también realizar el diseño del pez brindando la posibilidad de adentrarse en la investigaciones de manera menos invasiva en el entorno y más segura para un ser humano.

MARCO TEORICO

- Clasificación de los peces.

El Zoólogo C.M. Breder clasificó a los peces en tres categorías dependiendo de la longitud de la cola y de las oscilaciones que estos producen. Estas categorías son: Anguilliform, Carangiform y Ostraciform (véase figura 1).

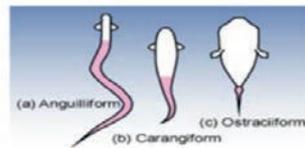


Figura 1 Clasificación de los peces

- Anatomía de un Tiburón

Pese a los cientos de especies de tiburones que existen, es posible describir las características generales que los diferencian:

□ La anatomía de la cola de los tiburones: Cada especie de tiburón tiene una cola con diseño único. Esto tiene que ver con el tamaño total del tiburón, así como cuál es el propósito de la cola.

□ Anatomía de las aletas de los tiburones: Todas las especies de tiburones tienen aletas. Tienen dos juegos que son pares iguales, que les ayudan a moverse a lo largo en el agua, así como a captar las vibraciones que están teniendo lugar en el agua. Poseen una aleta dorsal en la espalda, a veces, dos de ellas en dependencia de la especie, que les ayuda a equilibrar. La aleta anal en la parte inferior del tiburón tiene el mismo propósito.

□ Dentículos dérmicos de los tiburones: Dado que los tiburones no tienen huesos en su anatomía, se basan en dentículos dérmicos en la piel para ayudar a mantener la forma adecuada. La piel de tiburón es muy dura, y si uno la ve muy de cerca se dará cuenta que está cubierto con dentículos pequeños.

- Fuerzas que actúan sobre un pez

Las fuerzas que actúan en el pez son: peso, flotabilidad y empuje hidrodinámico en dirección vertical y en sentido horizontal, la fuerza de impulso y la resistencia (véase figura 2). Cuando la flotabilidad es negativa, el empuje hidrodinámico se genera para balancear las fuerzas verticales haciendo que el pez no se hunda. Muchos peces logran esto manteniendo las aletas en continuo movimiento.

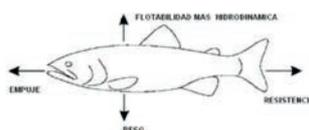


Figura 2 Fuerzas que actúan en un pez en movimiento

MÉTODOS Y MATERIALES

El modelo inicial se pensó asimilarlo lo más posible a la anatomía de un tiburón, se pensó en tres posibles movimientos la cabeza, el cuerpo que consiste en un mecanismo de cuatro barras y la cola mostrada en la figura 3.

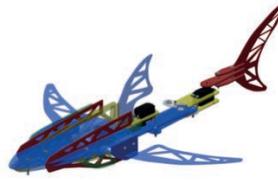


Figura 3 Modelo de pez a modificar.

El modelo mostrado anteriormente fue realizado en un software de diseño dinámico, en el cual se decidió realizar ciertas modificaciones necesarias para mejorar el movimiento y estabilidad del modelo.

- Propuestas de diseño
- o Propuesta 1.-Debido a las dimensiones del diseño original del pez, se había pensado como un modelo de 70 cm aproximadamente de largo, el cual analizando se llegó a la conclusión que era muy grande y pesado, por lo tanto se redujo su tamaño a un largo aproximado de 40 cm fue necesario realizar un redimensionamiento de todas las piezas del modelo en cuestión, llegando al resultado mostrado en la figura 4.

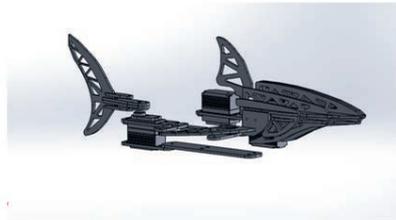


Figura 4 Nuevo modelo redimensionado.

El redimensionado del diseño se hizo con el fin de poder aprovechar de manera más eficiente el torque que nos ofrecen los servomotores, debido a que en el diseño original no generaban el suficiente movimiento para empezar a realizar pruebas de nado.

- o Propuesta 2.- La segunda propuesta consistió en un reacomodo del servomotor encargado del movimiento de la aleta trasera del pez en consecuencia el servomotor que se coloca en medio de todo el sistema también fue reacomodado como se observa en la figura 5.



Figura 5 Nuevo diseño con servomotor de la cola invertido.

El motivo de realizar estas modificaciones fue para hacer un reacomodo de las masas de los motores, pensando en que pueden dar mejor estabilidad al diseño final.

- o Propuesta 3.- Esta propuesta consiste en eliminar el servo que controla la aleta trasera del pez para realizar un movimiento más natural y reacomodar las masas de los servomotores como se muestra en la figura 6.

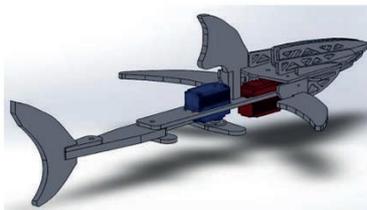


Figura 6 Nuevo diseño eliminando servomotor de la cola.

Al analizar las propuestas de diseño que se estuvieron trabajando nos dimos cuenta que la más factible para ser construida y que más concuerda con la anatomía del tiburón y su modo de nado es la tercera. Al realizar las simulaciones en el software de simulación y probar con distintos ángulos de nado la tercera opción se veía más natural que las anteriores.

- Simulación
- La simulación se llevó a cabo exportando el modelo del pez desde el software de diseño al software de simulación dinámica. En el modelo se resaltan los servomotores, el que da movimiento a la cabeza (rojo) y el que da movimiento al mecanismo de cuatro barras (azul), tal como se muestra en la figura 7.

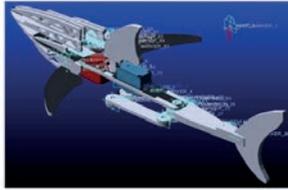


Figura 7 Modelo final del pez robótico exportado al software de simulación dinámica.

RESULTADOS

Al realizar la simulación, introducirle movimiento y calcular la velocidad angular de la cabeza y el mecanismo de 4 barras se obtuvo la siguiente gráfica. La curva de color azul nos muestra el movimiento relacionado a la cabeza, el cual se lleva a cabo de manera senoidal de 3 a -3. La curva de color rojo representa el movimiento relacionado al cuerpo, la cual se comporta de manera senoidal también con un rango de 18 a -18 (Figura 8).

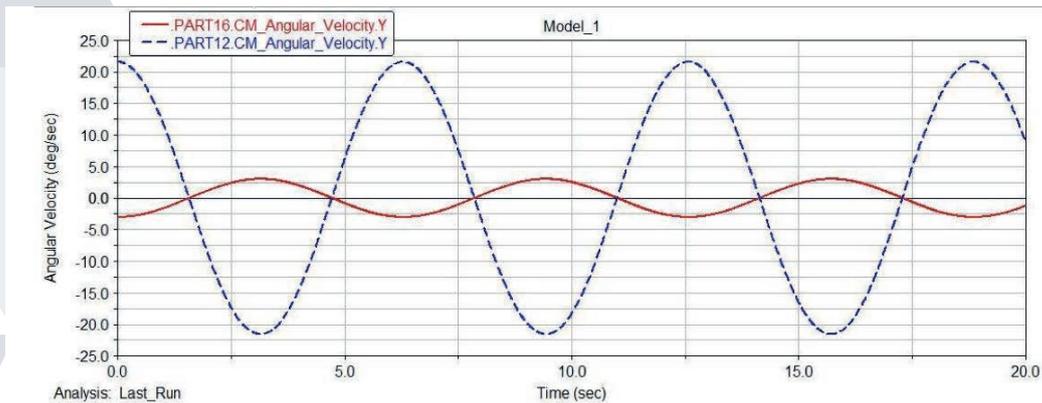


Figura 8 Gráfica representando velocidad angular de movimientos de cabeza y cuerpo.

Al observar los resultados obtenidos en la simulación, compararlos con los resultados de los otros modelos de las propuestas anteriormente mencionadas, se llegó a la conclusión que el modelo seleccionado sería viable para llevar a cabo la construcción de un prototipo, en el cual se han considerado materiales como acrílico, aluminio, caucho, etc.

CONCLUSIONES

Trabajar en el diseño de cualquier animal robótico es bastante complicado pues lograr acercarte a sus movimientos y a su anatomía presenta un verdadero reto, en este caso el pez que se diseñó se buscó no sólo lo anteriormente mencionado sino que fuera posible construir un prototipo viable para la investigación. Al realizar al trabajo aumentamos nuestras habilidades en el uso de software de diseño dinámico y el software de simulación dinámica. Aprendí sobre las reglas de diseño de mecanismos como el de 4 barras utilizado en el pez. Fue bastante satisfactorio el trabajo en equipo con nuestro profesor investigador y se lograron los objetivos esperados del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- http://www.amimascota.com/articles/peces_2/anatomia_peces.htm
- <http://www.tiburonpedia.com/anatomia-del-tiburon/>
- <http://www.sharks-world.com/es/anatomia-de-los-tiburones/>
- Tadeo, Alejandro. Apuntes de mecanismos. Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. 2007. pp 6-64.

OPTIMIZACIÓN DE LAS OPERACIONES DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS TECNOLÓGICOS EXISTENTES PARA EL MANEJO DE MATERIALES Y DE INFORMACIÓN EN EL BAJÍO

Leyra Sharet Martínez Pérez¹ y Rocío Edith Rodríguez Gutiérrez²

RESUMEN

Los Centros de Distribución pueden ser parte de una estrategia para lograr una mayor satisfacción al cliente ya que propician que el cliente tenga el producto que desea en el momento y lugar que lo necesita. En la actualidad hay Centros de Distribución que ya están fuertemente consolidados y que tienen sistemas de suministro complejos y estables, sin embargo también los hay pequeños con intención de crecer, y la investigación realizada puede ser de mucha utilidad para éstas en la mejora de sus procesos, ya que además de definir qué es un Centro de Distribución, se mencionan los tipos, características, funciones, áreas y el equipo y tecnología para manipulación de materiales.

ABSTRACT

The Distribution Centers can be a part of a strategy to achieve a better customer satisfaction because these propitiate that the customers have the product they wish at the time and place they need. Nowadays, there are Distribution Centers that are already strongly consolidated and have complex and stable supply systems, however there are also small ones with an intention to grow, and the research done can be very useful for them in the improvement of their processes, because in addition to defining what is a Distribution Center, the types, characteristics, functions, areas and equipment and technology for material handling are mentioned.

Palabras Clave: CeDis, WMS, ERP, tecnología.

INTRODUCCIÓN

El fenómeno de la globalización ha eliminado las barreras comerciales, lo que ha dado como resultado una “guerra” entre las organizaciones por posicionarse en el mercado, haciendo que su nivel de competitividad vaya enfocado a la satisfacción del cliente para que de esta forma éste cree un vínculo directo con la empresa y así generar consumidores leales. Los Centros de Distribución, nacen precisamente de esta necesidad, las organizaciones entienden que actualmente se lleva un ritmo de vida muy acelerado y los clientes quieren los productos cada vez más rápido y más cerca. Los CeDis juegan un rol muy importante en esto ya que las actividades que se llevan a cabo en ellos permiten una distribución más eficiente de las mercancías. La investigación realizada no se centra en la satisfacción del cliente sino en lo que hay actualmente para la optimización de las actividades que se llevan a cabo en los Centros de Distribución, pero es importante saber que una cosa va relacionada con la otra.

El objetivo general de la investigación realizada fue elaborar un análisis de los sistemas tecnológicos existentes para el manejo de materiales y de información que contribuyan a la optimización de las operaciones de un Centro de Distribución. Los objetivos específicos fueron:

Conocer las actividades relacionadas con la operación de un centro de distribución.

Identificar los sistemas tecnológicos relacionados con el manejo de materiales dentro de los centros de distribución.

Identificar los sistemas tecnológicos generales utilizados para el manejo de información en un centro de distribución y en las operaciones relacionadas con éste.

MARCO TEORICO

Comúnmente se confunden los conceptos de almacén y Centros de Distribución, que, si bien ambos comparten el objetivo de almacenar y resguardar la mercancía, existen algunas diferencias significativas: El almacén se limita al resguardo, almacenaje y manipulación de la mercancía para su posterior despacho, mientras que el Centro de Distribución además de cumplir con las funciones anteriores añade un valor agregado, ya que dentro de él se hacen operaciones de ruptura de carga, consolidación, des consolidación, picking, empaquetado, embalado y distribución.

Las 3 principales funciones de un CeDis son:

1. Reducción de costos de operación.
2. Proporcionar un servicio satisfactorio al cliente.
3. Dar continuidad al proceso productivo.

Las áreas de un CeDis son:

- Área de carga y descarga.
- Área de recepción y control.
- Área de almacenamiento.
- Área de picking (preparación de pedidos).

- Área de expedición.
- Área de oficinas y sanitarios.
- Áreas especiales.

Equipo para el manejo de materiales de un CeDis:

Existen dos tipos de elementos de manipulación de mercancías, los fijos y los móviles, la elección de estos dependerá de las instalaciones y la naturaleza del producto.

Equipos de manipulación móviles:

- Transpaleta.
- Apiladores.
- Transelevadores.
- Carruseles.
- Carretillas elevadoras con horquillas frontales.
- Carretillas con mástil retráctil.
- Carretillas con horquillas tri-direccionales.
- Carretillas de preparación.
- Carretillas guiadas por cable.
- Armarios rotativos.

Equipos de manipulación fijos:

- Rodillos.
- Cintas transportadoras.
- Sistema de transporte aéreo.

Tecnología existente para el manejo de información en un CeDis:

- Sistema ERP (Enterprise Resource Planning).
- WMS (Warehouse Management System).
- Módulos de control de inventarios.

MÉTODOS Y MATERIALES

La investigación realizada fue una investigación descriptiva, ya que únicamente se recopiló información de fuentes bibliográficas para su desarrollo.

Se comparó la información de distintos autores para complementar la investigación y que fuera lo más completa posible.

RESULTADOS

Durante la búsqueda de información se pudieron conocer y definir las diferentes actividades que se llevan a cabo en los Centros de Distribución y que estas varían según el giro del mismo. De la misma manera, se identificó una gran variedad de sistemas tecnológicos para el manejo de materiales, y los más importantes sistemas tecnológicos para el manejo de información, y que la elección los que se utilizarán depende del tamaño del Centro de Distribución y del tipo de actividades que se realicen en él.

Al comparar información de distintos autores se pudieron entender de una manera más amplia los temas de la investigación.

CONCLUSIONES

Con la investigación realizada podemos concluir que no todos los CeDis operan de la misma manera, y por lo mismo hay tecnología y equipo de manejo de materiales que pueden adoptarse según la naturaleza del mismo.

Si un Centro de Distribución es pequeño no tiene caso que se emplee tecnología tan costosa pues no se estaría aprovechando del todo y en vez de ser una inversión representaría un gasto innecesario.

Por otro lado, si se tiene una visión de crecimiento, vale la pena invertir en tecnología y equipo ya que esto ayudaría a la optimización de las actividades que se realizan desembocando en reducción de costos y aumento de utilidades.

BIBLIOGRAFÍA

- BOWERSOX, D. (2007). Administración y logística en la cadena de suministros. México: McGraw-Hill.
- GARCÍA, A. (2010). Almacenes: planeación, organización y control. México: Trillas.
- MAULEÓN, M. (2003). Sistemas de almacenaje y picking. Madrid: Díaz de Santos, S. A.
- MORA, L. (2011). Gestión logística integral. Madrid: Starbook.
- ROUX, M. (2009). Manual de logística para la gestión de almacenes, las claves para mejorar su almacén. Barcelona: Gestión 2000.
- SOLER, D. (2013). Diccionario de logística. México: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.

CARACTERIZACIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE BRONCE-CARBONO SINTETIZADAS UTILIZANDO ARCO ELÉCTRICO INMERSO EN AGUA DESTILADA.

Rodríguez Larios Lucía¹ y Rebollo Plata Bernabé²

RESUMEN

En este trabajo se presentan resultados sobre micro y nanopartículas del compuesto bronce-carbono sintetizadas con el sistema inmerso en agua destilada, bajo distintas condiciones y variando la corriente eléctrica de 50 a 300 A con un voltaje constante (27 V). Estas estructuras son caracterizadas usando difracción de rayos X, microscopía electrónica de barrido, espectroscopia Raman y espectroscopia Uv-Vis. Nuestros resultados demuestran que las micro y nanoestructuras han sido preparadas a un bajo costo con alta calidad.

ABSTRACT

This paper presents results on micro and nanoparticles of the composite bronze-carbon synthesized with the system immersed in distilled water under different conditions and varying the electric current from 50 to 300 A with a constant voltage (27 V). These structures are characterized using X-ray diffraction, scanning electron microscopy, Raman spectroscopy and Uv-Vis spectroscopy. Our results demonstrate that micro and nanostructures have been prepared at a low cost with high quality.

Palabras Clave: Nanopartículas bronce-carbono, agua destilada, arco eléctrico inmerso en líquido.

INTRODUCCIÓN.

La síntesis de nanopartículas metálicas es un campo de investigación en crecimiento en ciencias químicas. Las partículas del tamaño de 1 a 100 nm están caracterizadas por las propiedades enormemente distintas de aquellas de los materiales en “bulk” con la misma composición química. Como las partículas son reducidas en tamaño, las propiedades en bulk de las partículas desaparecen para ser sustituidas por aquellas de un “quantum dot”, siguiendo las reglas de mecánica cuántica. Por la reducción de tamaño, la alta razón superficie específica/volumen nos lleva a la ampliación de la actividad catalítica de la nanopartícula. Entre varias de las nanopartículas metálicas, las nanopartículas de Cu, Zn y Cu-Zn han atraído considerable atención porque estas son materiales metálicos importantes en tecnologías modernas. El interés significativo ha sido enfocado sobre estas nanopartículas debido a sus inusuales propiedades ópticas, catalíticas, mecánicas y eléctricas. Estas nanopartículas pueden ser obtenidas por distintos métodos tales como: descomposición térmica, reducción de sales de metales, calentamiento por microondas, técnicas súper críticas, ablación láser, reducción química, descarga de arco en CD, etc. [1]

En años recientes, hay un incremento de interés en materiales compuestos porosos basados en espuma de carbono (C-foam) y nanopartículas intermetálicas (Cu-Zn). Las aleaciones a nanoescala de bronce tienen un interés potencial para un número de aplicaciones en el rango del diseño de materiales compuestos hasta la tecnología de celdas de combustible de óxido sólido para formar efectos de memoria. Ejemplos de la síntesis de aleaciones a nanoescala, tal como la síntesis de compuestos de AuSn a nanoescala por métodos de deposición en fase vapor, han sido reportados en la literatura. A la fecha, la síntesis de aleaciones a nanoescala ha sido frecuentemente involucrada en equipo especializado, tal como cámaras UHV y fuentes de alta radiación de energía [2]

METODOS Y MATERIALES.

El sistema de arco eléctrico utiliza electrodos los cuales son barras cilíndricas comerciales de bronce y carbono con 7.5 cm de longitud y de 1 a 6 mm en diámetro, respectivamente. Los electrodos son limpiados con acetona, antes de ser usados; entonces estos son colocados de forma frontal uno del otro a una distancia de 1 mm aproximadamente. Uno de los electrodos es fijo, el otro desplazable. En el sistema se crea un plasma a distintas corrientes: 50, 75, 100, 150, 200, 250 y 300 A; a un voltaje constante (27 V). Para preservar el plasma una perilla es utilizada para desplazar la barra deslizante, y por lo tanto conservar la distancia entre ambas barras. La técnica utiliza un contenedor rectangular de vidrio pyrex, donde los electrodos se sumergen a una profundidad de 6cm en agua destilada. Los experimentos tienen una duración de cinco minutos. Durante el experimento, las micro y nanopartículas pueden ser halladas en tres zonas: en el fondo del contenedor debido a la precipitación (zona 1), flotando en la superficie (zona 2) y flotando en la zona intermedia del contenedor (zona 3). En la figura 1 se puede observar un esquema del sistema utilizado.

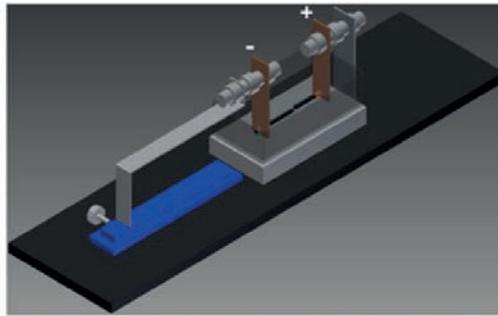


Figura 1. Representación esquemática del sistema de arco eléctrico inmerso en agua destilada.

Después de coleccionar las partículas metálicas de cada una de las zonas por medio de una pipeta estas son colocadas en contenedores pequeños. Cada una de estas muestras es expuesta a un proceso de sonicación de 60 min. La sonicación ayuda a mejorar la dispersión y seleccionar las partículas. Por lo tanto, algunas gotas del contenedor son suficiente para su caracterización. En la figura 2 se muestra una serie de experimentos, variando la corriente eléctrica, tomándose un muestreo de la zona 3.



Figura 2. Muestreo de los experimentos realizados mediante arco eléctrico inmerso en agua destilada, variando la corriente eléctrica.

Para investigar las propiedades de las partículas, de las tres zonas, distintas técnicas son utilizadas. Un microscopio electrónico de barrido (JSM-5400LV, JEOL) ha sido utilizado para explorar la morfología, combinada con EDS, para realizar un análisis químico elemental y un espectrómetro UvVis (Cary 50 Conc), varían para determinar la transmitancia óptica de las partículas y la brecha de energía. Una vez que los análisis son realizados, se puede determinar cuál zona tiene las mejores propiedades de acuerdo a la aplicación deseada.

RESULTADOS.

Microscopía electrónica de barrido.

En la figura 3, se muestra una micrografía de la síntesis de bronce-carbono tomada de la zona 3, como podemos observar existen secciones de partículas aglomeradas del tamaño de $\sim 1 \mu\text{m}$ y secciones con estructuras tipo fibras. Es importante hacer notar que además existen zonas claras y oscuras, debido a los componentes de los materiales utilizados en los experimentos.

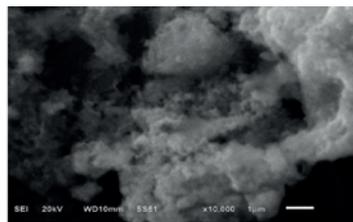


Figura 3. Micrografía de los elementos componentes del experimento realizado con bronce-carbono utilizando arco eléctrico inmerso en agua destilada.

Los resultados a cerca de los elementos componentes de la síntesis, utilizando EDS, se muestran en la tabla 1:

Tabla 1. Porcentaje de los elementos componentes en los materiales utilizados en los experimentos realizados con arco eléctrico inmerso en agua destilada.

Elementos componentes					
C	O	Si	Cu	Zn	Total
9.25	25.96	0.23	13.01	51.55	100.00

De la tabla 1 podemos ver que posiblemente las partes claras de la micrografía mostrada en la figura 1 se deben a las contribuciones de cobre y zinc y las oscuras al carbono.

Espectrofotometría.

La Figura 4 muestra la transmitancia óptica de las partículas sintetizadas a distintas corrientes, para una longitud de onda en el rango 200-800 nm. Podemos notar un incremento en el porcentaje de la transmitancia, a partir de 300 nm, conforme se incrementa la longitud de onda, lo que nos hace pensar en que las nanopartículas sintetizadas poseen una buena transparencia. En el espectro de absorción se aprecia un pico en $\sim 263 \text{ nm}$, el cual está originado por una estructura $C = C$. [3]

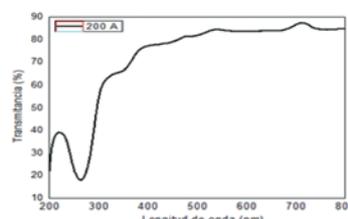


Figura 4. Espectros de transmitancia óptica de partículas de bronce-carbono sintetizadas a distintas corrientes (50, 100, 150, 200, 250 A) mediante la técnica de arco eléctrico inmerso en agua destilada.

Band gap óptico.

En la figura 4 se mostró la transmitancia óptica de las partículas de Bronce-C para distintas corrientes, utilizando esta información podemos graficar $(\alpha hv)^2$ como una función de hv de las partículas de Bronce-C. Utilizando la ecuación 1).

$$\alpha = \frac{\alpha_0(hv-E_g)^n}{(hv)} \quad (1)$$

Donde E_g es la separación entre el borde inferior de la banda de conducción y el borde superior de la banda de valencia, α es la absorción de la película delgada, α_0 es el coeficiente de absorción, hv es la energía de fotón y n es una

constante. Los valores de n dependen de la probabilidad de transición; este toma los valores como $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{2}$, 2 y 3, para una transición directa permitida, directa prohibida, indirecta permitida e indirecta prohibida, respectivamente. El método usual para determinar E_g involucra graficar $(\alpha hv)^{1/n}$ vs hv . Extrapolando la porción lineal de $(\alpha hv)^{1/n}$ vs hv para $\alpha = 0$, podemos estimar la brecha de energía del pico de absorción. Para esto se sigue la ecuación 2).

$$\alpha = 2.303 \log \left(\frac{T}{d} \right) \quad (2)$$

donde T es la transmitancia óptica y d es el espesor de la película delgada, en este caso se tiene el tamaño de partícula. Como se muestra la ecuación 3).

$$E = hv = \frac{1240}{\lambda(nm)} eV \quad (3)$$

con estos datos se obtiene la gráfica: $(\alpha hv)^2$ vs hv . Siendo los resultados los presentados en la figura 5.

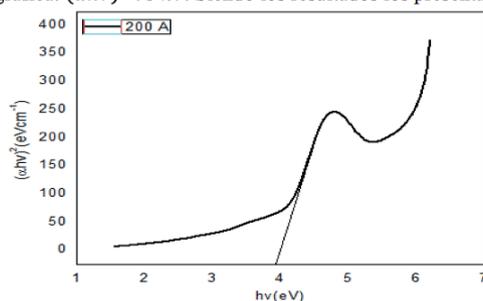


Figura 5. Gráfica de $(\alpha hv)^2$ vs hv de las partículas de Bronce-C sintetizadas para 200 Å.

De la figura 5 se pudo determinar de forma cualitativa que el valor de la brecha de energía es 3.91, la figura 5 muestra de forma significativa como se hizo el proceso.

CONCLUSIÓN.

Se ha mostrado que la técnica de arco eléctrico inmerso en agua destilada es una técnica potencial para el crecimiento de partículas metálicas y bimetálicas con distintos tamaños en procesos controlados. En este trabajo de micro y nanopartículas de los materiales involucrados, en este caso bronce-carbono han sido sintetizados a bajo costo y alta calidad. Hasta donde conocemos no hay reportes previos del tipo de material sintetizado en este trabajo, así que esto incrementa su relevancia.

BIBLIOGRAFÍA.

Artículos de revista

- [1] T. Petrov, I. Markova-Deneva, O. Chauvet, R. Nikolov, I. Denev. Journal of Chemical Technology and Metallurgy, 47, 2, 2012, 197-206.
- [2] N.A. Smith, N. Sekido, J.H. Perepezko, A.B. Ellis, W.C. Crone, Scripta Materialia, xxx(2004) xxx-xxx.
- [3] C.S. Chen, X.D. Xie, T.G. Liu, L.W. Lin, J.C. Kuang, X.L. Xie, L.J. Lu, S.Y. Cao. J. Nanopart Res (2012)14:817.

REDISEÑO DE UN MECANISMO ARTICULADO CONTROLADO POR ARDUINO

Luis Enrique Gallardo Molina y Francisco Javier Ortega Herrera

RESUMEN

El objetivo del siguiente trabajo es diseñar un mecanismo desde el modelado de piezas, hasta la programación necesaria para mover el mecanismo. En el trabajo se menciona lo necesario para el rediseño de un mecanismo articulado plano, de cómo se realiza el prototipo del mecanismo desde el diseño hasta la implementación de un servomotor por medio de una tarjeta de Arduino Uno. Para el modelado del mecanismo, se utiliza el software Solidworks para el diseño de piezas. Y después, se programa un código para controlar un servomotor por medio de Arduino. Al término, los resultados muestran que funciona el mecanismo y éste trabajo sirve como una prueba al final para comprender como es que funcionan éstos aparatos y que ayudan a ver en el ámbito laboral que otras cosas se pueden llegar a hacer.

ABSTRACT

The objective of the next work is to design a mechanism of the parts model, to the programming necessary to move the mechanism. In the work we mention the necessary for the redesign of the plane articulated mechanism, of how the processing of the mechanism is realized from the design to the implementation of a servomotor by means of an Arduino Uno card. For the model of the mechanism, it is used SolidWorks software for part design. And then, a code is programmed to control a servomotor through Arduino. At the end, the results that work the mechanism and this work serves as a test at the end to understand how these mechanisms work and help to see in the workplace that other things can be done.

Palabras Clave: Mecanismo, arduino, servomotor

INTRODUCCIÓN

La teoría de los mecanismos y las máquinas es una ciencia aplicada que sirve para comprender las relaciones entre la geometría y los movimientos de las piezas de una máquina o un mecanismo, y las fuerzas que generan tales movimientos, según Shigley, J (2001). Enríquez, R.(2009) explica, Arduino es una plataforma de prototipos Arduino es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open-source) basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar. Está pensado para artistas, diseñadores, como hobby y para cualquiera interesado en crear objetos o entornos interactivos.

Arduino puede sentir el entorno mediante la recepción de entradas desde una variedad de sensores y puede afectar a su alrededor mediante el control de luces, motores y otros artefactos. Los servomotores son mecanismos que se utilizan en muy diversas aplicaciones, que van desde tareas sencillas como impulsar bandas transportadoras, hasta tareas complejas como es la generación de movimiento en robots manipuladores dice Castañeda, R. & González, M.(2008).

MÉTODOS Y MATERIALES

1. Se analizan los planos del mecanismo a trabajar, y se determinan las medidas y la posición en la que van los eslabones.
2. En Solidworks se analiza y diseña cada una de las piezas del mecanismo, para así verificar en la simulación que cada movimiento o giro cinemático de los eslabones no tenga problema alguno, se deja el debido espacio para ensamblajes, tornillos, el lugar de la tarjeta Arduino, el cableado, la batería de 6v a 7v y un servomotor de 360° de giro.

Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Coordinación de Ingeniería Electromecánica. Carretera Irapuato-Silao Km 12.5, C.P. 36821, Irapuato, Guanajuato, luen95@hotmail.com

Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Coordinación de Ingeniería Electromecánica. Carretera Irapuato-Silao Km 12.5, C.P. 36821, Irapuato, Guanajuato, frortega@itesi.edu.mx

3. En AutoCAD se elaboran los planos de fabricación del mecanismo, se escoge el material de acrílico con un espesor de 6 mm, las medidas del corte de la placa son de 64 cm x 40 cm.
4. Se construye físicamente el mecanismo y se adjunta en el interior de éste la tarjeta Arduino programada, junto a las conexiones del servomotor y la fuente de potencia.

RESULTADOS

La figura 1 presenta el plano del mecanismo y en la figura 2 muestra la pieza principal del motor del mecanismo.

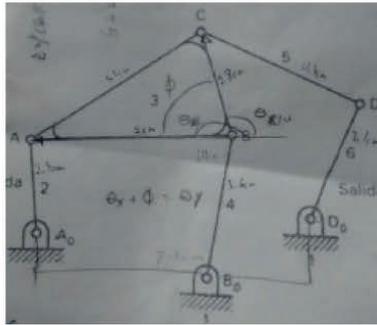


Figura 1. Plano del mecanismo.

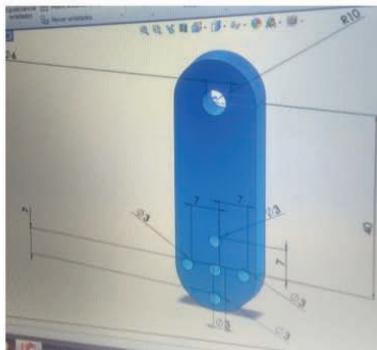


Figura 2. Pieza del mecanismo.

En la figura 3 muestra el modelado de las piezas y en la figura 4 presenta la plantilla de corte del material.

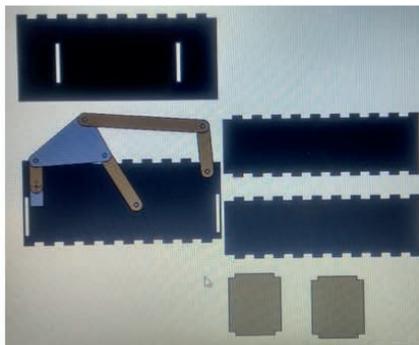


Figura 3. Modelado del mecanismo.

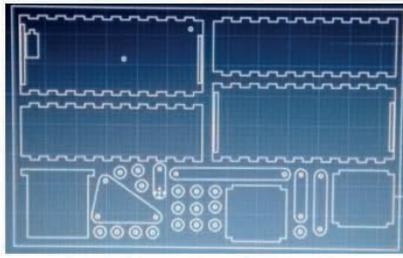


Figura 4. Plantilla del mecanismo.

En la Figura 5 se conecta la placa de Arduino UNO, a una protoboard, para hacer las conexiones con un servomotor MG995 de 180°, y a una batería recargable de 6v. La primera conexión, va del PIN 9 a nuestro cable amarillo del servo, para la segunda conexión el cable intermedio va a la alimentación de 5 voltios y el cable marrón u oscuro va conectado a tierra.

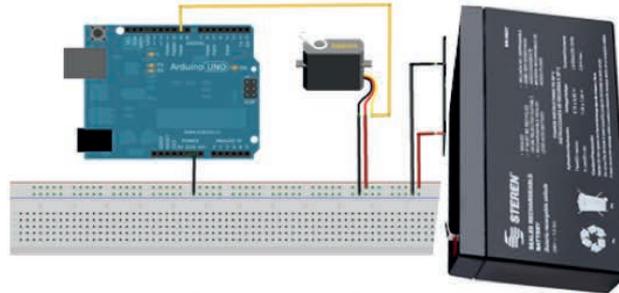


Figura 5. Conexiones del arduino uno, el servomotor y la fuente de alimentación a la protoboard.

En la figura 6 se presenta el código de programación para el servomotor y en la figura 7 se muestra el material requerido.

```

Servo Arduino 1.8.3
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
Servo $

#include <Servo.h>

Servo myservo; // crea el objeto servo

int pos = 0; // posicion del servo

void setup() {
  myservo.attach(9); // se vincula el servo al pin digital 9
}

void loop() {
  //varia la posicion de 0 a 180, con esperas de 15ms
  for (pos = 0; pos <= 180; pos += 1)
  {
    myservo.write(pos);
    delay(15);
  }

  //varia la posicion de 0 a 180, con esperas de 15ms
  for (pos = 180; pos >= 0; pos -= 1)
  {
    myservo.write(pos);
    delay(15);
  }
}
  
```

Figura 6. Programa en la aplicación de arduino.



Figura 7. Material de programación y ensamble.

En la figura 8 y 9 se muestra el trabajo final del mecanismo.



Figura 8. Mecanismo final vista 1

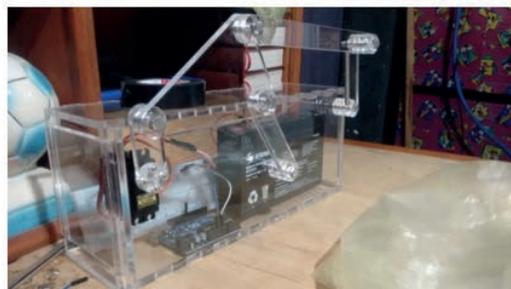


Figura 9. Mecanismo final vista 2

CONCLUSIONES

Al término del proyecto, se corrobora que el mecanismo funciona con el código en Arduino, así como indica el sentido de giro del servomotor de 0° a 180° al conectarlo a la fuente de alimentación. Un servo es un motor especial hecho de componentes electromecánicos y electrónicos, para el control de posición y está diseñado para moverse con determinada cantidad de grados. Los resultados muestran que funciona el mecanismo y el trabajo sirve para comprender cómo es el funcionamiento de ciertos aparatos y que se pueden llegar a hacer más con fines distintos.

BIBLIOGRAFIA

Libros

SHIGLEY, J (2001). Teorías de máquinas y mecanismos. México, D.F. McGraw-Hill

ENRÍQUEZ, R.(2009). Guía de usuario de Arduino. Creative Commons

CASTAÑEDA, R. & González, M. (2008) Diseño de un control adaptable de velocidad para servomotores utilizando método de Lyapunov.

IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL PARA UN PÉNDULO INVERTIDO ROTACIONAL

Flores Alvarado Manuel y Vergara Esparza Rosalía

RESUMEN

El presente trabajo expone el desarrollo para la implementación de un control para un péndulo invertido rotacional, haciendo uso del diseño de un control clásico. Basándose en el estudio del conjunto de fuerzas a las cuales se encuentra sometido el sistema para la obtención de su modelo matemático. Y haciendo uso de conocimientos implementados de electrónica digital y de potencia para la realización del mecanismo del péndulo. Logrando con la unión de las diferentes áreas de la ingeniería un péndulo controlado en su posición vertical por medio del control clásico.

Palabras Clave: Péndulo invertido rotacional, control clásico, implementación.

ABSTRACT

The present paper presents the development for the implementation of a control for a rotational inverted pendulum, making use of the design of a classic control. Based on the study of the set of forces on which are subject the system is obtained its mathematical model. And it does making use of implemented knowledge of power electronics and digital for the realization of the mechanism of the pendulum. It does achieving with the union of the different engineering areas a controlled pendulum in its vertical position by means of the classic control.

Key words: inverted rotational pendulum, classic control, execution

INTRODUCCIÓN

Los péndulos han sido objeto de estudio de gran importancia para la física, tal es el caso del estudio de vibraciones mecánicas, el cual evolucionó gracias a los estudios sobre el péndulo simple realizado por Galileo Galilei. Con el tiempo se requirió del control de los sistemas y el interés se dirigió a la creación del área de investigación de control. Para el interés de este trabajo se estudian los mecanismos pendulares sub actuados, es decir que poseen menos actuadores que grados de libertad, los cuales son perfectos análogos de otros sistemas tales como cohetes, robots bípedos, brazos robóticos, drones e incluso los segways [3], los cuales son implementaciones del estudio de péndulos.

Gracias a tal relevancia se han realizados una amplia variedad de experimentos, que a pesar de su escasa área de aplicación son de sobresaliente importancia didáctica. Entre los cuales el más estudiado es el “péndulo invertido sobre un vehículo” el cual consiste en una barra unida a un carro por uno de sus extremos, este se mueve dentro de las limitaciones de un riel por acción de una fuerza externa, con el objetivo de mantener a la varilla en la posición vertical inestable, sin embargo, el control del sistema se encuentra limitado por la extensión de la vía. Como solución a este evento Katsuhisa Furuta propuso el péndulo rotatorio [6]. En el presente trabajo se implementa el control clásico para un péndulo rotacional buscando su posición vertical basándose en el modelo propuesto por Furuta.

MARCO TEÓRICO

El modelo de Furuta consiste en un actuador unido a una barra, la cual gira sobre el plano horizontal por efecto de este, el brazo a su vez se encuentra acoplado al extremo del péndulo el cual experimenta movimiento debido a la transición de fuerzas dentro del sistema, tal como se ve en la Figura 1. Si bien este modelo carece de elementos que limiten su control, la nueva configuración origina fuerzas centrípetas y de coriolis no presentes en el modelo clásico.

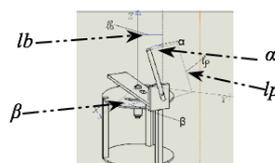


Figura 1. Modelo del péndulo de Furuta

En la Figura 1 podemos ver el modelo del péndulo de Furuta en el cual se asigna como α al ángulo formado por el brazo y se define positivo cuando tiene movimientos opuestos a las manecillas del reloj y negativo en sentido opuesto, y el ángulo β el producido por el péndulo, definido positivo en torno a las manecillas del reloj, cuyo origen se sitúa en la posición vertical del eslabón. A continuación, se incluyen los valores numéricos de todos los parámetros de la planta.

Control sobre la planta

El control sobre la planta ha sido históricamente efectuado por la combinación de dos controladores, debido a

que el problema puede ser dividido en dos etapas: una lineal, que corresponde a estabilizar al péndulo y otro global cuyo objetivo es llevar al péndulo desde cualquier punto a la posición vertical, conocido como “swing-up”, problema que ha sido objetivo de múltiples estudios y por tanto tienen una amplia gama de soluciones basadas en diferentes comportamientos físicos de la planta.

Control de estabilización PID

Un controlador PID se basa en una referencia establecida por el usuario, la cual se compara con la variable de salida de la planta, y como resultado emite una señal de control que intentara llevar al sistema al punto de referencia, este controlador es de tipo lineal y se lleva a cabo mediante la conjunción de tres acciones: proporcional (P), integral (I), y derivativa (D).de transferencia queda descrita por la ecuación 1). Las ganancias K_p , T_i y T_d se deben obtener por medio de métodos de sintonización tales como el método de Ziegler-Nichols.

$$C_{PID}(S) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right)$$

Control Global “swing-up”

La maniobra de control global Swing Up consiste en llevar el péndulo de la posición vertical inferior donde $\alpha = \pi$ hasta una posición tal que se pueda linealizar el modelo matemático para que el control de estabilización tome el control de la planta. El péndulo se balancea basado en control de energía, por lo cual la posición y velocidad del pivote no son consideradas, sin embargo el comportamiento global de las oscilaciones queda definido por la relación () de la máxima aceleración del péndulo (\ddot{u}) y la aceleración de la gravedad (g), de forma que si incluso una sola oscilación puede ser capaz de cumplir con el objetivo. La energía del péndulo sin aplicar control queda descrita por la ecuación 2).

$$E = \frac{1}{2} j (\dot{\alpha})^2 + mgl(\cos \alpha - 1)$$

MÉTODOS Y MATERIALES

Para la creación del control para el péndulo fue necesario hacer uso del control en base a dos etapas, una para estabilizar el péndulo y otro para llevar el péndulo desde cualquier punto a la posición vertical, anexo a esto al modelo físico se le implementó una subrutina para el levantamiento debido a las limitantes físicas con las que cuenta planta. La división de controladores se muestra gráficamente en la Figura 2, dicha división se muestra en función del ángulo del péndulo. Debido a que la velocidad de muestreo de los encoders utilizados era menor a la velocidad angular del brazo y del péndulo en caída libre se optó por acoplar dos sensores infrarrojos en los límites físicos de la base para reiniciar el conteo de posición y mandar una señal de interrupción y uno más en el brazo horizontal con la misma función [6].

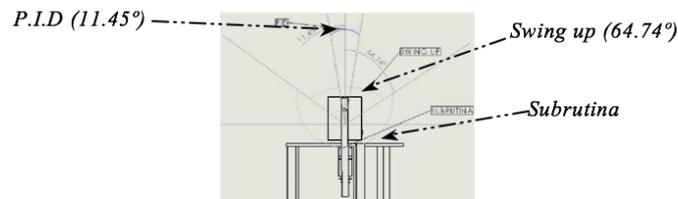


Figura 2. Conmutación entre controladores

Como se mencionó anteriormente la finalidad de este control es mantener el péndulo en su posición vertical, dentro del modelo físico el control se efectúa por una placa Arduino UNO. Para llevar a cabo este control es necesario conocer las funciones de transferencia de la planta y el motor y para obtenerlas se desarrolló un modelo matemático.

El modelo matemático del sistema se puede obtener por medio de la ecuación de Euler-LaGrange, la cual corresponde a un análisis energético sobre el sistema. De esta forma se obtienen las ecuaciones 3) y 4) que representan la dinámica del sistema donde el LaGrangiano L representa la diferencia entre la energía cinética y potencial [11].

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\beta}} \right) - \frac{\partial L}{\partial \beta} = \tau_{\beta} \quad (3)$$

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\alpha}} \right) - \frac{\partial L}{\partial \alpha} = c \quad (4)$$

Posteriormente se obtiene el modelo lineal alrededor de un punto de operación de interés el cual corresponde a $[x_1 = n, x_2 = 0, x_3 = k\pi \text{ y } x_4 = 0]$ donde $k=0$ para cumplir con las condiciones de problema y n es seleccionado arbitrariamente debido a la irrelevancia de este parámetro para el control. Por tanto se obtienen la función de transferencia 5) linealizadas alrededor de la posición vertical.

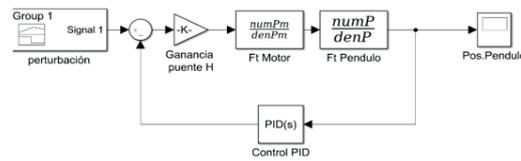
$$H_p(s) = \frac{\alpha(s)}{s^2 \beta(s)} = \frac{0.453 \times 10^{-3}}{s^2 + 121.665} \quad (5)$$

Siendo que la función de transferencia 5) relaciona la posición del péndulo con la aceleración del brazo, es necesario conseguir una expresión para esta, sabiendo que el brazo está conectado a un motor eléctrico DC y experimenta la misma aceleración angular que está presente, por lo que se puede partir de la función de transferencia del mismo y considerando $L \ll Jm, R, k_e, k_t, B$ y $k_t \cong k_e$ la expresión que relaciona la aceleración angular con el voltaje de

entrada el cual corresponde a nuestra señal de control, obtenemos la expresión de la ecuación 6).

$$H_m(s) = \frac{s^2 \beta(s)}{V(s)} = \frac{kt \cdot s}{R(sJ_m + B) + k_e s^2} \quad (6)$$

Debido a las limitantes que acompañan el elegir un método de control clásico, las cuales incluyen el carecer de condiciones iniciales, la organización del diagrama de bloques difiere de la convencional, esta debe representar un sistema cuya condición inicial corresponde a $\alpha = 0$ el cual recibe una perturbación en un tiempo $t > 0$ así el objeto de estudio pasa a ser que tan rápido el sistema pueda regresar a su primer estado. Posteriormente se seleccionan las ganancias $k_p=192.555621$, $k_f=80.75862$ y $k_e=4.13934$ que favorecen la respuesta en estado estacionario.



La figura 3 muestra el diagrama de bloques completo de la planta. Una referencia es definida por el usuario, en este caso, las funciones de transferencia del motor y el péndulo relacionan la posición del péndulo y el voltaje aplicado al motor el cual generara una aceleración angular en el brazo horizontal, dando como salida una posición angular en el péndulo, esta posición ingresa como variable de estado al controlador PID, el cual lo compara con la referencia y emite un pulso PWM que es amplificado por el puente H para lograr emitir un voltaje suficientemente alto para mover el motor.

El algoritmo del “swing-up” considera las fuerzas que actúan sobre el péndulo tal como se muestra en la ecuación 7). Siendo u una variable controlable.

$$J_p \ddot{\alpha} + m_p l_p u \cos \alpha - m_p l_p g \sin \alpha = 0 \quad (7)$$

El control es diseñado bajo conceptos de energía utilizando mecánica de LaGrange, basado en la conservación de la energía $E_t = E_p + E_c$, la idea principal es conseguir un valor de u tal que sea capaz de modificar la energía del péndulo hasta que $E_t = 0$, la cual corresponde a la posición vertical del péndulo, de esta forma se obtiene la señal de control [6] donde E representa la energía actual del sistema la cual inicialmente es $E_i = -2m_p g$, E_0 es la energía de referencia la cual debe ser ideada con holgura, k es una ganancia proporcional y la función $sign$ aporta la dirección de giro. La señal de control puede ser representada en términos de voltaje, siendo esta la variable de interés a controlar en el sistema [12], tal como se muestra en la ecuación 8).

$$V = \frac{R}{k_t l_{ib}} \left[\frac{J}{k} (E - E_0) \text{sign}(\dot{\alpha} \sin \alpha) + \frac{k_e k_t}{R} \beta \right] \quad (8)$$

Los materiales utilizados en la implementación del péndulo se enlistan a continuación:

- Pololu20.4:1 Metal Gearmotor 25Dx50L
- mm HP 12V con encoder
- Encoder Honeywell 600-128-CBL
- Motor driver L298n
- Placa Arduino UNO
- 3 Sensores de presencia infrarrojos
- Puente-H 1298n
- Pic 18f4550
- Módulos Bluetooth HC-05 y HC-06

RESULTADOS

Para minimizar el problema físico del cableado se optó por hacer una comunicación vía Bluetooth entre el pic montado en el brazo del péndulo y el Arduino Uno que ejecuta el control. En la figura 4 se puede observar el comportamiento del péndulo y el brazo, así mismo la figura 5 muestra imágenes del péndulo terminado en vista superior frontal y lateral.

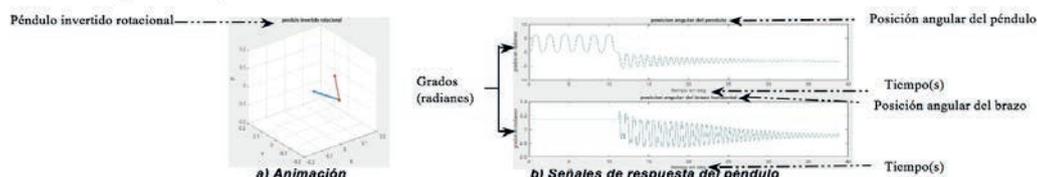


Figura 4. Comportamiento del péndulo a) Animación b) Señales de respuesta del péndulo



Figura 5. Distintas vistas del péndulo real terminado

En las gráficas presentadas en las anteriores figuras se puede observar que el movimiento del péndulo es al principio brusco y con oscilaciones de gran amplitud, esto constituye la parte no lineal que engloba al Swing Up y a la subrutina, conforme el tiempo avanza se pueden observar oscilaciones más controladas y de menor amplitud, esto indica que se ha alcanzado una posición angular propia para linealizar las ecuaciones de

movimiento y se ha conmutado al controlador de estabilización PID. Por otro lado, en la figura 5 se puede observar el péndulo en la posición vertical invertida, se muestra en pantalla el módulo H usado para la amplificación de la señal PWM que emite el Arduino UNO, tres sensores infrarrojos, dos de ellos montados en la base y uno más montado en el ángulo donde se acopla el péndulo, en la vista superior se puede observar el pic montado sobre las placas pcb que a su vez contienen el circuito amplificador que recibe la señal de los canales del encoder acoplado al péndulo y que por medio del microcontrolador envía la señal vía Bluetooth a la placa Arduino la cual a su vez realizara la tarea de control en función a los datos obtenidos por el encoder del motor y del péndulo.

CONCLUSIONES

Se efectuó el análisis matemático para la elaboración del control de un péndulo invertido rotacional empleando la estrategia de conmutación entre controladores, tomando como método de control global la propuesta de Amstr m Furuta añadiendo un algoritmo sencillo basado en observación del modelo físico así como el comportamiento de un péndulo simple, que en conjunto lo elevan a una posición cercana al control, tras aplicar un control PID el cual es establecido por medio de un modelo simplificado del péndulo rotacional y obteniendo excelentes resultados en la implementación del péndulo haciendo uso de las áreas de electrónica digital, de potencia y control.

REFERENCIAS

- [1]A. Valera, M. V. (s.f). DESARROLLO Y CONTROL DE UN PÉNDULO DE FURUTA. Universidad Politécnica de Valencia: Dpto. Ingeniería de Sistemas y Automática .
- [2]Andrew Careaga Houck, R. (2013). Furuta Pendulum. Massachusetts: department of Mechanical Engineering, Massachusetts Institute of Technology .
- [3]C. A. Merlo-Zapata, M. A.-C.-O.-C.-M. (1 de Mar de 2014). SISTEMAS MECÁNICOS SUBACTUADOS PENDULARES. Recuperado el 27 de Mar de 2017, de Boletín UPIITA: <http://www.boletin.upiita.ipn.mx/index.php/ciencia/561-cyt-numero-42/952-sistemas-mecanicos-subactuados-pendulares>
- [4]Carnegie Mellon The university of Michigan 1817. (28 de 8 de 1996). Control Tutorials for matlab. Obtenido de Example: Solution of the inverted PÉndulum Problem Using PID Control: 1996
- [5]Hibbeler, R. C. (2010). Ingeniería mecánica dinámica. México: Pearson Educación.
- [6]J. Aracil, F. G. (Abril 2005). El Péndulo Invetido: Un desafío para el control no lineal. Revista Iberoamericana de Automatica e Informatica Industrial. Vol.2. Núm. 2, 8-19.
- [7]K.J. Aström, K. F. (2000). Swinging up a pendulum by energy control. Automatica 36, 287-295. Obtenido de www.elsevier.com/locate/automatica
- [8]Luisa F. Escobar-Dávila, O. D.-G.-B. (enero-junio de 2013). Control Global del Péndulo de Furuta. Tecno. Lógicas., ISSN 0123-7799, No. 30, 72-94.
- [9]Ogata, K. (1996). Sistema de control en tiempo discreto. Mexico, Nueva York: Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.
- [10]Ogata, K. (2010). Ingeniería de Control Moderna. Madrid: Person Educación.
- [11]Ogata, K. U. (1987). Dinamica de sistemas. México, Englewood Cliffs, : PRENTICE-HALL HISPANOAMERICANA, S.A. .
- [12]Oscar Danilo Montoya Giraldo, Juan Guillermo Valenzuela Hernández, Didier Giraldo Buitrago . (Diciembre de 2012. Universidad Tecnológica de Pereira. ISSN 0122-1701). Control global del Péndulo Rotacional Invertido empleando modelos de energía. Scientia et Technica Año XVII, No 52, 16-26.
- [13]Prof. Hugo Arellano, D. M. (2008). Sistemas Newtonianos. Univesidad de Chile: Facultad de Ciencias Fisicas y Matematicas.

DISEÑO Y APLICACIÓN DE CONSORCIOS MICROBIANOS DEGRADADORES DE HIDROCARBUROS EN SUELO CONTAMINADO

María de los Ángeles Romero Bañuelos¹ y Varinia López Ramírez²

RESUMEN

Los hidrocarburos son compuestos derivados del procesado del petróleo y son considerados tóxicos para el medio ambiente y los individuos que habitan en él. Es por ello que surge la necesidad de aplicar técnicas de remediación para la contaminación por hidrocarburos, como lo es la biorremediación con consorcios microbianos. Para poder determinar consorcios que sean capaces de degradar hidrocarburos, durante el desarrollo de este experimento, se determinaron las relaciones simbióticas entre microorganismos capaces de utilizar como fuente de carbono hidrocarburos, además se aplicaron técnicas de biorremediación in vitro en suelo contaminado con hidrocarburo, con lo que se obtuvieron determinaciones cualitativas de la capacidad degradadora de algunos consorcios microbianos así como una nueva propuesta de nuevos consorcios para su posterior aplicación.

ABSTRACT

Hydrocarbons are compounds derived from the processing of petroleum and are considered toxic to the environment and the individuals who inhabit it. This is why there is a need to apply remediation techniques for hydrocarbon contamination, such as bioremediation with microbial consortia. In order to determine consortia that are capable of degrading hydrocarbons, during the development of this experiment, the symbiotic relationships among microorganisms capable of using hydrocarbons as carbon source were determined and in vitro bioremediation techniques were applied to soil contaminated with hydrocarbons. Qualitative determinations of the degradation capacity of some microbial consortia and the proposal of new consortia for their subsequent application were obtained.

Palabras clave: Degradación de hidrocarburos, diseño de consorcios microbianos, relaciones simbióticas.

INTRODUCCIÓN

Los hidrocarburos son compuestos orgánicos conformados por átomos de carbono e hidrógeno, los cuales son derivados del procesado del petróleo y son considerados tóxicos para los seres vivos (Ameen et al, 2016). Por ello surge la necesidad de desarrollar técnicas capaces de remediar la contaminación ocasionada por hidrocarburos. La bioaumentación es una de las técnicas de biorremediación más viables (Gutiérrez, 2016). El diseño de consorcios microbianos se utiliza como estrategia, para poder cubrir los déficit que puedan tener los microorganismos simbiotes nativos de un lugar contaminado e incrementar las ventajas que estos presentan entre sí (Ding et al, 2016), ya que estos microorganismos presentan la capacidad de emplear hidrocarburos como fuente de carbono.

En este trabajo nos propusimos el diseño y la aplicación de consorcios microbianos en suelo contaminado con hidrocarburos, con el fin de determinar la capacidad de los microorganismos, que conforman dichos consorcios, de degradar hidrocarburo, para que en un futuro se pueda aplicar en técnicas de biorremediación a mayor escala.

METODOLOGÍA

Para este proyecto, el diseño y la aplicación se obtuvieron de reportes previos donde se recolectó la microbiota de una toma clandestina de gasolina (Alvarez et al., 2016), y del río de Salamanca, Guanajuato (Gutiérrez y López 2016). Mientras que para los ensayos donde se aplicaban los inóculos en suelo contaminado in vitro se basó en el trabajo reportado por Wu y colaboradores (2016).

Determinación de relaciones simbióticas entre microorganismos y diseño de consorcios

Para reactivar el cepario se resembró en placas de PDA los hongos, en agar YPD las levaduras y en agar nutritivo las bacterias, todas las cepas se incubaron a temperatura ambiente durante un tiempo de entre 5-6 días. Las cepas que se reactivaron de cada microorganismo se muestran en la tabla 1.

Tabla 1 cepas reactivadas

Bacterias	Levaduras	Hongos
SA1-1, SA1-4, SA1-8, SA1-9, SA1-11, SA1-12, SA1-13, SA1-14, SA1-15, SA2-6, SA2-7, SA3-1, SA3-3, SS2-8, SS2-9, SS3-1, AG2, AG3, AG4, AG8, AG13 y AG15.	C15 y C16	M2, M12, M20 y M38

Cada una de las cepas reactivadas de hongos fueron inoculadas en caldo dextrosa saboureaud con un trozo de micelio extraído con un saca-bocados. Se incubaron a temperatura ambiente por seis días en ausencia de luz. Las levaduras fueron inoculadas por asada en caldo YPD y las bacterias se inocularon en caldo nutritivo por asada, ambos se incubaron a temperatura ambiente por cinco días con una agitación de 130 rpm.

Para la determinación de relaciones simbióticas entre microorganismos se inoculó por separado cada una de las cepas SA1-11, SA2-7, SS2-8, C15 y C16, por la técnica de sembrado punto césped y sobre el medio inoculado ya solidificado se inocularon 10 µl de cada una de las cepas que se encuentran en el cepario reactivado siguiendo la distribución que se muestra en la figura 1. Las cajas se incubaron a temperatura ambiente por 48 horas.

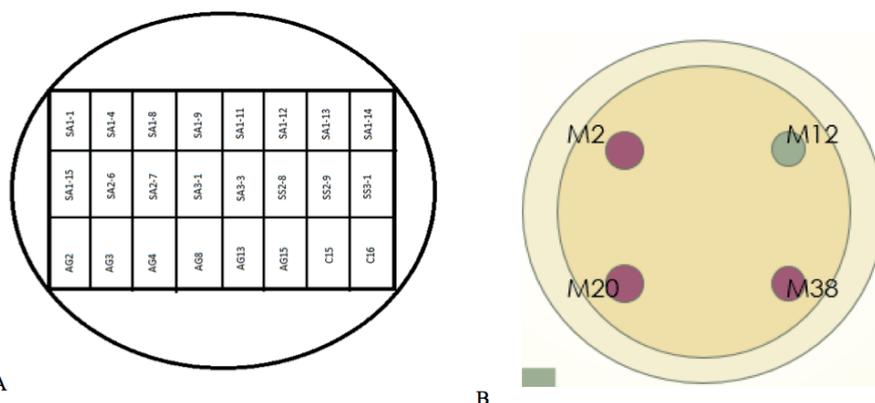


Figura 1. Distribución de cepas bacterianas (A) y de hongos (B) en los ensayos de confrontaciones.

Para las confrontaciones con hongos, se sembraron en medio PDA por medio de siembra masiva, bacterias y levaduras por separado, sobre las cuales se inoculó con un sacabocados las cepas M2, M12, M20 y M38 siguiendo la distribución de la Figura 1B, dejando incubar a temperatura ambiente por seis días.

Diseño de consorcios

Para el diseño de los consorcios se tomó como criterio las cepas que mostraron relación mutualista con respecto de las cepas SA1-11, SA2-7, SS2-8, C15, C16, M2, M12, M20 y M38, cuidando que el género de cada microorganismo perteneciente al consorcio propuesto no se repitiera, esto con el fin de asegurar la diversidad microbiana del consorcio.

Ensayos en suelo contaminado con hidrocarburo

En frascos estériles se depositaron 20g de tierra estéril, 4ml de agua estéril, el suficiente inóculo para alcanzar un volumen de 210µl y 100µl ó 0.1g de hidrocarburo, tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 2 Ensayos in vitro de suelos contaminados con hidrocarburo

	Control	C1	C2	C3	Cepas individuales							
Diesel 100µL	S/I	SA1-1 SS3-1 AG13	SA1-15 AG2 SA3-3	SA1-12 SA1-15 SS2-9	SA1-1	SS3-1	AG13	SA1-15	AG2	SA3-3	SA1-12	SS2-9
Naftaleno 0.1g												

Se realizaron ensayos para cada hidrocarburo con sus respectivos; controles, consorcios y cepas individuales. En los ensayos de consorcios se inoculó con un volumen de 70 µL de cada cepa que perteneciera a él, mientras que en los ensayos individuales se inoculó 210 µL de cada cepa.

Determinación cualitativa de la degradación de hidrocarburos

Para la determinación cualitativa de la degradación de hidrocarburos, se tomó 0.1g de los ensayos en suelo a las 0, 72, 120 y 168 horas. A dicho volumen se le agregó 1ml de diclorometano, se agitó de forma vigorosa durante 3 minutos, posteriormente se centrifugó a 13000 rpm por 5 minutos, la fracción acuosa se depositó en tubos eppendorf nuevos y se almacenaron a 4°C, hasta su análisis, de cada tubo se tomaron 10µl y se colocaron en papel filtro, dejando secar y repitiendo el procedimiento 2 veces más sobre el mismo punto. Se colocaron los papeles filtro en un contenedor con Yodo metálico por 3 minutos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evaluación de relaciones simbióticas o antagonistas entre los aislados se muestran en las tablas 3 y 4. Se determinó como relación mutualista los casos en los que los microorganismos analizados crecen sin complicación cuando están en contacto y antagonista aquellos donde uno de los microorganismos inhibía el crecimiento del otro o donde ambos se inhibían entre sí.

Con respecto a los resultados obtenidos se proponen nuevos consorcios, los cuales se muestran en la Tabla 5. La diversidad microbiana en los consorcios se basó en el género, morfología y respuesta a la tinción Gram.

Tabla 3 Confrontaciones de levaduras y bacterias contra hongos.

	M2	M12	M20	M38
SA1-1	Verde	Verde	Verde	Verde
SA1-4	Verde	Verde	Verde	Verde
SA1-8	Verde	Verde	Verde	Verde
SA1-9	Verde	Verde	Verde	Verde
SA1-11	Verde	Verde	Verde	Verde
SA1-12	Verde	Verde	Verde	Verde
SA1-13	Verde	Verde	Verde	Verde
SA1-14	Verde	Verde	Verde	Verde
SA1-15	Verde	Verde	Verde	Verde
SA2-6	Verde	Verde	Verde	Verde
SA2-7	Verde	Verde	Verde	Verde
SA3-1	Verde	Verde	Verde	Verde
SA3-3	Verde	Verde	Verde	Verde
SS1-9	Verde	Verde	Verde	Verde
SS2-8	Verde	Verde	Verde	Verde
SS2-9	Verde	Verde	Verde	Verde
SS3-1	Verde	Verde	Verde	Verde
AG2	Verde	Verde	Verde	Verde
AG3	Verde	Verde	Verde	Verde
AG4	Verde	Verde	Verde	Verde
AG8	Verde	Verde	Verde	Verde
AG13	Verde	Verde	Verde	Verde
AG15	Verde	Verde	Verde	Verde
C10	Verde	Verde	Verde	Verde
C15	Verde	Verde	Verde	Verde
C16	Verde	Verde	Verde	Verde

Las bacterias o levaduras que presentaron relación mutualista con los hongos están representadas con el color verde, mientras que aquellas que presentaron una relación antagonista se muestran de color rojo.

Tabla 4 Confrontaciones de bacterias y levaduras no registradas contra el resto del cepario reactivado.

	SA1-11	SA2-7	SS2-8	C15	C16
SA1-1	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
SA1-4	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
SA1-8	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
SA1-9	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
SA1-11	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
SA1-12	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
SA1-13	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
SA1-14	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
SA1-15	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
SA2-6	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
SA2-7	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
SA3-1	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
SA3-3	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
SS2-8	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
SS2-9	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
SS3-1	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
AG2	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
AG3	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
AG4	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
AG8	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
AG13	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
AG15	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
C15	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
C16	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde

Las bacterias o levaduras que presentaron una relación mutualista con las bacterias y levaduras de las que no se tenía registro, se representan en color verde, mientras que las que presentaron una relación antagonista se presentan con el color rojo.

Tabla 5. Conformación de nuevos consorcios.

Consorcios	Cepas	Descripción de los aislados
C4	AG2, M12, SS2-8	<i>Enterobacter</i> , <i>N/I</i> , <i>coco-bacilos gram(-)</i>
C5	AG3, M20, SA2-7	<i>Pseudomonas</i> , <i>N/I</i> , <i>Alcanivorax</i>
C6	SA2-6, C15, SS2-9	<i>Providencia</i> , <i>N/I</i> , <i>cocos gram (-)</i>

Se analizó la información previa de las cepas, para determinar cuáles podrían componer los consorcios y asegurándose que ningún microorganismo perteneciente al mismo consorcio tuviera el mismo género.

Determinación cualitativa de la degradación de hidrocarburos

En las figuras 2 y 3 se muestra la degradación del diésel y el naftaleno que se obtuvo con algunos de los consorcios evaluados, las cepas individuales y sus respectivos controles.

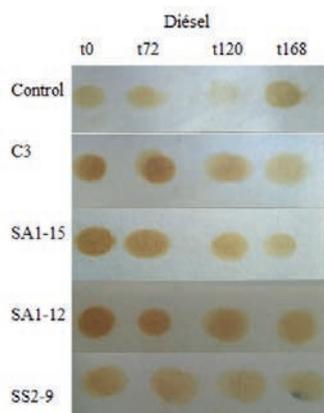


Figura 2 Degradación cualitativa de diésel con el consorcio 3 y sus respectivas cepas individuales.

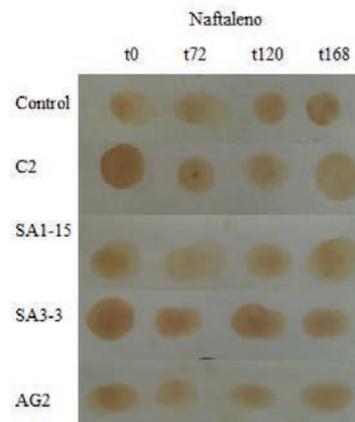


Figura 3 Degradación cualitativa de naftaleno con el consorcio 2 y sus respectivas cepas individuales.

La degradación de las manchas es muy poco perceptible y probablemente sea debido a que el tiempo de exposición de los ensayos fue muy corto, ya que en una investigación previa (Wu et al., 2016), se muestra que la exposición de los ensayos se llevó a cabo durante diez semanas y en volúmenes mayores. Sin embargo, es notoria una reducción en la coloración del yodo en los consorcios con respecto a las cepas individuales. Actualmente, estamos evaluando mediante cuenta viable la prevalencia de las cepas dentro de los consorcios.

CONCLUSIONES

Los resultados de las confrontaciones revelaron una relación simbiótica favorable en la mayoría de las cepas, por lo que es posible considerar dichos resultados como un catálogo para diseño de nuevos consorcios y su aplicación para la degradación de hidrocarburos en suelo a mayor escala. La determinación cualitativa de la degradación de hidrocarburos sugiere la utilización de los mismos por parte de los aislados microbianos empleados

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez-Mejía, C., Aguirre-Gómez, E., Navarro-Garrido, A., & López-Ramírez, V. (2016). Degradación microbiana de gasolina en suelos agrícolas de Pueblo Nuevo, Guanajuato. *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias*, 3(8), 24–32.
- Ameen, F., Moslem, M., Hadi, S., & Al-Sabri, A. E. (2016). Biodegradation of diesel fuel hydrocarbons by mangrove fungi from Red Sea Coast of Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 23(2), 211–218. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2015.04.005>
- Ding, M.-Z., Song, H., Wang, E.-X., Liu, Y., & Yuan, Y.-J. (2016). Design and construction of synthetic microbial consortia in China. *Synthetic and Systems Biotechnology*, 1(4), 230–235. <https://doi.org/10.1016/j.synbio.2016.08.004>
- Gutiérrez, M. (2016). Diseño de consorcios para la degradación de hidrocarburos. 18º Verano de la Ciencias. *Inducción a la ciencia, la tecnología y la innovación en la Región Centro*. II(4):226-230.
- Wu, M., Dick, W. A., Li, W., Wang, X., Yang, Q., Wang, T., ... Chen, L. (2016). Bioaugmentation and biostimulation of hydrocarbon degradation and the microbial community in a petroleum-contaminated soil. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 107, 158–164. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2015.11.019>

DIAGNÓSTICO DE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL. ESTUDIO LOCAL EN EMPRESAS DEL SECTOR AUTOMOTRIZ EN QUERÉTARO

María Guadalupe Sánchez Gonzalez¹ y Madeleine Medina Castillo²

RESUMEN

El siguiente documento presenta el análisis del cumplimiento de la normatividad de Seguridad e Higiene de dos empresas locales del sector automotriz en la región de Querétaro. Se realiza la verificación de las normas, mediante puntos evaluables, los cuales se ubican en el programa de autogestión en seguridad y salud en el trabajo, guía para la evaluación del cumplimiento de la normatividad en seguridad y salud en el trabajo. Posteriormente se analizan los resultados y se realiza un informe donde se presentan de manera gráfica los resultados que se obtuvieron, y las áreas de oportunidad identificadas y las sugerencias de mejora, para finalmente realizar una presentación en cada una de las empresas.

ABSTRACT

The following document presents the analysis of compliance with the regulations regarding Safety and Hygiene of two local companies of the automotive sector in the region of Querétaro. The verification of the standards is done, through evaluable points, which are in the self-management program on safety and health at work, a guide for the evaluation of compliance with safety and health regulations at work. Subsequently, the results are analyzed and a report is presented where the results obtained and the areas of opportunity identified and the suggestions for improvement are presented graphically, to finally make a presentation in each one of the companies.

Key Words: Safety, Hygiene, Automotive, Querétaro, Norms,

INTRODUCCIÓN

Se sabe que en el estado de Guanajuato y en el estado de Querétaro se están abriendo muchas oportunidades de empleo, gracias a la instalación de diversas empresas del sector automotriz, y puesto que la mayoría de estas proceden del extranjero es primordial que estas organizaciones se alineen a las normas que se rigen dentro del país, y pues aunque existen empresas que cuentan con una gran trayectoria, algunas de ellas no llegan a cumplir con los estándares de cumplimiento que plantean las normas

También es bien sabido que el capital humano es parte fundamental de que las empresas funcionen, por lo que es importante que las personas se encuentren en condiciones agradables para que puedan desarrollar sus tareas, siendo así que es de suma importancia la seguridad y la higiene de las instalaciones, para evitar poner en riesgo a los empleados.

Las normas oficiales mexicanas, son regulaciones obligatorias que son realizadas por distintas dependencias gubernamentales, conforme en lo dicho en el artículo 40 de la ley federal sobre metrología y normalización, donde se establecen, las reglas, directrices, especificaciones, y características competentes aplicables a un producto, proceso, sistema, instalación, operación o método de producción, así como terminología, etiquetado, simbología, y otros.

De esta manera y dicho lo anterior, el presente documento muestra el análisis de 2 empresas del estado de Querétaro, una de ella ubicada en el parque industrial Bernardo Quintana (empresa A), y la otra en el parque Tecnológico Innovación Querétaro (empresa B). Dichas empresas fueron revisadas mediante una lista de puntos que fueron verificados física y documentalente. Posteriormente se le dio un tratamiento a los datos para finalmente elaborar un informe con los hallazgos encontrados y así proponerles a dichas empresas una lista de sugerencias de mejora para que se alineen a las normas y ayudar a la integridad de los empleados.

El objetivo general de esta investigación es diagnosticar a través de listados de verificación proporcionado por la STPS, las condiciones y actos riesgosos, y posteriormente elaborar una lista de correcciones que ayude a las organizaciones estudiadas a estandarizarse y que puedan cumplir con lo establecido en las normas.

Mientras que los objetivos particulares se dividen en:

- Analizar el sector automotriz del estado de Querétaro.
- Corregir actos inseguros.
- Ayudar a las organizaciones a alinearse con lo establecido por la STPS.
- Promover la importancia de la seguridad, salud, e higiene en las organizaciones.

MARCO TEORICO

Antecedentes de las normas oficiales mexicanas.

La ley sobre pesas y medidas publicada en el DOF en mayo de 1928, puede ser el antecedente más antiguo de las normas mexicanas, pues dentro de sus 28 artículos menciona, el servicio y los derechos sobre las pesas

y medidas, y también incluye las infracciones y/o penas por el incumplimiento.

En 1941 se publicó también en el DOF otro antecesor de las normas, que fue la ley de industrias de la transformación, la cual trata acerca de la regularización de la calidad de los artículos producidos en las industrias. Mientras, el 11 de enero de 1946 se publica la ley de normas industriales, la cual deroga los artículos 29 a 35 de la ley de industrias de la transformación, y además determino que, a través de la Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía Nacional de ese entonces, 3 tipos de normas:

1. Las de nomenclatura, estas servían para contextualizar términos, abreviaturas, símbolos y diagramas a usarse en las industrias.
2. Las de calidad, estas determinarían el conjunto de especificaciones tanto físicas como químicas que deberían tener los materiales para el uso destinado.
3. Las de funcionamiento, las cuales permitan apreciar las eficiencias, de máquinas, aparatos, y dispositivos empleados en las operaciones de la empresa.

Fue hasta el 7 de abril de 1961 cuando se publica en el DOF la ley general de normas y de pesas y medidas, está a abrogo las leyes sobre pesas y medidas y la de industrias de la transformación. En su segundo artículo dispuso que: “para efectos de esta ley, debe entenderse por normas las disposiciones que regulan el sistema general de pesas y medidas y las especificaciones que fije la Secretaría de Industria y Comercio, para los productos industriales y los clasifica en 4 normas,

1. De nomenclatura
2. De funcionamiento
3. De calidad
4. Para los métodos de pruebas oficiales.

El 1 de julio de 1992 y abroga a la anterior del mismo nombre de 1988, la cual ha tenido 6 reformas, la última se realizó el 9 de abril de 2012, esto se genera para adecuar y actualizar el marco regulatorio de la actividad productiva, promoviendo la transparencia en el proceso de elaboración de las normas mexicanas, se busca promover el establecimiento de las reglas claras y que estas permitan a las organizaciones la planeación a mediano y largo plazo.

Se descentraliza la funcionalización, pasando de ser una actividad exclusiva de la secretaria de comercio y fomento industrial a compartir responsabilidades con otras dependencias, algunas de estas instituciones son:

- **Secretaría de economía** “Es responsable de la aplicación de la ley federal de correeduría pública; por conducto de normatividad mercantil habilita a los corredores públicos, previo de cumplimiento de los requisitos establecidos en la propia ley y supervisa sus funciones.” (correduría pública, 2017.)
- **Secretaría de turismo** “Conducir el diseño e implementación de las políticas públicas orientadas a fortalecer el desarrollo de la actividad turística, promover la innovación en el sector, mejorar la calidad de los servicios turísticos y la competitividad del turismo nacional, impulsando estrategias transversales que articulen las acciones gubernamentales, del sector privado y social, contribuyendo al crecimiento sustentable e incluyente del turismo.” (secretaría de turismo, 2017.)
- **Secretaría de energía** “conducir la política energética del país, dentro del marco constitucional vigente, para garantizar el suministro, competitivo, suficiente, de alta calidad, económicamente viable y ambientalmente sustentable de energéticos que requiere el desarrollo de la vida nacional.” (secretaría de energía, 2017)
- **Secretaría del trabajo y previsión social** “Fortalecer la política laboral, a partir de cuatro ejes rectores dirigidos a lograr que los mexicanos tengan acceso a empleos formales y de calidad, con prestaciones y derechos plenos, a través de la democratización de la productividad, la plena salvaguarda de sus derechos y el de las personas en situación de vulnerabilidad, además de que les asegure el acceso a la justicia laboral. Todo ello, para alcanzar soluciones y acuerdos, que den continuidad a los procesos productivos y a las fuentes de empleo, para fomentar el crecimiento económico del país y preservar la paz laboral”. (secretaría de trabajo y previsión social, 2017.)

Antecedentes del sector automotriz en el estado de Querétaro

A finales del siglo XIX e inicios de siglo XX, se inicia la industria tradicional en Querétaro, con la traída de empresas de la textil como Hércules y la Purísima, sin embargo, fue hasta la década de los 50's cuando se tiene un proceso de industrialización y se identifica por la transición de la industria textil a la industria alimentaria. En 1951, durante el gobierno de Octavio S. Mondragón, se expide la ley 93 que habla básicamente sobre las concesiones para la inversión de franquicias fiscales, esta ley constituyo parte importante para atraer a la inversión extranjera y fomento la industrialización en Querétaro, ya que esta normatividad exenta de impuestos estatales a las organizaciones hasta los 80's.

Durante el gobierno de Juventino Castro (1967-1973), se destacó por la creación del comité para el desarrollo industrial del estado de Querétaro, a su vez durante este periodo, comenzó el establecimiento de empresas del ramo metalmeccánica, la cual actualmente es la más importante en el estado. Algunas de las empresas importantes que se establecieron son: industria de hierro S, A. (1963), transmisiones y equipos mecánicos (tremec, 1964)

MÉTODOS Y MATERIALES

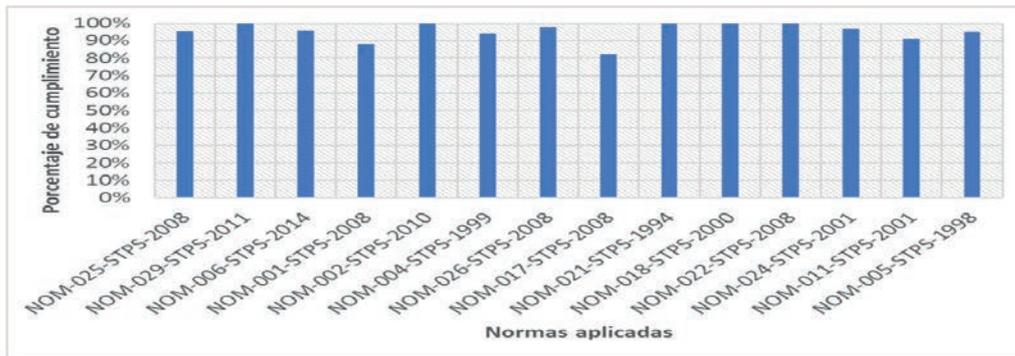
Con el fin de realizar esta investigación nos valimos de la guía para la evaluación del cumplimiento de la normatividad en seguridad y salud en el trabajo, que propone la secretaria del trabajo y previsión social, dentro de ella se encuentran los puntos que se deben evaluar dependiendo de las normas que apliquen para las distintas industrias. Usamos un poco más de 17 listados de verificación de distintas normas.

Estos listados se dividen en 4 divisiones, seguridad, organización, salud, y específicos, en cada una de estas divisiones se encuentran las normas que aplican para cada una, por ejemplo, la norma NOM-001-STPS-2008

Tabla2: La tabla presenta los puntos obtenidos de cumplimiento y los puntos evaluados en cada una de las normas que se verificaron en la empresa

NORMA	NOMBRE	ESTUDIOS		PROGRAMA ESPECÍFICO		PROCESAMIENTO DE SEGURIDAD		MEDIDAS DE ORGANIZACIÓN		CONCEPTO		FUNCIONAMIENTO		RECORDACIÓN		EQUIPAMIENTO A LA SALUD		EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL		CAPACITACION		AUTORIZACIÓN		REGISTRO ADMINISTRATIVO		TOTAL	%							
		DES. TOTALES	DES. TOTALES	DES. TOTALES	DES. TOTALES	DES. TOTALES	DES. TOTALES	DES. TOTALES	DES. TOTALES	DES. TOTALES	DES. TOTALES	DES. TOTALES	DES. TOTALES	DES. TOTALES	DES. TOTALES	DES. TOTALES	DES. TOTALES	DES. TOTALES	DES. TOTALES	DES. TOTALES	DES. TOTALES	DES. TOTALES	DES. TOTALES	DES. TOTALES	DES. TOTALES									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24									
NOM-025-STPS-2008	Iluminación.	12	13	1	1			8	8					20	21	3	3									44	46	96%						
NOM-029-STPS-2011	Mantenimiento e instalaciones eléctricas.	2	2	2	2	43	43	112	112									1	1	13	13	9	9	3	3	185	185	100%						
NOM-006-STPS-2014	Manejo y almacenamiento de materiales.			10	10	53	53	104	113							6	6	3	3	15	15	1	1	16	16	208	217	96%						
NOM-001-STPS-2008	Edificios, locales e instalaciones.			1	1			60	70											1	1					11	11	73	88%					
NOM-002-STPS-2010	Prevención y protección contra incendios.	12	12	39	39	21	21	39	39									1	1	18	18	2	2	21	21	153	153	100%						
NOM-004-STPS-1999	Sistemas y dispositivos de seguridad en maquinaria.	5	5	12	12	9	10	19	21									1	1	2	2					48	51	94%						
NOM-021-STPS-2008	Colores y señales de seguridad.							42	43											1	1					43	44	98%						
NOM-017-STPS-2008	Equipo de protección.	6	6			14	15	3	3											0	4					23	28	82%						
NOM-018-STPS-1994	Informes sobre riesgo de trabajo.																			1	1					14	14	15	15	100%				
NOM-026-STPS-2008	Peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.							81	81											8	8	1	1	2	2	92	92	100%						
NOM-022-STPS-2000	Electricidad estática en los centros de trabajo.							29	29																	13	13	42	42	100%				
NOM-024-STPS-2008	Vibraciones en los centros de trabajo	13	13											23	24	2	2									6	6	1	1	13	14	58	60	97%
NOM-011-STPS-2001	Ruido en los centros de trabajo	10	15	3	3	11	11							40	40	2	2	6	6	10	13					62	90	91%						
NOM-005-STPS-1998	Manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas	12	14	11	11	29	30											1	1							4	4	57	60	95%				

Gráfica 2: grafica muestra el porcentaje de cumplimiento obtenido en la empresa



CONCLUSIONES

Este diagnóstico permite a las empresas conocer su estatus en cuanto al cumplimiento de la normatividad vigente en cuanto a Seguridad e Higiene, pero sobre todo las áreas de oportunidad o mejora por pequeñas que sean.

El realizar estándares que nos permitan evaluar los riesgos a la salud, seguridad e integridad, es importante pues no debemos olvidar que uno de los pilares más importantes de las empresas, es el capital humano, pues las personas son las que realizan los procesos y los productos en conjunto con las maquinas. Por lo que mantener de manera óptima todos los estándares, nos permite reducir los riesgos de manera considerable, aunque hay que recordar que los peligros son inminentes, pero teniendo todas las consideraciones que se establecen en las normas oficiales mexicanas, estos riesgos y peligros se tratan de prevenir.

Este proyecto se realizó con el objetivo de evaluar los riesgos que se tienen en las empresas del estado de Querétaro, se eligió el sector metal-metalmecánico, pues es el que actualmente tiene más presencia en el lugar. Durante el desarrollo de este proyecto se nos permitió el acceso ilimitado a las instalaciones de ambas empresas evaluadas, lo cual agradezco pues se nos permitió observar de primera mano las operaciones, procedimientos, y consideraciones que se tienen en las empresas con el fin de preservar la integridad de las personas. A pesar de las 2 empresas se encuentran en el mismo giro y casi se encuentran aplicando las mismas normas, cada una tiene diferentes áreas de oportunidad, por ejemplo, en la empresa A se tiene una fuerte comisión de seguridad e higiene, y siempre se esta en constantes certificaciones para continuar mejorando, mientras que en la empresa B se tienen más áreas de oportunidad.

Este proyecto me brindo un nuevo panorama de cómo se encuentra la situación actual en el sector laboral, y de manera retroactiva ayudamos a las empresas a ver sus áreas de oportunidad, y proponerles una manera de mejorar.

BIBLIOGRAFIA

Daville-Landero, Selva L. (2012). La evolución de la industria de autopartes en Querétaro, 1993-2008. Economía, sociedad y territorio, 12(40), 689-727. Recuperado en 10 de julio de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-84212012000300006&lng=es&tlng=es.

Instituto de investigaciones jurídicas de la UNAM SCJN (2013). Normas Oficiales Mexicanas, 19-22. Recuperado en 10 de julio 2017, de <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/8/3583/4.pdf>.

Secretaria del trabajo y previsión social, (2014). Quienes somos, recuperado en 11 de julio 2017, de http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/conoce/quienes_somos/MYV.html



Cámara de diputados del H. Congreso de la Unión, (2009). Ley federal sobre metrología y normalización, recuperado el 11 de julio 2017, de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/107522/LEYFEDERALSOBREMETROLOGIAYNORMALIZACION.pdf>

Secretaría de trabajo y previsión social (2015) programa de autogestión en seguridad y salud en el trabajo, guía para la evaluación de cumplimiento de la normatividad en seguridad y salud en el trabajo, México. <http://www.stps.gob.mx>

CRECIMIENTO DEL SISTEMA PORTUARIO NACIONAL FRENTE AL VOLUMEN DE OPERACIÓN DEL PUERTO INTERIOR DE GUANAJUATO

Mario Emmanue Medina García y Martha Gabriela Gutiérrez Cortez

RESUMEN

En este artículo se analizan los diferentes puntos que determinan el nivel de crecimiento que ha tenido a través de los últimos años el recinto de Puerto Interior ubicado en el municipio de Silao a partir de la instalación de las empresas dentro de este recinto. Esta investigación se centra en el campo de la logística, así como en el ámbito económico. Con datos relacionados con el sector de la manufactura se determinó que el recinto de Puerto Interior ha influido de una manera notable el desarrollo económico de la zona bajío, sin embargo con la apertura de nuevas empresas y un uso más extenso de sus instalaciones se espera que la economía de esta zona siga en aumento.

ABSTRACT

In this article we analyze the different points that determine the level of growth that has had over the last years the enclosure of Interior Port located in Silao from the installation of the companies within this enclosure. This research focuses on the field of logistics, as well as in the economic field. With data related to the manufacturing sector, it was determined that the Inner Harbor enclosure has had a notable influence on the economic development in bajío zone, however with the opening of new companies and a more extensive use of its facilities, it is expected that The economy of this area continues to increase.

Palabras Clave: Crecimiento, Manufactura, Inversión, Economía.

INTRODUCCION

La zona de Puerto Interior es el punto logísticos más importantes de México y América Latina, ya que tiene una ubicación estratégica en la zona bajío de la republica; el puerto interior establecido como una organización en 2006 y que al día de hoy representa el más grande impulso económico que ha tenido esta zona en los últimos años, ya que con la instalación de nuevas empresas de gama internacional ya que se han instalado más de 100 empresas, asegurando una inversión histórica por más de 3 mil 500 millones de dólares y generando más de 16 mil empleos reales, teniendo por consecuencia un impacto positivo en la economía de esta zona. Es importante destacar los medios por los cuales esta plataforma logística ha logrado destacar en los últimos 10 años, ya que actualmente cuenta con 4 Parques Industriales: Santa Fe I, Santa Fe II, Santa Fe III y Santa Fe IV, Aduana Interior y Multiterminal Ferroviaria; zona educativa con el primer Campus del IPN fuera de la Ciudad de México, y un Plantel del CONALEP. Así como la Multiterminal Intermodal que es la de mayor crecimiento dentro del grupo FERROMEX en todo el país que ofrece el servicio non – stop desde GPI a Chicago. Actualmente cuenta con más de 40 exportadores e importadores del Estado y la región. Aunado a lo anterior, se cuenta con el servicio de transporte de carga aérea desde el Aeropuerto Internacional de Guanajuato a Shangai, vía Los Ángeles, California. Este servicio se implementó ante el crecimiento de los sectores agroindustrial y automotriz, transportando más de 800 toneladas mensuales. Así es como en este artículo se pretende analizar el volumen de operación del puerto interior de Guanajuato comparándolo con el crecimiento del sistema portuario nacional para determinar su porcentaje de utilización, mediante la recopilación de información sobre el desarrollo y volumen de operaciones del sistema portuario en México, al mismo tiempo interpretaremos esta información sobre los puertos la cual servirá de parámetro para analizar el volumen de operación del puerto interior, para así demostrar en que porcentaje se ha dado el crecimiento, desarrollo y utilización del puerto interior de Guanajuato.

Objetivo General

Analizar el volumen de operación del puerto interior de Guanajuato comparándolo con el crecimiento del sistema portuario nacional para determinar su porcentaje de utilización.

Objetivos Específicos

- Recopilar información sobre el desarrollo y volumen de operaciones del sistema portuario en México.
- Interpretar la información sobre los puertos la cual servirá de parámetro para analizar el volumen de operación del puerto interior.
- Demostrar en que porcentaje se ha dado el crecimiento, desarrollo y utilización del puerto interior de Guanajuato.

MARCO TEORICO

Comercio Exterior en México

El cambio de bienes o servicios entre dos o más naciones es considerado como comercio exterior, esta actividad representa un porcentaje notorio en la cantidad de PIB (producto interno bruto) siendo el PIB el valor total de los bienes y servicios finales producidos por un país, durante un tiempo definido; teniendo en cuenta que estos bienes y servicios son los que son consumidos por una población determinada. Al presentar un porcentaje elevando en el PIB para un país en desarrollo, es de vital importancia invertir e innovar en el creci-

miento de sus relaciones exteriores para así a su vez lograr relaciones que impliquen una actividad de comercio directa con otras naciones. El comercio exterior se encontraba a la deriva en México en el año de 1821, ya que los diversos conflictos derivados de la independencia que se realizó en aquella época dieron como resultado que México rompiera los vínculos que tenía en aquella época con países europeos, sin embargo al paso de los años se comenzaron a realizar nuevas relaciones con otros países, de 1822 a 1852 se emitieron una serie de acuerdos, decretos, reglas y leyes, así como diversos impuestos y derechos que regularían el comercio exterior del México independiente, y así en 1824 se estableció un tratado de comercio con Colombia y en 1827 con la Gran Bretaña, al mismo tiempo que se reforzaban las infraestructuras de los puertos y aduanas de México, lo cual despertó nuevamente el interés de los países europeos para realizar un tratado de comercio con México. La vida internacional de México se desarrolló intensamente y con ella se continuó el comercio en forma vigorosa por los diferentes puertos del país, con China, Inglaterra, Holanda, Francia y Estados Unidos, formulándose convenios y tratados que demostraban el interés de los países europeos hacia México. En 1832, siendo Vicepresidente Bustamante, se firma el Tratado de Amistad, Comercio y Navegación con el país vecino del norte, uno de los primeros convenios en materia de comercio internacional, el cual puede creerse que es el antecedente más parecido al Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). Por decreto del presidente Guadalupe Victoria en octubre de 1825 se creó el Puerto de Coatzacoalcos ubicado en el Istmo de Tehuantepec y ordena la instalación de una aduana en la barra de Coatzacoalcos, pero la consolidación demográfica de la región se inició hasta 1876, cuando hubo una importante inversión extranjera en esta zona. En 1900 se llamó Puerto México pero en 1911 volvió al nombre de Coatzacoalcos. En 1900 Porfirio Díaz es nombrado presidente constitucional nuevamente, y el 19 de febrero constituyó por decreto presidencial la Dirección General de Aduanas, conformada por seis secciones, contribuyendo a la uniformidad de los procedimientos aduaneros.

Aduanas ubicadas en territorio Mexicano

Las aduanas en México son una de las herramientas más importantes utilizadas para la actividad de comercio exterior, ya que estas se encargan de administrar las entradas y salidas de productos del extranjero al país, la función principal de una aduana es regular estos productos para proteger los productos que se producen dentro del país, así como proteger la seguridad y salud de la nación. En relación a las aduanas más importantes que se encuentran en territorio Mexicano se destacan las 5 principales que son las que se encuentran en: Nuevo Laredo, Ciudad Juárez, Tijuana, Nogales y Reynosa, siendo la más destacada la aduana de Nuevo Laredo, con un porcentaje de 17.09% del total de PIB producido por las exportaciones de México lo cual representa más de 530 billones de pesos producidos al semestre y alrededor de 1500 billones de pesos anualmente

Puertos Mexicanos

Un puerto se refiere a un lugar resguardado en el cual las embarcaciones pueden permanecer seguras y estas puedan disponer de sus instalaciones para realizar labores de reparación o realizar operaciones de embarque y desembarque de mercancías. En territorio Mexicano se cuenta con un total de 107 puertos, de los cuales 15 son terminales y solo 47 cuentan con recinto portuario, destacando a su vez los puertos de Altamira y Veracruz por parte del territorio Golfo-Caribe ya que sus movimientos de mercancías representan en conjunto más del total de movimiento de mercancías que obtienen el resto de puertos de este territorio, así mismo los puertos de Manzanillo y Lázaro Cárdenas obtienen un número mayor de movimientos mercancías que el resto de puertos en el territorio del Pacífico además de que a estos dos puertos en específico están actualmente desarrollando un proyecto de innovación el cual mejorara su capacidad para así poder competir con otros puertos a nivel mundial. Además México también cuenta actualmente con dos puertos situados estratégicamente en el territorio nacional, estos recintos son considerados puertos secos, y se encuentran en los estados de San Luis Potosí (Interpuerto de San Luis Potosí) y Guanajuato (Puerto Interior).

Aeropuertos internacionales en México

Un aeropuerto internacional tiene como base el diseño de un aeropuerto convencional, pero además cuenta con instalaciones de aduanas e inmigración estratégicamente equipadas para que éste pueda gestionar vuelos internacionales con otros países. El sistema aeroportuario mexicano consta de 85 aeropuertos y 1,385 aeródromos civiles. Hasta 1998 del total de instalaciones aéreas, 59 eran administradas y operadas por el organismo paraestatal Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA), mientras 26 estaban a cargo de las secretarías de la Defensa Nacional y de Marina, así como de gobiernos estatales y municipales. A partir de 1998 se concesionan 34 de los principales aeropuertos mexicanos a grupos privados, quedando integrado el sistema de 85 instalaciones, 12 asignados al Grupo Aeroportuario del Pacífico (GAP); 13 al Grupo Aeroportuario Centro Norte (OMA) y 9 al Grupo Aeroportuario del Sureste (ASUR). 24 son administrados por ASA y 27 a cargo de las secretarías de la Defensa Nacional y de Marina, así como de diversos gobiernos estatales y municipales. Desde el año 2010, se dejan de realizar operaciones de aviación civil en algunos aeropuertos de control militar y algunos más, se reclasifican como aeródromos, por lo que el Sistema Nacional de Aeropuertos quedó conformado a partir de entonces por 76 instalaciones, de las cuales 23 quedan administradas por ASA, 34 permanecen concesionadas a los grupos privados con la misma distribución y los 19 restantes, quedan a cargo de las secretarías de Marina y Defensa Nacional, así como a diversos gobiernos estatales y municipales. Así mismo 65 de estos aeropuertos entran en la categoría de “aeropuertos internacionales”, ya que estos cuentan con equipos adecuados para poder realizar el transporte de personas y mercancías vía aérea con destino a otros países del mundo.

Guanajuato

En 2015 el número de habitantes en Guanajuato era de 5, 853,677 según los datos recopilados por INEGI, compuesto por 46 municipios, en relación a la economía, éste estado cuenta con 222 969 unidades económi-

cas las cuales emplean a 1 067 292 personas. Del total del personal que cuenta con una ocupación laboral en la entidad, el 59% (625 017) son hombres y el 41% (442 275) son mujeres. El estado de Guanajuato ha tenido un desarrollo más notorio a lo largo de los últimos años, siendo en 2008 la empresa Guala Dispensing la primera en establecerse en Puerto Interior ubicado en el municipio de Silao dentro de este estado y dando como impulso para que actualmente 93 empresas de clase internacional se consoliden dentro de esta zona, entre las cuales destacan: Volkswagen, Pirelli, Nestlé-Purina, Faurecia, Denso, Magna, Beiersdorf-Nivea, Honda Lock, ZKW, NSK, entre otras. También Puerto Interior cuenta con una terminal especializada de carga ferroviaria, operada por Ferromex. Ayudando así al estado de Guanajuato a obtener de 2010 a 2015 más de 77 millones de dólares en exportaciones, solo en esta entidad, aportando un 4.2% del total del PIB del país.

METODOS Y MATERIALES

Para el desarrollo de esta investigación se implementaron diversas estrategias mediante las cuales se obtuvo información sobre las actividades con potencial económico que se desarrollan dentro del recinto de puerto interior. La metodología utilizada consistió en revisar revistas especializadas, tanto físicas como virtuales citadas en la bibliografía que se relaciona al final, relacionadas con el sector de manufactura y también con el recinto de puerto interior en el municipio de Silao del estado de Guanajuato. Además de apoyar esta información con estadísticas precisas desarrolladas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

RESULTADOS

De acuerdo a los datos recopilados a lo largo de nuestra investigación, llegamos a la conclusión de que el Puerto Interior tiene un impacto directo en el estado de Guanajuato, influyendo a través de diversos factores, entre los cuales destaca la inversión extranjera directa, ya que en este recinto se ubican una gran cantidad de empresas de origen extranjero, las cuales buscan innovar o expandirse, lo cual crea la necesidad de una inversión. Como se muestra en la grafica presentada a continuación, el puerto interior ubicado en el municipio de Silao, ha destacado en la economía del estado de Guanajuato a través de las inversiones extranjeras desde su establecimiento como organización en 2006, y a pesar de una caída de ingresos considerable en los primeros años, su repunte que va del 2010 hasta la fecha, lo ha colocado a este puerto como uno de los mayores generadores de inversión extranjera en relación al sector de manufactura en comparación con los puertos más importantes de México (Puerto de Veracruz y Puerto de Manzanillo).

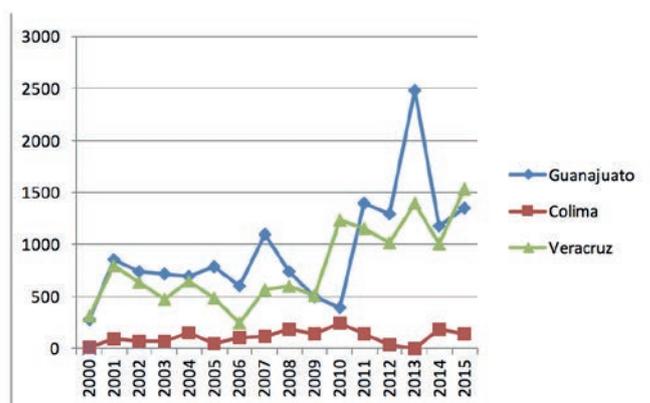


Figura 1. Inversión Directa Extranjera a Entidades Federativas

En la siguiente grafica se muestra más detalladamente la relevancia que tiene el sector productivo de manufactura en el estado de Guanajuato, ya que como se muestra es la actividad económica con mayor índice productivo, generando un mayor impacto en el PIB nacional con una aportación aproximada de 170000 millones de pesos.

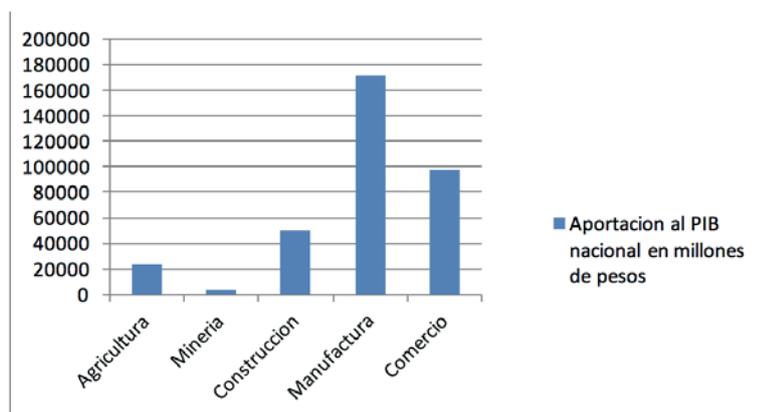


Figura 2 Aportación de cada sector de Guanajuato al PIB nacional

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos a partir de esta investigación podemos concluir que el porcentaje de utilización que se le está dando actualmente al puerto interior es de un 85%, en comparación con los puertos que se encuentran en el territorio mexicano, pues es uno de los principales generadores de derrama económica en el estado de Guanajuato, pues su nivel de infraestructura sirve de base para albergar empresas de gama internacional, destacando además el apoyo brindado por el gobierno del estado de Guanajuato, para crear vínculos con los países que aportan inversiones para empresas que se albergan en este recinto. Además este porcentaje podría variar en los próximos años, ya que actualmente se encuentran en desarrollo nuevos proyectos para aprovechar aun más el recinto de puerto interior con el establecimiento de nuevas empresas internacionales.

BIBLIOGRAFIA

TREJO, V. (2017). “Breve historia del comercio exterior del México independiente hasta el porfiriato” en Revista ADUANAS Consultada en <http://www.aduanasrevista.mx/breve-historia-del-comercio-exterior-del-mexico-independiente-hasta-el-porfiriato/> (fecha de consulta 26-06-2017).

INEGI. (2016). “Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2016” en INEGI Consultada en http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/estudios/economico/a_proposi_de/ComExterior.pdf (fecha de consulta 26-06-2017).

INEGI. (2012). “Estadísticas a propósito del comercio exterior” en INEGI Consultada en http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/metadatos/continuas/ece_334.asp?c=10999 (fecha de consulta 26-06-2017).

GTO PUERTO INTERIOR. (2016). “Historia de Guanajuato Puerto Interior” en Gto Puerto Interior Consultada en <http://www.puertointerior.com.mx/quienessomos> (fecha de consulta 13-07-2017).

PROMEXICO. (2010). “200 años de comercio exterior en México” en SNCI Consultada en http://www.economia-snci.gob.mx/sic_php/pages/bruselas/trade_links/esp/sepes2010.pdf (fecha de consulta 26-06-2017).

SECRETARIA DE ECONOMIA. (2016). “Estadísticas acerca del PIB e Inversión Extranjera Directa” en Secretaria de economía en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/99366/Carpeta_IED_2015_0601.pdf (fecha de consulta 14-07-2017).

ESTRATEGIA ADUANERA. (2016). “Ranking: Aduanas en México 2015” en Estrategia Aduanera Consultada en <http://www.estrategiaaduanera.mx/las-aduanas-en-mexico/> (fecha de consulta 28-06-2017).

GRUPO MULTIMEDIA LAUMAN. (2016). “Puerto Interior de Guanajuato, la logística como clave del desarrollo” en El financiero Consultada en <http://www.elfinanciero.com.mx/bajo/puerto-interior-de-guanajuato-la-logistica-como-clave-del-desarrollo.html> (fecha de consulta 03-06-2017).

GEORGIA TECH. (2011). “Principales aeropuertos en México” en Trade & Logistics Innovation Center Consultada en <http://www.ciltec.com.mx/es/infraestructura-logistica/aeropuertos/todos-los-aeropuertos-en-mexico> (fecha de consulta 03-07-2017).

COSTO DE LA CONGESTIÓN VEHICULAR EN LAS PRINCIPALES REDES VIALES EN EL MUNICIPIO DE IRAPUATO

Velazquez Sibrian Miguel Alejandro y Aguirre Ibarra Daniel Armando

RESUMEN

En el presente documento se explica el costo de la congestión vehicular en el municipio de Irapuato, Guanajuato. El objetivo es calcular el costo de la congestión vehicular a través del conteo de aforo vehicular con 3 diferentes variables las cuales son el costo de demora, costo de operación y costo de contaminación. El resultado obtenido fue que el costo total de la congestión vehicular fue de \$14941.62896.

ABSTRACT

This research express the cost of vehicular congestion in Irapuato, Gto. The objective is estimate the cost of vehicular congestion by means of vehicular traffic count whit three different variable which are delay cost, operation cost and contamination cost. The result was that the total cost of vehicular congestion was \$14941.62896.

PALABRAS CLAVE

Congestion vehicular, Costo de operación, Costo de demora, Costo de contaminación.

INTRODUCCION

En un estudio realizado por INEGI se observa que en el 2015 en el estado de Guanajuato se registró un total de 1'746'865 vehículos con motor de los cuales 962,028 son automóviles, 25,628 camiones para pasajeros, 551,343 son camiones y camionetas de carga y 207,866 son motocicletas. Del 2010 al 2015 hubo un aumento del 35% en el parque vehicular en Guanajuato. Particularmente en el municipio de Irapuato de acuerdo con el INEGI hubo un aumento en un 42% del parque vehicular del 2010 al 2015. Dentro de la investigación se calculó que aproximadamente se tiene 1 vehículos por 3 habitantes.

MÉTODOS Y MATERIALES

La metodología utilizada se basó en la tesis "Metodología para evaluar los sobrecostos por congestión vehicular en la malla vial arterial principal de la ciudad de Bogotá D.C." (Muñoz Puentes, 2014). Se tomaron en cuenta diversos costos como lo es el costo de demora, costo de operación y costo de contaminación. La ecuación para el costo de demora es (1):

$$C_D = L_{ij} T_c \sum_{k=1}^K \alpha_k Q_{ijk} n_k \left(\frac{1}{V_{ijk}} - \frac{1}{V_{r_{ijk}}} \right) \quad (1)$$

C_D = costos de demora del tramo ij para un periodo de congestión.

L_{ij} = longitud del tramo ij.

T_c = duración del periodo de congestión.

α_k = es el valor del tiempo de los usuarios de los vehículos k.

Q_{ijk} = el numero promedio de vehículos tipo k por hora que pasa por el tramo ij durante el periodo T_c .

n_k = factor de ocupación media de los vehículos tipo k.

V_{ij} = Velocidad de congestión de vehículos tipo k del tramo ij.

$V_{r_{ij}}$ = Velocidad de referencia de vehículos tipo k del tramo ij.

El término $(0,8 + 12,66/ V_{ijk})$ es un factor de conversión aplicado para distintas velocidades en el estudio de SARMIENTO & ROBUSTÉ (1999)

El valor de α_k se obtiene a través de la fórmula:

$$SHP = [(FIP)(SMG)(7)]/HTP \quad (2)$$

FIP = Factor de ajuste del ingreso de la población ocupada (promedio ponderado del ingreso expresado en número de salarios mínimos diarios)

SMG = promedio de salario mínimo general expresado en \$/día

HTP = tiempo promedio que labora por semana la población ocupada

7 = días / semana

La fórmula (2) fue obtenido de un estudio realizado por el Instituto Mexicano del Transporte (Torres Vargas & Hernández García, 2006).

El costo de operación se integra por los costos del combustible, lubricante y mantenimiento. La ecuación del costo de combustible para un tramo ij durante un período se puede calcular con la ecuación (2):

$$C_g = P_g T_c Q_{ijk} C_{60} \left[0.8 + \frac{12.66}{V_{ijk}} \right] L_{ij} \quad (3)$$

C_g = costo de combustible para una velocidad de congestión en el tramo ij.

P_g = precio del combustible sin los impuestos.

T_c = Tiempo duración de la congestión.

Q_{ijk} = número promedio de vehículos tipo k por hora.

C_{60} = consumo del vehículo a una velocidad de 60 Km /hora.

V_{ijk} = velocidad de congestión en el tramo ij.

L_{ij} = longitud del tramo en estudio.

El costo del combustible en el día 10 de julio de 2017 de gasolina magna fue de \$16.22 y sin impuesto a \$9.72 y del diesel de \$17.07 y sin impuestos de \$10.24 en caso de los vehículos grandes.

La ecuación para el costo de lubricante es (3):

$$C_l = P_l 0.014 T_c Q_{ijk} C_{60} \left[0.8 + \frac{12.66}{V_{ijk}} \right] L_{ij} \quad (4)$$

C_l = Costo de lubricante para una velocidad de congestión en el tramo ij.

P_l = Precio del lubricante sin los impuestos.

La ecuación para el costo de mantenimiento es (4):

$$C_m = 2.11 * V_{ijk}^{-0.44} * L_{ij} Q_{ijk} T_c \quad (5)$$

El valor de \$2.11 surge de convertir una constante de 360 pesos colombianos a pesos mexicanos en la fecha de 10 de julio de 2017.

El costo de contaminación se realiza con la siguiente ecuación (5):

$$C_{ck} = \left(\frac{C_a}{T_a} \right) (2.006 - 0.017 V_{ijk}) L_{ij} Q_{ijk} T_c F_k \quad (6)$$

C_{ck} = Costo de la contaminación para un tramo ij en un período de congestión para un tipo de vehículo k.

C_a = Costo de la contaminación debido al tránsito anual de una ciudad.

T_a = Es el tránsito total anual de una ciudad en vehículo - Km.

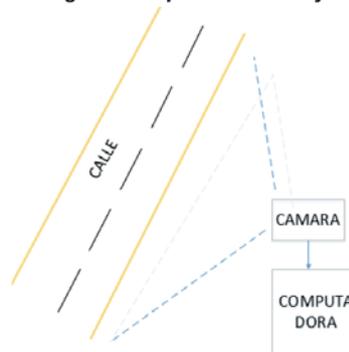
V_{ijk} = Velocidad media de circulación en Km/h para el vehículo tipo k.

F_k = Factor de contaminación según el tipo de vehículo. Para livianos es 1 y para pesados en 3,76 (en el caso del Monóxido de Carbono).

El término (C_a / T_a) es igual a \$0.17/veh-km, que surge de convertir una constante de 28 pesos colombianos/veh-km en pesos mexicanos en la fecha de 10 de julio de 2017.

Se realizó el conteo de aforo vehicular a través de contadores manuales, grabaciones y pruebas de visión artificial con el software picomixer STA.

Figura 1: Esquema de montaje



RESULTADOS

El tramo que se analizó tiene una longitud de 0.25591km en la Av. Guerrero.

Figura 2: Tramo a evaluar



Costo de demora

La cantidad de 0.594 se incluye debido a que en el estado de Guanajuato el 59.4% de la población es económicamente activa.

RESULTADO

$$[(0.25591\text{km})(1\text{hr})](13409.56 + 21356.73 + 15333.04) = 12820.91954 \quad (7)$$

Costo de operación

1.- COMBUSTIBLE

RESULTADO

$$345.8378749 + 428.1375061 + 108.8906086 = 882.8659896 \quad (8)$$

2.- LUBRICANTE

RESULTADO

$$53.97632611 + 39.35034019 + 9.537218547 = 102.8638849 \quad (9)$$

3.- MANTENIMIENTO

RESULTADO

$$528.4314587 + 252.4817996 + 51.79113837 = 832.7043967 \quad (10)$$

Costo de operación

$$882.8659896 + 102.8638849 + 832.7043967 = 1818.434271 \quad (11)$$

Costos de contaminación

RESULTADO

$$163.7185837 + 78.22388686 + 60.33267992 = 302.2751505 \quad (12)$$

Costo total

$$12820.91954 + 1818.434271 + 302.2751505 = \$14941.62896 \quad (13)$$

CONCLUSIÓN

Durante la investigación se analizó los siguientes indicadores de costos: costo de demora, costo de operación y costo de contaminación; donde se obtuvo que el indicador con mayor significancia fue el costo de demora seguido del costo de operación y el costo de contaminación. La metodología se basó en la investigación (Muñoz Puentes, 2014). En la presente investigación se muestra el costo total de congestión vehicular en un intervalo de 0.25591km en la ciudad de

Irapuato, con el fin de dar a conocer los resultados a la sociedad, ya que se tiene que saber sobre temas de congestión, debido a que cuesta dinero y así mismo contamina (ruido y emisiones de humo). Existen investigaciones relacionadas a la congestión vehicular, pero en el municipio de Irapuato, Guanajuato es solo el inicio. En la ciudad se tienen otros puntos críticos de congestión que podemos valorar e investigar, deduciendo un resultado del costo total de congestión para posteriormente compararlo con otro sector crítico dando a conocer el punto más congestionado de la ciudad. Si existe un conocimiento mediante una investigación se puede hacer una solución a este problema que afecta a un sinnúmero de personas diariamente.

BIBLIOGRAFÍA

- ¿Don Cómo? (10 de junio de 2017). Obtenido de <https://vehiculos.doncomos.com/>
- CAMBIO DOLAR.MX. (10 de julio de 2017). Obtenido de <https://cambiodolar.mx/peso-mexicano-a-peso-colombiano>
- Dirección general de infraestructura vial. (11 de julio de 2017). METODOLOGIA PARA ESTUDIO DE IMPACTO AL TRÁNSITO. Obtenido de http://repte.jalisco.gob.mx/sites/default/files/metodologia_impacto_al_transitonew.pdf
- El Financiero. (11 de julio de 2017). Guanajuato llegará a 3.5 millones de vehículos en 2025: AMDA. El Financiero. Obtenido de <http://www.elfinanciero.com.mx/bajio/guanajuato-llegara-a-millones-de-vehiculos-en-2025-amda.html>
- INEGI. (2015). Vehículos de motor registrados en circulación. 11 de julio de 2017, de INEGI Sitio web: http://www.inegi.org.mx/lib/olap/consulta/general_ver4/MDXQueryDatos.asp?proy=vmrc_vehiculos
- ITALIKA. (10 de julio de 2017). Obtenido de <http://www.italika.mx/Modelos/Trabajo/FT125CLASICA/>
- MILENIO. (10 de julio de 2017). Precio de la gasolina hoy: 10 de julio. MILENIO. Obtenido de www.milenio.com/negocios/precio_gasolina_hoy-13_julio-magna-premium-diesel-milenio-noticias_0_991701237.html
- Torres Vargas, G., & Hernández García, S. (2006). PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA ESTIMACIÓN DEL VALOR DEL TIEMPO DE LOS USUARIOS DE LA INFRAESTRUCTURA CARRETERA EN MÉXICO: EL CASO DEL TRANSPORTE DE PASAJEROS. Sanfandila: IMT.

OPTIMIZACIÓN DE LAS OPERACIONES DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS TECNOLÓGICOS EXISTENTES PARA EL MANEJO DE MATERIALES Y DE INFORMACIÓN EN EL BAJÍO DEL 19º VCRC

Nidia Teresa Díaz Valdés¹ y Rocío Edith Rodríguez Gutiérrez²

RESUMEN

Una estrategia eficiente para satisfacer la demanda de productos y tener el inventario ideal para dar pronta respuesta a los clientes es la utilización de un Centro de Distribución que agilice las operaciones de la cadena de suministro, no obstante en la actualidad no basta con cubrir la demanda de los clientes, para lograr una diferencia significativa es necesario ofrecer un valor agregado que marque la diferencia, es aquí donde la tecnología se convierte en un factor clave. Haciendo un análisis por medio de una investigación descriptiva se ahondará en los tipos de Centros de Distribución que existen, sus características, funciones y áreas, así como el manejo de materiales y de información dentro del mismo.

ABSTRACT

An efficient strategy to meet the demand of products and have the ideal inventory for a quick to the customers is the use of a Distribution Center to streamline the supply chain operations, however at present it is not enough to meet the demand of the clients, in order to achieve a significant difference it is necessary to provide an added value that will make the difference, it is here where the technology becomes a key factor. Doing an analysis by means of a descriptive investigation, it will delve into the types of Distribution Centers that exist, their characteristics, functions and areas, as well as the handling of materials and information within the same.

Palabras Clave: CeDis, WMS, ERP, Tecnología.

INTRODUCCIÓN

Ante un mercado cada vez más demandante las empresas deben buscar alternativas para no solo proveer a sus clientes, deben buscar la manera de tener el producto en la cantidad, lugar y momento adecuado; además de diseñar cadenas de distribución y apoyarse en tecnología de punta para que los productos lleguen al consumidor en tiempo y forma, también se puede instalar uno o varios Centros de Distribución en puntos estratégicos, con la finalidad de prestar un mejor servicio al cliente, haciendo más eficiente la cadena de suministro. Los Centros de Distribución son de gran ayuda, puesto que además de almacenar la mercancía temporalmente se llevan a cabo otras actividades que añaden valor al producto. Para llevar a cabo dichas actividades en la actualidad existen distintos sistemas tecnológicos que son de gran utilidad para el manejo tanto de materiales como de información, es por ello que en el presente trabajo se pretende hacer un análisis de como los sistemas tecnológicos tienen un impacto positivo en las operaciones de un Centro de Distribución localizado en el Bajío; aunado a esto se conocerán las actividades relacionadas con la operación de un Centro de Distribución, se identificarán los sistemas tecnológicos relacionados con el manejo de materiales dentro de los Centros de Distribución, los sistemas tecnológicos generales utilizados para el manejo de información y en las operaciones relacionadas con el mismo.

MARCO TEÓRICO

Un producto puede ser de excelente calidad, el equipo de ventas puede ser eficaz, no obstante el “puente” que une a los productores con los consumidores finales es la distribución, sin ella es imposible que se consolide el consumo del producto, el tener dicho producto en el momento correcto y en la cantidad ideal puede parecer sencillo, sin embargo es un gran reto para muchas empresas. Como es bien sabido es necesario resguardar el producto final, tener control sobre él y contar con el stock necesario para satisfacer la demanda, es por ello que se utilizan los almacenes, sin embargo con la demanda cada vez más creciente de productos la distribución se ha convertido en un problema. Los Centros de Distribución son instalaciones que tienden a confundirse fácilmente con los almacenes, si bien comparten algunas características la principal diferencia entre ellos es que los Centros de Distribución resguardan la mercancía de manera temporal para armar los pedidos conforme el cliente los solicite (picking) y facilitar la distribución hacia los puntos de consumo.

La ubicación estratégica de un Centro de Distribución es esencial para que la distribución se realice de manera rápida y eficiente, la correcta administración del mismo así como la implementación de diferentes tecnologías y software facilitan el cumplimiento de las metas; ciertamente se requiere una inversión considerable, pero es de gran utilidad y marca una diferencia significativa ante la competencia, puesto que de poco sirve tener el mejor producto del mercado si este no está al alcance de los clientes.

Las instalaciones de los Centros de Distribución pueden variar según las necesidades y cuidados que la mercancía requiera, sin embargo invariablemente cuentan con un área de recibo, almacenaje temporal, picking, preparación de la mercancía, expedición y oficinas. De igual manera el equipo de manipulación necesario dependerá del producto, existen dos tipos: Los fijos y los móviles, los equipos fijos pueden ser cintas transpor-

tadoras, de rodillos, sistemas de transporte aéreo entre otros, mientras que en los móviles se puede contar con lo más básico como lo son las carretillas hasta equipos muy sofisticados como los transelevadores. Cabe destacar que si bien con los aspectos anteriores se puede facilitar en gran medida la distribución de la mercancía, el uso de la tecnología es un factor prácticamente indispensable, puesto que gracias al uso de diferentes software la administración y las operaciones en los Centros de Distribución se agilizan y se facilitan; actualmente existen varios que se adaptan a las necesidades y al tamaño de la empresa, estos van desde el más sencillo como los módulos de control de inventarios hasta los más complejos como el Sistemas ERP.

MÉTODOS Y MATERIALES

La principal actividad realizada fue la búsqueda de información en fuentes secundarias, consultando el material bibliográfico disponible en la biblioteca del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, y en base a éste se elaboró el marco teórico de la investigación, la cual como anteriormente se ha mencionado es de tipo descriptiva.

RESULTADOS

Después de la consulta de diferentes fuentes bibliográficas y de realizar un análisis de la información obtenida se llegó a la conclusión de que efectivamente los sistemas tecnológicos tienen un impacto positivo en las operaciones de un Centro de Distribución. Los resultados del trabajo fueron satisfactorios puesto que se conocieron y definieron las actividades relacionadas con la operación de un Centro de Distribución, aunado a esto se identificaron los diferentes sistemas tecnológicos relacionados con el manejo de materiales dentro de los Centros de Distribución.

Finalmente cabe destacar que se conocieron de manera general los distintos software que existen en el mercado para la administración y control de los Centros de Distribución.

CONCLUSIONES

En esta investigación se hace un análisis de las características generales de un Centro de Distribución y de cómo los sistemas tecnológicos que existen en la actualidad son una herramienta de suma importancia para el manejo tanto de materiales como de información que ayudan a agilizar las operaciones dentro del mismo; se describen y se destacan de manera general los beneficios de los software Warehouse Management System (WMS) y los módulos de control de inventarios además del sistema ERP (Enterprise Resource Planning).

BIBLIOGRAFIA

- BOWERSOX, D. (2007). Administración y logística en la cadena de suministros. México: McGraw-Hill.
- GARCÍA, A. (2010). Almacenes: planeación, organización y control. México: Trillas.
- MAULEÓN, M. (2003). Sistemas de almacenaje y picking. Madrid: Díaz de Santos, S. A.
- MORA, L. (2011). Gestión logística integral. Madrid: Starbook.
- ROUX, M. (2009). Manual de logística para la gestión de almacenes, las claves para mejorar su almacén. Barcelona: Gestión 2000.
- SOLER, D. (2013). Diccionario de logística. México: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.
- centaje elevando en el PIB para un país en desarrollo, es de vital importancia invertir e innovar en el creci

ESTUDIO DE PELÍCULAS DELGADAS ORGÁNICAS COMO DISPOSITIVOS OPTOELECTRÓNICOS

Oscar Alejandro Ramírez Medinal¹ y Miroslava Cano Lara²

RESUMEN

En este trabajo se explica el desarrollo del proyecto llevado a cabo dentro de las actividades del 19° Verano Regional de la Ciencia que consiste en el desarrollo de un arreglo experimental para la utilización de filtros orgánicos a base de pigmentos naturales de plantas y flores tales como Cerasus Sirope y Hibiscus Sabdariffa para ser empleados en el área de optomecatrónica. Se empleó un láser de color rojo con longitud de onda de 615 nm y potencia de 0.9 mW, un fotodetector OTRD OP999 para recibir la cantidad de energía. Los resultados muestran que los elementos empleados en este proyecto son adecuados para realizar estudios como dispositivos optoelectrónicos, en particular limitadores ópticos.

ABSTRACT

This work explains the development of the project carried out within the activities of the 19th Regional Summer Science which consists of the development of an experimental arrangement for the use of organic filters based on natural pigments of plants and flowers such as Cerasus Syrup and Hibiscus Sabdariffa to be employed in the area of optomecatronics. A red laser with a wavelength of 615 nm and a power of 0.9 mW was used, an OTRD OP999 photodetector to receive the amount of energy. The results show that the elements used in this project are suitable for studies such as optoelectronic devices, in particular optical limiters.

Palabras Clave: Materiales orgánicos, filtros, limitadores ópticos.

INTRODUCCIÓN

Actualmente se han llevado a cabo diversos estudios sobre materiales que tengan propiedades capaces de limitar la radiación, en base a fenómenos no lineales tales como absorción saturable reversible (por sus siglas en inglés, RSA), absorción de dos fotones (TPA) o efectos termo-ópticos. En este caso la limitación óptica resulta de la dependencia no lineal de la transmisión óptica respecto a la intensidad incidente [2], los limitadores ópticos deben cumplir con el requisito de permanecer inactivos para bajas intensidades de radiación pero volverse opacos a altas intensidades ya que en un limitador óptico la luz intensa incidente en este material altera las propiedades refractivas y de absorción, dando como resultado una reducción no lineal en la intensidad transmitida, es por esta razón que para determinar si un material es útil para este tipo de aplicaciones primeramente se tiene que determinar la magnitud de la no linealidad por medio de alguna técnica espectroscópica, siendo Z-scan una técnica apropiada [2].

Materiales orgánicos como los fulerenos, compuestos organometálicos, flactocianinas (Pcs) y sus derivados, además de algunas porfirinas, se han reportado como buenos limitadores ópticos por su no linealidad de tercer orden grande. Existen muchos trabajos reportados sobre Pcs y porfirinas, ya que estos materiales se comportan como buenos absorbentes saturables reversibles (RSA) con excitación láser pulsada [2]. Los materiales orgánicos con respuestas ópticas no lineales grandes son de gran interés en aspecto debido a que su tiempo de respuesta es rápido, son de bajo costo, fácil procesamiento, y presentan estabilidad térmica y química, entre otras ventajas. El requisito estructural que deben satisfacer los materiales orgánicos para que puedan exhibir fenómenos ópticos no lineales es la presencia de una red de electrones π -conjugados deslocalizados, los cuales interfieren una alta polarizabilidad y una rápida redistribución de carga cuando la molécula conjugada interactúa con una intensa y rápida redistribución de carga cuando la molécula conjugada interactúa con una intensa y rápida

variación de los campos electromagnéticos como la de los pulsos de láser. La alta no linealidad de estos materiales puede ser explotada para aplicaciones como interruptores ópticos, moduladores ópticos, procesamiento de información cuántica, procesamiento de señales ópticas y como limitadores ópticos [2]. Los materiales electrónicos traen consigo consecuencias en el ambiente al no ser biodegradables, ante esto se han hecho estudios para la búsqueda de una alternativa orgánica, la cual se puede encontrar en los pigmentos de flores o frutos. En años recientes se tiene el interés de emplear pigmentos orgánicos que son extraídos de plantas, frutas o vegetales para la aplicación en dispositivos optoelectrónicos, los cuales ya han sido estudiados para celdas solares o en potenciales aplicaciones de Nano-fotónica [1]. Es por esta razón que pretende desarrollar limitadores que sean totalmente orgánicos y que puedan llegar incluso a tener más y mejores propiedades que los ya existentes en el mercado sean orgánicos o de materiales plásticos.

MARCO TEÓRICO

Un limitador óptico es un dispositivo que presenta una transmisión de la luz dependiente de la intensidad, esto quiere decir que a intensidades bajas presenta una transmisión alta, la cual va decreciendo para haces de luz intensos. La manera más obvia de obtener la limitación óptica es por medio de un control activo, en donde la luz de entrada es monitoreada por un sensor, que a través de algún procesador activa un modulador o shutter, limitando así la luz transmitida [2]. En el caso de un láser pulsado podemos observar como cuando el pulso de energía que entra llega a un punto máximo en pulso que se transmite se mantiene constante [Ver

Figura 1].

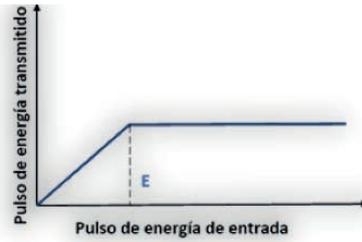


Figura 1. Transmitancia de un limitador óptico ideal para un láser pulsado.

La velocidad es un problema con la mayoría de los sistemas de control activos para limitación óptica. Para proteger a los sensores, el tiempo de transmisión del sistema debe ser mucho más pequeño que el ancho del pulso potencialmente peligroso. Incluso los shutters electro-ópticos que son muy rápidos están limitados, estos alcanzan tiempos del orden de 1 ns, que pueden ser insuficientes para bloquear adecuadamente los pulsos Q-switched de duración más pequeña que 50 ns. Incluso para la protección contra pulsos más largos, el costo y la complejidad son algunas desventajas de estos sistemas activos de limitación óptica.

Otra forma directa para proteger los sensores contra la potencia láser es utilizar filtros con una línea espectral estrecha. Estos pueden funcionar bien cuando la longitud de onda del láser es conocida (por ejemplo, las gafas de seguridad para los láseres en el laboratorio), sin embargo, estos resultan en gran medida ineficaces contra los láseres sintonizables. En cambio, los sistemas pasivos utilizan un material no lineal que funciona como un sensor combinado, procesador y modulador. Esto ofrece potenciales ventajas como la velocidad, sencillez, tamaño reducido y bajo costo [2]. Es por estas razones que en este escrito se enfoca en limitadores ópticos orgánicos.

En la figura 2 se muestran las curvas típicas de limitación óptica, en el inciso a podemos ver la energía transmitida en función de la energía incidente, en el inciso b se observa la transmitancia en función de la energía de entrada que en escala logarítmica línea sólida es la respuesta ideal de un limitador óptico, las líneas punteadas son las típicas respuestas reales de algunos sistemas, en donde ED es la energía en la que el limitador sufre daños por el láser, Emax es la máxima energía transmitida en la energía de entrada ED, EL es el umbral de limitación para un limitador ideal, TL es la transmitancia y Tmin es la mínima transmitancia, obtenida para la máxima energía de entrada ED.

$$10D = \text{Log log}_{10} \left(\frac{TL}{T_{\min}} \right)$$

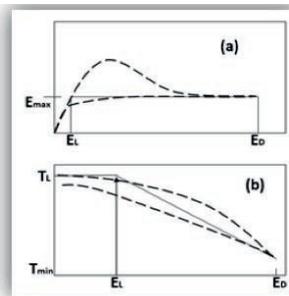


Figura 2. Curvas típicas de limitación óptica a) Energía transmitida en función de la energía incidente y b) transmitancia en función de la energía de entrada.

MÉTODOS Y MATERIALES

Los filtros utilizados para este trabajo fueron películas orgánicas elaboradas con pigmentos de Cerasus Sirope e Hibiscus Sabdariffa a través de la técnica sol-gel [Ver Figura 3]. La técnica brinda la flexibilidad y la reducción de costos. En los métodos de síntesis sol-gel se ha encontrado que los materiales ópticos de estado sólido exhiben grandes ventajas en su preparación para el estudio de sus propiedades foto físicas. La flexibilidad en la fabricación de los materiales, buena transparencia en un amplio rango espectral, aunado con la posibilidad de incrustar moléculas en sistemas sol-gel algunas de las ventajas que ofrecen estos materiales [2]. Existen muchos procesos para legar al análisis no lineal de tercer orden, tales como paramétricos y no paramétricos. En los procesos paramétricos las relaciones entre la polarización del material y el campo aplicado son extremadamente rápidas, en el régimen de subpicosegundos, siendo el tiempo de respuesta el que requieren los electrones para redistribuirse bajo la influencia del campo externo aplicado [2]. Por otro lado, los procesos considerados no paramétricos se basan en los cambios de la población de los niveles energéticos de la molécula inducidos por la luz [2].



Figura 3. (a) Método Sol - Gel para la elaboración de películas delgadas, (b) Muestra de Cerasus Sirope, (c) Muestra de Hibiscus Sabdariffa [3].

Estos dos tipos de procesos son los que hacen posible el fenómeno de limitación óptica, el fenómeno de transmisión no lineal se puede deber principalmente a una absorción o refracción no lineal parte del material cuando es irradiado con un láser, como consecuencia de un mecanismo denominado “optical pumping” (bombeo óptico) de los estados electrónicos internos: la luz puede ser absorbida, provocando una transición a un estado excitado. Una población abundante de moléculas en el estado excitado puede originar cambios en las propiedades ópticas del medio y dar lugar a elevadas no linealidades. Sin embargo, la absorción y refracción no lineal no son los únicos mecanismos responsables de la limitación, también el esparcimiento, fotorrefracción y las transiciones de fase inducidas ópticamente pueden originar este fenómeno [2].

Para el armado del arreglo experimental [Ver Figura 4 (a)] se utilizó una placa de aluminio perforada en la cual se colocaron vástagos y postes para mantener fijos las lentes, el encoder óptico y por supuesto el limitador óptico para posteriormente hacer el armado en físico [Ver Figura 4 (b)]. El arreglo consiste básicamente en un láser de 0.3 ~ 0.9 mW de color rojo con un rango de 650 nm en el espectro electromagnético, delante de él se coloca la lente óptica la cual permite enfocar todo el haz del láser en un solo punto. al pasar por la lente se le superpone uno de los filtros colocados en el encoder óptico que cuenta con cuatro diferentes tonalidades de polarizado [Ver Tabla 1]. El haz de luz llega a una pequeña pantalla de color negro que enfoca el haz de luz en un punto fijo para poderlo hacer incidir directamente en el fotodetector OTRD OP999 y así poder detectar la diferencia de voltaje que tiene el láser utilizando los filtros orgánicos.

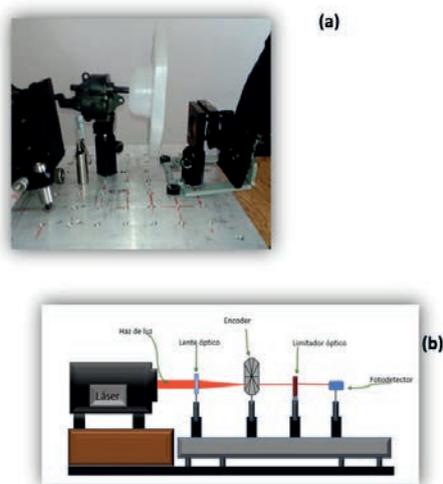


Figura 4. (a) Arreglo experimental para la medición de la potencia detectada, (b) Arreglo físico.

RESULTADOS

Los resultados demostraron que el material que se trabajó además de ser totalmente orgánico, de bajo costo y sencillo de elaborar. Presenta una respuesta como limitador óptico ya que haciendo manejo de diferentes tonalidades comprobamos que podría incluso desarrollarse como protectores para pantallas de aparatos electrónicos e incluso sustituir el polarizado de los automóviles. Se usaron 4 diferentes potencias que fueron incididas en el material orgánico, empleando polarizadores de densidad óptica variable [Ver Tabla 1].

Tabla 1. Potencia medida en cada uno de los filtros (polarizado) usados en el encoder

POLARIZADO	mW
1	0.409
2	0.531
3	0.572
4	0.654

La toma de muestras se hizo para los pigmentos Cerasus Sirope (Cereza) tomando como referencia 4 muestras e Hibiscus Sabdariffa (Jamaica) con cinco muestras [Ver Tabla 2 y 3].

Tabla 2. Resultados obtenidos con las muestras de Hibiscus Sabdariffa.

Muestra	Polarizado 1 mW	Polarizado 2 mW	Polarizado 3 mW	Polarizado 4 mW	Sin Polarizado mW
Jamaica 1	0.409	0.449	0.490	0.572	0.736
Jamaica 2	0.409	0.449	0.490	0.531	0.736
Jamaica 3	0.368	0.449	0.490	0.531	0.777
Jamaica 4	0.368	0.409	0.449	0.490	0.613
Jamaica 5	0.368	0.409	0.490	0.572	0.736

Las cinco muestras que se utilizaron mostraron propiedades limitantes, desde la primera medición sin papel polarizado hasta la última medición con el polarizado más oscuro la potencia que se mide disminuye lo cual nos indica que es útil para funcionar como un limitador óptico, de igual manera en la gráfica [Ver figura 5] podemos observar la variación que hay entre cada una de las cinco muestras.

Tabla 3. Resultados obtenidos de las muestras de Cereza.

Muestra	Polarizado 1 mW	Polarizado 2 mW	Polarizado 3 mW	Polarizado 4 mW	Sin Polarizado mW
Cereza 1	0.327	0.368 mW	0.368 mW	0.449 Mw	0.531 mW
Cereza 2	0.327 mW	0.409 mW	0.449 mW	0.490 Mw	0.818 mW
Cereza 3	0.368 mW	0.409 mW	0.409 mW	0.531 Mw	0.736 mW
Cereza 4	0.368 mW	0.490 mW	0.531 mW	0.531 Mw	0.736 mW

En los resultados obtenidos con los limitadores con pigmento de Cereza [Ver Figura 6] se obtuvieron resultados prometedores para decir que su funcionalidad es la esperada a la hora de elaborarlos y que al igual que con los de Jamaica se pueden emplear en otros dispositivos de uso diario, de tipo industrial y científico.

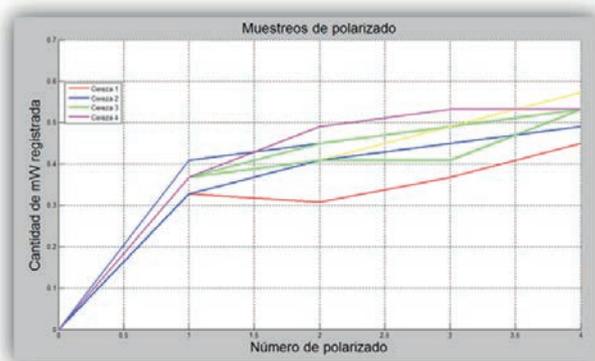


Figura 6. Mediciones tomadas de las muestras de Cereza.

CONCLUSIONES

Los resultados arrojados en este trabajo nos permiten decir que los limitadores orgánicos con pigmentos de plantas y frutos naturales tales como Jamaica y Cereza son potencialmente aptos para usarse en dispositivos electrónicos ya que permite reducir la cantidad de luminosidad que sale de las pantallas sin perder calidad en la imagen, incluso poder sustituir en gran parte el papel polarizado para los automóviles, siendo este uno de los principales aportes de nuestro trabajo ya que ayudaría a reducir en gran cantidad el uso de materiales que dañen al medio ambiente.

Actualmente el desarrollar productos que sean amables con el medio ambiente, o que su descomposición terminando su tiempo de vida puedan ser fácilmente desechados o controlados a la hora de su descomposición, en este trabajo se demuestra que un limitador óptico puede ser construido desde cero con elementos naturales y con los mismos beneficios que uno ya existente.

BIBLIOGRAPHY

- [1] Paulina, R. G. (n.d.). Estudio de la fabricación artesanal y caracterización de películas delgadas orgánicas elaboradas con flor de Jamaica con potenciales aplicaciones en dispositivos optoelectrónicos. ITESI, Guanajuato, México.
- [2] Laura, A. I. (n.d.). ESTUDIO DE PORFIRINAS MEDIANTE TÉCNICAS ESPECTROSCÓPICAS NO LINEALES. CIO, Guanajuato, México.

INDUSTRIA 4.0 Y TENDENCIA DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL

Ricardo Tavares Rodriguez¹ y Luis Fernando Niño Luna²

RESUMEN

El siguiente trabajo presenta información sobre la nueva tendencia tecnológica industria 4.0, así como sus antecedentes y evolución a lo largo del tiempo, con contenido de información relacionada a su funcionalidad, según algunos autores mediante redacciones y opiniones, creando un análisis de información que permita identificar los requerimientos y competencias para su implementación en la región de San Luis Potosí, obteniendo como resultado la realización de una encuesta para establecer su grado de desarrollo en las industrias locales y para evaluar su posible implementación o factibilidad para participar en este nuevo modelo, Industria 4.0.

ABSTRACT

This paper presents information about the new technological trend of industry 4.0, as well as its antecedents and evolutions over time, with information related to its functionality, according to some authors through personal essays and opinions, creating an analysis of information to identify the requirements and competences for its implementation in San Luis Potosi, getting as result a survey to establish its degree of development in local industries and to evaluate its possible implementation or feasibility to participate in this new model, Industry 4.0.

Palabras clave: Robótica, Internet de las cosas, Sistemas ciber-físicos, Industria 4.0, Manufactura.

INTRODUCCIÓN

El futuro de la fabricación está siendo forzado por los cambios demográficos, la globalización, la escasez de recursos, cambio en el clima, tecnologías, innovaciones dinámicas y personalización masiva. Industria 4.0 fue manejado por primera vez en la Feria de Hannover (salón de la tecnología industrial) en el año 2011 y viene de una política del gobierno alemán en respuesta a las crecientes complejidades de los sistemas de fabricación y el montaje de desafíos ambientales externo. Proclamada como la cuarta revolución industrial, industria 4.0 se configura como paradigma y estrategia hacia un nuevo enfoque del pensamiento fabricación. A lo largo de la historia de la fabricación industrial, podemos identificar cuatro innovaciones tecnológicas fundamentales que han llevado a enormes cambios y ganancias en productividad desde la Industria 1.0 - Mecanización: la invención de la máquina de vapor a finales del siglo XVIII dio paso a la era de la industrialización después se innovó a la Industria 2.0 - Electrificación: la electricidad reemplazó la energía de vapor a finales del siglo XIX, dicha revolución también condujo a nuevas maneras de trabajar: con la producción de la línea de montaje, las mercancías podrían ser producidas en grandes volúmenes por primera vez. Así se evolucionó a la actual Industria 3.0 - Digitalización: a finales de la década de 1960, el desarrollo de controladores lógicos programables (PLC) y de microchips cada vez más potentes allanó el camino a la digitalización y el primer uso del software en la fabricación. Esto hizo que las máquinas fueran más productivas, precisas y flexibles, y condijo a un grado creciente de automatización. Las máquinas se hicieron cargo de tareas cada vez más peligrosas y agotadoras de los seres humanos.

Entonces ¿Qué es Industria 4.0? - Industria 4.0, 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. La gente es un factor clave en este concepto, y su trabajo es facilitado en un grado mayor que nunca por los sistemas basados en software. 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.

1Instituto Tecnológico Superior de Irapuato (ITESI), Ingeniería Industrial; Carretera Irapuato - Silao km 12.5, Colonia: El copal, C.P: 36821, Irapuato, Guanajuato, tavares104@hotmail.com

2Universidad Politécnica de San Luis Potosí (UPSLP), Ingeniería en Sistemas y Tecnologías Industriales, Urbano Villalón 500, Colonia: La ladrillera, C.P: 78369, San Luis Potosí, S. L. P., lfnino@upslp.edu.mx

Los actuales sistemas de automatización industrial forman parte del proceso físico (ciber-físico); conectado e integrado con computadoras en combinación con sistemas de software (mundo virtual) controlando y supervisando el proceso de producción, además de que se analizan los insumos de la planta y se regula el sitio de fabricación por los resultados computacionales inteligentes.

MARCO TEÓRICO

El avance incontenible de Internet ha tenido un impacto radical en la economía y en la sociedad del siglo XXI. La convergencia de las tecnologías de la información con la sensoria y la robótica han transformado el internet tradicional en internet de las cosas. El resultado en la industria ha sido un nuevo modelo organizativo y un cambio disruptivo. La industria está sometida a una gran presión sobre su competitividad y la robotización, hoy en día se contempla como una oportunidad para reducir costes mediante el internet industrial de las

cosas. Actualmente los nuevos mercados se basan en la personalización y la creación de productos y servicios innovadores. Los clientes están más dispuestos a pagar por la experiencia o el servicio que por el producto en sí. Por ello la industria necesita añadir al producto servicios nuevos, experiencia individualizada, capacidad de actualización, lo que pasa por añadir software y conectividad a cualquier producto. La industria 4.0 da respuesta a ambas exigencias. Ante la evolución de la industria, también se crearon los sistemas de producción inteligentes, que consisten en la unión de las tecnologías físicas y digitales y la integración de todas las etapas de desarrollo de un producto o proceso, lo que trae un importante impacto positivo en el aspecto de la eficiencia y aumento de la productividad. En este contexto, se deben entender algunos elementos generales que conforman el modelo como:

- **Análisis Instantáneo:** Es el seguimiento y análisis de datos en tiempo real, garantizando una mayor asertividad en la toma de decisiones. Conocer todas las etapas del proceso en el momento en que se produzcan.
- **Virtualización:** La simulación por ordenador es ya una realidad, sin embargo, la revolución de la industria propone la monitorización remota de los procesos de producción con el fin de evitar posibles fallos y hacer la red de la producción más eficiente.
- **La descentralización de la toma de decisiones:** Con el fin de mejorar la producción en la industria, sistemas ciber-físicos toman decisiones basadas en el análisis de datos, sin depender de la acción exterior, tornando la decisión más segura y más precisa.
- **Modularización:** En este concepto, el sistema se divide en módulos, o sea, en diferentes partes. Por lo tanto, una máquina producirá de acuerdo con la demanda, ya que sólo utilizará los recursos necesarios para realizar cada tarea, lo que garantiza la optimización de la producción y ahorro energético.
- **Big data y análisis de datos:** Denominamos Big Data a la gestión y análisis de enormes volúmenes de datos que no pueden ser tratados de manera convencional, ya que superan los límites y capacidades de las herramientas de software habitualmente utilizadas para la captura, gestión y procesamiento de datos.
- **Ciberseguridad:** El aumento de la conectividad que representa la Industria 4.0 incrementa dramáticamente la necesidad de proteger los sistemas industriales críticos y las líneas de producción contra las amenazas informáticas. También hay que mejorar la protección de la propiedad intelectual, de los datos personales y de la privacidad.

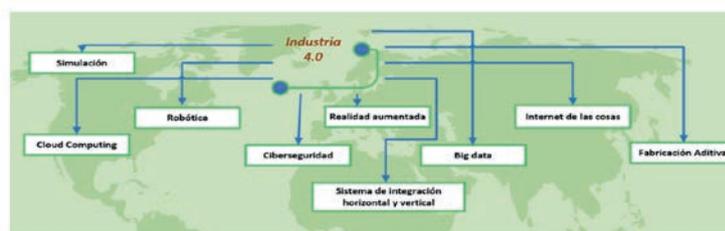
MÉTODOS

Durante el periodo de estancia del proyecto (5 semanas) se realizó una investigación exploratoria para conocer cuáles son los antecedentes de la industria 4.0 y posteriormente identificar algunas características y requerimientos propios de esta nueva tendencia, creando algunos esquemas y realizando un diseño de encuesta para establecer el desarrollo de las industrias locales y evaluar su posible implementación para participar en este nuevo modelo e identificando la tendencia de la ingeniería industrial. Partiendo de esto se determinaron 4 preguntas de investigación para determinar el enfoque del proyecto en el cual se planteó lo siguiente: ¿Qué es industria 4.0?, ¿En dónde se está aplicando?, ¿Qué elementos involucra? Y ¿Cómo se pueden desarrollar los ingenieros industriales en este campo?, mediante estas preguntas se determinó el objetivo general del proyecto quedando como se describe a continuación: “Identificar los aspectos fundamentales del sistema de innovación Industria 4.0 como tendencia de la ingeniería industrial para su evaluación y posible aplicación”.

RESULTADOS

Industria 4.0 induce un cambio de sistema en la manufactura desde el control central a descentralizado de la producción. Diferentes informes y estudios indican que las fábricas del futuro serán 30% más productivas como consecuencia de servicios inteligentes adaptados. En dichos informes se habla de un mundo industrial donde las fábricas, absolutamente interconectadas con el mundo de internet, pueden recibir peticiones de clientes online o enviar solicitudes de servicios, todo ello en mercados totalmente automatizados. La industria 4.0 requiere de gente más capacidad con habilidades y aptitudes técnicas en tecnologías de la información, ya que actualmente los cambios en las tendencias tecnológicas han ido evolucionando, y para ello se requiere un mejor nivel de capacitación. Para poder identificar los componentes de industria 4.0 es necesario identificar los 9 pilares esenciales para su aplicación. La industria 4.0 irá modificando las formas de trabajo en las empresas y para ello se debe tener una visión al cambio, la cuarta revolución industrial avanza imparable en centros de investigación y desarrollo tecnológico bajo una fuerte competitividad por conquistar nuevas fronteras y límites sin tener en cuenta sus costes sociales y humanos. Diversos informes, algunos cuestionados como siempre, nos dicen que el 57% de los empleos del mundo están en riesgo o son vulnerables ante la robotización y el desarrollo de la inteligencia artificial. Otro informe corporativo del banco Merrill Lynch alerta que el 45% de los puestos de trabajo de fabricación en el sector industrial serán robotizados en los próximos 20 años, afectando a la mano de obra de empresas manufactureras.

FIGURA 1. PILARES ESENCIALES DE ESTUDIO INDUSTRIA 4.0



Fuente: Elaboración propia.

- Simulación: Es una herramienta y es esencial en las empresas para garantizar la calidad y la eficiencia en el desarrollo de productos.
 - Cloud Computing: Permite sostener el desarrollo de la industria de 4.0, ya que cada vez son más las tareas relacionadas con la producción de bienes y servicios las cuales requieren el uso de aplicaciones y datos compartidos entre diferentes ubicaciones y sistemas; ofreciendo con ello una gran reducción en el costo, el tiempo y la eficiencia.
 - Robótica: Logra incorporar nuevas capacidades para trabajar sin un supervisor humano y son capaces de trabajar para automatizar y coordinar una serie de tareas logísticas y de producción. Además de reducir los costos, estos robots representan un aumento de la producción.
 - Realidad Aumentada: A pesar de ser uno de los pilares menos desarrollados de la industria 4.0, la realidad aumentada es compatible con una gran variedad de aplicaciones y servicios en diferentes campos como la medicina y la educación.
 - Sistemas de Integración Horizontal y Vertical: La industria 4.0 propone una mayor armonía entre todos los que forman parte del ecosistema. (empresa-cliente).
 - Internet de las cosas: Es la conexión entre la red de los objetos físicos, entornos, vehículos y máquinas a través de dispositivos electrónicos que permite la recogida y el intercambio de informaciones.
 - Fabricación Aditiva: También conocido como impresión en 3D, este pilar implica la producción de partes de capas de material superpuestas, típicamente en forma de polvo, para obtener un modelo 3D. Esta estrategia se puede usar para crear productos reduciendo las materias primas, los stocks y las distancias de transporte.
 - Los conceptos de Big Data y Ciberseguridad se explican en el Marco Teórico de este documento.
- Posterior a esto se realizó un modelo de encuesta, en el cual se incluyeron datos generales como: Nombre de la empresa, Dirección, Pagina web, Número de teléfono, Numero de empleados (mencionando el puesto que realiza), Productos principales que realiza la empresa e inicio de operación con dicho producto. El modelo de la encuesta se dividió en tres fases, en la fase 1 se responde con un “SI” o un “No” respectivamente. Las preguntas de la fase 1 se muestran a continuación:

FASE 1. CONOCIMIENTO GENERAL

- ¿Alguna vez ha escuchado el término industria 4.0?
- ¿Su empresa trabaja con líneas de automatización?
- ¿Su empresa trabaja con líneas de digitalización?
- ¿Su empresa trabaja con robots inteligentes?
- ¿Conoce alguna herramienta de tecnología de la información?
- ¿Alguna vez ha trabajado con tecnologías inteligentes?
- ¿Sabe a qué se refiere el término “Inteligencia distribuida”?
- ¿Conoce el término “Representación virtual en tiempo real”?
- ¿Conoce el término “Hiperconectividad”?

Después de tener identificados estos argumentos se pasó al diseño de modelo de la fase 2 mediante información analizada.

FIGURA 2. DISEÑO DE MODELO DE ENCUESTA INDUSTRIA 4.0 (FASE 2)

Tecnologías/Conocimiento	No lo conozco	Si lo conozco	Lo estamos implementando	Trabajamos con ella normalmente	Trabajamos con ella y no dio resultados	Se piensa trabajar con esta a futuro	Proyecta su uso dentro de 5 años	Proyecta su uso dentro de 10 años
1. Big data y análisis de datos								
2. Cloud computing								
3. Ciberseguridad								
4. Integración horizontal y vertical								
5. Robótica								
6. Realidad aumentada								
7. Fabricación aditiva								
8. Simulación								
9. Internet de las cosas								
10. Celulas de producción automatizadas								
11. Mantenimiento a distancia								
12. Internte industrial de las cosas								
13. Comunicación M2M								
14. Bluetooth								
15. Wifi 802.11								
16. Zig be								
17. Block chain								
18. Internet movil								
19. Cadena de suministros inteligentes								
20. Nanotecnología								

FIGURA 3. HABILIDADES DE INDUSTRIA 4.0 (FASE 3)

Marque con una X alguna de las siguientes habilidades que más se adecuen a su realidad.

Competencias	No lo conozco	Si lo conozco	Lo estamos implementando	Trabajamos con ella normalmente	Trabajamos con ella y nos dio resultados
Negocio digital					
Creatividad digital					
Innovación y tendencia a cambios					
Comunicación Cibernética					
Liderazgo					
Trabajo en equipo					

La figura anterior muestra algunas habilidades que serán requeridas dentro de las fábricas inteligentes.

- 1.- ¿Considera tener una empatía digital?
- 2.- ¿Considera estar capacitado para usar algún software en computadora?
- 3.- ¿Es competente en la toma de decisiones?
- 4.- ¿Ha trabajado con un espacio virtual?
- 5.- ¿Estudio alguna materia sobre tecnologías de la información?

ÁREAS DE ACCIÓN PARA UN INGENIERO INDUSTRIAL

Los nuevos ingenieros tienen que ir evolucionando con los cambios tecnológicos. Las tendencias crearán nuevas oportunidades y retos para los futuros empleos de los ingenieros industriales, para tener en claro que tan estudiado se debe estar en un futuro, muchos autores creen que la clave del éxito del trabajo será en base a las tecnologías de información, cabe destacar que se deben adoptar cambios en los sistemas de educación en México para crear la adaptación y visión de futuras tecnologías. Algunas de las áreas de acción a industrias inteligentes serán las siguientes:

- Producción
- Ingeniería de procesos
- Gestión de energía
- Procesos logísticos
- Mantenimiento predictivo
- Calidad

Todas estas áreas estarán unidas mediante sistemas de integración, con apoyo de robots y computadores por lo que será necesario tener aptitudes informáticas.

CONCLUSIÓN

En conclusión la industria 4.0 se ha estado aplicando en algunos países desarrollados desde hace algunos años; empresas establecidas en México buscarán sumarse a esta nueva tendencia y para ello los futuros ingenieros deberán prepararse. Se llegó a la conclusión que para su aplicación se requieren 9 pilares tecnológicos de alto nivel y las complejidades que llevan estos mismos, al igual que se necesitará personal más capacitado en estas tecnologías y motivados hacia el cambio.

Se creó el diseño de una encuesta para establecer su grado de desarrollo en las industrias locales y para evaluar su posible implementación o factibilidad para participar en esta nueva tendencia Industria 4.0. La mano de obra humana es la llave del éxito, para ello se deben adoptar cambios de enseñanza en las universidades en México. Se pretende aplicar a futuro la encuesta, para identificar en sí que tanto conoce y hasta donde se pretende llegar, lamentablemente en la actualidad hay muchas empresas en México que están en la segunda o tercera revolución industrial y sin duda alguna será algo que llevara años para su implementación.

BIBLIOGRAFÍA

1. - Martin, P., & Jueguen W. (2016). Industry 4.0 and Object-Oriented Development: Incremental and Architectural Change. Junio 15, 2017, de Journal of Technology Management & Innovation. Consultada: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84746296010>
2. - Bosh, (2016). BOSH- INVENTED FOR LIFE. 2016. Consultado:<http://mx.omega.com/technical-learning/proxima-revolucion-industrial.html?gclid=CJb8-c-Qz9QCFQ6GaQodSoYJhA>
3. - Denso, (2016). Industrie 4.0. 2016. Consultado: <http://www.esss.com.br/blog/es/2017/01/los-pilares-de-la-industria-4-0/>
4. - José C. (2014). La moda del Big Data: ¿En qué consiste en realidad? 2017. Consultado en: eEconomista. es Sitio web: <http://www.economista.es/tecnologia/noticias/5578707/02/14/La-moda-del-Big-Data-En-que-consiste-en-realidad.html>

LA INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES DE LOGÍSTICA EN LA CADENA DE SUMINISTRO DEL SECTOR AUTOMOTRIZ EN EL ESTADO DE AGUASCALIENTES.

Roberto Murillo Ramírez y Miguel Alejandro García Vidales

RESUMEN

La gestión de la cadena de suministro es uno de los factores primordiales para de las empresas, siendo el desempeño uno de los aspectos más importantes para ser analizado. La presente investigación tiene como objetivo determinar la existencia de una relación entre las actividades productivas de las empresas con su desempeño, tomando como referencia la industria automotriz del estado de Aguascalientes, México. Muchos de los procesos aún se realizan de manera empírica, esto implica la toma de decisiones por medio de la intuición y experiencia de los empleados de las distintas áreas. Los resultados muestran el efecto negativo del tiempo de inactividad y el número de actividades de logística realizadas respectivamente por las empresas o por las empresas de externalización, lo cual indica que, al aumentar el número prácticas de logísticas, la eficiencia de la cadena de suministro en sector automotriz aumentará.

ABSTRACT

The management of the supply chain is one of the primary factors for the companies, being the performance one of the most important aspects to be analyzed. This research aims to determine the existence of a relationship between the productive activities of the companies with the performance, taking as a reference the automotive industry of the state of Aguascalientes, Mexico. Many of the processes are still performed in an empirical manner, this means decision-making through intuition and experience of the employees of the different areas. The results indicate the negative effect of downtime and the number of logistics activities carried out respectively by companies or outsourcing companies, which indicates that the increase in the number of logistical practices, the efficiency of the supply chain in the automotive sector will increase.

Palabras Clave: Cadena De Suministro, Logística, Industria Automotriz.

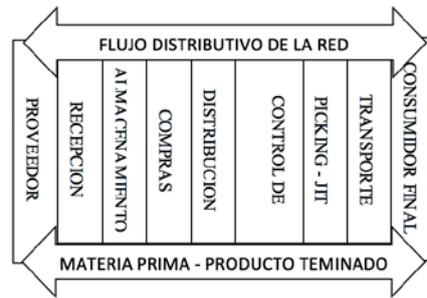
INTRODUCCIÓN

La gestión de la cadena de suministro es el flujo de bienes y servicios, incluye el movimiento y almacenamiento de materias primas, la gestión del transporte, el inventario de trabajo en proceso y productos terminados desde el punto de origen hasta el punto de consumo. Se ha convertido en la importancia a través de la industria mundial y la competencia, es probable que siga siendo un elemento importante en la competencia mundial (Singh Jaggi & S. Kadam, 2016) (Singh, Jain, Mehta, Mitra, & Agrawal, 2017). Los ajustes de la cadena de suministro de las empresas en una red necesitan promover las actividades y la capacidad de la cadena ascendente y descendente, desde la materia prima hasta el uso final. El beneficio de la gestión de la cadena de suministro es la capacidad de la empresa para utilizar la red de proveedores, vendedores, compradores y clientes (Shakerian, Dehghan Dehnavi, & Shateri, 2016). Actualmente se considera que el desempeño de la cadena de suministro se basa en la idea de que las organizaciones no compiten como entidades exclusivamente autónomas sino como miembros de una red de empresas (M. Lambert & G. Enz, 2017). Al incluir el diseño, planificación, ejecución, control y seguimiento como actividades de la cadena de suministro se logra agregar valor al producto o servicio (Leif Tramarico, Pamplona Salomon, & Silva Marins, 2017). En la gestión de la cadena de suministro han sido estudiadas dos perspectivas distintas: administración de compras y suministros, transporte y logística. Al referirnos a las actividades de logística y su relación con la cadena de suministro, las empresas se centran en la reducción de inventarios tanto internamente, como entre las organizaciones que forman parte de la cadena de suministro (Banerjee & Mishra, 2017).

El estado de Aguascalientes la industria automotriz opera en un área geográfica privilegiada ubicada junto al mayor mercado de consumo del mundo: Estados Unidos, exportando en 2010, sólo a este país 1.875.782 vehículos. El foco de esta investigación está en el centro de México, el caso del estado de Aguascalientes, debido a la alta producción de vehículos, motores, transmisiones y repuestos del sector automotriz, recibiendo el 27% (1.755 millones de dólares) del total La inversión extranjera en el país en un año (6.500 millones de dólares) para este sector productivo (SEDEC, 2011). Además, cuenta con la infraestructura más avanzada y es el productor de automóviles más moderno de América Latina, produciendo el 22,4% del total de vehículos producidos en el país en un solo estado, con casi 500,000 vehículos al año por la japonesa Nissan Casi un millón de motores, a diferencia de General Motors, su competidor más cercano con una producción de 559.350 vehículos (24.74% de los vehículos de producción nacionales), pero con plantas ubicadas en diferentes estados del país. Al mencionar el sector automotriz en Aguascalientes, ciudad con sólo el 1% de la población total del país y con el 1% de la superficie total del país, emplea a más de 44.000 trabajadores, con mano de obra altamente calificada y una transferencia de tecnología comprobada. Hogar de 22 grandes empresas de este sector y 47 empresas con menos de 450 empleados y es un lugar perfecto para estudiar el desempeño de la cadena de suministro en la región.

Para las empresas del sector Automotriz del estado de Aguascalientes, México, uno de los principales problemas a enfrentar es la falta de estrategias de logística o cuentan con ellas, pero no están correctamente establecidas. Estos problemas se ven afectados frecuentemente por el desabasto de materia prima en las líneas

de producción, causando paros y tiempos de inactividad.



MÉTODOS MATERIALES

Para el arrojado de resultados los métodos usados fueron la encuesta, la cual fue diseñada para obtener los comportamientos organizacionales en las empresas derivados de las principales actividades de las prácticas logísticas de la SCM. Esta metodología consta de dos partes. La primera parte es obtener el total de tiempos de inactividad en minutos en las 19 empresas, de los últimos 18 meses. Para ello, se preparó un archivo de base de datos electrónico compartido por Internet, que solicitó a los gerentes del departamento de logística que cada mes llenaran el archivo, incluyendo el monto total en minutos de tiempo de inactividad causado a la línea de producción de la empresa, Materiales o problemas relacionados con SCM. Al final, se preparó un promedio de los tiempos de inactividad de todas las empresas implicadas y sólo quedó el tiempo de inactividad promedio por mes. La segunda parte fue preparar una encuesta de 26 ítems, que busca identificar las estrategias logísticas utilizadas por cada empresa. La encuesta consta de tres partes, la primera parte tiene en cuenta las actividades logísticas realizadas por la propia empresa, la segunda se refiere a las actividades de outsourcing y la tercera a los aspectos generales de la estrategia logística. Las actividades logísticas de las partes uno y dos se dividieron en las siguientes: recepción y procesamiento de pedidos, almacenamiento, compra, distribución, control de inventario, picking-justo en el tiempo y el transporte. La encuesta se aplicó únicamente a los gestores logísticos de las empresas afectadas. La estadística descriptiva se utilizó para analizar datos empíricos. Además, la correlación de Spearman se realizó para mostrar la relación entre el SCP (teniendo en cuenta el tiempo de inactividad) y las actividades logísticas involucradas en el SCM.

Para presentar esta información, los datos se tabularon y se representaron con porcentajes, se consideró la validez de los reactivos. Se encontró que todas las variables estaban cargando entre 0,745 y 0,932. Estos resultados significan que la validez de las variables es aceptable (Tabla 1).

Tabla 1. Descripción de variables.

Actividades logísticas realizadas por la propia empresa y outsourcing	Aspectos generales de la estrategia logística
Recepción y procesamiento de pedidos	Gestión de la calidad
Almacenamiento	Provisión de indicadores para medir la gestión logística Indicadores que miden la eficiencia en relación con el suministro
Distribución	Indicadores que miden la eficiencia con respecto al almacenamiento
Control de inventario	Indicadores que miden la eficiencia relativa de la gestión de inventarios
Transporte	Indicadores que miden la eficiencia en relación con el transporte y la distribución

RESULTADOS

Este estudio muestra los resultados de esta investigación y el análisis descriptivo de las actividades y estrategias logísticas. Las actividades logísticas consideradas para esta investigación fueron: recepción y procesamiento de pedidos, almacenamiento, distribución, control de inventario y el transporte, estas son realizadas por las empresas o por tercerización. La Figura 1 muestra que las actividades de recepción y procesamiento de pedidos, almacenamiento, distribución y transporte se realizan principalmente mediante la subcontratación

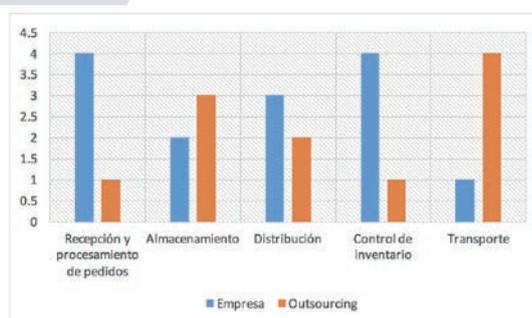


Figura 1. Actividades logísticas realizadas por las empresas y por outsourcing.

La información anterior muestra que independientemente de si las actividades de logística son realizadas por la misma empresa o la subcontratación, es importante completar tantas actividades para evitar paros de línea. Finalmente, los resultados mostraron que, cuantas más actividades logísticas se realizan, incluyendo la aplicación de sus aspectos generales, menos paros tienen las empresas.

Esto es importante porque al hacer más actividades logísticas, se asegura que los insumos serán distribuidos y transportados a tiempo y en perfecto estado al siguiente paso de la Cadena de suministro, lo que en última instancia afecta el rendimiento de toda la cadena de suministro del automóvil.

CONCLUSIONES

Los objetivos de esta investigación se realizaron cuando se observó una correlación negativa significativa entre el tiempo de inactividad y el número de actividades logísticas realizadas por las propias empresas o por tercerización de empresas en el estado de Aguascalientes, sin observar una notable diferencia entre el outsourcing o las propias empresas. Esto significa que, con más actividades logísticas realizadas, las empresas tendrán menos tiempo de inactividad en minutos, lo que finalmente se refleja en un mejor desempeño del SC del sector automotriz. Además, describió los aspectos generales de las actividades logísticas comúnmente practicadas por las grandes empresas automotrices de la región, destacando que estas actividades se basan en la experiencia de los gerentes o incluso en sus impulsos personales, pero no de un método estandarizado o un reconocimiento Técnico, que a menudo se encamina a los tiempos de inactividad en su cadena de suministro. Por otro lado, las principales actividades logísticas de las empresas encuestadas recibían y procesaban órdenes, almacenaje, compras, distribución, control de inventario y transporte, observando los principales errores en las áreas de distribución y transporte. Sin embargo, es notable que las empresas revelaron que no disponen de un indicador fiable para medir la eficiencia relativa a la producción, de acuerdo con el aspecto de los aspectos generales de la estrategia logística. Esta investigación es particularmente importante porque podría servir como herramienta para que las empresas identifiquen las actividades logísticas que están en marcha y permitan la comparación con otras empresas y si es deseable para la conducta de ellos mismos o por empresas de outsourcing. Las empresas involucradas en este estudio son predominantemente significativas porque desempeñan un papel muy importante para la región, y de acuerdo con los datos económicos mencionados, estas empresas producen cerca de 45 millones de piezas de repuesto por año, un millón de motores y 2.260.774 vehículos, que son Exportado anualmente a más de 92 países de todo el mundo y, finalmente, muestra que el bienestar de estas empresas se reflejará en el desempeño de la cadena de suministro del sector automotriz.

BIBLIOGRAFÍA

- Banerjee , M., & Mishra, M. (2017). Retail supply chain management practices in India: A business intelligence perspective. *Journal of Retailing and Consumer Services* .
- Leif Tramarico, C., Pamplona Salomon, V., & Silva Marins, F. (2017). Multi-criteria assessment of the benefits of a supply chain management training considering green issues. *Journal of Cleaner Production*.
- M. Lambert, D., & G. Enz, M. (2017). Issues in Supply Chain Management: Progress and potential. *Industrial Marketing Management*.
- Shakerian, H., Dehghan Dehnavi, H., & Shateri, F. (2016). A Framework for the implementation of knowledge management in supply chain management. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* .
- Singh Jaggi, H., & S. Kadam, S. (2016). Integration of Spark framework in Supply Chain Management. *Procedia Computer Science* .
- Singh, A., Jain, D., Mehta, I., Mitra, J., & Agrawal, S. (2017). Application of Big Data in Supply Chain Management . *Materials Today: Proceedings*.

ANÁLISIS DE LA SENSIBILIDAD DEL PUNTO DE OPERACIÓN DE ESTADO ESTACIONARIO DE SISTEMAS DE POTENCIA ANTE EL MODELADO DE CARGAS DEPENDIENTES DE VOLTAJE

Rubén Navarrete Diosdado¹ y José Miguel García Guzmán²

RESUMEN

En este trabajo se analiza el modelado de cargas dependientes de voltaje en la operación de estado estacionario de sistemas de potencia (SEPs). Para ello, los modelos son integrados en el análisis de Flujos de Potencia considerando el método de Newton-Raphson desacoplado, ya que este método solo considera la dependencia de la potencia activa y reactiva con respecto al ángulo de fase y magnitud de voltaje, respectivamente. Esto permite analizar la sensibilidad del punto de operación de estado estacionario de los SEPs ante la integración del modelo de carga dependiente de voltaje. Los resultados obtenidos en los casos de estudio muestran que el efecto que del modelado de carga en la operación estática de los SEPs es prácticamente nulo.

ABSTRACT

In this paper we analyze the modeling of voltage dependent loads in the steady state operation of power systems (SEPs). For this, the models are integrated in the analysis of Power Flows analysis considering the decoupled Newton-Raphson method, since this method only considers the dependence of the active and reactive power with respect to the phase angle and voltage magnitude, respectively. Which allows the analysis of the sensitivity of the steady-state operation point of the SEPs to the integration of the voltage dependent load model. The results obtained in the case studies show that the effect of load modeling on the static operation of SEPs is practically nil.

Palabras Clave: carga dependiente de voltaje, estado estacionario, Newton-Raphson desacoplado, sensibilidad, sistemas de potencia.

INTRODUCCIÓN

El punto de operación de estado estacionario de un Sistema Eléctrico de Potencia se determina generalmente mediante un análisis de flujos de potencia convencional, el cual consiste en calcular la magnitud de los voltajes y ángulos de fase nodales del SEP, así como de los flujos de potencia tanto activa como reactiva en las líneas de transmisión y transformadores de potencia. Los estudios de flujos de potencia constituyen una herramienta indispensable en la planeación, operación, control e intercambio de potencia entre distintos sistemas eléctricos (Saadat, 1999), además, los estudios de flujos son esenciales para el continuo monitoreo del estado actual del sistema y para analizar la efectividad de planes alternos para futuras expansiones del sistema para satisfacer el incremento de la carga demandada (Kothari, 2010).

Generalmente, las cargas son modeladas como valores constantes en los estudios de flujos de potencia, pero dicho modelado no es muy práctico, ya que las cargas que normalmente se encuentran conectadas en un SEP son dependientes de las variaciones de la magnitud del voltaje y de la frecuencia (Haque, 1996).

Por esta razón, es muy importante conocer la composición exacta de las cargas en el momento de interés para poder implementar los modelos de cargas eléctricas, lo cual es muy difícil de estimar, ya que el cambio continuo de muchos dispositivos y aparatos del cliente se ve reflejado en la composición de la carga. Incluso conociendo exactamente esta composición, es impráctico representar cada componente de forma individual debido a que son miles de ellos (Concordia & Ihara, 1982). Por este motivo, los modelos de las cargas se expresan en función del voltaje y de ciertos parámetros que hacen más exacto el modelado de las cargas en condiciones reales (Armas, 1995).

En el contexto antes mencionado, en este trabajo se integra el modelo exponencial de carga dependiente de voltaje en el análisis de FP utilizando el método de Newton-Raphson (N-R) desacoplado con el fin de obtener los puntos de equilibrio de estado estacionario y realizar una evaluación de la sensibilidad de dicho punto de operación cuando se integra el modelo de carga.

ANÁLISIS DE FLUJOS DE POTENCIA CONVENCIONAL

El análisis de flujos de potencia establece que en cualquier nodo k de un SEP la suma de la potencia generada P_{Gk} , la potencia demandada P_{Dk} y la potencia intercambiada con los distintos nodos del sistema $\sum P_{kiny}$ es cero. De manera que el balance de potencia activa y reactiva en el nodo k se puede modelar mediante 1) y 2), en forma respectiva, como sigue (Saadat, 1999):

$$\Delta P_k = P_{Gk} - P_{Dk} - \sum_{i=1}^{N_k} P_k^{iny i} = 0 \quad (1)$$

$$\Delta Q_k = Q_{Gk} - Q_{Dk} - \sum_{i=1}^{N_k} Q_k^{iny i} = 0 \quad (2)$$

Las expresiones anteriores representan un sistema de ecuaciones, el cual es resuelto aquí mediante el método de Newton-Raphson desacoplado. Este sistema es resuelto mediante el método de Newton-Raphson tradicional como,

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_1 & J_2 \\ J_3 & J_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \Delta |V| \end{bmatrix} \quad (3)$$

Para tal sistema, los cambios potencia reales ΔP son menos sensibles a los cambios en la magnitud del voltaje y más sensibles a los cambios en el ángulo de fase $\Delta \delta$. De manera similar, la potencia reactiva es menos sensible a los cambios de ángulo que los cambios en la magnitud del voltaje. Por lo tanto, es razonable establecer los elementos J_2 y J_3 de la matriz jacobina a cero. Así 3) resulta como,

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_1 & 0 \\ 0 & J_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \Delta |V| \end{bmatrix} \quad (4)$$

Al realizar el producto matricial en 4) se obtienen las siguientes expresiones,

$$\Delta P = J_1 \Delta \delta = \left[\frac{\partial P}{\partial \delta} \right] \Delta \delta \quad (5)$$

$$\Delta Q = J_4 \Delta |V| = \left[\frac{\partial Q}{\partial |V|} \right] \Delta |V| \quad (6)$$

En el caso del método de Newton-Raphson desacoplado numéricamente se tiene $B_{ii} = Y_{ii} \sin \theta_{ii}$, Q_i y además $\theta_{ii} - \delta_i + \delta_i \approx \theta_{ii}$, por lo que, los elementos de la diagonal de J_1 y J_4 son dados por 7) y 8), respectivamente, como sigue,

$$\frac{\partial P_i}{\partial \delta_i} = -|V_i| B_{ii} \quad (7)$$

$$\frac{\partial Q_i}{\partial |V_i|} = -|V_i| B_{ii} \quad (8)$$

Mientras que los elementos fuera de la diagonal de estas mismas matrices son dados por,

$$\frac{\partial P_i}{\partial \delta_j} = -|V_i| B_{ij} \quad (9)$$

$$\frac{\partial Q_i}{\partial |V_j|} = -|V_i| B_{ij} \quad (10)$$

Con las consideraciones hechas para obtener los elementos de los J_1 y J_4 , las ecuaciones 5) y 6) toman la siguiente forma,

$$\frac{\Delta P}{|V_i|} = -B' \Delta \delta \quad (11)$$

$$\frac{\Delta Q}{|V_i|} = -B'' \Delta |V| \quad (12)$$

Donde B' y B'' son la parte imaginaria de la matriz de admitancia de red Y_{bus} . De acuerdo a las expresiones anteriores los incrementos de magnitud de voltaje y ángulo de fase son obtenidos mediante las siguientes ecuaciones.

$$\Delta \delta = -[B']^{-1} \frac{\Delta P}{|V|} \quad (13)$$

$$\Delta |V| = -[B'']^{-1} \frac{\Delta Q}{|V|} \quad (14)$$

Se debe mencionar que la solución de flujos de potencia mediante este método, a pesar de requerir más iteraciones, se obtiene de manera más rápida que con el Newton-Raphson tradicional, ya que se requiere un tiempo menor por cada iteración.

MODELO EXPONENCIAL DE CARGAS DEPENDIENTES DE VOLTAJE

Como se mencionó, la potencia consumida por las cargas depende del voltaje del nodo en el cual se conectan. Los modelos de cargas para análisis de estado estacionario son denominados modelos estáticos y son esencialmente de dos tipos: exponencial y compuesto o ZIP. En este trabajo se considera solo el modelo exponencial, el cual es es dado como sigue (Kundur, 1994),

$$P_D = P_0 \left(\frac{V_i}{V_0} \right)^\alpha \quad Q_D = Q_0 \left(\frac{V_i}{V_0} \right)^\beta \quad (15)$$

Donde α y β son los parámetros de la carga exponencial y el subíndice 0 indica valor nominal. Los exponentes α y β pueden tener un amplio rango de valores, pero para este estudio se considera el valor de 1.38 y 3.22, respectivamente, con la única finalidad de comparar los puntos de equilibrio que se obtienen con ambos modelos (Nam et al, 2013).

INCORPORACIÓN DEL MODELO DE CARGA DEPENDIENTE DE VOLTAJE EN EL ANÁLISIS DE FP CON EL MÉTODO DE NEWTON-RAPHSON DESACOPLADO

En el método de N-R tradicional los modelos de carga modifican los elementos del J_2 y J_4 , mientras que en el método de N-R desacoplado solo se modifica el J_4 , ya que el J_2 es cero. De esta manera, el modelo de carga que se utiliza en este modelo es solo el asociado con la potencia reactiva.

La incorporación de este modelo de carga dependiente de voltaje en la solución de FP modifica el jacobiano J_4 en la diagonal y fuera de la diagonal de acuerdo a 16) y 17).

$$\frac{\partial Q_D}{\partial |V_i|} = -2|V_i|B_{ii} \left(\frac{V_i}{V_0} \right)^\beta \quad (16)$$

$$\frac{\partial Q_D}{\partial |V_j|} = -|V_i|B_{ij} \left(\frac{V_i}{V_0} \right)^\beta \quad (17)$$

Relacionando las ecuaciones anteriores con 5) y 6) se obtienen los incrementos de magnitud de voltaje nodal como sigue,

$$\Delta|V| = -[B^*]^{-1} \frac{\Delta Q}{2|V|(|V|)^\beta} \quad (14)$$

Es importante mencionar que la expresión para calcular los incrementos del ángulo de voltaje no cambia con la integración del modelo de carga exponencial.

RESULTADOS

Los SEPs de 5 nodos de prueba del IEEE (Stagg & El-Abiad, 1968) y 30 nodos (Saadat, 1999) consistente en una sección de la Corporación de Servicios de Potencia Eléctrica Americana son utilizados para llevar a cabo los casos de estudio que permiten analizar la sensibilidad del punto de operación de estado estacionario de sistemas de potencia cuando se integra el modelo de carga exponencial dependiente de voltaje. La tolerancia de convergencia empleada en los casos de estudio es de 1×10^{-6} . Los voltajes en los nodos de carga del SEP de 5 nodos se presentan en la Tabla 1, mientras que un resumen de resultados con este sistema y con el SEP de 30 nodos se muestra en la Tabla 2.

Tabla 1. Punto de operación de estado estacionario del SEP de 5 nodos.

Nodo	Modelo exp.		Carga constante	
	V (pu)	δ (°)	V (pu)	δ (°)
3	0.974	-5.551	0.972	-5.765
4	0.985	-4.807	0.984	-4.957
5	0.988	-4.501	0.987	-4.637

Tabla 2. Resumen de resultados de FP con carga constante y exponencial.

Resultados	Sistema 5 nodos		Sistema 30 nodos	
	A	B	A	B
Generación total (MW)	170.549	170.459	301.023	300.999
Generación total (MVAR)	27.407	27.081	128.656	125.144
Demanda (MW)	163.024	165	290.854	283.400
Demanda (MVAR)	39.382	40	135.147	126.200
Pérdidas totales (MW)	7.525	5.549	17.623	17.599
Pérdidas totales (MVAR)	-11.975	-12.919	22.540	22.244
Compensación (MVAR)	0	0	29.031	23.300

Los resultados de la Tabla 1 muestran que los voltajes nodales en los nodos de carga se incrementan cuando se integra el modelo de carga exponencial dependiente de voltaje. Esta situación también se presenta con el sistema de 30 nodos, solo que por espacio no es práctico presentar los datos del punto de equilibrio de este sistema. Por otro lado y de acuerdo a la Tabla 2, con el aumento en los voltajes se provoca una redistribución de los flujos de potencia activa y reactiva modificando las pérdidas y la generación de potencia, aunque los cambios en estos parámetros son muy pequeños, de modo que el punto de operación presenta una sensibilidad muy pequeña ante el modelo de carga exponencial. La generación de potencia activa disminuye con el modelo exponencial de carga, lo cual a su vez hace que el sistema opere de manera más económica, ya que la demanda real disminuye en mayor medida que aumentan las pérdidas.

De esta manera, se puede deducir que la potencia generada obedece a la potencia demandada, es decir, con el incremento de la potencia demandada se incrementa la potencia generada sin importar las pérdidas de potencia y viceversa. Con el aumento del voltaje disminuyen las pérdidas, pero la demanda puede aumentar o disminuir dependiendo del nivel del voltaje nodal y del modelo en sí.

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

Una evaluación de la sensibilidad del punto de operación de estado estacionario de sistemas eléctricos de potencia respecto al modelo de carga exponencial dependiente de voltaje se ha presentado. La metodología utilizada para llevar a cabo dicha evaluación fue el método de Newton-Raphson desacoplado, ya que en este

solo se considera la variación de la potencia reactiva en función del voltaje y no la dependencia de potencia activa respecto al mismo. Los resultados muestran que al incluir el modelo de carga exponencial los voltajes nodales en los nodos de carga se incrementan, lo cual provoca una redistribución de los flujos de potencia modificando las pérdidas y la generación, aunque los cambios en estos parámetros son muy pequeños, de modo que el punto de operación presenta una sensibilidad muy pequeña ante el modelo de carga exponencial. La generación de potencia activa disminuye con el modelo exponencial de carga, lo cual a su vez hace que el sistema opere de manera más económica, ya que la demanda real disminuye en mayor medida que aumentan las pérdidas. De esta manera, se puede deducir que la potencia generada obedece a la potencia demandada, es decir, con el incremento de la potencia demandada se incrementa la potencia generada sin importar las pérdidas de potencia y viceversa. Con el aumento del voltaje disminuyen las pérdidas, pero la demanda puede aumentar o disminuir dependiendo del nivel del voltaje nodal y del modelo en sí.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Saadat, H. (1999). Power system analysis. Boston: WCB/McGraw-Hill.
- Kothari, D.P. & Nagrath, I.J. (2003). Modern power system analysis. 3rd ed. New Delhi: Tata McGraw-Hill Education.
- Haque, M. H. (1996). Load flow solution of distribution systems with voltage dependent load models. Electric Power Systems Research, 36(3).
- Concordia, C., & Ihara, S. (1982). Load representation in power system stability studies. IEEE transactions on power apparatus and systems, 4(PAS-101), 969-977.
- Armas, G. E. (1995). Características de frecuencia y voltaje de la carga para estudios de sistemas eléctricos de potencia. (Doctoral dissertation, QUITO/EPN/1995).
- Kundur, P., Balu, N.J. & Lauby, M.G. (1994). Power system stability and control. New York: McGraw-Hill.
- Stagg, G.W. & El-Abiad A. H. (1968). Computer Methods in Power System Analysis. USA: McGraw-Hill.
- Nam, S. R., Kang, S. H., Lee, J. H., Choi, E. J., Ahn, S. J., & Choi, J. H. (2013). EMS-data-based load modeling to evaluate the effect of conservation voltage reduction at a national level, Energies, 6(8), 3692-3705.

DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA PARA LA CAPTACIÓN FLUVIAL Y ENERGÍA SOLAR.

Alvarado López Stefany Itzel y Vergara Esparza Rosalía

RESUMEN

El sol es una fuente de energía con disponibilidad global, ofreciendo un enorme potencial, el cual es aprovechado por la tecnología fotovoltaica, siendo una solución para generar energía limpia y adaptada para conexiones a redes de suministro autónomas. Por otro lado, un recurso esencial para el diario humano es el agua, que por su característica dinámica su disponibilidad a escaseado con el paso de los años, por lo que es de suma importancia considerar alternativas para su obtención. En el presente trabajo se propone un mecanismo, del cual se presenta el diseño y análisis estructural con el fin de realizar la captación fluvial y energía solar con el mismo equipo. Aplicando al mecanismo análisis que involucran factores ambientales y de peso de material, garantizando aspectos de seguridad y optimización, así como factibilidad de desarrollo en un prototipo. Palabras Clave: tecnología fotovoltaica, energía limpia, disponibilidad hídrica, alternativa, análisis estructural, seguridad, optimización.

ABSTRACT

The sun is a source of energy with global availability, offering enormous potential, which is exploited by photovoltaic technology, being a solution to generate clean energy and adapted to connect a new power supply. On the other hand, an essential resource for the human daily is water, which due to its dynamic characteristic, its availability is scarce over the years, so it is very important to consider alternatives to obtain. In the present work a mechanism is proposed, from which the design and the structural analyzes are presented in order to realize the fluid capture and solar energy with the same equipment. Apply to the analysis mechanism involving environmental factors and material weight, ensuring safety and optimization, as well as the feasibility of development in a prototype.

Key words: Photovoltaic technology, clean energy, water availability, alternatives, structural analysis, safety, optimization.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el problema de obtener agua potable y de contar con poblaciones sin acceso a energía eléctrica para el sustento de actividades cotidianas lleva a la exigencia en la sociedad por encontrar soluciones que disminuyan el atraso que esto conlleva.

Por otro lado el recurso natural que ofrece el sol para generar electricidad y que hasta estos días no ha sido explotada como se pudiera, ofrece una solución tangible a los tiempos que se viven actualmente y teniendo la producción de energía limpia que tanto demanda el estado actual del planeta. A la vez también se cuenta con el recurso natural del agua generada por las lluvias que en su mayoría no son recopiladas en temporadas de lluvias que servirían para el sustento anual de los seres vivos en tiempos de sequías.

Con respecto a las tecnologías enfocadas en la captación de los recursos naturales antes mencionados, se cuenta con sistemas fotovoltaicos para la captación y conversión de energía solar en energía eléctrica, los cuales se basan en el uso de paneles solares diseñados y comercializados con ciertas características físicas y químicas que favorecen la absorción de la energía solar: “Diseño y Construcción de un Sistema Seguidor de Sol con Modelo Astronómico” [1], “Hardware Implementation of Solar Tracking System Using a Stepper Motor” [2], “Seguidor Solar, optimizando el aprovechamiento de la energía solar” [3], por el lado de la captación de agua se cuentan con sistemas basados en la creación de presas[4], sistemas mecánicos que captan el rocío del ambiente[5], sistemas mecánicos de captación de agua[6], entre otros. En ambos aspectos en la actualidad se trabaja por solucionar el problema de forma independiente y haciendo que sus costos sigan siendo elevados para la obtención de los mecanismos por habitantes de la sociedad que se encuentran en estado de pobreza o vulnerables, que por estudios oficiales de CONEVAL[7] en 2014 son aproximadamente el 80% de la población en México.

Analizando lo antes mencionado se propone en este trabajo un mecanismo que haciendo uso de los paneles solares comerciales funjan bajo su creación inicial de captación de energía solar y a la vez tomando una posición ideal cambie con su función de captador de agua fluvial, con el fin de atacar los problemas principales tratados inicialmente en el trabajo, logrando así un bajo en los costos para la obtención de ambos recursos naturales y ofreciendo una posibilidad de mejora en la sociedad tanto económica como socialmente hablando, calidad de vida para los ciudadanos mexicanos y favoreciendo el cuidado del planeta.

MARCO TEÓRICO

Para la realización de este proyecto es requerido hacer uso de un software CAD, SOLIDWORKS es un software de automatización de diseño mecánico. Dassault Systèmes SolidWorks Corp que brinda herramientas de software 3D completas para crear, simular, publicar y administrar los datos [8]. Se desarrollan 2 estudios: el análisis de frecuencias que ayudan a evitar caídas en resonancia en el elemento y los sistemas de aislamiento de vibración en el diseño. Y el segundo análisis es estático lineal, este estudio calcula los desplazamientos, las deformaciones unitarias, las tensiones y las fuerzas de reacción bajo el efecto de cargas aplicadas.

Para el estudio de las vibraciones es necesario conocer el movimiento armónico simple, un concepto básico, aplicable para otro tipo de resoluciones en la mayoría de las vibraciones que aparecen en las aplicaciones técnicas. Considerando las vibraciones libres no amortiguadas, un sistema con un grado de libertad conformado por un resorte y una masa (m) donde se desliza por una superficie sin fricción, con un desplazamiento X_0 y velocidad inicial $(\dot{x}_0) = v_0$ que induce una vibración. En la tabla 1 se muestran las ecuaciones fundamentales de un sistema con un grado de libertad [9]:

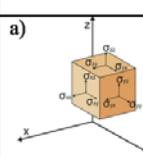
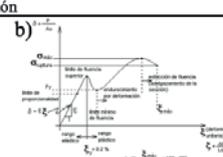
Tabla 1. Ecuación de sistema de un grado de libertad (masa-resorte)

Ecuación de movimiento en dirección x: $m\ddot{x} + kx = 0$	Coefficiente: frecuencia circular natural: $\omega_n = \sqrt{k/m}$ (rad/s)
Ecuación de movimiento armónico simple $\ddot{x} + \omega_n^2 x = 0$	Periodo $T = 2\pi/\omega$

La resonancia se da cuando la frecuencia de excitación (ω) coincide con alguna de sus frecuencias naturales (ω_n) del sistema, para lo cual la amplitud del desplazamiento puede ser varias veces el desplazamiento estático. |

En la tabla 2 se hacen mención de los conceptos aplicados para el análisis estático, conocimientos esfuerzo-deformación necesarios para desarrollar un análisis de material [10].

Tabla 2. Conceptos básicos para análisis estáticos.

Propiedades mecánicas:		
	Ecuación	Ilustración
esfuerzo	En el análisis tridimensional se requieren seis componentes del esfuerzo para especificar el estado general de esfuerzo ($\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_{xy}, \tau_{yz}, \tau_{zx}$) como se muestra en la figura 1. La composición de la figura 1 a) se obtiene del desarrollo de la siguiente matriz: $\begin{bmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{yx} & \sigma_y & \tau_{yz} \\ \tau_{zx} & \tau_{zy} & \sigma_z \end{bmatrix}$	a)  b) 
Deformación elástica: La ley de Hooke	relaciona cantidades unitarias (esfuerzo σ , deformación unitaria ϵ) $\sigma = E\epsilon$ Esfuerzo cortante: $\tau = G\gamma$ G=módulo cortante o rigidez del material	El estudio de un material, en este caso el Acero A36, se debe de tomar en cuenta la relación esfuerzo-deformación, en la figura 1 b) se expresa por el diagrama de esfuerzo - deformación el comportamiento de un acero estructural con bajo contenido de carbono.
Deformación total sometida a una fuerza axial	$\delta = \frac{PL}{AE}$ P= carga; L=longitud de barra, A=sección transversal, E =módulo de elasticidad .	$\sigma = MC/I$ M= momento máximo, I= momento de inercia geométrica, C= distancia con respecto al eje neutro.

En la figura 2 se muestra un resumen en mapa conceptual respecto de las teorías de falla aplicables en materiales dúctiles [11][12][13], por ser un acero A36.

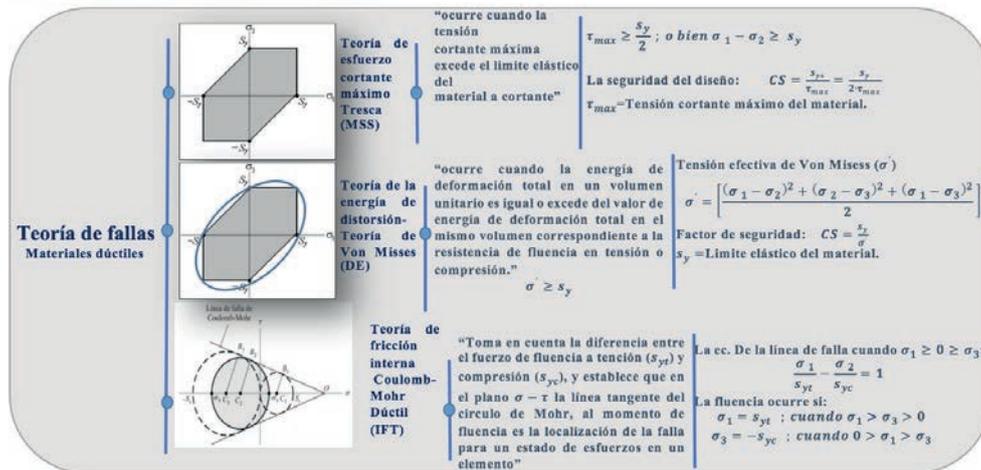


Figura 2. Propiedades mecánicas: Teorías de falla en materiales dúctiles.

MÉTODOS Y MATERIALES

Se trabaja con el software CYPE ingenieros específicamente en el módulo de instalaciones Fotovoltaicas de CYPELEC REBT con el fin de diseñar y calcular los componentes de la instalación de captación. Para lo cual el sistema da la recomendación de la instalación de 5 módulos. El sistema es de 2 ejes de movimiento, contiene dos grados de libertad y está en capacidad de realizar un seguimiento total del sol, tanto en inclinación como en azimut [14]. Se aplica como material ASTM A36 Acero en diferentes tipos de perfiles tubular: rectangular, circular y ángulos. Por sus características tanto mecánicas como químicas son favorables para los objetivos como puede verse en la tabla 3.

Tabla 3. Propiedades de ASTM A36 Acero.

Propiedades ASTM A36 Acero					
Límite elástico:	Límite de tracción:	Módulo elástico	Coefficiente de Poisson:	Densidad:	Módulo cortante:
$2.5e + 008 \text{ N/m}^2$	$4e + 008 \text{ N/m}^2$	$2e + 011 \text{ N/m}^2$	0.26	7850 kg/m^3	$7.93e + 010 \text{ N/m}^2$

Las cargas que se aplicaran en la estructura implican la gravedad, el peso de los paneles y la presión del aire infringido sobre el mismo, en este punto se toma de referencia la información proporcionada por inifap en su página electrónica [15] donde muestra un conjunto datos históricos de la estación ubicada en el copal, Municipio de Irapuato, Gto. De esta información se encuentra registrado la máxima velocidad de 33.8 km/hr . En los últimos años, con esta información aumentamos hasta 40 km/hr y haciendo uso de la ecuación 1) para cálculo de presión del viento en edificios [16] se realizan la aplicación de cargas como se muestra en la tabla 4.

$$p = 0.002558 C_s V^2 \quad (1)$$

Tabla 4. Cargas aplicadas.

Cargas aplicadas		
No.	Carga	Detalles
[1]	Gravedad	Referencia: planta; Valores: 9.81 ; Unidades: SI.
[2]	Masa distribuida	Entidades: 2 cara(s); Tipo: Desplazamiento (Transferencia directa); Masa remota: 91 kg
[3]	Presión del viento en base	Entidades: 2 cara(s); Tipo: A lo largo del plano Dir. 2; Valor: 9.83606e-005; Unidades: N/mm^2 (MPa)
[4]	Presión del viento (Barlovento)	Entidades: 1 cara(s); Referencia: Cara 1; Tipo: A lo largo del plano Dir. 2; Valor: 6.05296e-005; Unidades: N/mm^2 (MPa)
[5]	Presión del viento (Sotavento)	Entidades: 2 cara(s); Referencia: Cara 1; Tipo: A lo largo del plano Dir. 1; Valor: -3.7831e-005; Unidades: N/mm^2 (MPa)

RESULTADOS

La estructura se encuentra conformada por diferentes elementos de los cuales son de material ASTM A36 Acero, en la figura 3 se muestra la estructura denotando la posición más crítica, en la cual es a 30° respecto al plano planta.

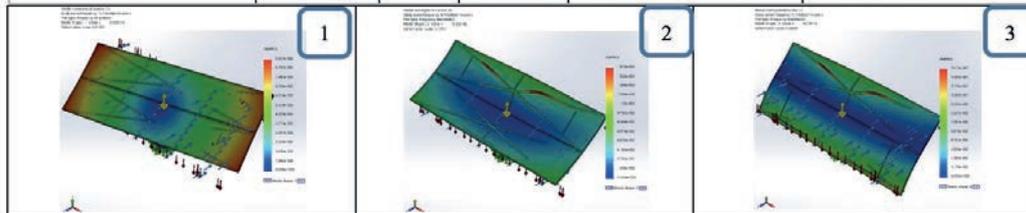


Figura 3. Estructura para la captación fluvial y energía solar.

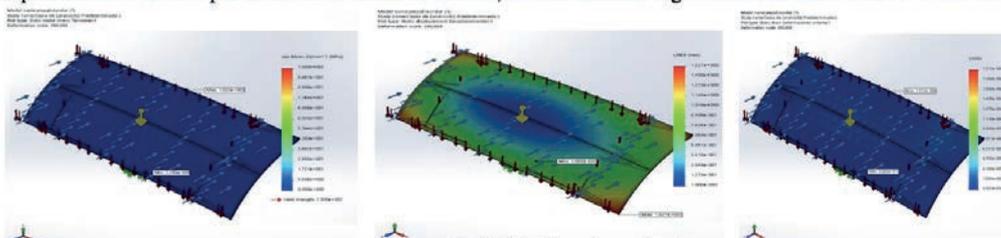
Los resultados mostrados en la tabla 5 son las frecuencias posibles en las que podría entrar en excitación la estructura y se denotan algunas imágenes como estimación del comportamiento del mismo.

Tabla 5. Frecuencias

Numero de frecuencia	Rad/sec	Hertz	Segundos	Min	Máx
1	87.053	13.855	0.072177	0.000e+000; Node: 7387	9.051e-002; Node: 15610
2	95.903	15.263	0.065516	0.000e+000; Node: 7387	1.673e-001; Node: 18631
3	99.773	15.879	0.062975	0.000e+000; Node: 7387	1.410e-001; Node: 18656
4	103.86	16.53	0.060496	0.000e+000; Node: 7387	1.361e-001; Node: 18591
5	115.7	18.415	0.054304	0.000e+000; Node: 7387	2.096e-001; Node: 18591



Con la realización del análisis estático logramos obtener información necesaria para poder determinar en que momento la estructura pueda llegar a fallar, la teoría implementada para predecir el fallo en materiales dúctiles por solidworks es la teoría de von Mises. Los resultado entregados son los puntos máximos y mínimos dentro de la estructura, llegando a un punto máximo de $1.033e + 002 \text{ N/mm}^2$ (MPa) situado en el elemento 22595, en donde son colocados los soportes de las celdas y canaletas para el agua como se puede observar en la Figura 4, este es un valor mucho menor que el valor máximo o crítico que podría llegar a un punto de plastificación que es de $2.500e + 002 \text{ N/mm}^2$. La Figura 5 hace referencia a los desplazamientos resultantes en la estructura especificando en que puntos se encuentran desplazamientos críticos por medio de la escala de colores, el valor máximo registrado es de $1.527e + 000 \text{ mm}$.



La deformación unitaria equivalente se encuentra el valor máximo en el nodo 13075, en donde son colocados los soportes de las celdas y canaletas para el agua, como se muestra en la figura 6. El factor de seguridad de la estructura se encuentra en 2.4, para lo cual se entiende que la estructura es estable y no tiende a fallar.

CONCLUSIONES

El sistema cuenta con gran cantidad de elementos clasificándose como un una estructura compleja, a lo cual requiere llevar su análisis a la simplificación por medio del aislamiento sucesivo de cada elemento manejable. La información proporcionada por cada análisis, en conjunto dieron las bases para determinar una predicción de fallo, es decir que la estructura perdiera su función ya sea por deformación o fractura. Dicha información fue proporcionada por la aplicación de la teoría de falla de Von Mises y análisis de frecuencias. El procesamiento de información dio como resultado contramedidas para mejorar la calidad de la estructura y cumplir con los requerimientos que en un principio fueron mencionados. La estructura presentó un factor de seguridad de 2.4 de lo cual establece estabilidad, garantizando una alta probabilidad que no se produzcan fallas.

El estudio de frecuencia resalta en que frecuencia posiblemente la estructura podía entrar en excitación y como sería su comportamiento al mismo, es decir mostrando si puede producir impacto de las tensiones o desviaciones.

La teoría de Von Mises denota los puntos donde habría posibles fallas, para lo cual se aplicaron acciones para mejorar la condición tales como la aplicación de nervios, perfiles de soporte y aumento de dimensiones, entre otras.

La aplicación del software tipo CAD proporcionan grandes beneficios en cuestión de tiempo, dinero, materiales, disponibilidad, resultados más exactos y sustentados, etc. Los resultados pueden mostrar mejor exactitud en el aumento porcentual de la calidad del mallado, debido a que se obtienen mayores elementos de análisis, por lo tanto es un proceso más tardado y requiere del uso de más recursos.

REFERENCIAS

- [1] LEMUS CABALLERO, A. (2011). Diseño y Construcción de un Sistema Seguidor de Sol con Modelo Astronómico. *inge@UAN*, 23.
- [2] MALAV, S. (2015). Hardware Implementation of Solar Tracking System Using a Stepper Motor. *IEEE Xplore*, 4.
- [3] TORANZO, M. (01 de 05 de 2017). Seguidor Solar, optimizando el aprovechamiento de la energía solar. Obtenido de *Energética* [online]: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-590120150002000008&script=sci_abstract
- [4] DÍES, J., & SAGRADO, C. (2001). Ingeniería de presas: presas de fábrica. S.F.: Ed. Universidad de Cantabria.
- [5] SÁNCHEZ CIFUENTES, A. M. (30 de 06 de 2017). Condensadores de humedad. Obtenido de Programa de investigación en cambio climático: http://www.pincc.unam.mx/INFORMES%20PROYECTOS/19_Informe_final.pdf
- [6] UNAM. (15 de 06 de 2017). Agua del cielo a la cisterna. Obtenido de fundación UNAM: <http://www.fundacionunam.org.mx/ecologia/agua-del-cielo-a-la-cisterna/>
- [7] CONEVAL. (15 de 07 de 2017). Medición de la pobreza en México y en las Entidades Federativas 2014. Obtenido de Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social: http://www.coneval.org.mx/Medicion/Documents/Pobreza%202014_CONEVAL_web.pdf
- [8] GÓMEZ GONZÁLEZ, S. (2014). El gran libro de solidworks. Barcelona: Alfaomega grupo editor.
- [9] RILEY, W. F., & STURGES, L. G. (2005). Ingeniería mecánica. Dinámica. España: Editorial Reverté.
- [10] SALAZAR TRUJILLO, J. E. (2007). Resistencia de materiales. básica para estudiantes de ingeniería. Colombia: Universidad nacional de Colombia sede manizales.
- [11] BUDYNAS, R. G., & NISBETT, K. J. (2008). Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. México: McGraw Hill/ Interamericana editores.
- [12] CASTRO P., C. A. (19 de julio de 2017). Teorías de falla bajo cargas estáticas. Obtenido de Departamento de ingeniería mecánica: <http://dim.usal.es/eps/im/roberto/cmm/Teorasdefallabajocargasestaticas.pdf>
- [13] MARÍN GARCÍA, J. M. (2008). Apuntes de diseño de máquinas. España: Editorial Club Universitario.
- [14] VALENTÍN LABARTA, J. (2012). Instalaciones solares fotovoltaicas. España: Donostiarra Editorial.
- [15] INIFAP. (15 de 06 de 2017). Datos históricos. Obtenido de Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícolas y Pecuarias: <http://clima.inifap.gob.mx/redinifap/historicos.aspx?est=26854&cedo=11&m=1&an=2016>
- [16] MCCORMAC, J. C. (2002). Diseño de estructuras de acero: método LRFD. México: Alfaomega.

EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE COMERCIALIZACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DEL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO DENTRO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO

Tonatiuh Adán Vargas Morán e Irma Cecilia Ortiz Chávez

RESUMEN

Con la presente investigación se pretende determinar si las tecnologías desarrolladas dentro del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato cuentan con las características y el nivel necesario para poder ser comercializadas y/o transferibles mediante el uso del Modelo de Comercialización y Transferencia de Tecnologías del Tecnológico Nacional de México aplicando el modelo a las tecnologías que nos arroje el muestreo realizado, aplicándolo en etapas posteriores de esta investigación.

ABSTRACT

The aim of this research is define if the technologies developed in the "Instituto Tecnológico Superior de Irapuato" have the characteristics and the level necessary for their commercialization and / or transfer, through the Technology Transfer and Technology Transfer Model of "Tecnológico Nacional de México" applying it to the technologies that will lead to sampling in later stages Of this research.

Palabras Clave: Modelo, Comercialización, Tecnologías, ITESI, Evaluación.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de nuevas tecnologías, así como de investigaciones que arrojan productos con potencial comercializable suelen llevar un proceso meramente empírico a la hora de querer llevarlas hasta la industria o a la generación de unidades económicas con base tecnológica. Es por ello que instituciones tecnológicas se ven obligadas a establecer protocolos y metodologías para poder comercializar estas nuevas tecnologías emergentes dentro de sus instalaciones.

El tecnológico Nacional de México (TecNM) tiene dentro de su red a 257 institutos tecnológicos adscritos al mismo, institutos que generar constantemente nuevas e innovadoras tecnologías las cuales, por su naturaleza de rápida creación, no son llevadas por un proceso adecuado, tanto de protección intelectual como de comercialización. Esta necesidad de desarrollar protocolos para las nuevas tecnologías llevó al TecNM, junto con participantes de los diferentes tecnológicos, a consolidar un Modelo de Comercialización y Transferencia de Tecnologías (MCTT), mismo que se dio a conocer en el presente año 2017.

Este modelo se pretende implementar en toda la red de tecnológicos pertenecientes al TecNM, sin embargo, al ser un modelo genérico, este no contempla aspectos específicos de cada institución ya que puede la misma institución contar con todos los recursos que se piden para el desarrollo del modelo o pueden también no contar con los suficientes para llevar una adecuada transferencia y/o comercialización de tecnologías.

A pesar de la existencia de un MCTT las tecnologías pueden no ser susceptibles a la comercialización o transferencia ya que pueden no contar la calidad requerida para dicho proceso. Por esta razón la investigación presente aborda el análisis de dichas tecnologías para determinar su viabilidad comercial utilizando el MCTT del TecNM.

Se plantearon 5 objetivos clave para el análisis de dichas tecnologías, objetivos que se presentan desarrollados en la sección de metodología, haciendo énfasis en el proceso del mismo MCTT.

MÉTODOS Y MATERIALES

Se muestra a continuación un diagrama de flujo de las etapas que fueron desarrolladas para la metodología de esta investigación.

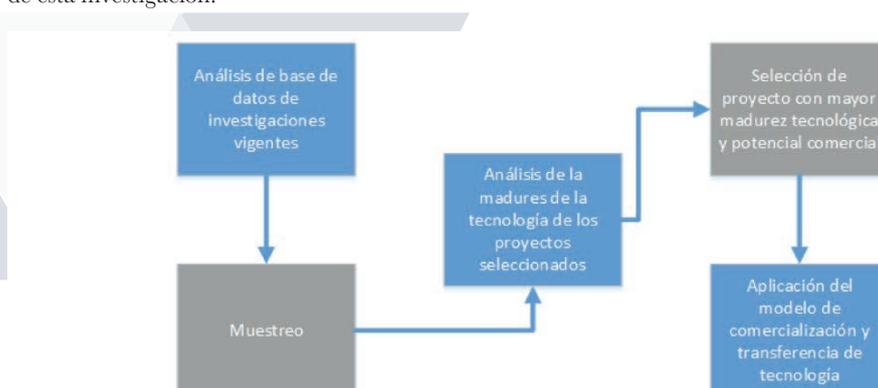


Ilustración 1 Diagrama de flujo de la metodología de la presente investigación Fuente: Elaboración propia.

ANÁLISIS DE BASE DE DATOS DE INVESTIGACIONES VIGENTES

Tener un registro de las tecnologías desarrolladas dentro de los institutos es primordial, cabe señalar que este registro no debe ser exclusivo del departamento de investigación sino que se debe dar apertura hacia todas las tecnologías desarrolladas desde alumnos hasta investigadores. La base de datos debe ser responsabilidad del departamento de investigación de la institución, tanto de su desarrollo como del seguimiento de todas las investigaciones que tengan un impacto tecnológico o sean escalables a un desarrollo del mismo.

El Instituto Tecnológico Superior de Irapuato tiene dentro de su base de datos de investigaciones un total de 123 proyectos registrados ante el departamento de investigación, de los cuales:

- 23 cuentan con el potencial de comercial y/o transferible.
- 11 son investigaciones de ciencia básica.
- 89 son realizadas durante el "verano de la ciencia" aún están en proceso de determinar su naturaleza.

De los datos que se analizan de la base de datos indican que el 53% de las investigaciones realizadas cuentan con un potencial comerciable, lo que es indicativo de que las investigaciones realizadas son perfiladas al desarrollo de tecnologías por lo tanto son viables para su comercialización y/o transferencia.

MUESTREO

La base de datos arroja investigaciones de toda naturaleza, desde investigaciones de ciencia pura hasta prototipos en fases Alpha o Beta. Estas investigaciones deben ser analizadas y clasificadas dentro de la base de datos para ir sesgando las investigaciones con potencial comerciable y/o transferible. Después de que estas son clasificadas se realiza una toma de muestra de todos los productos que se clasificaron dentro de la base de datos.

Cuando se realiza la clasificación de las investigaciones y/o productos de estas se genera una cantidad fija la cual es nuestra población finita y a continuación se realiza a través de un muestreo para poblaciones finitas. El cálculo de la muestra debe contener un nivel de confianza del cálculo mismo el cual para este caso tomaremos de un 95%, cabe mencionar que usar un 100% de confianza es analizar toda la población completa. De la cantidad de investigaciones ya analizadas tomaremos las que ya cuentan con el perfil de potencial comerciable, que en este caso son las 23 investigaciones de nuestra base de datos. Para determinar el tamaño de la muestra a realizar tomaremos la fórmula de análisis de muestras para poblaciones finitas:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * N * p * q}{(i^2 (N-1) + Z_{\alpha}^2 * p * q)} \quad (1)$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra.

N: Tamaño de la población.

Z_{2α}: Valor correspondiente a la distribución de Gauss.

p: Prevalencia del parámetro a evaluar.

q: Es 1-p.

i: Error aceptable para el cálculo de la muestra.

(Rodríguez, 2012)

Para este caso los datos anteriores quedarían de la siguiente manera:

N: 23

Z_{2α}: 1.96 (valor dado por la tabla de distribución de Gauss para un nivel de confianza del 95%) (Spiegel & J. Stephens, 2009)

p: como no conocemos este valor, se da un valor arbitrario de 0.5

q: 1-p= 1-0.5= 0.5

i: como queremos un nivel de confianza del 95%=0.95 el error será del 1%=0.05

La fórmula para el cálculo de la muestra quedaría de la siguiente manera:

$$n = \frac{[1.96]^2 * 23 * 0.5 * 0.5}{(0.05)^2 (23-1) + [1.96]^2 * 0.5 * 0.5} \quad (1)$$

lo que nos daría:

$$n = 22.0892 / 2.3354 = 9.45 \quad (1)$$

El tamaño de la muestra nos arrojó un total de 9 investigaciones para ser sometidas al proceso de análisis de madurez de tecnología y su posterior aplicación del MCTT.

Análisis de la madurez de la tecnología

Para realizar el análisis de madurez tecnológica es necesario utilizar una herramienta llamada Technology Readiness Level la cual nos permite conocer la madurez tecnológica de un proyecto, esto es importante de conocer pues determina a través de una escala un número el cual ayuda a determinar si el proyecto pudiese ser transferido y/o comerciable en su etapa actual o es necesario realizar más desarrollo en él.

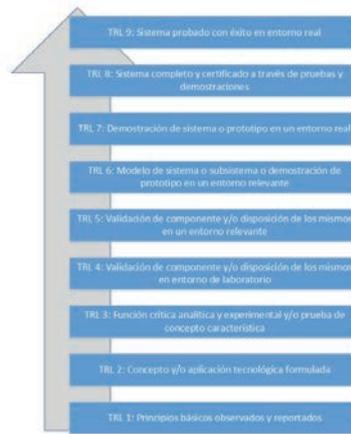


Ilustración 2 Gráfico de autoría propia, Fuente: Niveles de la Madurez de la Tecnología, *Technology Readiness Level*, TRLS. una introducción.

En el gráfico anterior se muestran los niveles de madurez de tecnología a los cuales se someten las 9 investigaciones resultantes del muestreo anterior, así de esta manera se arrojan proyectos y/o tecnologías que se encuentran en niveles 5 o superiores y que pueden ser sometidos al proceso del MCTT.

De los resultados de la aplicación del TRL, se desprenden proyectos con viabilidad para la aplicación del MCTT que es el proceso posterior en el cual ya se somete a otra nueva metodología.

Aplicación del Modelo de Comercialización y Transferencia de Tecnología

El objetivo principal del MCTT es llevar investigaciones y/o productos de estas, viables comercialmente, a un proceso de transferencia y/o comercialización para el cual se asignan procesos y subprocesos que se deben de seguir dentro del proceso mismo.

El MCTT cuenta con cinco procesos primordiales a los que se harán sujetos los resultados de los análisis del TRL. Dichos procesos se muestran a continuación en la ilustración 3.

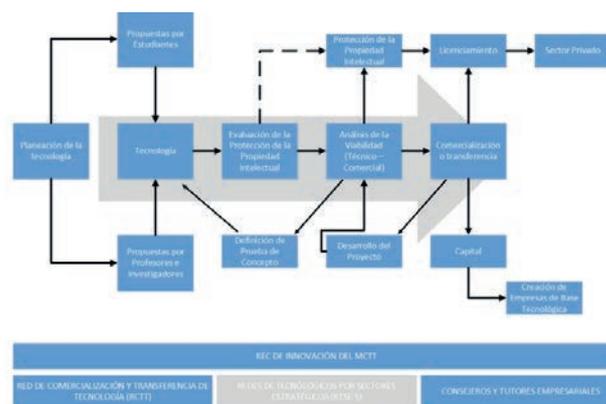


Ilustración 3 Modelo de comercialización y Transferencia de Tecnología. Fuente: Modelo de comercialización y Transferencia de Tecnología del Tecnológico Nacional de México.

Al aplicar el MCTT a los productos seleccionados este nos debe arrojar un resultado positivo si es que la tecnología se transfiere con éxito, si no lo hace entonces se puede deducir que las tecnologías desarrolladas y el Instituto Tecnológico Superior de Irapuato no cuentan con las cualidades para poder ser transferibles lo que supondría una falta de desarrollos tecnológicos de nivel aceptable y por tanto la aplicación de modelos de transferencia de tecnología serían innecesarios pues al invertir en la aplicación de estos no habría un retorno pues las tecnologías no estarían siendo transferibles.

CONCLUSIONES

La cantidad de muestreo de todas las investigaciones y proyectos tanto de alumnos como de profesores e investigadores es muy mínima lo que puede indicar que la falta de desarrollos tecnológicos viene desde la fuente principal es decir los alumnos, profesores e investigadores. Ni siquiera contamos el número de patentes o registros que se tienen pues solamente son 2 a lo largo de 21 años de la fundación del tecnológico lo que arroja una alta carencia de estos.

Se puede deducir entonces a partir de esta investigación que las tecnologías desarrolladas no cuentan para nada con las características ni el nivel necesario para transferirse y las que si lo hacen se quedan en papel o solamente son usadas para concursos de emprendimiento e innovación, es entonces que se debe analizar con investigaciones posteriores cuál es el verdadero problema de la falta de transferencia de tecnologías dentro del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato.

BIBLIOGRAFIA

Libros

SOLLEIRO, J. (2008). "GESTIÓN TECNOLÓGICA Conceptos y prácticas". Mexico, DF: Plaza y Valdés.

HALBWACHS, M. (2004). Los marcos sociales de la memoria, Barcelona: Anthropos Editorial.

SPIEGEL, M., y STEPHENS, L., (2009). "Estadística", 4ta edición, México: Mc Graw-Hill.

Artículos de libros

CAÑAS, R. LAVADOS, J. y MARCOVITCH, J. (1989), "Gestión tecnológica y desarrollo. Serie Manuales I&D". Santiago de Chile: Cinda/Pund/Secab.

TECNM, (2015), "Modelo de comercialización y transferencia de Tecnología", México: Tecnológico Nacional de México.

Artículos en línea

GÁLMEZ, M. (2011). "Metodos de Muestreo". Consultado en: Food and Agriculture Organization: http://www.fao.org/fileadmin/templates/ess/ess_test_folder/Workshops_Events/Workshop_Montevideo/Metodos_de_muestroMG_2.pdf (Fecha de consulta: 7 de julio de 2017).

MAI, T. (2012). "Technology Readiness Level". Consultado en: National Aeronautics and Space Administration: https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/engineering/technology/txt_accordion1.html (fecha de consulta: 8 de julio de 2017)

RODRIGUEZ, E. (2012). "Muestra y Muestreo". Consultado en: Universidad Autónoma de Hidalgo Escuela Superior de Tizayuca: https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/tizayuca/gestion_tecnologica/muestraMuestreo.pdf (Fecha de consulta: 7 de julio de 2017).

TECNOLOGÍA, M. D. (2014). "Ministerio de ciencia y tecnología y telecomunicaciones". Consultado en: http://www.micit.go.cr/encuesta/docs/marco_teorico/tecnologia_id.pdf (fecha de consulta: 17 de junio de 2017).

IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL PARA UN PÉNDULO INVERTIDO ROTACIONAL

Guevara Carrillo Valentín y Vergara Esparza Rosalía

RESUMEN

El trabajo que aquí se redacta consiste en el desarrollo de la implementación de un sistema de control para un péndulo invertido rotacional tomando un diseño de control clásico como referencia. Haciendo uso del sistema de fuerzas que se generan y someten al sistema se encuentran las ecuaciones para la posterior creación de su modelo matemático. Aplicando conocimientos de diferentes áreas tales como electrónica digital, electrónica de potencia y mecánica se logra la adaptación de dispositivos programados a una base diseñada para el desarrollo del péndulo controlado en su posición vertical implementado por medio del control clásico.

Palabras Clave: Péndulo invertido rotacional, control clásico, modelo matemático, implementación.

ABSTRACT

The work that is written here consists of the development of the implementation of a control system for an inverted rotational pendulum taking a classic control design as reference. Making use of the system of forces that are generated and submitted to the system are the equations for the subsequent creation of its mathematical model. Applying knowledge of different areas such as digital electronics, power electronics and mechanics is achieved the adaptation of programmed devices to a base designed for the development of controlled pendulum in its vertical position implemented through the classical control.

Keywords: Inverted rotational pendulum, classical control, mathematical model, implementation.

INTRODUCCIÓN

El sistema Péndulo de Furuta fue creado por el Dr. K. Furuta del Instituto de Tecnología de Tokio, Japón, el cual es un sistema subactuado de dos grados de libertad rotacionales llamados brazo y péndulo. El movimiento del brazo se realiza en un plano horizontal girando alrededor de un eje perpendicular al plano, el péndulo se encuentra ubicado en un extremo del brazo y su eje giro es colineal al eje axial del brazo y su movimiento se realiza en un plano perpendicular al de éste último. Este problema se conoce como el del swing up. Por tanto, en el problema del control del péndulo invertido se generan dos problemas derivados al principal: el de llevar el péndulo desde la posición colgante inicial, u otra posición cualquiera, a las proximidades de la posición deseada; y el de estabilizar al péndulo en la posición invertida. Conviene observar que el problema del swing up adquiere radicales diferencias con respecto al de estabilización local, puesto que se trata de un problema no lineal. En este trabajo se diseña un controlador para un péndulo rotacional invertido, buscando solucionar el problema de llevar el péndulo desde su posición de origen natural hasta su posición invertida y mantenerse ahí.

MARCO TEÓRICO

El péndulo de Furuta, o péndulo invertido rotacional, consiste en un brazo accionado que gira en el plano horizontal y un péndulo unido a ese brazo que es libre de girar en el plano vertical, como se ve en la Figura 1. Es un ejemplo de un oscilador no lineal complejo de interés en la teoría del sistema de control. El péndulo está subactuado y extremadamente no lineal debido a las fuerzas gravitacionales y el acoplamiento que surgen de las fuerzas de Coriolis y centrífuga.

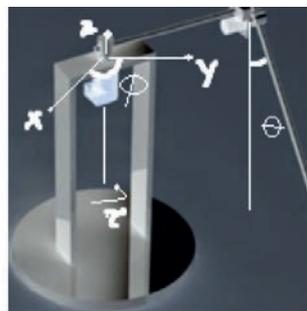


Figura 1. Diseño del péndulo de Furuta

Control sobre la planta

Se ha manejado el control sobre la planta por medio de la combinación de dos controladores, esto debido a estudios y aplicaciones realizadas anteriormente con resultados positivos; Esto a que el problema puede ser dividido en dos etapas: una global cuyo objetivo es llevar al péndulo desde cualquier punto a la posición vertical, conocido como “swing-up” y una lineal, que corresponde a estabilizar al péndulo, el problema del “swing up” que ha sido objetivo de múltiples estudios, ha dado lugar a una amplia gama de soluciones basadas en diferentes comportamientos físicos de la planta.

Control de estabilización PID

Un controlador PID es un mecanismo de control por realimentación ampliamente usado en sistemas de control industrial. Este calcula la desviación o error entre un valor medido y un valor deseado.

El algoritmo del control PID consiste de tres parámetros distintos: el proporcional, el integral, y el derivativo. El valor Proporcional depende del error actual. El Integral depende de los errores pasados y el Derivativo es una predicción de los errores futuros. La suma de estas tres acciones es usada para ajustar al proceso por medio de un elemento de control como la posición de una válvula de control o la potencia suministrada a un calentador.

Control Global "swing-up"

Este tipo de control se basa en la propuesta de Amström Furuta, empeñada en que si se es agregado un algoritmo sencillo al modelo físico basándonos en mera observación del estado físico lograremos una mejor conmutación entre controladores.

MÉTODOS Y MATERIALES

Para la realización del control del péndulo es necesario conocer los parámetros físicos del péndulo. A continuación se enlistan los parámetros físicos del péndulo en el cual se aplica el control para el trabajo aquí expuesto:

Tabla 1. Parámetros físicos del Péndulo

Parámetros	Valor	Unidad
Masa brazo (m_b)	0.049	kg
Longitud brazo (l_b)	0.145	m
Masa péndulo (m_p)	0.044	kg
Longitud péndulo (l_p)	0.142	m
Gravedad (g)	9.81	m/s ²
Inercia del pilar central (J_{pc})	1.7440x10 ⁻⁴	kgm ²

Al crear el control para el péndulo se presenta la necesidad del uso de control en dos etapas, llevar el péndulo desde cualquier punto a la posición vertical u el lograr la estabilidad del péndulo; Agregando a esto se aplicó un levantamiento por medio de subrutina, ya que la causante son las limitaciones físicas con las que cuenta la planta.

El objetivo anteriormente descrito cual es mantener el péndulo en su posición vertical se efectúa por medio de una placa Arduino UNO, que trabaja dentro del modelo físico de control. Al llevar a cabo este control se desarrolló un modelo matemático donde interfieren las funciones de transferencia de la planta y el motor. El modelo matemático del sistema se puede obtener por medio de la ecuación de Euler-LaGrange, la cual corresponde a un análisis energético sobre el sistema. De esta forma se obtienen las ecuaciones (1) y (2) que representan la dinámica del sistema donde el LaGrangiano L representa la diferencia entre la energía cinética y potencial.

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\beta}} \right) - \frac{\partial L}{\partial \beta} = \tau_{\beta} \quad (1)$$

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\alpha}} \right) - \frac{\partial L}{\partial \alpha} = 0 \quad (2)$$

Es bien sabido que para obtener las expresiones de energía es necesario contar con la velocidad y la altura del sistema por lo tanto se obtiene el conjunto de ecuaciones que representan las coordenadas de un punto dentro del sistema dadas por:

$$\begin{bmatrix} x_x(r_b, r_p) \\ x_y(r_b, r_p) \\ x_z(r_b, r_p) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_b \cos \beta + r_p \sin \beta \sin \alpha \\ r_b \sin \beta + r_p \cos \beta \sin \alpha \\ r_p \cos \alpha \end{bmatrix} \quad (3)$$

Dada la expresión anterior podemos obtener las expresiones de velocidad respecto a cada coordenada, $[v_x, v_y, v_z]^T$ así como la magnitud de la misma, elemento necesario para realizar un análisis de energía a cada componente del sistema.

Posterior se obtienen las ecuaciones del sistema en forma de ecuaciones de estado donde, $x_1 = \beta$, $x_2 = \dot{\beta}$, $x_3 = \alpha$ y $x_4 = \dot{\alpha}$.

Posteriormente se obtiene el modelo lineal alrededor de un punto de operación de interés el cual corresponde a $[x_1 = n, x_2=0, x_3 = k\pi \text{ y } x_4 = 0]$ donde $k=0$ para cumplir con las condiciones de problema y n es seleccionado arbitrariamente debido a la irrelevancia de este parámetro para el control. Por tanto se obtienen las matrices de estado, así como la función de transferencia, linealizadas alrededor de la posición vertical.

Siendo que la función de transferencia relaciona la posición del péndulo con la aceleración del brazo, es necesario conseguir una expresión para esta, sabiendo que el brazo está conectado a un motor eléctrico DC y experimenta la misma aceleración angular que esté presente, por lo que se puede partir de la función de transferencia del mismo y obtener la ecuación.

$$H_m(s) = \frac{\beta(s)}{V(s)} = \frac{kt}{(s^2 J_m + Bs)(R + Ls) + KeRts} \quad (4)$$

Considerando $L \ll J_m, R, ke, kt, B$ y $k_t \cong k_e$ la expresión que relaciona la aceleración angular con el voltaje de entrada el cual corresponde a nuestra señal de control, obtenemos la expresión de la ecuación (5).

$$H_m(s) = \frac{s^2 \beta(s)}{V(s)} = \frac{kt \cdot s}{R(s J_m + B) + Ke^2} \quad (5)$$

Basándose en el método experimental, se obtienen los parámetros del actuador, los cuales se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Parámetros motor Pololu20:4:1 Metal Gearmotor 25Dx50L mm HP 12V

Constante motor	Valor	Unidad
Resistencia (R)	45.05	Ω
Inercia (J_m)	10.67×10^{-9}	$Kg \cdot m^2$



La elección de un método de control clásico tiene varias limitantes, carecen de condiciones iniciales y además la organización del diagrama de bloques difiere de la convencional, esta debe representar un sistema cuya condición inicial corresponde a $\alpha=0$ el cual recibe una perturbación en un tiempo $t>0$ así el objeto de estudio pasa a ser que tan rápido el sistema pueda regresar a su primer estado. Se utiliza un Puente-H 1298n el cual representa una ganancia $k_H=255/12$ ya que este se encuentra alimentado por una fuente externa de 12v,m todo esto debido a que la placa Arduino Uno no posee la magnitud para accionar el motor. Posteriormente se seleccionan las ganancias que favorecen la respuesta en estado estacionario $k_p=192.555621$, $k_i=80.75862$ y $k_d=4.13934$.

Una maniobra de control global “swing up” es necesaria en nuestro control, esto debido a que la estabilización de la planta solo se puede llevar a cabo en condiciones linealizadas cerca del punto de equilibrio, que en este caso se describe como $\alpha=0$ en la posición vertical superior. Esta maniobra fue usada por primera vez en 1996 por Amström y Furuta, realizado bajo conceptos de energía, y con fines prácticos para este trabajo se hace uso de esta metodología debido a su efectividad. El algoritmo del “swing-up” considera las fuerzas que actúan sobre el péndulo. El control es diseñado bajo conceptos de energía utilizando mecánica de Lagrange, la cual define la posición y velocidad angular de un sistema físico en función de la energía que este posee en un momento dado.

Los materiales utilizados en la implementación del péndulo se enlistan a continuación:

- Placa Arduino UNO
- Pololu20.4:1 Metal Gearmotor 25Dx50L mm HP 12V con encoder
- Encoder Honeywell 600-128-CBL
- Motor driver L298n
- 3 Sensores de presencia infrarrojos
- Puente-H 1298n

RESULTADOS

Debido a que la velocidad de muestreo de los encoder utilizados era menor a la velocidad angular del brazo y del péndulo en caída libre se optó por acoplar dos sensores infrarrojos en los límites físicos de la base para reiniciar el conteo de posición y mandar una señal de interrupción y uno más en el brazo horizontal con la misma función. Se logró crear la señal de control respecto al tiempo y llegó al objetivo como se muestra en la Figura 2.

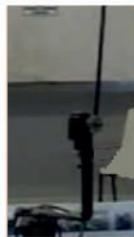


Figura 2. Péndulo rotacional invertido en funcionamiento

Sin más preámbulo en el comportamiento del péndulo tanto físico como en la simulación se obtuvieron resultados exitosos, correspondiendo la gráfica del tiempo de respuesta al tiempo de respuesta de levantamiento del péndulo rotacional invertido.

CONCLUSIONES

Agregando un algoritmo sencillo basado en la observación del modelo físico así como el del comportamiento del péndulo simple, fue efectuado el análisis matemático para el control del péndulo invertido rotacional, logrando la conmutación entre controladores; Todo esto en conjunto nos lleva a la elevación del péndulo a un

punto cercano al deseado. Aplicando un método de control robusto PID establecido en base de un modelo simplificado de péndulo rotacional se obtienen resultados óptimos, logrando el objetivo marcado, el desarrollo de un control de un péndulo rotacional invertido aplicando y expandiendo conocimientos de distintas áreas tales como mecánica y electrónica.

REFERENCIAS

- [1]A. Valera, M. V. (s.f.). DESARROLLO Y CONTROL DE UN PÉNDULO DE FURUTA. Universidad Politécnica de Valencia: Dpto. Ingeniería de Sistemas y Automática .
- [2]Andrew Careaga Houck, R. (2013). Furuta Pendulum. Massachusetts: department of Mechanical Engineering, Massachusetts Institute of Technology .
- [3]C. A. Merlo-Zapata, M. A.-C.-O.-C.-M. (1 de Mar de 2014). SISTEMAS MECÁNICOS SUBACTUADOS PENDULARES. Recuperado el 27 de Mar de 2017, de Boletín UPIITA: <http://www.boletin.upiita.ipn.mx/index.php/ciencia/561-cyt-numero-42/952-sistemas-mecanicos-subactuados-pendulares>
- [4]Carnegie Mellon The university of Michigan 1817. (28 de 8 de 1996). Control Tutorials for matlab. Obtenido de Example: Solution of the inverted Pendulum Problem Using PID Control: 1996
- [5]Hibbeler, R. C. (2010). Ingeniería mecánica dinámica. México: Pearson Educación.
- [6]J. Aracil, F. G. (Abril 2005). El Péndulo Invertido: Un desafío para el control no lineal. Revista Iberoamericana de Automatica e Informatica Industrial. Vol.2. Núm. 2, 8-19.
- [7]K.J. Aström, K. F. (2000). Swinging up a pendulum by energy control. Automatica 36, 287-295. Obtenido de www.elsevier.com/locate/automatica
- [8]Luisa F. Escobar-Dávila, O. D.-G.-B. (enero-junio de 2013). Control Global del Péndulo de Furuta. Techno. Lógicas., ISSN 0123-7799, No. 30, 72-94.
- [9]Ogata, K. (1996). Sistema de control en tiempo discreto. Mexico, Nueva York: Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.
- [10]Ogata, K. (2010). Ingeniería de Control Moderna. Madrid: Person Educación.
- [11]Ogata, K. U. (1987). Dinámica de sistemas. México, Englewood Cliffs, : PRENTICE-HALL HISPANOAMERICANA, S.A. .
- [12]Oscar Danilo Montoya Giraldo, Juan Guillermo Valenzuela Hernández, Didier Giraldo Buitrago . (Diciembre de 2012. Universidad Tecnológica de Pereira. ISSN 0122-1701). Control global del Péndulo Rotacional Invertido empleando modelos de energía. Scientia et Technica Año XVII, No 52, 16-26.
- [13]Prof. Hugo Arellano, D. M. (2008). Sistemas Newtonianos. Univesidad de Chile: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.
- [14]Ricardo, G. C. (2014). Estática. Las leyes del equilibrio. Mexico. DF: Grupo editorial Patria.
- [15]Sanches Sardi, H. E., Patete, A., & Aguirre, I. (enero-abril,2011). Control de un péndulo invertido basado en un modelo reducido. INFENIERÍA UC, núm. 1., 12-22.
- [16]Victor Manuel Hernández Guzmán, R. S. (2013). CONTROL AUTOMÁTICO Teoría de diseño, construcción de prototipos, modelado, identificación y pruebas experimentales. México, DF,Mexico,: Colección CIDETEC del Instituto Politécnico Nacional.
- [17]ZÚÑIGA, C. A. (2009). DISEÑO, CONSTRUCCION Y CONTROL DE UN PENDULO INVERTIDO ROTACIONAL UTILIZANDO TECNICAS LINEALES Y NO LINEALES. BOGOTA, D.C.: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA FACULTAD DE INGENIERIA MAESTRIA EN INGENIERIA .

CRECIMIENTO DEL SISTEMA PORTUARIO NACIONAL FRENTE AL VOLUMEN DE OPERACIÓN DE PUERTO INTERIOR DE GUANAJUATO

Valeria Samanta Macias Hernández Martha Gabriela Gutiérrez Cortés

RESUMEN

La presente investigación tiene como punto principal el análisis del crecimiento de puerto interior Guanajuato en comparación con los demás puertos del país la cual fue realizada en base a una investigación donde la recopilación de datos históricos y actuales sobre el comercio exterior en el país y en Guanajuato fueron las principales fuentes de información, llegando a hacer un análisis del volumen de operación de puerto interior y un análisis comparativo con los demás puertos. Puerto interior es catalogado entre una de las inversiones más importantes del estado que resultaría en un atractivo económico de la región y por ello es de interés conocer sus actividades y analizar su crecimiento.

ABSTRACT

The present investigation has as main objective the analysis of the growth of Guanajuato inland port comparing it with the other ports of the country which was made based on an investigation where the compilation of historical and current data on the foreign trade in the country and in Guanajuato were The main sources of information, making an analysis of the volume of operation of inland port and a comparative analysis with the other ports. Inland port is considered one of the most important investments of the state that would result in an economic attractiveness of the region and for that reason, it is of interest to know its activities and to analyze its growth.

Palabras Clave: comercio exterior, puerto interior, crecimiento, análisis.

INTRODUCCION

Actualmente el comercio internacional es un factor estratégico para la economía de un país y Guanajuato no se queda atrás en este tema, teniendo una activa participación en las exportaciones e importaciones de la región ya que cuenta con una aduna conocida como un puerto seco ubicada en Puerto Interior Silao desde hace ya 11 años, representando el más grande impulso económico en el estado su función dentro del puerto interior es facilitar las actividades de comercio, desde entonces se ha registrado una inversión histórica de más de 3 mil 500 millones de dólares y genero más de 16 mil empleos. Desde su instalación ha atraído inversiones extranjeras a la zona de puerto interior contando en la actualidad con 4 parques industriales y una zona multiterminal ferroviaria, es así considera una plataforma logística completa al contar con un recinto fiscalizado estratégico, con una terminal intermodal de FERROMEX, tener cerca el aeropuerto internacional del bajío y contar con una amplia red carretera. Puertos como el de Veracruz, Lázaro Cárdenas, Altamira y Manzanillo son los más transitados del país contando con un movimiento de mercancías significativo tanto de exportación como de importación debido a sus múltiples destinos. Debido a que estos 5 puertos son los que mayor actividad tienen se hará una comparación con puerto interior de Guanajuato evaluando distintos aspectos como sus niveles de operación al año, sus inversiones, el total de exportaciones e importaciones realizadas, y las ventajas que representan por su ubicación se interpretara la información recopilada con el fin de analizar cuál es el volumen de operación del puerto interior en Guanajuato.

Objetivo general

Analizar al volumen de operación del puerto interior de Guanajuato comparándolo con el crecimiento del sistema portuario nacional.

Objetivos específicos

Recopilar información sobre el crecimiento del sistema portuario en México

Interpretar la información sobre los puertos la cual servirá de parámetro para analizar el volumen de operación

Demostrar en que porcentaje se ha dado el crecimiento, desarrollo y utilización del puerto interior de Guanajuato

MARCO TEORICO

Comercio en México

El comercio exterior es una de las actividades económicas más antiguas puesto que es una actividad que se basa en los intercambios de bienes y servicios de un determinado país con el resto y desde la antigüedad se ha presentado la necesidad de intercambiar unos bienes por otros ya que esta actividad económica permite que un país cuente con una mayor cantidad de bienes y servicios de los que por naturaleza puede producir. Para México el comercio exterior ha sido una de las actividades más importantes para el desarrollo económico del país, el primer tratado de libre comercio con el que conto fue el TLC: EUA y Canadá en 1994 y el ultimo el TLC: Panamá en 2014, actualmente cuanta con 12 tratados de libre comercio con 46 países entre los que se encuentra Uruguay, Japón, La Unión Europea, Chile, Costa Rica, etc. Hasta abril del presente año se han registrado 31484.544 millones de dólares en exportaciones totales y un total de 30867.759 millones de dólares

en importaciones generadas por el país.

Aduanas en el territorio Mexicano

Un punto clave para el comercio son las aduanas, las cuales son encargadas de controlar la entrada y salida de productos del país, así como de la recaudación de impuestos y de hacer cumplir la ley en ámbito de comercio exterior. Las aduanas no se ubican únicamente en la frontera también están ubicadas en puertos marítimos y en el interior del país, actualmente México cuenta con 49 aduanas de las cuales 19 se encuentran en la frontera norte, 2 en la frontera sur, 17 son marítimas y 11 interiores. Las mercancías ingresan o salen del país por medio de los distintos medios de transporte que son el aéreo, el carretero, ferroviario y marítimo y la utilización de cada uno de estos medios depende del destino del que van o vienen las mercancías, en abril del presente año (2017) se registró que el medio de transporte más utilizado para las exportaciones e importaciones fue el transporte carretero y en segundo lugar fue el medio de transporte marítimo.

Puertos marítimos en México

Los puertos son espacios físicos donde es posible realizar el intercambio de mercancías cuando estos son trasladados por mar, permitiendo también el intercambio internacional de estas. En la época colonial en México se registraron para la salida de minerales los primeros puertos del país el de Veracruz y Campeche en el golfo y años después llegaría el puerto de Acapulco y Salina Cruz en el Pacífico. Los puertos se han convertido en un factor clave de la logística del transporte ya que en la actualidad es el transporte marítimo es el segundo más utilizado en el país. Entre los puertos más destacados se encuentra el de Veracruz y Manzanillo. En el puerto de Veracruz las importaciones y exportaciones son hacia y desde Florida, Europa, el Norte de África y algunos más. El puerto de Altamira en el Estado de Tamaulipas que conecta a 125 puertos de todo el mundo el principal destino de este puerto es la cuenca del atlántico. Las exportaciones se concentran principalmente en países de Sudamérica y Europa y las importaciones provienen de Norteamérica y de América del sur, este puerto fue el primer puerto en México en contar con un recinto estratégico, lo cual le agrega valor al puerto. En cuanto al puerto de Manzanillo las principales zonas a las que está orientado son la costa del continente americano y la Cuenca del Pacífico, también hay importantes intercambios con la España, Alemania y Oceanía.

Aeropuertos internacionales de México

Un aeropuerto internacional es aquel que cuenta con instalaciones de aduanas para poder gestionar vuelos con otros países, si bien es considerado el medio de transporte más costoso también es considerado el más rápido y seguro y es por eso que se ha convertido en un punto estratégico para el desarrollo del comercio. México cuenta con 65 aeropuertos internacionales de estos 65 aeropuertos internacionales que los que más registran movimientos de carga son el de la Ciudad de México, de Guadalajara, Monterrey y Cancún. Guanajuato por su parte también cuenta con un aeropuerto denominado aeropuerto internacional del bajío ubicado en la ciudad de Silao el cual por sus movimientos se considera uno de los más transitados del país y esto es en gran parte por la vinculación a la industria automotriz de esta región, este aeropuerto cuenta con 7 destinos internacionales a los Estados Unidos y con 8 destinos nacionales.

Guanajuato

Guanajuato se ubica al centro de la República Mexicana cuenta con una infraestructura de 1,156 kilómetros de vías férreas, un aeropuerto internacional y con una red carretera de aproximadamente 4,058 kilómetros, en cuanto a lo económico para 2015 las actividades industriales y de servicios crecieron un 3.9% y las actividades primas disminuyeron en un 1.1%. El comercio exterior representa el 65% del producto interno bruto nacional, Guanajuato que en los últimos años ha jugado un papel muy importante en el ramo automotriz actualmente en el estado opera más de 180 de empresas de este mismo giro que generan el 13% del PIB, es por ello que Guanajuato se ha convertido en un estado clave para la inversión especialmente en el sector automotriz. El estado cuenta con una de las aduanas interiores denominada como puerto seco que se encuentra en Puerto Interior de la ciudad de Silao el cual comenzó sus operaciones el 25 de marzo del 2006, de ella depende el aeropuerto internacional de Guanajuato y además tiene la ventaja de contar con transporte terrestre y ferroviario así como la ventaja de ser denominada con la aduana más moderna del país que se maneja de manera independiente los reconocimientos a la exportación y a la importación lo que ayuda a mejorar los tiempos del despacho de las mercancías. Puerto interior cuenta con una ubicación geográfica estratégica al encontrarse en el centro del país, está compuesto por una superficie de 1050 hectáreas: Aduana interior (31 hectáreas), recinto fiscalizado estratégico (144 hectáreas), terminal intermodal de carga (44 hectáreas), parque industrial santa fe I y II (696 hectáreas), terminal de carga aérea (34 hectáreas) y a solo 10 años ya cuenta con más de 100 empresas instaladas. Puerto interior cuenta con 8 convenios con los principales puertos de México: Mazatlán, Manzanillo, Lázaro Cárdenas, Altamira, Tampico, Tuxpan, Veracruz y Coatzacoalcos, con esto puerto interior logra tener una conexión entre los dos océanos más importantes de México. Para fomentar el comercio internacional puerto interior cuenta con la alianza de puertos internacionales entre ellos están Jiaxing en China, y West Java en Indonesia.

MÉTODOS Y MATERIALES

La investigación presente se elaboró por medio de una investigación documental y la realización de una encuesta a personas cercanas al tema. Una investigación documental se define como la selección y recopilación de información por medio de la lectura y crítica de documentos y materiales bibliográficos, es por ello que se comenzó por la investigación documental, que consto de la consulta de revistas virtuales y físicas así como de

páginas online oficiales como la secretaria de economía, INEGI, la pagina del estado de Guanajuato, Cofoce y la página oficial de puerto interior al realizar la lectura se fue filtrando la información y por tanto la investigación se fue dirigiendo a otros páginas donde se obtuvo más información que complementara y que aportara a la investigación. A partir de dicha información recopilada se fue crean un criterio y una comparación entre toda la información lo que derivó en distintas graficas donde se dan a conocer los datos.

RESULTADOS

La aduana de Guanajuato en puerto interior está diseñada para manejar cerca de 1000 transacciones de exportación e importación, desde sus inicios en el año 2006 el nivel en que se utiliza ha ido incrementando, según datos del INEGI el total de pedimentos registrados del año 2006 al 2011 incremento casia al triple pasando de 15351 a 43270 pedimentos, los cuales nos indican un grado de operaciones que puerto interior manejo en esos años.



Figura 1 Crecimiento de las operaciones de la Aduana Puerto Interior Guanajuato, total de pedimentos 2011

Como se observa desde su instalación la aduana ha registrado un crecimiento significativo en el total de sus pedimentos y con datos de ese mismo periodo en dólares se registró el total de sus exportaciones que pasaron a ser de 6 6884 millones de dólares en el año 2006 a ser 11 814 millones de dólares en el 2011 y del 2006 al 2011 se tiene una diferencia de 5130 mdd en exportaciones en tan solo 5 años.

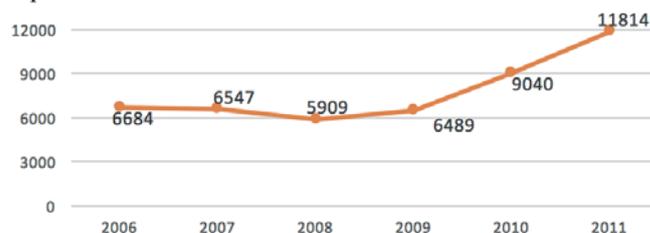


Figura 2 Total de las exportaciones del Estado de Guanajuato

Según datos del INEGI en el 2014 el Estado de Guanajuato ocupó el noveno lugar en valor de exportaciones que alcanzaron un monto total de 17 007.7 mdd, lo cual representa un 4.9% a nivel nacional, se destacó como principal actividad a la industria manufacturera con 16 932.5 mdd y como subsector a la fabricación de equipo de transporte a lo cual se puede deducir en que el sector automotriz es el principal participante en las exportaciones que se registran en el estado. En el 2003, COFOCE proporcionó al cuarto informe de gobierno de ese año, información sobre las exportaciones de Guanajuato donde muestra que la industria automotriz y de autopartes es el principal sector exportador del estado. La industria automotriz en el estado es también la que mayor inversión extranjera directa recibe en los últimos años representando un 826.9 millones de dólares.

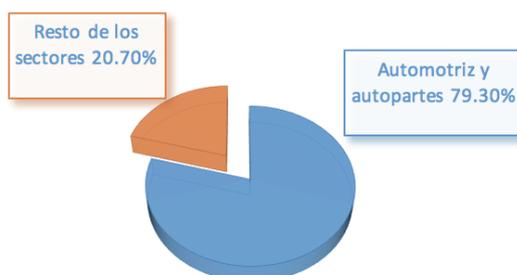


Figura 3 Exportaciones del estado de Guanajuato, 2003

En México los puertos de Veracruz, Manzanillo, Lázaro Cárdenas, Tampico y Altamira se ubican como los puertos con mayor movimiento de carga comercial representando un 86% del total, Veracruz por ejemplo reporta un total de 5 466 932 toneladas en exportaciones, Lázaro Cárdenas 5 656 946 toneladas exportadas y Altamira 4 315 221 toneladas lo cual comprueba porque están en estas posiciones.

Según un reporte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes la carga marítima del país registro un crecimiento mayor al 10%. La administración portuaria integral de Veracruz ocupa el primer lugar con el mayor movimiento de carga registrado con 14 millones 590 909 toneladas que representa un 23.6% del movimiento de carga marítima y el segundo lugar está ocupado por el puerto de Lázaro Cárdenas con un 21.2% de la carga marítima.



Figura 4 Movimiento de carga marítima

CONCLUSIONES

El volumen en que opera Puerto Interior Guanajuato frente al sistema nacional portuario nacional es menor ya que la cantidad de carga que mueven los puertos está por encima de la que puerto interior maneja por ahora, por otra parte y basándonos en los resultados de la investigación Puerto Interior Guanajuato ha tenido un crecimiento significativo ya que desde su instalación y puesta en marcha no se ha registrado un declive que indique que no está siendo utilizada, lo cual demuestra y se demuestra con los datos proporcionados que ha ido en aumento su volumen de operaciones, unos años registrando más crecimiento que otros. Guanajuato Puerto Interior tiene todo lo necesario para seguir creciendo gracias a factores como sus modernas instalaciones y la posición en la que se encuentra dentro del país.

BIBLIOGRAFIA

Libros

Roman, A. J. (1998). Comercio exterior: teoría y práctica . España: Universidad de Murcia.

Artículos en línea

COFOCE. (2 de Julio de 2017). Cuarto informe de Gobierno, Juan Carlos Romero Hicks. Obtenido de <http://www.guanajuato.gob.mx/gestiones/romerohicks/cuarto/economico/cofoce.pdf>

Economía, S. d. (1 de julio de 2017). Estadísticas de empresas que exportan, importan, proveedores de Gobierno y amvito por municipio . Obtenido de https://www.siem.gob.mx/siem/portal/estadisticas/Est_ExpImp_xMun.asp?qedo=11

Economía, S. d. (22 de Junio de 2017). gob.mx. Obtenido de <https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/comercio-exterior-paises-con-tratados-y-acuerdos-firmados-con-mexico>

Estado, g. G. (30 de Julio de 2017). Libro Blanco: Infraestructura competitiva para el desarrollo de negocios . Obtenido de http://strc.guanajuato.gob.mx/templates/COMUNICACION/LIBROBLANCOS/GPI/LB_GPI_SOC_Infraestructura%20Competitiva%20para%20el%20Desarrollo%20de%20Negocios_3.pdf

INEGI. (29 de Julio de 2017). Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2016. Obtenido de http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/AEGPEF_2016/702825087357.pdf

INEGI. (10 de Julio de 2017). Balanza Comercial de Mercancías de México. Obtenido de http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/economicas/comercio/default_t.aspx

INEGI. (21 de Julio de 2017). Comercio Exterior . Obtenido de <http://www.beta.inegi.org.mx/temas/comercio/>

INEGI. (10 de Julio de 2017). Exportaciones e importaciones de mercancías según modo de transporte . Obtenido de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/tabulados/default.html?nc=836>

INEGI. (16 de Junio de 2017). Estadísticas a propósito de la industria automotriz . Obtenido de http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/estudio/economico/a_proposi_de/Automotriz.pdf

INEGI. (2 de Julio de 2017). Exportaciones por entidad federativa . Obtenido de http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/economicas/exporta_ef/default.aspx

INEGI. (27 de abril de 2017). Instituto Nacional De Estadística y Geografía . Obtenido de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/saladeprensa/noticia.html?id=3382>

INEGI. (16 de Julio de 2017). Instituto Nacional De Estadística y Geografía . Obtenido de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/tabulados/default.html?nc=717>



PROMEXICO. (20 de Junio de 2017). Tratados de comercia . Obtenido de [ttp://www.promexico.mx/es/mx/tratados-comerciales](http://www.promexico.mx/es/mx/tratados-comerciales)

Todos, g. o. (1 de Julio de 2017). Unidad de transparencia y archivos del poder ejecutivo. Obtenido de <http://transparencia.guanajuato.gob.mx/>

Transporte, S. d. (15 de Julio de 2017). Puerto de Altamira . Obtenido de <http://www.puertoaltamira.com.mx/upl/sec//PRESENTACI%C3%93N%20GENERAL%20ESPA%C3%91OL%202016.pdf>

Transportes, S. d. (23 de Junio de 2017). Administracion portuaria integral de Lazaro Cardenas. Obtenido de <http://www.puertolazarocardenas.com.mx/plc25/nosotros-somos>

ANÁLISIS Y DISEÑO DE SISTEMA DE CONTROL INTERNO COMO HERRAMIENTA PARA ELEVAR LA PRODUCTIVIDAD EN LAS MIPYMES.

Abraham Luna Martínez¹ y Elizabeth Valdez Soto²

RESUMEN

Se ha llevado a cabo una investigación de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MiPyMEs) de la Región Centro del estado de Coahuila buscando aumentar su productividad en el mercado actual, y así resolver la falta de uso y aplicación de las Tecnologías de Información y Comunicación (TICs); la obtención de la información se realizó a través de diversas técnicas como lo son encuestas, entrevistas y observación directa; una vez analizada la información obtenida, se prosiguió a diseñar un sistema en Balsami y estructurar la base de datos en MySQL, hasta finalizarlo en un software capaz de hacer crecer y elevar la competitividad en el actual mercado, como también obteniendo una mayor calidad de las mismas.

ABSTRACT

An investigation of the Micro, Small and Medium Enterprises (MiPyMEs) of the Central Region of the state of Coahuila has been carried out in order to increase its productivity in the current market, thus solving the lack of use and application of Information Technology and Communication (ICT); Obtaining the information was done through various techniques such as surveys, interviews and direct observation; Once the information obtained was analyzed, it was continued to design a system in Balsami and to structure the database in MySQL, until finalizing it in a software capable of growing and increasing the competitiveness in the current market, as well as obtaining a higher quality of the Themselves.

Palabras Clave: Diseño, Control, MiPyMEs, Productividad.

INTRODUCCIÓN

Las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPyMEs) generan empleos formales en la economía nacional. Es por eso que evitar tropiezos y errores, podría impedir que estos negocios dejen de operar. Por lo regular las MiPyMEs no cuentan con herramientas que permitan planear correctamente su producción y se requiere de un sistema que les permita medir y controlar la calidad, pues se presentan constantes diferencias en existencias y normalmente no se tiene la capacidad de surtir pedidos grandes o especiales, además se presenta una mala distribución del trabajo, lo que se refleja en un deficiente nivel en productividad y en altos costos de operación.

Lo que se busca obtener en este proyecto es evitar que este tipo de empresas decaigan por eso es importante un buen software que haga elevar su productividad.

MÉTODOS Y MATERIALES

El presente proyecto se caracteriza por ser una investigación de campo, con una estrategia metodológica cuantitativa y cuya derivación expositiva es de tipo descriptiva.

Las técnicas utilizadas para la recopilación de la información fueron Encuestas, Entrevistas y Observación Directa y

las herramientas metodológicas aplicadas fueron Cuestionario de entrevista y Encuesta de revisión para observación.

Para la administración y guardar la información se utilizó MySQL que es un sistema de administración de bases de datos relacional de código abierto, basado en lenguaje de consulta estructurado, se tiene un listado de todas las tablas que se utilizaron el software así como su respectivo diagrama.

El diseño de las pantallas se llevó a cabo en Balsamiq que es una aplicación que permite ‘pintar’ los requerimientos del usuario de tal forma que se le presenten ‘mockups’ o bocetos que se acercan mucho a la realidad, contemplando explicaciones o aclaraciones sobre las distintas funcionalidades que se pueden dar en cada caso.

RESULTADOS

Se realizó un análisis con la información recopilada que permitió diseñar un diagrama (Figura 1) y poder construir las tablas con sus respectivos campos (Figura 2) que conforma la base de datos y posteriormente capturar los datos en MySQL. A continuación se presentan los resultados.

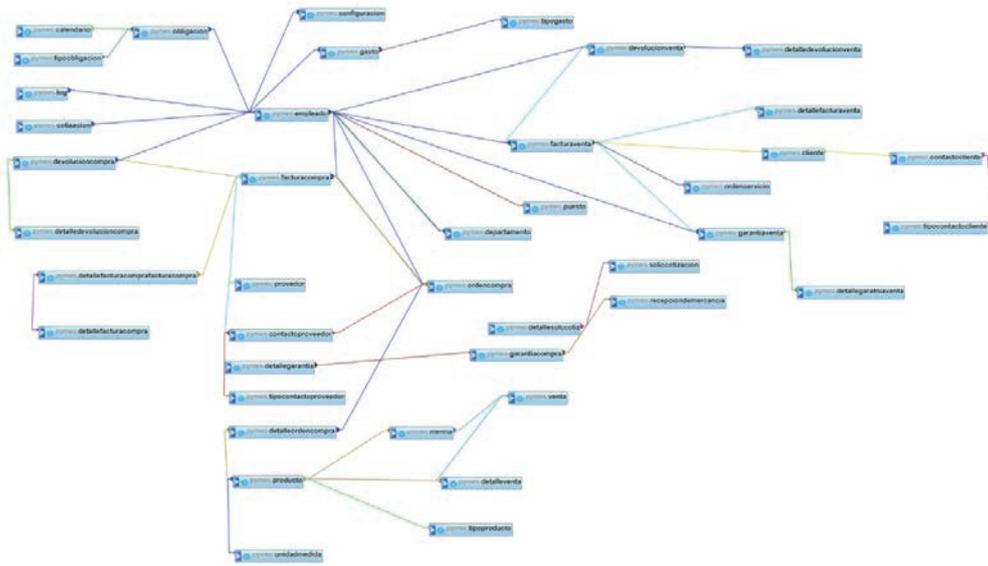


Figura 1. Diseño de diagrama

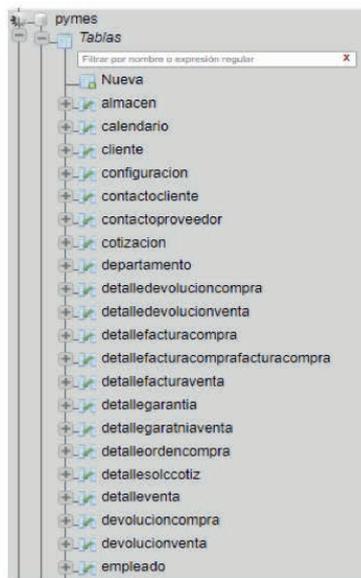


Figura 2. Tablas



Figura 2. Tablas

Al momento de ejecutar el programa aparecerá nuestra primera pantalla que será la de iniciar sesión como se muestra en la figura 3, aquí colocaremos nuestro respectivo usuario y contraseña, al momento de ser validados nuestros datos si el usuario es nuevo en el sistema pedirá que cambie su contraseña actual por una nueva así como se muestra en la figura 4.

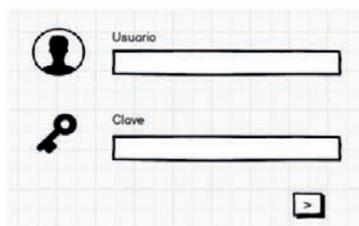


Figura 3. Formulario login

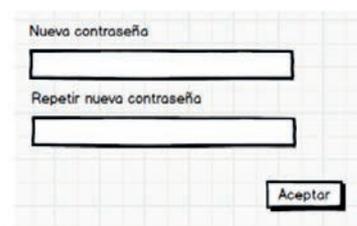


Figura 4. Formulario cambiar contraseña

Al ser validados los datos anteriores, nos mostrará la pantalla principal (figura 5) donde están divididos los menús por archivos, módulos, herramientas y categorías al ser seleccionados, al hacer clic en el menú seleccionado se desplegará una lista de opciones que podrá realizar el usuario en el programa como se muestra en la figura 6.

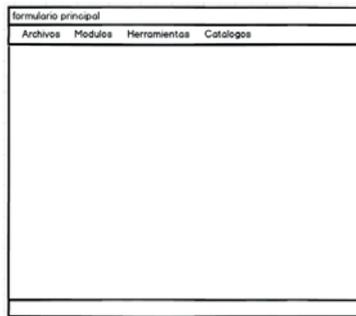


Figura 5. Formulario pantalla principal

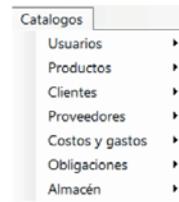


Figura 6. Opciones del menú catálogos

Al seleccionar una de las opciones del formulario principal se abrirá su respectiva ventana, un ejemplo de ello es cuando el usuario haga clic en agregar cliente lo mandara a la ventana indicada como se puede observar en la figura 7, así podrá llenar la información correctamente, otro ejemplo es el formulario de cambiar contraseña, para ello nos dirigimos a nuestro menú y hacemos clic en herramientas seguido de cambiar contraseña (figura 8), nos aparecerá un formulario donde nos pedirá que ingresemos nuestra contraseña anterior, la nueva contraseña y la verificación de la nueva contraseña (figura 9) para asegurarse de que se escribió correctamente y no tenga problemas más adelante.

Figura 7. Formulario cliente

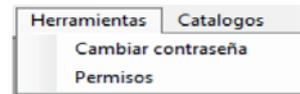


Figura 8. Menú de opciones

Figura 9. Formulario modificar contraseña

CONCLUSIONES

Las micro, pequeñas y medianas empresas de la Región Centro del Estado de Coahuila son los beneficiarios directos de la propuesta, ya que tendrán herramientas que propicien el uso de las TICs en sus procesos diarios, lo cual propicia elevar la calidad y competitividad de las mismas, así como su inclusión a los mercados globales.

Se probara el sistema a las empresas que aceptaron ser parte de la prueba piloto, para ello es necesario que sus equipos de cómputo cuenten con ciertos requerimientos de sistema como lo es una versión de Windows ya será la versión Windows 7, 8, 8.1 o 10, 1 GB de RAM (32 bits) o 2 GB de RAM (64 bits), un procesador de 1 gigahercio (GHz) o más rápido de 32 bits (x86) o de 64 bits (x64) y 160gb GB de espacio disponible en el disco duro.

BIBLIOGRAFIA

Artículos en línea

Consultada en <http://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/MySQL> (fecha de consulta 04-07-2017).

Consultada en <https://www.gestion.org/economia-empresa/creacion-de-empresas/6001/que-son-las-py->



mes/ (fecha de consulta 04-07-2017).

Consultada en <http://www.ipyme.org/es-ES/DatosPublicaciones/Paginas/DefinicionPYME.aspx> (fecha de consulta 09-07-2017).

Consultada en <https://www.youtube.com/watch?v=R30wkzy3IRk> (fecha de consulta 09-07-2017).

Artículos de libros

McConnell, Steve (1996). *Rapid Development: Taming Wild Software Schedules*, 1st ed., Redmond, WA: Microsoft Press. ISBN 1-55615-900-5.

SISTEMA SEMIAUTOMÁTICO PARA LA PLANTA PURIFICADORA DE AGUA POTABLE DEL ITSMEM

Edgar Jaziel Jimenez Zapata, Jordán Marmolejo Luis Gerardo M.C.2

RESUMEN

El propósito de este trabajo es diseñar e implementar un sistema semiautomático para facilitar la tarea de llenar botellines de agua en planta purificadora de agua del Instituto Tecnológico Superior de Monclova Ejército Mexicano. Utilizando como base el problema que se obtiene al llenar botellines que tiene el manejo de la válvula manual, se desea obtener un sistema que permita lograr el óptimo llenado de los elementos de la planta y una calidad garantizada en la producción de agua purificada. Con ello se desea lograr que el instituto realice la producción de botellines de agua potable para su consumo más eficientemente sin la intervención de la precisión humana y lograr la mejor calidad de acuerdo a los estándares establecidos por la norma de la Secretaría de Salud.

ABSTRACT

The purpose of this work is to design and implement a semi-automatic system to facilitate the task of filling bottles of water in a water purification plant of the Instituto Tecnológico Superior de Monclova Mexican Army. Using as a basis the problem that is obtained when filling bottles that has the handling of the manual valve, it is desired to obtain a system that allows to achieve the optimal filling of the elements of the plant and a guaranteed quality in the production of purified water. This is to ensure that the institute produces the production of drinking water bottles for consumption more efficiently without the intervention of human precision and achieve the best quality according to the standards established by the standard of the Ministry of Health.

INTRODUCCION

El abastecimiento de agua purificada para el consumo de la población del ITSMEM había estado a cargo de un proveedor externo mediante garrafones de 19 litros colocados en despachadores ubicados en diversos lugares estratégicos del propio Instituto. Por esta razón, y con una mentalidad de ser autosuficientes, se implementó en las instalaciones del ITSMEM una planta purificadora de agua potable. A fin de mantener una producción de agua de alta calidad y minimizar los gastos propios del funcionamiento de dicha planta, se implementará un programa de mantenimiento para reducir a tiempo todas las posibles fallas que puedan tener los diferentes aparatos con las que cuenta la planta purificadora, ejemplo: tinaco, filtros, válvulas, sistema de osmosis inversa, luz ultravioleta etc. A la vez se desea mantener las altas normas de calidad que pide la Secretaria de Salud en la producción de agua potable para consumo de la población del ITSMEM.

METODOS Y MATERIALES

La implementación del microcontrolador pic16f84a será la manera mas eficaz de llevar acabo la tarea de controlar el sistema de llenado de botellines sin requerir la mano y precisión humana ya que todo seria de forma automática los materiales utilizados fueron:

- 1-. Pic16f84a
- 2-. Fuente de voltaje de 5v.
- 3-. Fuente de voltaje de 12v.
- 4-. Válvula de Llenado
- 5-. Relevador operación de 5v.
- 6-. Diversos botones
- 7-. Resistencias
- 8-. Programador pickit 3

La programación se realizó en c para una mayor versatilidad se puede cambiar con facilidad y establecer tiempos de llenado y también se tiene la capacidad de hacer operar una segunda válvula y también automatizar el llenado de los garrafones solo se necesitaría cambiar un poco el código y agregar un segundo relevador, válvula y botones necesarios.

Código fuente en c

```
#pragma config FOSC = XT // Oscillator Selection bits (XT oscillator)
#pragma config WDTE = OFF // Watchdog Timer (WDT disabled)
#pragma config PWRTE = OFF // Power-up Timer Enable bit (Power-up Timer is disabled)
#pragma config CP = OFF // Code Protection bit (Code protection disabled)
#include <xc.h>
#include <stdio.h>
#include <pic16f84a.h>
#define _XTAL_FREQ 4000000
void confi();
```

```
void main(void)
```

```

{
  confi();
  while(RB5=1)
  {

    PORTA = 0b01000;
    __delay_ms(100);

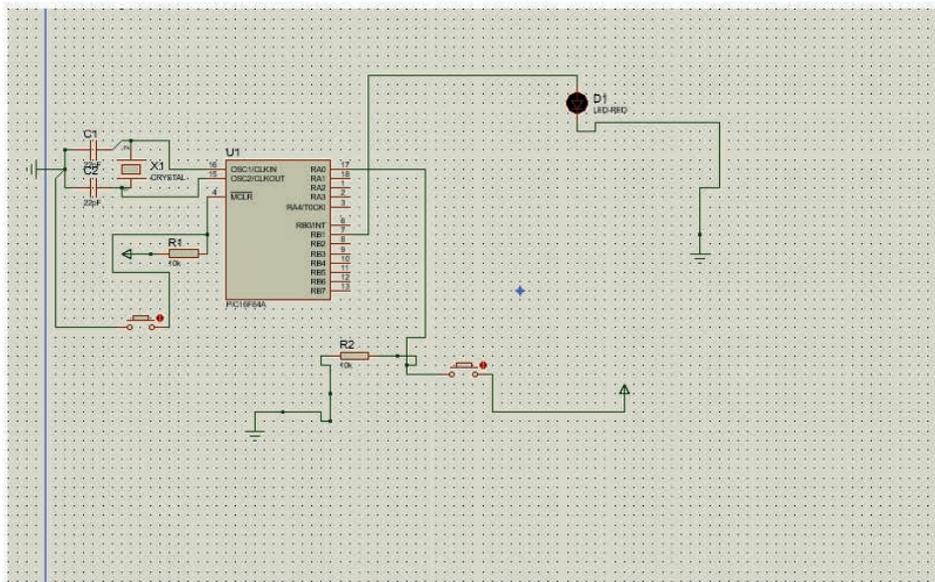
  }

  PORTA = 0b00000;
  __delay_ms(100);
}

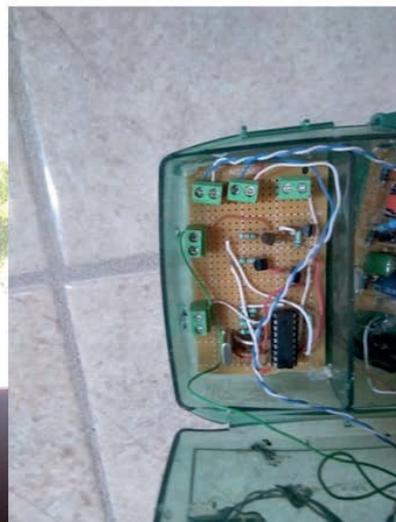
void confi()
{
  PORTA= 0;
  PORTB= 1;
  TRISA= 0b00000;
  TRISB= 0b11111111;
}

```

Diagrama



Anexos



CONCLUSIONES

La automatización del proceso aportará numerosas ventajas la producción. Un proceso de fabricación automatizada en la industria hoy en día, incluyendo el negocio de la fabricación de botellines de agua, significa un producto final de mayor calidad y más competitivos debido a factores tales como la normalización de procesos y productos, la velocidad de producción, programación de la producción, la reducción continua de los residuos y menos probabilidades de equivocarse.

REFERENCIAS

<https://es.wikipedia.org/wiki/PIC16F84>
<http://www.todopic.com.ar/foros/index.php?topic=23555.0>
<https://es.wikipedia.org/wiki/Electrov%C3%A1lvula>
<http://www.electrontools.com/Home/WP/2016/03/09/regulador-de-voltaje-7805/>

APLICACIONES DE VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS (VANTS, DRONES), EN TAREAS DE: LOCALIZACIÓN, SINIESTROS, REDES AÉREAS, RESCATE Y PROTECCIÓN CIVIL.

Gabriela Cuevas Pérez¹ y Ulises Pineda Rico²;

RESUMEN

El presente reporte tiene como objetivo explicar y describir los avances que se llevaron a cabo en el desarrollo del proyecto el cual trata de agrandar los campos en los cuales pueden ser de ayuda los vehículos aéreos no tripulados, en este caso el proyecto está enfocado a que los vehículos actúen como apoyo en accidentes y siniestros para de esta forma no exponer vidas humanas. En este documento hablaremos también de como los microprocesadores (Arduino, Raspberry, memorias del almacenamiento, etc.) nos fueron de suma importancia en este proyecto. Al momento de desarrollar el proyecto hemos visto como cualquier aspecto ya sea del software o hardware del vehículo es de suma importancia para llegar al objetivo final del proyecto el cual como ya mencionamos es que los vehículos no tripulados sean lanzados a la zona de desastre y éste la explore mandando datos de imagen y video para así determinar la mejor forma de proceder y buscar solución al desastre.

ABSTRACT.

The present report aims to explain and describe the progress made in the development of the project which seeks to enlarge the fields in which unmanned aerial vehicles can be of assistance, in this case the project is focused on The vehicles act as support in accidents and accidents so as not to expose human lives. In this document we will also discuss how microprocessors (Arduino, Raspberry, storage memories, etc.) were of great importance to us in this project. At the time of developing the project we have seen how any aspect of either the software or hardware of the vehicle is of utmost importance to reach the final objective of the project which as we mentioned is that the unmanned vehicles are launched into the disaster area and this explore it by sending image and video data to determine the best way to proceed and seek a solution to the disaster. Palabras clave: Vehículo, Raspberry, Arduino.

INTRODUCCIÓN.

Los vehículos aéreos no tripulados fueron en primer lugar creados para usos militares. Sin embargo gracias a sus características y a sus innumerables posibilidades y ventajas que brindan, el uso de estos aviones no tripulados se ha extendido al área civil. Desde su aparición y su primera implementación estos vehículos han demostrado su gran potencial en diversas áreas tales como la industria, construcción, minería, agricultura e incluso en el mundo del cine y la televisión, entre muchas otras.

El objetivo de éste proyecto es que los vehículos no tripulados sean de gran utilidad al momento en que se susciten accidentes, desastres naturales, catástrofes, etc, es decir en el área de protección civil. En los cuales sea difícil que el hombre tome acción, al mismo tiempo en que no se expondrán a las personas a entrar a los lugares donde exista un alto riesgo. Para lograr el objetivo se tendrán que hacer cambios a los diseños ya conocidos de vehículos no tripulados así como también adicionarle otros factores que serán de gran ayuda como sensores de proximidad, cámaras, sistema anticolidión, etc para que el vehículo cumpla con su tarea de una forma totalmente autónoma.

MARCO TEÓRICO

Un vehículo aéreo no tripulado o también comúnmente llamado dron es una aeronave que vuela sin tripulación, éste es reutilizable, es capaz de mantener de manera autónoma un nivel de vuelo controlado y sostenido, puede ser propulsado por un motor de explosión, eléctrico o de reacción. El diseño de los VANT tiene una amplia variedad de formas, tamaños, configuraciones y características.

Un sistema embebido o empotrado (integrado, incrustado) es un sistema de computación diseñado para realizar una o algunas pocas funciones dedicadas, frecuentemente en un sistema de computación en tiempo real. Al contrario de lo que ocurre con los ordenadores de propósito general (como por ejemplo una computadora personal o PC) que están diseñados para cubrir un amplio rango de necesidades, los sistemas embebidos se diseñan para cubrir necesidades específicas. En un sistema embebido la mayoría de los componentes se encuentran incluidos en la placa base (tarjeta de vídeo, audio, módem, etc.) y muchas veces los dispositivos resultantes no tienen el aspecto de lo que se suele asociar a una computadora.

Raspberry Pi es un computador de placa reducida, computador de placa única o computador de placa simple (SBC) de bajo coste desarrollado en Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi, con el objetivo de estimular la enseñanza de ciencias de la computación en las escuelas. Su sistema operativo oficial es una versión adaptada de Debian, denominada Raspbian, aunque permite usar otros sistemas operativos, incluido una versión de Windows 10. En todas sus versiones incluye un procesador Broadcom, una memoria RAM, una GPU, puertos USB, HDMI, Ethernet (El primer modelo no lo tenía), 40 pines GPIO y un conector para cámara. Kinect para Xbox 360, o simplemente Kinect (originalmente conocido por el nombre en clave Project Natta), es un controlador de juego libre y entretenimiento creado por Alex Kipman, desarrollado por Microsoft

para la videoconsola Xbox 360, y desde junio del 2011 para PC a través de Windows 7 y Windows 8.3 Kinect permite a los usuarios controlar e interactuar con la consola sin necesidad de tener contacto físico con un controlador de videojuegos tradicional, mediante una interfaz natural de usuario que reconoce gestos, comandos de voz, y objetos e imágenes.

OpenCV es una biblioteca libre de visión artificial originalmente desarrollada por Intel. Desde que apareció su primera versión alfa en el mes de enero de 1999, se ha utilizado en infinidad de aplicaciones. Desde sistemas de seguridad con detección de movimiento, hasta aplicaciones de control de procesos donde se requiere reconocimiento de objetos.

METODOLOGÍA.

1. Como primer paso debíamos instalar al Raspberry un sistema operativo, después de analizar cuál sería la mejor opción decidimos trabajar con el Raspbian Jessie el cual se descargó de la página oficial de Raspberry. También se descargó el Win 32 disk Imager el cual es una utilidad que sirve para grabar archivos de imagen en tarjetas SD y memorias USB. El sistema operativo se debe descargar primero en una computadora y de ésta trasladarlo a una Micro SD la cual se inserta en el Raspberry.

2. Ya teniendo instalado el sistema operativo en el Raspberry debemos conectarla a un monitor por medio de un cable HDMI para comenzar a trabajar. Al momento de encender la Raspberry lo primero que se hizo fue configurar el horario, la fecha y el idioma del teclado.

3. Después de ya tener configurado todo lo anterior, se instaló Python el cual es un lenguaje de programación multiparadigma, ya que soporta orientación a objetos, programación imperativa y, en menor medida, programación funcional. En un lenguaje interpretado, usa tipado dinámico y es multiplataforma.

4. Ya teniendo instalado Python se instaló OpenCV 3 desde la terminal siguiendo también el código que nos mostraban en la misma página de la cual se descargó Python.

5. Ya que teníamos instalados Python y Open CV, debíamos instalar la librería freenect la cual se utiliza para hacer la conexión de la Kinect al Raspberry. Para instalar esta librería se siguieron las siguientes instrucciones:

- Abrir la terminal y ejecutar los siguientes comandos:

```
sudo apt-get update
sudo apt-get upgrade
```

- Instalar las dependencias necesarias:

```
sudo apt-get install git-core cmake freeglut3-dev pkg-config build-essential libxmu-dev libxi-dev libusb-1.0-0-dev
```

- Clonar el repositorio libfreenect a su sistema:

```
git clone git://github.com/OpenKinect/libfreenect.git
```

- Instalar libfreenect:

```
cd libfreenect
mkdir build
cd build
cmake -L . .
make
sudo make install
sudo ldconfig/usr/local/lib64/
```

- Para poder utilizar el Kinect como un usuario no root hacer lo siguiente:

```
sudo adduser $USER video
sudo adduser $USER plugdev
```

- También hay que elaborar un archivo con reglas para el administrador de dispositivos Linux:

```
sudo nano /etc/udev/rules.d/51-kinect.rules
```

- A continuación hay que pegar lo siguiente y guardar:

```
1. # ATTR{product}=="Xbox NUI Motor"
2. SUBSYSTEM=="usb", ATTR{idVendor}=="045e", ATTR{idProduct}=="02b0",
MODE="0666"
3. # ATTR{product}=="Xbox NUI Audio"
4. SUBSYSTEM=="usb", ATTR{idVendor}=="045e", ATTR{idProduct}=="02ad",
MODE="0666"
5. # ATTR{product}=="Xbox NUI Camera"
6. SUBSYSTEM=="usb", ATTR{idVendor}=="045e", ATTR{idProduct}=="02ae",
MODE="0666"
7. # ATTR{product}=="Xbox NUI Motor"
8. SUBSYSTEM=="usb", ATTR{idVendor}=="045e", ATTR{idProduct}=="02c2",
MODE="0666"
9. # ATTR{product}=="Xbox NUI Motor"
10. SUBSYSTEM=="usb", ATTR{idVendor}=="045e", ATTR{idProduct}=="02be",
MODE="0666"
11. # ATTR{product}=="Xbox NUI Motor"
```

- Se cierra la sesión y se vuelve a abrir. Ejecutar el siguiente comando en la terminal para comprobar

que se haya instalado correctamente.

```
freenect-glfwview
```

Esto hará que se abra una ventana mostrando las imágenes de profundidad y RGB. Al pulsar la tecla “w” hace que el Kinect se incline hacia arriba y pulsando “x” se incline hacia abajo. Hay otras opciones de control que se enumeran en la terminal cuando se ejecuta freenect-glfwview.

En la siguiente imagen podemos observar las imágenes que nos da la Kinect ya conectada al Raspberry, del lado izquierdo se observa la imagen dada por la cámara de profundidad y del lado derecho la que nos da la cámara RGB.

```
void main(void)
```

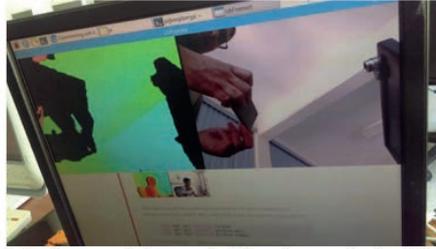


Figura 1. Imágenes dadas por la Kinect conectada al Raspberry.

6. Ya que se comprobó que la Kinect funciona correctamente en la Raspberry se le implementaron filtros utilizando la librería de OpenCV para que al momento de capturar la imagen se puedan detectar mejor los bordes de los objetos. Los filtros se obtuvieron de la página docs.opencv.org/3.1.0/d4/d13/tutorial_py_filtering.html. Ya que anteriormente el vehículo se vio con la dificultad de que no reconocía los bordes se decidió utilizar el filtro de gradientes de imagen. Open CV proporciona tres tipos de filtros de gradiente o filtros de paso alto, Sobel, Scharr, y Laplaciano. El que se utilizó fue el Laplaciano.

- Primero se calcula la laplaciana de la imagen dada por la relación $\nabla^2 I = I_{xx} + I_{yy}$ donde cada derivada se encuentra el uso de derivadas de Sobel. Si $k=1$, entonces se utiliza la matriz de kernel.

- A continuación se muestra el código para todos los operadores. Todos los granos son de tamaño 5x5. La profundidad de la imagen se pasa como -1 para obtener el resultado en el tipo np.uint8.

```
1 import cv2
2 import numpy as np
3 from matplotlib import pyplot as plt
4
5 img = cv2.imread('dave.jpg',0)
6
7 laplacian = cv2.Laplacian(img,cv2.CV_64F)
8 sobelx = cv2.Sobel(img,cv2.CV_64F,1,0,ksize=5)
9 sobely = cv2.Sobel(img,cv2.CV_64F,0,1,ksize=5)
10
11 plt.subplot(2,2,1),plt.imshow(img,cmap = 'gray')
12 plt.title('Original'), plt.xticks([], plt.yticks([]))
13 plt.subplot(2,2,2),plt.imshow(laplacian,cmap = 'gray')
14 plt.title('Laplacian'), plt.xticks([], plt.yticks([]))
15 plt.subplot(2,2,3),plt.imshow(sobelx,cmap = 'gray')
16 plt.title('Sobel X'), plt.xticks([], plt.yticks([]))
17 plt.subplot(2,2,4),plt.imshow(sobely,cmap = 'gray')
18 plt.title('Sobel Y'), plt.xticks([], plt.yticks([]))
19
20 plt.show()
```

7. Por último en la terminal se le añadió el código necesario para que ésta nos pudiera arrojar la distancia existente entre la cámara y el objeto que deseamos.

RESULTADOS.

Se logró por medio de filtros que la cámara Kinect detectará bordes, dando así solución a uno de los principales problemas que presentaba el vehículo ya que anteriormente no los detectaba y solía colisionar con paredes o ventanas. En la imagen de la izquierda se observa una fotografía normal tomada con la cámara RGB de la Kinect, del lado derecho observamos la misma imagen a la cual se le implementó el filtro. En dicha imagen se pueden ver con más claridad los bordes de los objetos.



Figura 2. Ejemplo de cómo se observan las imágenes cuando se le implementa un filtro.

Por medio de códigos se consiguió que la terminal mostrará la distancia que existe de la cámara Kinect a cualquier objeto que deseemos. En la siguiente imagen se puede observar como la terminal nos da la distancia existente entre cámara-objeto usando el metro como unidad.

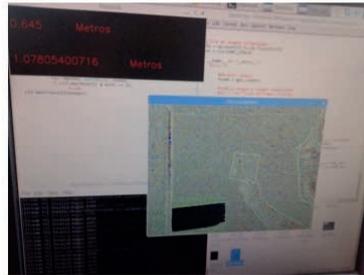


Figura 3. Datos de distancia arrojados por la terminal.

CONCLUSIÓN.

Para que el vehículo aéreo funcione de forma autónoma necesita de un sistema anticolidión, los avances que se dieron en el desarrollo de este proyecto son de gran utilidad para el sistema, ya que como observamos se logró que la cámara determinara bordes y tomara la distancia que existe hasta un objeto lo cual es de suma importancia para que el vehículo no choque con objetos, paredes, ventanas, etc. Al momento en que la cámara Kinect da la imagen el vehículo podrá detectar formas de objetos por lo cual se le tendrá que instalar una librería con las formas de éstos.

BIBLIOGRAFIA.

1. DE LA CUESTA, J. (2003). Terminología aeronáutica. Ediciones Díaz de Santos, S.A.
2. BARR, M. (2005). Embedded Systems Glossary. Netrino Technical Library.
3. HEATH, S. (2003). Embedded systems design. EDN series for design engineers.
4. PHAM, A. (2009). Microsoft shows off gesture control technology for Xbox 360. Los Angeles Times.
5. PÁGINA OFICIAL RASPBERRY www.raspberrypi.org
6. CÓDIGO DE LENGUAJE PYTHON www.pyimagesearch.com/2016/04/18/install-guide-raspberrypi-3-raspbian-jessie-opencv-3/
7. CÓDIGO DE DISTANCIA openkinect.org/wiki/imaging-information

DISEÑO, MODELACION Y CONSTRUCCION DE LA CARROCERIA DE UN GOKART

Josué Arturo García Ramírez , Alejandro Martínez Badillo

RESUMEN

En el presente documento se menciona el impacto al medio ambiente, por el uso de los automóviles convencionales en nuestra nación, y que es lo que ha motivado a las empresas e instituciones de gobierno para poder combatir dicha problemática. Dentro de dicho documento se muestran las áreas de oportunidad para jóvenes universitarios, que están dispuestos a aportar conocimientos, como lo son el uso del programa SOLIDWORKS para el diseño de automóviles eléctricos e híbridos, sin dejar a un lado que donde existe un gran problema para la sociedad, ahí pueden existir cambios drásticos (positivos) aplicando los conocimientos aprendidos a lo largo de su carrera profesional.

PALABRAS CLAVE

Autos Híbridos, Solidworks, Medio Ambiente

ABSTRACT

This document mentions the impact on the environment of the use of conventional automobiles in our nation, and that is what has motivated companies and government institutions to combat this problem. This document shows the areas of opportunity for university students who are willing to contribute knowledge, such as the use of the SOLIDWORKS program for the design of electric cars and hybrids, without leaving aside where there is a big problem for The society, there can be drastic changes (positive) applying the knowledge learned throughout his career.

INTRODUCCION

En la actualidad a nivel mundial, los seres humanos tienen que lidiar con problemas ambientales, sin embargo si profundizamos un poco más, podemos dar cuenta que uno de los problemas que ha puesto a trabajar al mundo entero es la contaminación, una de las problemáticas más importantes, son las emisiones de dióxido de carbono emitidas por los vehículos. En México la industria automotriz aporta el 3.5% del PIB a nivel nacional, nuestro país cuenta con diferentes plantas automotrices gran parte del territorio mexicano, tales como TOYOTA(Edo Guanajuato), BMW(San Luis Potosí), AUDI(Puebla), CHRYSLER(Coahuila), entre más. Debido a la demanda de los automóviles en nuestro país y el mundo, el clúster automotriz va en aumento, por lo que la tener una mayor cantidad de vehículos, se emanan más gases contaminantes al medio ambiente, ya que un automotor tiene una eficiencia del 25% y el resto se pierde debido a las fricciones dentro del motor, esto representa un gran golpe económico a la sociedad, puesto que hoy en día los hidrocarburos (gasolina) son perjudicados por la inflación de nuestro país.

Este tipo de consecuencias han llevado a las empresas automotrices al diseño y fabricación de nuevos automóviles que ayuden a reducir la emisión del Co2, dentro de los cuales se encuentran los de mayor impacto; Auto eléctrico híbrido enchufable: Un coche eléctrico es aquel que se impulsa con la fuerza que produce un motor alimentado por electricidad, estos manejan motores de diferentes tamaños, que impulsan desde coches a control remoto hasta locomotoras, las ventajas de estos son un tamaño más pequeño y mayor sencillez técnica. Si la energía eléctrica proviene de una central térmica la eficiencia es desde un 35 hasta un 60% y logran hasta un 100% de energías renovables puesto que no utilizan combustibles.

Auto eléctrico-híbrido: Se le llama eléctrico-híbrido a los automóviles que utilizan un motor eléctrico y un motor de combustión interna para poder realizar su trabajo, a diferencia del eléctrico híbrido no es necesario conectar a un toma corriente, el objetivo principal del motor a base de gasolina es poder hacerlo trabajar a su máxima eficiencia y el motor eléctrico entra en función cuando se genera más energía de la necesaria y este se usa como generador y carga las baterías del sistema. La combinación de sus dos motores ayuda a que se mejore su eficiencia energética alcanzando hasta el 30%.

Con la gran evolución de los automóviles por querer ayudar a no crear contaminación, en nuestro país, empresas, instituciones educativas, y centros de investigación entre otras más, están realizando concursos, convocatorias e incluso proyectos para poder crear, diseñar o mejorar los vehículos híbridos.

Como es el caso de la empresa Alemana AUDI quien acaba de lanzar un concurso para estudiantes y científicos a los cuales invita a diseñar los autos eléctricos del mañana, Quienes deseen participar deberán presentar antes del 31 de julio un portafolio en alemán de al menos 10 páginas, donde se detalle "la situación actual, la solución propuesta y el camino hacia esa solución" de auto eléctrico.

Infiniti Engineering Academy en 2016 realizo un concurso donde el estudiante de la carrera de ingeniería en diseño automotriz, Carlos Jiménez Lira originario del estado de Puebla, logro ubicarse entre los 10 finalistas BioMotion una empresa 100% mexicana ubicada en el estado de Chihuahua dedicada a la construcción de autos eléctricos, realizo un concurso llamado "Diseña tu auto eléctrico BioMotion 2013"

El Electratón es un serial de automovilismo eléctrico en México en el que con diseños innovadores, alumnos de instituciones como la UDLAP, el ITESM ciudad de México, ITESM campus Estado de México, la UNAM y la UPAEP

METODOS Y MATERIALES

Para la elaboración de este proyecto fue necesaria la utilización de distintos tipos de materiales y un software en este caso para comenzar con las actividades que se me asignaron, lleve a cabo la aplicación de los conocimientos de metrología obtenidos a lo largo de mi carrera, de tal modo, realice la toma de las dimensiones de la estructura del GO KART, apoyándome con un Flexómetro, el cual me dio las longitudes con las que actualmente cuenta el carro. Dado que se trata de un GO KART, el material con el que cuenta la carrocería es de un denominado PVC (tubo), también fue necesario el uso de un PIE DE REY (vernier) , por medio del cual obtuve las medidas del diámetro tanto interno como externo del tubo con el que fue realizada la estructura del carro. Después de contar con las medidas exactas del coche, se procedió a realizar todas y cada una de las de las piezas en un programa llamado SOLIDWORKS, que ya ensambladas en él un complemento del programa pasan de ser unas simples piezas, a ser la estructura de un carro denominado GO KART. Dentro de las tareas a realizar se encontraba la realización física de la carrocería con la que contaría dicho carro, para eso fue necesaria la utilización de la fibra de vidrio, resina y catalizador; El primer paso para poder realizar nuestro trabajo fue el cortar la fibra de vidrio en partes pequeñas para poder tener una mayor manipulación, en un recipiente aparte se vierte cierta cantidad de resina con una cantidad mínima de catalizador, el cual su funcionamiento es acelerar el endurecimiento de la resina, después de preparar todo y contar con respectivos guantes para evitar cualquier accidente, se procede a la colocación de la fibra de vidrio sobre moldes de cartón, posteriormente se le agrega encima de la fibra la mezcla de la resina para que se adhiera y transcurridas las horas el secado sea totalitario. Para último se dio como actividad final, el lijado de la carrocería, para poder eliminar las imperfecciones que se pudieron presentar a la hora de la aplicación de la fibra de vidrio. En las siguientes imágenes se muestran evidencia de las actividades;



Figura 1 . Toma de medidas con el Flexómetro



Figura 2. Toma de medidas con el vernier



Figura 3. Moldes de cartón del GO KART



Figura 4. Corrección de imperfecciones con lija



Figura 5. Aplicación de la fibra de vidrio



Figura 6. Resina y Catalizador

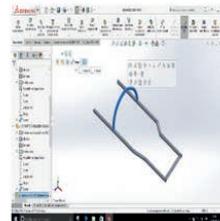


Figura 7. Modelo de piezas en SOLIDWORKS

RESULTADOS

Dentro de los resultados obtenidos a base de las actividades realizadas con el apoyo y cooperación de los alumnos que participaron en este proyecto se obtuvieron la fabricación de la carrocería a base de fibra de vidrio, y la estructura simulada en SOLIDWORKS, teniendo en cuenta que para la realización de dichas actividades fue necesario aprender a usar un complemento del simulador, que de acuerdo con los conocimientos que aportaron distintas personas fue posible realizar dicho proyecto, tanto en la elaboración física como electrónica.

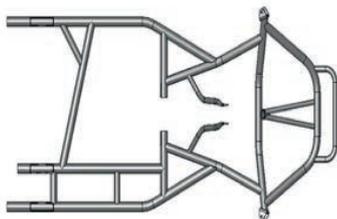


Figura 1. Estructura vista superior

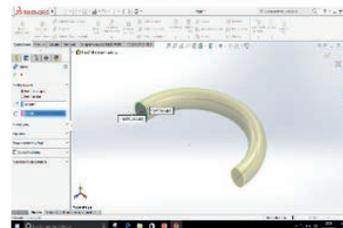


Figura 2. Pieza central del GO KART



Figura 3. Carrocería hecha de fibra de vidrio



Figura 4. Carrocería completa y lijada

CONCLUSIONES

Conocimientos nuevos, aplicación y uso de un software altamente sofisticado, metodologías distintas a las de los Institutos Tecnológicos nacionales, fueron los herramientas que en funcionamiento mutuo y con la aplicación adecuada, permitieron que con éxito se realizaran todas y cada una de las actividades que fueron asignadas en este caso; la aportación de investigación sobre el impacto ambiental, causado por los automóviles convencionales, uso del SOLIDWORKS para la simulación de la estructura del GO KART, uso de productos químicos para la instalación de la carrocería, sin dejar a un lado las áreas de oportunidad en cuanto al ámbito automotriz para los jóvenes universitarios que actualmente cursamos carreras, cuyos conocimientos aprendidos podamos aplicar.

REFERENCIAS

https://drive.google.com/a/upq.edu.mx/file/d/0B4u2XSXLoyFYQXhSUmjPUEV2NVU/view?usp=drive_web
http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/Monografia_Industria_Automotriz_MARZO_2012.pdf
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/127499/Sector_Industria_Automotriz.pdf
http://m.milenio.com/estados/concurso_de_Electraton-ITESM_crea_carro_para_concurso-concursan_alumnos_de_ITESM_0_526747488.html
<http://www.elfinanciero.com.mx/bajio/avanza-universidad-de-queretaro-en-proyecto-de-vehiculo-hibrido.html>

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias al comité que conforma el 19 verano de la ciencia región centro, por brindarme la oportunidad de participar en dicho evento siendo electro para poder realizar mi estancia en la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERETARO

Así de igual manera también doy las gracias a los docentes del ITSMEM quienes hicieron posible esta nueva experiencia y el depositar su confianza en nosotros los alumnos que fuimos aceptados y nos brindaron lo mejor de ellos

Agradezco a UPQ y a los maestros con los que me relacione en el periodo de, estancia de 5 semanas dentro de sus instalaciones, semanas en las que me brindaron todo su apoyo, comprensión y adquisición de nuevos conocimientos que me serán de mucha ayuda a lo largo de mi carrera.

Por ultimo de la manera más especial agradezco al ingeniero y docente de la Universidad Politécnica de Querétaro, ALEJANDRO MARTINEZ BADILLO, por todas y cada una de las atenciones prestadas hacia mi persona, demostrando paciencia, solidaridad, aceptación y sobre todo atento del aprendizaje de quien fuera en esta ocasión su alumno del verano de la ciencia 2017.

ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EMPRESAS DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA DE LA REGIÓN CENTRO DEL ESTADO DE COAHUILA. CASO INDUSTRIA MAQUILADORA

Karina Lizeth de la Cruz Borregol y Sandra Lilia Jasso Ibarra²

RESUMEN

Este proyecto hace énfasis en la importancia de los sistemas de seguridad e higiene dentro de las empresas manufactureras de la región centro del estado de Coahuila. Los beneficios que conlleva impactan a la empresa, sus trabajadores y de igual manera a la sociedad en general, ya que la implementación de nuevas estrategias de seguridad e higiene industrial mejorará la producción de los bienes y servicios los cuales satisfacen las necesidades que se tienen en la sociedad y por ende la empresa recibe mejores ingresos y mayor prestigio, esto a su vez favorece a los trabajadores con los que cuentan ya que facilitan la solución de problemáticas y al mismo tiempo se disminuye los riesgos que pueden surgir debido a las variables internas o externas que pudieran afectar a cualquier área o procedimiento de trabajo de la empresa.

ABSTRACT

This project emphasizes the importance of safety and hygiene systems within manufacturing companies in the central region of the state of Coahuila. The benefits it brings will impact the company, its workers and society as a whole, since the implementation of new industrial safety and hygiene strategies will improve the production of goods and services which meet the needs that are The company and therefore the company receives better income and greater prestige, this in turn favors the workers with whom they count since they facilitate the solution of problems and at the same time it diminishes the risks that can arise due to the internal variables or Externalities that could affect any area or working procedure of the company

Palabras Clave: Empresa Manufacturera, Sistemas de Seguridad e higiene, Estrategias de Seguridad.

INTRODUCCIÓN

Tanto las empresas como los empresarios están obligados a mejorar la seguridad y la salud de sus trabajadores mediante la prevención de riesgos laborales, evitando que de esta manera que se produzcan accidentes laborales y enfermedades que puedan afectar a la calidad de vida de los trabajadores y generar además, costos económicos. Para conseguir este objetivo las empresas tienen que poner en práctica medidas de seguridad y salud laboral basadas en la evaluación de riesgos y en la legislación pertinente. Existe una gran variedad de sistemas de seguridad e higiene dentro de las industrias y cada sistema que se aplica en ellas es de acuerdo a las actividades que se realiza para detectar las problemáticas que conlleven a consecuencias graves. Los sistemas de la seguridad e higiene en el Trabajo permite que los empleadores desarrollen un proceso lógico, basado en la mejora continua, con el objetivo de gestionar los peligros y riesgos que puedan afectar la seguridad y la salud de sus trabajadores. En otras palabras, la salud y la seguridad laboral abarca desde el bienestar social, mental y físico en los trabajadores. También se deben tener en cuenta distintas cuestiones relativas a la medicina laboral, la higiene industrial, la toxicología, la formación, la seguridad técnica, la ergonomía, la psicología, etc. Para lograr esto es necesario contar con reglamentos, normas y procedimientos de ley, todo esto nos ayudara a reforzar el ambiente laboral. Con ello es necesario el compromiso de los trabajadores con los principios de salud y seguridad laboral. Se abastecerá de conocimiento y esto nos permitirá dar más seguridad a los trabajadores sobre las condiciones laborales respecto a la salud en su área o ambiente de trabajo. Dicho esto la investigación realizada es de importancia no solo para los trabajadores sino para la sociedad en general y a las empresas.

Algunos de los objetivos son proponer nuevas estrategias de inspección y prevención de riesgos y evidenciar la importancia de la atención a las áreas de oportunidad de las empresas. Con esto se logra realizar un Diagnóstico sobre los sistemas de seguridad e higiene en las empresas maquiladoras.

MARCO TEORICO

Se inicia identificando los conceptos básicos para esta investigación lo que es la Industrias. En un sentido técnico la industria es una actividad económica mediante la cual se transforman materias primas o semielaborados en productos elaborados que tienen más utilidad para la humanidad, incentivándose así la creación de riquezas. (Mata & Silvia, 2005) Mientras que la Manufactura es producción en cadena. Los productos de la manufactura se encuentran por doquier. Todo lo que vestimos, donde vivimos, en lo que viajamos, incluso la mayor parte de nuestros alimentos ha pasado a través de algún proceso de manufactura (Groover, 2007). La Industria Maquiladora inicia, termina o contribuye de alguna forma en la elaboración de un producto destinado a la exportación, ubicándose en las "zonas francas" o "zonas procesadoras de exportación" en donde se benefician de numerosas ventajas que les ofrecen los países receptores. (Fernandez, 2017). El sistema de seguridad industrial en el concepto moderno significa más que una simple situación de seguridad física, una situación de bienestar personal, un ambiente de trabajo idóneo, una economía de costos importantes y una imagen de modernización y filosofía de vida humana en el marco de la actividad laboral contemporánea.

nea (Raírez, 2005). En la región centro del estado de Coahuila se encuentran 431 industrias maquiladoras distribuidas en todos los municipios. Dentro de la región centro del estado se cuenta con un total de 44 maquiladoras distribuidas en sólo 4 municipios de los 13 que la conforman: Castaños (4), Cuatro Ciénegas (01), Frontera (19) y Monclova (20). (Directorio de Maquiladoras, 2017). Reglamentos y leyes que rigen a las empresas a contar con un sistema de seguridad. El estado logra su cumplimiento mediante la promulgación de normas legales, vigilando y asesorando para lograr esta triple acción normativa, controladora y penalizadora lo hace a través de sus tres poderes legislativo, ejecutivo y judicial (Cortez S. M., 2002). La seguridad y salud en el trabajo se encuentra regulada por diversos preceptos contenidos en nuestra constitución política, la ley orgánica de la administración pública federal, la ley federal del trabajo, la ley federal sobre metrología y normalización, el reglamento federal de seguridad y salud en el trabajo, así como por las normas oficiales mexicanas de la materia, entre otros ordenamientos. el artículo 123, apartado "A", fracción XV, de la ley suprema dispone que el patrono estará obligado a observar, de acuerdo con la naturaleza de su negociación, los preceptos legales sobre higiene y seguridad en las instalaciones de su establecimiento, y a adoptar las medidas adecuadas para prevenir accidentes en el uso de las máquinas, instrumentos y materiales de trabajo, así como a organizar de tal manera éste, que resulte la mayor garantía para la salud y la vida de los trabajadores. (Aragon, 2017) (Social, 2012)

MÉTODOS Y MATERIALES

Fue muy útil emplear la técnica de árbol que nos permitió resaltar las causas y consecuencias del problema a abordar en base a esto se diseñaron objetivos generales y específicos, lo que queríamos lograr con esta investigación teniendo en cuenta la problemática y los objetivos, comenzamos por la parte teoría los conceptos básicos que debíamos de conocer para especificarnos en nuestro tema de interés nos abastecimos de información suficiente mediante libros, páginas web, cursos de capacitación para realizar nuestra encuesta como instrumento de campo no solo a trabajadores sino a encargados de seguridad de las empresas que contribuyeron como muestra fueron tales como Trinity, AHMSA, Takata, Gunderson, Alfabet, etc. Realizamos una encuesta donde más de 300 trabajadores se dieron en tiempo de contestar, mientras que las encuestas de parte de los encargados de seguridad de diferentes empresas fue un total de 15 como muestra estas actividades fueron de importancia ya que iba fluyendo la investigación con lo cual hicimos una base de datos donde se analizó el porcentaje y representamos en base al porcentaje las graficas de pastel, tablas de porcentaje en base a los incisos y una breve explicación dando a entender por completo la idea de lo que queríamos proyectar.

RESULTADOS

Con la aplicación del instrumento de recolección de datos se pudo evidenciar el cumplimiento que se tiene en los sistemas de seguridad e higiene en las industrias maquiladoras de la región centro del estado de Coahuila, se considera que es efectivo y que éstos se desempeña actualmente de la mejor manera, las deducciones arrojan al respecto a los sistemas de seguridad que aplican las empresas que supera el 85% de respuestas positivas por parte de los encuestados, mientras que el 15% restante de los trabajadores no están conformes con los lineamientos de seguridad que se tiene en su empresa. Esto porque desafortunadamente algunos empleadores apenas se ocupan de la protección de la salud y de la seguridad de los trabajadores y de hecho, algunos de ellos ni siquiera saben que tienen la responsabilidad moral y jurídica de proteger a sus trabajadores. A causa de los riesgos y de la falta de atención que se presta a la salud y a la seguridad, en todas las partes del mundo abundan los accidentes y las enfermedades profesionales y es aquí donde se abre un área de oportunidad para las empresas que así lo requieran. Como se aprecia en la tabla No.1 que representa la pregunta sobre si la empresa ha implementado medidas de apoyo para reducir el ausentismo por enfermedad, el 84% de los encuestados responde favorablemente ya que califican positivamente la pregunta. En la tabla No.2 se cuestiona si la empresa cuenta con un reglamento de higiene y seguridad, a lo cual respondieron con un 90% representando casi la totalidad de los encuestados que valoran su cumplimiento. En la tabla No.3 Se ejecuta un programa regular de información de los riesgos del trabajo con un 85% los trabajadores que aceptan que sí se les informa acerca de los riesgos que corre en la ejecución de sus actividades. La tabla No.4 se refiere a si se capacita y desarrollan acciones en materias de control de riesgos en el ambiente o medios de trabajo, a lo cual el 89% los trabajadores respondieron que efectivamente están capacitados en el manejo de riesgos, esto quiere decir que las empresas han respondido bien al cumplimiento de legalidad. En la tabla No.5 se da a conocer que en la empresa existe un código escrito de conducta en el que se expliquen los comportamientos que están prohibidos, en ello un 88% los trabajadores están de acuerdo y aceptan que existe un código de ética y que es respetado. Por otra parte, en la tabla No.6 se cuestiona si existen evaluaciones de los factores físicos y ambientales que afectan al trabajador (por ejemplo de frío, calor, humedad y ruido), con un 76% de los trabajadores aceptan que si son evaluados mientras que el resto de las personas calificó negativamente. En la tabla No.7 se pregunta si se requiere de equipo de seguridad según las actividades que realiza la empresa, a lo cual un 90% de los trabajadores contestó que sí se requiere un equipo de seguridad dentro de su área de trabajo. La tabla No.8 refleja que la empresa cuenta con un programa de sanciones por incumplimiento con las reglas de seguridad, ya que un 82% de los trabajadores lo aceptan, mientras el porcentaje restante contestó que es casi nula la respuesta de la empresa. En la tabla No.9 se interroga si la empresa proporciona el equipo de seguridad, con más del 90% de los encuestados responden positivamente ya que califican altamente la pregunta. En la tabla No.10 debate si existen horarios disponibles de los superiores para recibir de los trabajadores consultas o sugerencias en el ámbito de seguridad, podemos dar a conocer más variación de porcentaje y se puede decir que el 80% no calificó positivamente por lo tanto se infiere que los trabajadores les gustaría que la empresa tuviese mayor apertura para escuchar inquietudes con respecto a la seguridad.

1			2			3		
0	18	4%	0	2	1%	0	3	1%
1	5	1%	1	3	1%	1	4	1%
2	15	4%	2	1	0%	2	15	4%
3	38	10%	3	22	6%	3	43	11%
4	171	45%	4	135	35%	4	134	35%
5	138	36%	5	221	58%	5	185	48%
	384	100%		384	100%		384	100%

4			5			6		
0	7	2%	0	1	0%	0	12	3%
1	2	1%	1	5	1%	1	6	2%
2	9	2%	2	10	3%	2	26	7%
3	31	8%	3	35	9%	3	63	16%
4	147	38%	4	149	39%	4	112	29%
5	188	49%	5	184	48%	5	166	43%
	384	100%		384	100%		384	100%

7			8			9		
0	4	1%	0	0	0%	0	0	0%
1	0	0%	1	1	0%	1	0	0%
2	5	1%	2	14	4%	2	1	0%
3	18	5%	3	55	14%	3	23	6%
4	102	27%	4	123	32%	4	142	37%
5	256	67%	5	192	50%	5	219	57%
	384	100%		384	100%		384	100%

10		
0	67	17%
1	43	11%
2	96	25%
3	54	14%
4	86	22%
5	99	26%
	384	100%

ra1: Porcentajes del Trabajo de Campo encuesta a los Trabajadores (Fuente de Elaboración propia)

En base a los resultados podemos apreciar que en la mayoría de las respuestas, sobre todo a partir de la 3, se muestran más elevados los porcentajes orientados a las altas calificaciones, esto quiere decir que la empresa implementa medidas de seguridad apropiadas para el área de trabajo en donde se desempeñan los trabajadores, con esto se acepta que se cuenta con un reglamento de seguridad en las empresas y que los trabajadores están conscientes de que la actividad que realizan puede tener riesgos para la salud si no emplean las medidas de seguridad correspondientes o indicadas por sus superiores. Es por ello que se acepta que la mayoría de las empresas implementan capacitaciones donde se instruye al trabajador acerca de como realizar su trabajo con el equipo apropiado, esto refleja ética y responsabilidad de parte de la empresa puesto que es una fortaleza para la misma y para el Estado de Coahuila. Por otro lado se descubrió que las empresas también buscan la salud de los trabajadores haciendo evaluaciones médicas periódicamente para prevenir y asegurar la salud. Asimismo, la empresa proporciona el equipo necesario para la realización de las actividades laborales diarias libres de temor y de manera segura pensando no solo en el crecimiento personal de los trabajadores sino en el seguimiento de las operaciones sanas de las empresas y el progreso de nuestro Estado.

DISCUSION

Se estuvo de acuerdo con algunos autores ya que nos apoyamos en algunas de sus ideas y por lo tanto el conocimiento que se obtuvo con respecto a la investigación se destaca la importancia de las destrezas y habilidades que se deben tener para hacer un producto de alta calidad que beneficie a todos los involucrados satisfaciendo las diferentes necesidades de quienes lo integran.

Para estar al día con lo que surgió se buscó de información de sitios web tomando en cuenta la capacitación y la productividad que pueden tener los trabajadores. No obstante consideramos necesario saber quién regula la aplicación y el funcionamiento de las empresas, se descubrió que es la Secretaria de Economía la que hace este trabajo encargada de ello puesto que tiene como finalidad mantener actualizada la información que se provee a las empresas, ya que esto ayuda al estado a fortalecer su competencia dentro del mercado.

En base a la legalidad, nos ayudó mucho saber las normas ya que esto nos habla sobre las condiciones de seguridad e higiene en los trabajos y resaltamos mas el artículo 123° donde queda claro que toda persona tiene derecho a un trabajo digno y socialmente útil dando a conocer las obligaciones y derechos que tiene el trabajador y el patrón-

CONCLUSIONES

Como ya se mencionó en el apartado de resultados, se concluye que la creación de un ambiente seguro en el trabajo implica cumplir con las normas y procedimientos, sin pasar por alto ninguno de los factores que intervienen en la salud, los sistemas de seguridad e higiene en las empresas de la industria maquiladora

son realmente efectivos y se puede decir que todo accidente es el resultado de la combinación de riesgos humanos y físicos dando como consecuencia el disfuncionamiento del sistema de seguridad, nos basamos en los propios trabajadores de las empresas puesto que la responsabilidad de todos y cada uno de los individuos que están conformando la organización, desde el más humilde de los empleados hasta el más alto ejecutivo quienes pudieron contestar una serie de preguntas donde manifiestan con calificaciones altas y aprobatorias los sistemas de seguridad esto es una gran fortaleza para el Estado de Coahuila ya que la mayoría de las empresas manufactureras en este caso maquiladoras son las principales generadoras de empleo.

El propósito cumplido de esta investigación es exponer la importancia de los sistemas de seguridad ya que es una herramienta necesaria para incidir en el área de la seguridad e higiene industrial, enfocándose en las actitudes de los empleados, planeando, implementando y evaluando programas que vayan enfocados a la prevención de accidentes

BIBLIOGRAFIA

- Aragon, P. y. (05 de MARZO de 2017). Conectapyme.com. Obtenido de Conectapyme.com: <http://www.conectapyme.com>
- Cortez, J. M. (2002). Seguridad e Higienen en el trabajo. En J. M. Cortez, Seguridad e Higienen en el trabajo (pág. 49). Madrid: Tébar.
- Directorio De MaquiladoraS. (4 de Marzo de 2017). Recuperado el 4 de Marzo de 2017, de Directorio De Maquiladoras: infomaquila.com
- Fernandez. (06 de Marzo de 2017). Hispanoteca.eu. Obtenido de Hispanoteca.eu: <http://hispanoteca.eu>
- Groover, M. O. (2007). Fundamentos de la Manufactura Moderna. En M. O. Groover, Fundamentos de la Manufactura Moderna (pág. 3). México: Pearson.
- Mata, M., & Silvia, A. (2005). La Llamada Revolucion Industrial. En M. Mata, & A. Silvia, La Llamada Revolucion Industrial (pág. 90). Caracas: Editorial Texto.
- Raírez, C. (2005). Seguridad Industrial un Enfoque Integral. En R. Cesar, Seguridad Industrial un Enfoque Integral (pág. 13). México: Limusa S.A de C.V.
- Social, S. d. (8 de OCTUBRE de 2012). Autogesttion en Seguridad y Salud en el Trabajo. Obtenido de Autogesttion en Seguridad y Salud en el Trabajo: <http://asinom.stps.gob.mx>

ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EMPRESAS DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA DE LA REGIÓN CENTRO DEL ESTADO DE COAHUILA.

CASO INDUSTRIA MAQUILADORA

Katya Mariel Villasana Castillo¹ y Sandra Lilia Jasso Ibarra²

RESUMEN

El presente documento tiene la finalidad de resaltar la importancia de los sistemas de seguridad e higiene dentro de las empresas manufactureras de la región centro del estado de Coahuila, puesto que son la principal fuente de empleo en la región, principalmente se dan a conocer los conceptos básicos sobre la industria manufacturera, así como los reglamentos y normas que rigen la función legal de estas, las estrategias adecuadas para cuidar la integridad física de los trabajadores y las medidas de prevención de riesgos correspondientes. Mediante una investigación de campo se aplicó un instrumento a una muestra de trabajadores de las empresas estudiadas, ya que se considera que son ellos los involucrados directamente con los sistemas de seguridad industrial. Lo anterior permitió integrar un diagnóstico que refleja la efectividad de dichos sistemas desde la perspectiva de los trabajadores complementada por la revisión documental de portales de empresas, informes, artículos de divulgación así como con la observación.

Palabras Clave: Manufactura, Sistemas de Seguridad Industrial, Factores de Riesgos, Reglamentos y Leyes, Prevención de Riesgos.

ABSTRACT

This document is intended to highlight the importance of safety and health systems within the manufacturing companies of the central region of the state of Coahuila, since they are the main source of employment in the region, mainly the basic concepts of the manufacturing industry are known, as well as the regulations and norms that govern the legal function of these, appropriate strategies to take care of the physical integrity of the workers and the appropriate risk-prevention measures. By means of a field investigation an instrument was applied to a sample of workers of the companies studied, since it is considered that they are directly involved with the industrial security systems. This made it possible to integrate a diagnosis that reflects the effectiveness of these systems from the perspective of the workers supplemented by the documentary review of portals of companies, reports, articles of disclosure as well as with the observation.

Keywords: Manufacturing, systems of Industrial safety, risk factors, regulations and laws, prevention of risks.

INTRODUCCIÓN

Este proyecto tiene la finalidad de demostrar la importancia de la efectividad de los sistemas de seguridad e higiene en las empresas maquiladoras, engloba la identificación y el conocimiento de los riesgos más comunes dentro de la industria y así como las prevenciones adecuadas para reducir las lesiones y las muertes por accidentes. Las normas y reglamentos son un punto muy importante ya que sirven de apoyo tanto para la empresa como para los trabajadores, informando sobre los derechos y obligaciones correspondientes para que sus acciones garanticen favorablemente las condiciones del ambiente de trabajo. La seguridad laboral en la industria está en función de las operaciones de la empresa, por lo que sus acciones son básicamente garantizar condiciones favorables en el ambiente en que se desarrolla la actividad laboral, capaces de mantener un nivel óptimo de salud para los trabajadores. Para lograr esto es necesario cumplir ciertas normas y procedimientos sin pasar por alto ninguno de los factores que intervienen en la confrontación de la seguridad industrial. Los beneficios que trae consigo este proyecto crean un ciclo entre trabajador empresa y sociedad, puesto que al cumplir satisfactoriamente con los sistemas de seguridad los resultados son favorables para todos. La seguridad industrial es un tema de relevancia desde tiempos remotos, conforme pasa el tiempo la industria se renueva en diferentes aspectos, la aplicación de nuevas estrategias de prevención de riesgos resultan prósperas para los trabajadores que integran este amplio grupo industrial, la implementación de novedosos cursos de capacitación y brigadas contra accidentes motivan al personal para continuar sus labores sintiéndose más seguros al realizar sus actividades laborales. Cada vez se crean nuevos estatutos más enfocados en las necesidades de los obreros que circulan en la empresa velando por su seguridad y salud al igual que la de su familia. En conjunto con los constantes diagnósticos que se realizan a las áreas de oportunidad dentro de la organización facilita la solución a las problemáticas y la reducción de riesgos que pueden surgir debido a las variables internas o externas que posiblemente afectarían cualquier área de la empresa.

MARCO TEORICO

En un sentido técnico la industria es una actividad económica mediante la cual se transforman materias primas o semielaborados en productos elaborados que tienen más utilidad para la humanidad, incentivándose así la creación de riquezas. (Mata & Silva, 2005). En cuanto a la palabra “manufactura”, ésta se deriva de las

palabras latinas manus (mano) y factus (hacer); la combinación de ambas significa hecho a mano. La palabra manufactura tiene varios siglos de antigüedad, y “hecho a mano” describe en forma adecuada los métodos manuales que se utilizaban cuando se acuñó la expresión. Por otra parte, es una actividad humana que se difunde en todas las fases de nuestra vida. (Groveer, 2007). Las empresas maquiladoras inician, terminan o contribuyen de alguna forma en la elaboración de un producto destinado a la exportación, ubicándose en las “zonas francas” o “zonas procesadoras de exportación” en donde se benefician de numerosas ventajas que les ofrecen los países receptores. Los insumos intermedios –bienes empleados en la producción de otros bienes– no cambian su propiedad, sino que son objeto de alguna acción menor, y luego regresan a su lugar de origen. (Fernández, 2017).

El sistema de seguridad industrial incluye los subsistemas de verificación de riesgos, control y corrección de riesgos, capacitación y seguimiento, para garantizar el cumplimiento de los subprogramas de prevención, se debe diseñar teniendo en cuenta las políticas de la empresa y elaborar un diagnóstico previo. Todas actividades que se ejecutan dentro de un sector productivo tienen que ver con la seguridad industrial y necesitan de ella. (Instituto Tecnológico De Capacitación y Productividad, 2010). En el proceso de desdoblamiento sistemático mediante los elementos de producción y dirección, se puede encontrar y determinar, íntimamente ligados a éstos, un nuevo subsistema con elementos propios, el de la seguridad industrial, cuya estructura es muy difícil determinar. Hay quienes preconizan unos objetivos reales y otros, unos objetivos legitimados, conjugándolos, se determinan los elementos del subsistema de seguridad. Subsistema delimitado por el campo de acción y las variables en las que se desarrolla el trabajo. (Ramírez, 2005). Ante un hecho como el de los riesgos profesionales, que de forma tan notable afectan a la salud de una gran parte de la población, como consecuencia de las condiciones en el trabajo se desarrolla, el Estado no puede permanecer insensible, actuando por un lado a través de una política social y por otro mediante la promulgación de normas legales, vigilando y asesorando para lograr su cumplimiento y sancionando a los que la incumplan. (Secretaría De Trabajo Y Previsión Social, 2012). La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA, por sus siglas en inglés) define al Análisis de Seguridad en el Trabajo como “el estudio y documentación minuciosa de cada paso de un trabajo, identificando peligros existentes o potenciales (ambos de seguridad y salud) del trabajo y la determinación de la mejor manera de realizar el trabajo para reducir o eliminar estos peligros. (González, 2015). Sin importar cuál sea tu trabajo, siempre están presentes los “factores de riesgo”, aquellos que si no los atendemos a tiempo, corremos el riesgo que terminen en accidentes de trabajo. Todos los factores de riesgo cuentan con una probabilidad y consecuencia. Es así como podemos distinguir estas condiciones que existen en el trabajo. Estos factores se encuentran en cualquier lugar y forma de trabajo. (Castruita, 2016). Lo habitual es que el trabajador subordinado a un mando reciba una serie de instrucciones para realizar su trabajo. En un caso óptimo dicha información además incluye advertencias sobre precauciones que debe tomar para proteger su seguridad y la de las demás personas. Asimismo, el trabajador cuenta con alguna forma de transmitir información relevante hacia los superiores jerárquicos. La forma en que se transmite la información, su claridad y la capacidad de las personas para comprenderla son importantes herramientas para una mejor productividad y una adecuada prevención de accidentes y enfermedades. . (Osorio, 2003).

MÉTODOS Y MATERIALES

Para la recopilación de información se utilizó la investigación exploratoria diagnosticando en base a la revisión bibliográfica de algunos autores especializados en el tema, continuando con la aplicación de encuestas directamente hacia los trabajadores y los principales encargados de la seguridad e higiene dentro de las empresas. Tomando una muestra de 384 trabajadores sobre la población total de 382,679 dentro de esta rama industrial, se diseñó una base de datos donde se ingresaron las respuestas de cada uno y posteriormente las gráficas correspondientes a cada reactivo mostrando la variabilidad de opiniones sobre las empresas maquiladoras en general.

RESULTADOS

En este caso los resultados obtenidos reflejan el cumplimiento de los sistemas de seguridad e higiene en las industrias maquiladoras de la región centro del estado de Coahuila, las deducciones basadas en la aplicación de encuestas a los trabajadores expresó de manera positiva la efectividad de los sistemas de seguridad e higiene que se designan dentro de las empresas, las respuestas se mantuvieron uniformes en más del 80% de los encuestados inclinándose a las puntuaciones más altas al calificar cada una de las afirmaciones, por ejemplo, la implementación de medidas de apoyo para reducir el ausentismo por enfermedad, la existencia de evaluaciones de los factores físicos y ambientales que afectan a los trabajadores (frio, calor, humedad, ruido) y de un código escrito de conducta en el que se expliquen los comportamientos que están prohibidos, el requerimiento de equipo de seguridad según las actividades que realiza la empresa, los programas de sanción por incumplimiento con las reglas de seguridad, capacitación y desarrollo de acciones en materias de control de riesgos en el ambiente o medios de trabajo, mientras el resto de las respuestas que se percibieron como negativas se refieren a las inconformidades que tienen dentro de los sistemas de seguridad identificando así las áreas de oportunidad en la generalidad de las empresas. Se muestran a continuación las puntuaciones obtenidas en los principales rubros que deben existir en una empresa, tales como contar con un reglamento de seguridad e higiene (figura 1), ejecutar programas para informar sobre los riesgos de trabajo (figura 2), la proporción del equipo de seguridad completo (figura 3) y los horarios disponibles para que los trabajadores hagan consultas o sugerencias a sus superiores (figura 4).



Figura 1.



Figura 2.



Figura 3.



Figura 4.

Los resultados plasmados en estas cuatro gráficas reafirman el cumplimiento de los sistemas de seguridad en las empresas, cabe mencionar que aún falta un porcentaje para alcanzar el 100% de efectividad, por lo cual cada empresa deberá diagnosticar las áreas vulnerables donde surgen este tipo de inconformidades y darle seguimiento para aumentar la evaluación positiva por parte de sus trabajadores.

CONCLUSIONES

La efectividad de los sistemas de seguridad e higiene aplicados dentro de las empresas de la región centro del estado fue comprobada por medio de las encuestas y observación realizada, esto es una fortaleza para la región y todo el estado, siendo una de las principales fuentes de empleo y con el crecimiento industrial que se ha tenido en los últimos años abren paso al continuo desarrollo de la industria gracias a las calificaciones altas que asignan los trabajadores a sus empresas. El impacto socio económico que fue generado por este proyecto favorece a grandes rasgos al estado, ya que es de los principales generadores de empleo en el país, contando con empresas de alto prestigio que abastecen a otras industrias manufactureras logrado así un procesamiento de productos de una manera más segura, mejorando su rendimiento laboral, al mismo tiempo que se preserva su integridad física y se obtienen mayores posibilidades de crecimiento personal. El poner en práctica nuevos sistemas de seguridad tiene una amplia oportunidad gracias a los trabajadores que se ajustan a las constantes evoluciones de la fabricación manufacturera gracias al desarrollo de habilidades que estos sistemas ofrecen disponen a nuevas oportunidades y nuevas visiones.

BIBLIOGRAFIA

- Cortés Díaz, j. M. (2002). Seguridad e Higiene En El Trabajo. En j. M. Cortés Díaz, Seguridad e Higiene En El Trabajo (pág. 49). Madrid: Tebar.
- Mata, M., & Silva, A. (2005). La Llamada Revolución Industrial. En M. Mata, & A. Silva, La Llamada Revolución Industrial (pág. 90). Caracas: Editorial Texto.
- Groover, M. P. (2007). Fundamentos de Manufactura Moderna. En M. P. Groover, Fundamentos de Manufactura Moderna (pág. 3)ge. MEXICO: PEARSON.
- BAEZA, J. (9 de junio de 2017). issste.gob.mx. Obtenido de issste.gob.mx: http://www.issste.gob.mx/images/downloads/instituto/prevencion-riesgos-trabajo/REGLAMENTO_PARA_LA_DICTAMINACION_EN_MATERIA_DE_RIESGOS_DEL%20RABAJO_E%20NVALIDEZ_2017.pdf
- García Flores, J., Ambríz, A., & Pérez y Vargas, J. J. (09 de JUNIO de 2013). ¿Porqué Debe Existir Un Reglamento Interior De Trabajo En Las Empresas? MEXICO: INCEPTUM.
- Instituto Sindical De Trabajo, A. Y. (26 de JUNIO de 2017). ISTAS. Obtenido de ISTAS: <http://www.istas.net/web/index.asp?idpagina=1505>



Instituto Tecnológico De Capacitación y Productividad. (24 de ABRIL de 2010). Intecap. Obtenido de Intecap: <http://www.intecap.edu.gt/oml/images/pdfsdocumentos/CNC-10.pdf>

González, C. L. (11 de NOVIEMBRE de 2015). blogseguridadindustrial. Obtenido de blogseguridadindustrial: <http://blogseguridadindustrial.com/analisis-de-seguridad-en-el-trabajo-ast/>

Osorio, R. (2003). academiaL. Obtenido de academia:http://www.academia.edu/4509653/conceptos_basicos_de_salud_laboral

Pymes y Autonomos de Aragón. (05 de MARZO de 2017). Conecta Pyme.com. Obtenido de Conecta Pyme.com: http://www.conectapyme.com/gabinete/publicaciones/manual_seg_industrial.pdf

Parra, Manuel. (Mayo de 2003). cvonline. Obtenido de cvonline: http://cvonline.uaeh.edu.mx/Cursos/Licenciatura/Enfermeria/ProgramaNivelacion/A21/Unidad%201/lec_13a_conceptos_basicos_salud_laboral.pdf

EFFECTO DEL TIEMPO DE RECOCIDO SOBRE LA MICROESTRUCTURA Y LA MICRODUREZA DE ACEROS DE DOBLE FASE PARA USO AUTOMOTRIZ

Zapata González, K.1 y Gutiérrez Castañeda, J.E.2

RESUMEN

Los aceros avanzados de alta resistencia (AHSS, por sus siglas en inglés) son utilizados en la fabricación de algunas partes de refuerzo de los automóviles, gracias a sus propiedades mecánicas son de mucha ayuda para los fabricantes, ya que al mismo tiempo de poseer resistencia a los impactos también tienen buena conformabilidad y esto influye mucho a la hora de procesarlos. Es por eso que se hicieron ensayos en la pieza en condiciones iniciales (solamente laminado en frío) y las 4 piezas con recocido variando los tiempos de mantenimiento y temperaturas. Para conocer la microestructura de la que esta compuesta el acero Dual Phase se analizó en el microscopio óptico. Realizando estudios de dilatométrica se encontraron las temperaturas en las que las fases cambiaron (Ac1, Mf y Ms).

ABSTRACT

Advanced high-strength steels (AHSS) are used in the manufacture of some automobile reinforcing parts, thanks to their mechanical properties are very helpful to manufacturers, while at the same time having resistance to impact also have good formability and this influences a lot when processing them. For that reason tests were done on the piece in initial conditions (only cold rolled) and the 4 pieces with annealing varying the maintenance times and temperatures. To know the microstructure of the composite steel Dual Phase was analyzed in the optical microscope. Dilatometry studies were carried out to find the temperatures at which the phases changed (Ac1, Mf and Ms).

Palabras clave: Resistencia al impacto, recocido, propiedades mecánicas.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas la industria automotriz ha evolucionado, las necesidades que en el pasado tenían los consumidores y los fabricantes se han ido cubriendo gracias a las investigaciones; no obstante hoy en día nos enfrentamos a un reto más, el estudio de diferentes tipos de aceros empleados en los automóviles. La industria automotriz necesita que sean cómodos, producidos a un bajo costo, aerodinámicos, pero al mismo tiempo sean más seguros, resistentes al impacto y amigables con el medio ambiente reduciendo las emisiones que generan. Así como también resulta muy importante que tengan ciertas características mecánicas para que el conformado del acero sea un proceso fácil de efectuar (buena ductilidad, resistencia mecánica, maleabilidad, entre otras). Para esto se necesita un amplio conocimiento de los materiales.

México es uno de los países que se ha consolidado como un importante productor mundial, cada día aumenta más la producción de partes automotrices y se requiere cambios para que pueda haber competitividad favorable para el país. Es por eso que ahora más que nunca la industria automotriz debe estar atenta a las innovaciones mundiales que están avanzando a gran velocidad. Algo muy importante que se está tratando de hacer es que México sea un país competitivo y este es el objetivo de los estudios de los materiales y en este caso los aceros. En los próximos años se pretende que México sea el productor de su materia prima y esto solo sería posible si se conoce el material que se intenta crear. Los automóviles son 99% de acero, he aquí la importancia de este trabajo que muestra los efectos del recocido sobre la microestructura y la microdureza de aceros avanzados de alta resistencia (AHSS) de doble fase (DP). Así como también gracias a los estudios identificar las principales diferencias al variar los parámetros de calentamiento, permanencia y enfriamiento. Los AHSS son caracterizados por tener una particular aleación de aceros que mejoran sus propiedades mecánicas para que puedan ser utilizados en los refuerzos de la cabina, parachoques y en general en las partes que reducen el impacto.

METODOLOGIA

El objetivo de utilizar el método que a continuación se va a desarrollar detalladamente es como ya se mencionó conocer la estructura y composición del acero para que de alguna manera México pueda producir en grandes cantidades esta materia prima. Al hacer los análisis de las muestras se tiene que llevar a cabo una preparación previa del material con el que se trabaja, en este caso se trabajó con un Acero de Alta Resistencia Dual Phase (AHSS-DP) que previamente se ha laminado en frío y con los siguientes elementos presentes: Fe, Al, Cr, Cu, Mn, Mo, Nb, Ni, Si, Ti, V, C, P, y S. Entre algunos otros más. Las probetas tuvieron diferentes tratamientos los cuales fueron obtenidos en el programa simulador J Mat Pro, a continuación la descripción e identificación de cada una de ellas:

- 1 (750 °C, 30 seg): Se calentó 20 °C/seg hasta los 750 °C, luego se mantuvo 30 seg en esa temperatura. Para el enfriamiento fue de 40 °C/seg
- 2 (750 °C, 60 seg): Se calentó 20 °C/seg hasta los 750 °C, luego se mantuvo 60 seg en esa temperatura. Para el enfriamiento fue de 40 °C/seg
- 3 (720 °C, 30 seg): Se calentó 20 °C/seg hasta los 720 °C, luego se mantuvo 30 seg en esa temperatura. Para el enfriamiento fue de 40 °C/seg
- 4 (720 °C, 60 seg): Se calentó 20 °C/seg hasta los 720 °C, luego se mantuvo 60 seg en esa temperatura. Para el enfriamiento fue de 40 °C/seg

1. Las probetas (muestras de material) fueron cortadas manualmente con una segueta para que la medida de la pieza a montar fuera de 2cm x 1cm y desbastadas en una KNUTH ROTOR con una lija de carburo de silicio numero 120 marca Struers, de tal manera que quedara un lateral aparentemente plano y sin rebaba.
2. En seguida se montaron sobre una resina fenólica marca Struers, para esto se necesitó una montadora en caliente Prestopress-3 con una base de 1 pulgada de diámetro, resina fenólica y lubricante (vaselina). La pieza de acero se colocó en la pequeña plataforma, se añadió aproximadamente 15 gr de resina directamente sobre el cilindro de la montadora después se tapó. Es importante verificar que la válvula de la presión este correctamente cerrada para encender la máquina, también se cerró la llave del agua. Con da de la palanca se aumentó la presión a 30 KN, se siguió bombeando ya que con el aumento de la temperatura la presión bajaba. Cuando la presión se estabilizo se empezó el conteo de 10 min en calentamiento. Al transcurrir ese tiempo se apagó la máquina y se abrió la llave del agua para que se enfriará durante los próximos 5 min. Se sacó la pieza de la montadora.
3. Después en la misma desbastadora se va a lijar la pastilla que salió de la montadora, con las lijas 120, 220, 320, 400 y 600 en ese orden ascendente. La forma correcta de desbaste es que primero se lije verticalmente la pieza y después horizontalmente (girándola 90°), hasta que las rayas se desvanezcan es cuando se cambia de lija a la siguiente.
4. Antes de pasar al siguiente paso se tiene que lavar la pieza montada (probeta) con jabón y agua, después con alcohol y secarla con una secadora convencional de forma vertical de arriba abajo. Lo siguiente será darle un acabado espejo en una pulidora Mastersystem 800, en un paño cargado con pasta de 3 μ (micras) será la primera parte de la pulida. La forma de pulir será en contra del giro del plato de la pulidora, también podría ser haciendo pequeños círculos. Si la probeta se llega a caer al suelo o donde se esté puliendo se tiene que hacer el mismo procedimiento de lavado ya que el paño podría contaminarse con otras partículas y la pieza terminaría más rayada. Para comprobar que se está puliendo la pieza se lava de la manera antes mencionada y con la ayuda de un microscopio observamos que tanto se ha pulido. Cuando se vea que no tiene tantas rayas se puede cambiar al siguiente paño con pasta de 1 μ (micra). Después hacer lo mismo para verificar que ya se tenga el acabado espejo o por lo menos el 90% de la pieza totalmente liso.
5. A continuación, se hizo un ataque químico sumergiendo durante 5 segundos en la sustancia Nital 5%, una solución de alcohol y ácido nítrico usada para los metales. Se eligió esta sustancia ya que es especialmente adecuado para revelar la microestructura de aceros al carbono. Luego se lava la probeta con agua, se enjuaga con alcohol y se seca para detener el proceso de ataque.
6. Lo ultimo que se hizo fue analizar la probeta en el microscopio óptico OLYMPUS GX51 y utilizando el software Q-Capture Pro para el análisis de la imagen lo que nos facilita saber que microestructuras están presentes en el acero dual phase, ya que se pretendía que estuviera compuesto por: Ferrita y Martensita. Así como también se realizaron ensayos de dureza con la ayuda de un microdurómetro HMV-6 Shimadzu. Los resultados fueron los siguientes.

RESULTADOS Y DISCUSION

La Figura 1 muestra los diagramas CCT obtenidos de la simulación en el programa J Mat Pro Versión 8.0 de las probetas identificadas como 2 (750 °C, 60 seg) y 4 (720 °C, 60 seg), con la ayuda de estos diagramas se pudieron establecer los tiempos de recocido y las velocidades de enfriamiento.

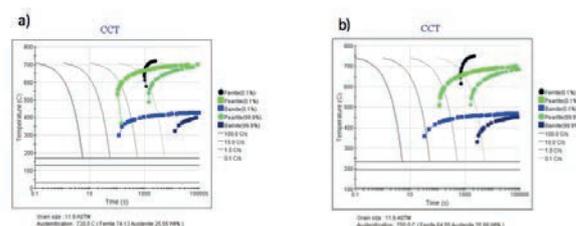


Figura 1. Muestra los diagramas CCT obtenidos en el simulador J Mat Pro Versión 8.0 a) 720°C 60 seg / y b) 750°C 60 seg.

La Figura 2 nos muestra una probeta de acero que fue laminada en frío, sin tener ningún tratamiento térmico. Esta fue utilizada como la base para la comparación entre las probetas. La Figura se muestra a un aumento de 100x y la escala de 25 μ , obtenida de un microscopio óptico.

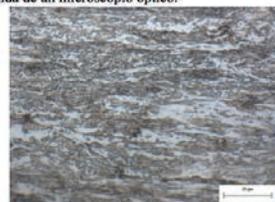


Figura 2. Probeta laminada en frío (condiciones iniciales). Sin tratamiento térmico. Microscopio óptico. 100x

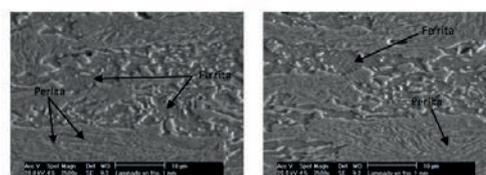


Figura 3. Muestra la probeta laminada en frío y sin tratamiento, obtenidas por microscopía electrónica de barrido. Se puede observar la presencia de ferrita y perlita.

Las Figuras 4 y 5 muestran las imágenes obtenidas en el microscopio óptico, todas con aumento de 100x. Se puede observar las islas de martensita que confieren resistencia al acero, así como también ferrita que le proporciona ductilidad. Como ya se mencionó anteriormente las probetas fueron atacadas con la sustancia química Nital 5%.

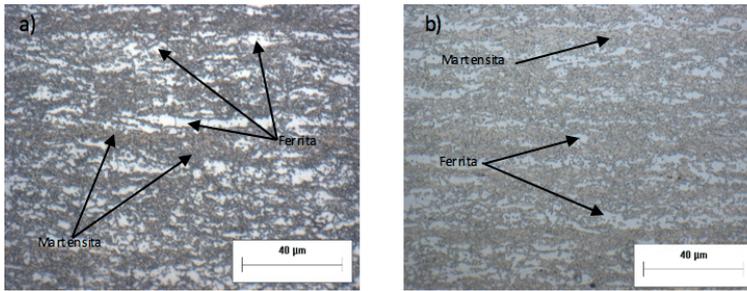


Figura 4. Acero recocido y atacado con Nital 5%. Ciclos de recocido: a)720 °C, 60 seg b) 750 °C 60 seg

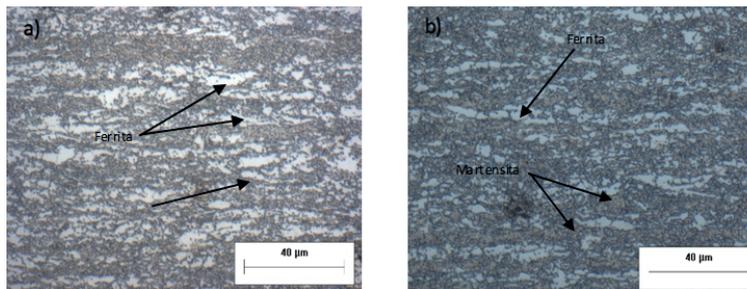


Figura 5. Acero recocido y atacado con Nital 5%. Ciclos de recocido: a)720 °C, 30 seg b) 750 °C 30 seg

En la Tabla 1 Muestra las 5 probetas con las variaciones de temperaturas, tiempos e incluso la probeta sin tratamiento térmico. AC₁ (Temperatura a la cual comienza a formarse austenita durante el calentamiento), M_f (Temperatura a la cual finaliza la transformación de austenita a martensita durante el enfriamiento), M_s (Temperatura a la cual comienza la transformación de austenita a martensita durante el enfriamiento). Fueron determinadas mediante un análisis de dilatometría. Así como también los promedios de dureza y la desviación estándar de cada una de las piezas de acero.

	AC ₁	M _f	M _s	Promedio Dureza	σ (Desviación estándar dureza)
Condiciones iniciales	-	-	-	528.27	46.36
1 (750 °C, 30 seg)	678	147	217	390.75	29.17
2 (750 °C, 60 seg)	714	91	195	333.4	65.36
3 (720 °C, 30 seg)	712	42	174	268.2	31.58
4 (720 °C, 60 seg)	718	34.5	92.5	283.16	26.81

Tabla 1. Se muestran la temperatura críticas de transformación de fase (AC₁, M_f y M_s) y durezas.

CONCLUSIONES

Durante la investigación se realizó la caracterización de un AHSS Dual Phase, para conocer los cambios que surgen en las propiedades mecánicas al variar tiempos y temperaturas, gracias a los diferentes análisis que se hicieron se llegó a las siguientes conclusiones:

- Los ensayos de dureza nos demostraron que si hay una importante variación en los datos obtenidos, la condición inicial tiene un promedio más alto ya que existe gran variación, también influyó mucho el número de perfiles de muestreo. Para haber obtenido resultados más precisos hubiera sido necesario hacer el análisis en más perfiles de las probetas.
- La temperatura a la cual empieza a formarse la austenita en todas las piezas que fueron sometidas al tratamiento térmico son similares, no hay mucha diferencia entre ellas.
- Los cambios tuvieron variaciones gracias a los tiempos y temperaturas, de esta manera se pudo hacer una comparación de las probetas.
- Gracias a la ataque químico y el microscopio óptico se pudo observar las fases, martensita y ferrita.

FUENTES DE INFORMACION

1. Folleto ProMexico, La industria Automotriz Mexicana: situación actual, retos y oportunidades, 2010
2. The UltraLight Steel Auto Body (ULSAB), www.autosteel.org (22-06-2017)
3. Dr. Jody Hall de SMDI Panelista destacado en 2015 Centro de Investigación Automotriz Briefing Seminarios, www.autosteel.org (22-06-2017)
4. PDF Metalografía y Tratamientos Térmicos, https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/mecanica/5_anio/metalografia/4-PRINCIPIOS_GENERALES_DE_LOS_TT_v2.pdf (22-06-2017)
5. ARIANA LISSETH ALVARADO GUTIÉRREZ. (2013). ANÁLISIS MICROESTRUCTURAL Y DE PROPIEDADES MECÁNICAS A TEMPERATURAS ELEVADAS DE ACEROS AVANZADOS DE ALTA RESISTENCIA PARA EL CONFORMADO EN CALIENTE. 2017, de UANL Sitio web: <http://eprints.uanl.mx/3215/1/1080256731.pdf> (22-06-2017)
6. Aceros avanzados de alta resistencia AHSS. (2008), [http://www.aimme.es/archivosbd/observatorio_oportunidades/Aceros_AHSS\(final\).pdf](http://www.aimme.es/archivosbd/observatorio_oportunidades/Aceros_AHSS(final).pdf) (22-06-2017)

DIAGNOSTICO DEL USO DE SOFTWARE ADMINISTRATIVO EN LA TOMA DE DECISIONES DE LAS MICROS, PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS DEL SECTOR COMERCIAL

María Fernanda Garza Jasso 1 y Martha Elena Rentería Avilez 2

RESUMEN

En el presente documento se describe una investigación realizada en la ciudad de Monclova Coahuila a Pymes de giro comercial, con el objetivo de conocer que tan importante es el uso de softwares administrativos a la hora de tomar una decisión. Para este fin se recolectaron datos a través de una encuesta realizada más de 100 empresas. Su desarrollo se estructura en dos partes, primera; un marco teórico referido a la importancia de los softwares en la toma de decisiones y su aplicación en las Pymes, segunda; se establece la metodología, se fundamenta el análisis y conclusiones.

ABSTRACT

In the present document describe a research carried out in the city of Monclova Coahuila to SMEs with commercial turnover, in order to know how important is the use of administrative software when making a decision. To this end, data were collected through a survey of more than 100 companies. Its development is structured in two parts, first; A theoretical framework referring to the importance of software in decision making and its application in SMEs, second; The methodology is established, the analysis and conclusions are based.

Palabras Clave: Pymes, Software, Comercial

INTRODUCCION

Empezaremos a analizar las organizaciones empresariales bajo el concepto vigente de Micro, Pequeña y Mediana Empresa. Todas estas representan más del 98% de las empresas activas en cualquier país, generan un alto nivel ocupacional de la Población Económicamente Activa y contribuyen generalmente con más del 40% del Producto Interno Bruto (PIB) en sus economías (INEGI, 2011). Debido a su volumen, penetración e importancia en la economía mundial, es una razón justificada para el estudio académico de estas organizaciones. En nuestro caso, el alcance es estudiarlas, desde la perspectiva de su proceso de cambio organizacional, basado en su toma de decisiones, acorde la cultura organizacional que se gesta en las mismas.

MARCO TEORICO

¿Que son las Pymes? Una empresa es una entidad que, independientemente de su forma jurídica, se encuentra integrada por recursos humanos, técnicos y materiales, coordinados por una o varias personas que asumen la responsabilidad de adoptar decisiones oportunas, con el objetivo de obtener utilidades o prestar servicios a la comunidad. Partiendo de la definición de empresa, podemos delimitar mejor el concepto de PyME. El termino en sí mismo cubre una gran variedad de empresas, lo que dificulta en cierto modo su comprensión. En concreto las Pymes se definen comúnmente en función de; 1-el número de empleados. 2-el volumen anual de negocios. 3-el balance general. De este modo según el autor David Urbano se considera PyME a toda aquella empresa que ocupa a menos de 250 personas, cuyo volumen de negocios no excede de 50 millones de euros, o cuyo balance general no supera los 43 millones de euros.

Las pequeñas y medianas empresas, Pymes, tienen particular importancia para las economías nacionales, no solo por sus aportaciones a la producción y distribución de bienes y servicios, sino también por la flexibilidad de adaptarse a los cambios tecnológicos y gran potencial de generación de empleos. Representan un excelente medio para impulsar el desarrollo económico y una mejor distribución de la riqueza. (Urbano, Noviembre,2008)

Las empresas comerciales son aquellas actividades económicas organizadas que se dedican a la compra y venta de productos que bien pueden ser materias primas o productos terminados; las empresas comerciales cumplen la función de intermediarias entre los productores y los consumidores y no realizan ningún tipo de transformación de materias primas. (Actualicese , 2014)

Las decisiones son una parte esencial de la vida, tanto dentro como fuera del trabajo. Los ejecutivos son los responsables de decidir entre dos o más opciones. La toma de decisiones abarca todo el proceso que supone tomar decisiones adecuadas y eficaces, desde la liberación inicial hasta la puesta en práctica. Una decisión consiste en elegir entre diversas posibilidades, y es el ejecutivo quien hace tal elección, puede tomarse de manera inmediata, pero suele suponer un proceso de identificación, análisis, evaluación, elección y planificación. Para llegar a una decisión debe definirse el objetivo, enumerar las opciones disponibles, elegir entre ellas y luego aplicar dicha opción el autor Matías Martínez menciona en su artículo "Toma de decisiones. Teoría y métodos" que cada persona tiene un estilo a la hora de tomar decisiones. Independientemente de si su estilo es lógico o creativo, el método debe ser racional y sencillo. Los buenos ejecutivos no permiten que las decisiones o su resultado se vean afectados por circunstancias personales, la ventaja que tenemos en el siglo XXI es lo avanzado que esta la tecnología y gracias a eso ya existen softwares desarrollados para minimizar el riesgo de la toma de decisiones en una empresa como por ejemplo el "Eurowin Decisión empresarial", es un software que le ayudará a realizar una rápida y correcta toma de decisiones, ya que pone a su disposición toda

la información comercial y de gestión de su empresa. El programa le permitirá obtener múltiples beneficios para su empresa. (Ferreira, 2005)

MÉTODOS Y MATERIALES

Para conocer el diagnóstico del uso de software administrativo en la toma de decisiones en las Pymes del sector comercial se aplicó un instrumento de desarrollo propio que contuviera las principales preguntas sobre estos tópicos para entender su dimensión y su alcance, el instrumento desarrollado es de tipo cuestionario que pudiera ser aplicado en forma práctica y en un solo evento. La investigación tuvo un enfoque de tipo descriptiva de corte cuantitativo, reportándose una muestra representativa de 100 empresas. Se utilizó el programa Minitab y Microsoft Excel a fin de calcular frecuencia y medias con datos obtenidos en la escala aplicada a las empresas y originar graficas.

Cronograma de actividades:

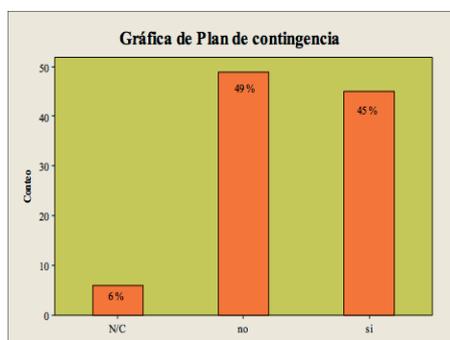
Etapa 1: Recolección de datos para identificar las Pymes de la Región Centro de Coahuila.

Etapa 2: Organización y procesamiento de datos.

Etapa 3: Difusión de resultados y elaborar el proyecto final.

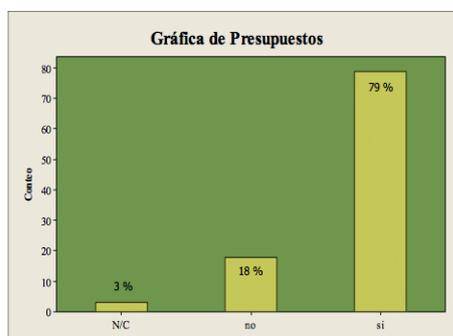
el enfriamiento fue de 40 °C/seg

RESULTADOS



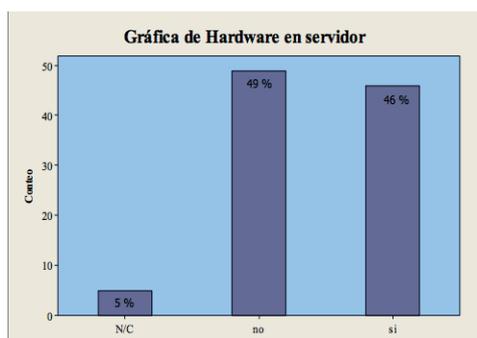
Gráfica 1. Plan de contingencia

En la gráfica se muestra que la mayor parte de las empresas no elaboran un plan de contingencia, encontrando un rechazo del 49%.



Gráfica 2. Presupuestos

Esta grafica nos muestra que un número considerable de empresas toma en cuenta la elaboración de sus presupuestos encontrando un 79 % aceptable y un 18% de rechazo



Gráfica 3. Uso de hardware en servidor

En la gráfica anterior nos damos cuenta de que no es mucha la diferencia entre las empresas que si utilizan hardware en el servidor y las que no. Con una diferencia del 3% en ambas.

CONCLUSIONES

Dentro de este análisis hemos podido focalizar a aquellos puntos críticos que hacen que las empresas, en base al objetivo planteado para este trabajo de investigación, que es conocer cómo es su proceso de toma de decisiones que va muy ligado con la utilización de softwares administrativos y que determinan el grado de competitividad, innovación y calidad de vida laboral, se encontró empresas con ambas tendencias: aquellas que toman decisiones erróneas y tardías, o bien una cultura organizacional donde impere el orden, el uso adecuado de softwares que propiciará que las decisiones tomadas sean adecuadas y vayan encaminadas y dirigidas hacia la innovación de la misma, ubicándolas en un punto de competitividad adecuado frente a la competencia próxima, y con posibilidades de seguir creciendo sanamente. Las variables más recurrentes encontradas en este estudio, que hacen que las empresas tengan un adecuado proceso de toma de decisiones

son: Elaborar presupuestos, tener un plan de contingencia y una proyección de crecimiento. Una reorientación y reforzamiento hacia estas variables propiciará una cultura organizacional adecuada y una política en su proceso de toma de decisiones.

BIBLIOGRAFIA

Artículos en línea

Actualicese . (29 de Mayo de 2014). Obtenido de <http://actualicese.com/2014/05/29/definicion-de-una-empresa-comercial/>

Ferreira, M. M. (21 de Junio de 2005). Toma de desiciones. Teoria y metodos . Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/toma-de-decisiones-teoria-y-metodos/>

Libros

Urbano, D. (Noviembre,2008). Invitacion al emprendimiento . Barcelona : UOC .

DIAGNOSTICO DEL USO DE SOFTWARE ADMINISTRATIVO, EN LA TOMA DE DECISIONES

Narda Jaqueline Bernal González y Martha Elena Rentería Avilez²

RESUMEN

En el presente proyecto nos muestra la importancia de las PYMES en el área comercial. Los niveles globales de comportamiento cambian y los directivos o empresarios pueden hacer tratos más precisos, lo que significa un ahorro de tiempo significativo en la rotación de sus existencias. Se requiere el software adecuado pretendiendo agilizar la toma de decisiones, crecimiento, análisis y principalmente, lograr que la empresa sea más productiva y profesional.

En gran medida el éxito de una organización depende de la calidad de las decisiones que tomen sus administradores y para ello es necesario el procesamiento de una gran cantidad de información.

ABSTRACT

This project shows the importance of PYMES in the commercial area. Global levels of behavior change and managers or entrepreneurs can make more precise deals, which means significant time savings in the turnover of their stocks. Adequate software is required to speed up decision making, growth, analysis and, above all, to make the company more productive and professional. To a large extent the success of an organization depends on the quality of the decisions made by its managers and for this it is necessary to process a large amount of information.

Palabras Claves: PYMES, toma de decisiones, Software, economía, tecnología.

INTRODUCCIÓN

En este proyecto abordamos el tema sobre las pequeñas y medianas empresas en el giro de comercial que hay en la región, respecto al uso de software administrativo en la toma de decisiones.

En virtud de la importancia, de las pymes en relación de la economía nacional, sus aportaciones a la producción y distribución de bienes y servicios, y la flexibilidad de adaptarse a los cambios tecnológicos y gran potencial de generación de empleos. Representan un excelente medio para impulsar el desarrollo económico y una mejor distribución de la riqueza.

A demás, la toma de decisiones que es una de las actividades que se realizan con mayor frecuencia en el mundo de los negocios, en todos los niveles de la organización, desde asistentes o auxiliares, hasta los directores generales de las empresas. Además, según el nivel en el cual se tome una decisión será el efecto de ésta.

MARCO TEORICO

Las Pymes son las pequeñas y medianas empresas, esto es, las empresas que cuentan con no más de 250 trabajadores en total y una facturación moderada. Son empresas de no gran tamaño ni facturación, con un número limitado de trabajadores y que no disponen de los grandes recursos de las empresas de mayor tamaño.

Las pequeñas y medianas empresas en México, actualmente están reguladas por distintos sectores de gobierno, pero se guarda una definición que es normativa para la determinación de las mismas y se basa para esta, en un criterio general que han tomado varios organismos internacionales, y es el número de trabajadores con que cuentan.

La importancia de las Pymes es la economía se basa principalmente en las siguientes consideraciones:

- Uno de las principales preocupaciones del gobierno de un país es el asegurar el mercado de trabajo mediante la descentralización de la mano de obra que cumple un papel esencial en el correcto funcionamiento del mercado laboral.

- Favorecen y reducen las relaciones sociales a términos más personales y más estrechos entre el empleador y el empleado, favoreciendo las conexiones laborales ya que, en general, sus orígenes son unidades familiares

- Presentan muy adaptabilidad tecnológica y menor costo de infraestructura. La gran importancia que tienen las pymes como unidades de producción de bienes y servicios, en México y en el mundo, justifican la necesidad de dedicar un espacio a su conocimiento.

Debido a que desarrollan un menor volumen de actividades, las Pymes poseen mayor flexibilidad para adaptarse a los cambios del mercado y emprender proyectos innovadores que resultaran una buena fuente generadora de empleo, sobre todo profesionales y demás personal calificado.

En la casi totalidad de las economías de mercado, las empresas pequeñas y medianas, incluidos también los microempresarios, constituyen una parte sustancial de la economía. (IMMSA, 2016).

Los bienes que la empresa comercial compra y luego vende pueden ser:

- Bienes terminados y listos para el consumo
- Bienes intermedios (que aún requieren de los procesos productivos)
- Bienes de capital
- Materias primas

Características de las empresas comerciales

Las empresas comerciales se caracterizan porque no realizan una transformación sobre los materiales adqui-

ridos recurriendo a fuentes de energía y al trabajo aplicado al producto (a diferencia de las empresas manufactureras o industriales), sino que cumplen una función de intermediarios entre el productor y el consumidor. Es por ello que se encarga de la distribución, traslado, venta, etc. del producto. Estas empresas pueden ser de tipo público o privado, y en muchos casos existen empresas que se dedican simultáneamente al comercio y a la producción industrial. (Samuel, 2015).

La toma de decisiones es el proceso a través del cual se identifica una necesidad de decisión, se establecen alternativas, se analizan y se elige una de ellas, se implementa la elegida, y se evalúan los resultados.

En cuanto a lo que a negocios se refiere, la toma de decisiones es una herramienta que permite tomar las mejores decisiones en beneficio de la empresa.

Generalmente, se utiliza para tomar decisiones estratégicas, decisiones importantes o decisiones que son poco frecuentes (no rutinarias); sin embargo, podemos usar la toma de decisiones para tomar cualquier decisión en la empresa.

Veamos a continuación los pasos o las etapas que conforman el proceso de la toma de decisiones:

1. Identificación de la necesidad de tomar una decisión

El primer paso en la toma de decisiones consiste en identificar la necesidad de tomar una decisión, es decir, en reconocer que es necesario tomar una decisión.

Generalmente, la necesidad de tomar una decisión surge como consecuencia de un problema u oportunidad que se presenta.

En esta etapa debemos definir claramente el problema u oportunidad, o cualquiera que sea la necesidad de tomar la decisión.

Asimismo, debemos asegurarnos de que realmente es necesario tomar una decisión, y de que somos nosotros a quien nos compete tomarla, o si existe la posibilidad de poder delegarla.

2. Identificación de criterios de decisión

Una vez que hemos identificado la necesidad de tomar una decisión, pasamos a identificar los criterios que vamos a tomar en cuenta al momento de evaluar las diferentes alternativas de decisión propuestas

3. Asignación de peso a los criterios

Una vez que hemos identificado los criterios de decisión que vamos a tomar en cuenta para evaluar las alternativas de decisión, pasamos a valorar o ponderar dichos criterios de acuerdo a la importancia que le vamos a dar al momento de tomar la decisión.

4. Desarrollo de alternativas

En esta etapa hacemos una lista con las diferentes alternativas de decisión que hayamos propuesto.

Para hallar alternativas de decisión podemos proponerlas nosotros mismos en base a nuestros conocimientos o experiencia, acudir a diversas fuentes de información tales como Internet, consultar con los trabajadores de la empresa, hacer una lluvia de ideas, etc.

Mientras más importante sea la decisión a tomar, mayor tiempo debemos tomarnos para desarrollar las alternativas, mayores alternativas debemos buscar, y mayor información sobre éstas debemos recabar.

5. Análisis de alternativas

Una vez que contamos con una lista de alternativas de decisión, pasamos a evaluar cada una de ellas, asignándole calificaciones con respecto a cada criterio determinado.

6. Selección de alternativas

Una vez que hemos asignado las calificaciones a cada alternativa con respecto a cada criterio, y hallado la calificación total de cada una, pasamos a seleccionar aquella que tenga la mayor calificación total.

7. Implementación de la alternativa

Una vez seleccionada una alternativa, es decir, tomada una decisión, pasamos a implementarla, es decir, ponerla en práctica, lo cual incluye comunicarla a todas las personas afectadas, y buscar el compromiso de éstas para aplicarla.

8. Evaluación de la eficacia de la decisión

Y, finalmente, una vez puesta en práctica la decisión, evaluamos los resultados.

Si los resultados no son los esperados, podemos optar por tomarnos un poco más de tiempo, o aceptar que definitivamente la decisión tomada no fue la acertada, e iniciar nuevamente el proceso de la toma de decisiones. (Duque, 2016).

Software Además del equipo necesario para operar un GDSS, se requiere el software adecuado para realizar el proceso de toma de decisiones en grupo. Los componentes del software de un GDSS son:

- Una base de datos que cuente con información relacionada con la decisión que debe tomarse y que permita la consulta y búsqueda de temas específicos. Por ejemplo, si se requiere tomar una decisión sobre publicidad de un producto, debe contarse con la información sobre ventas anteriores y costos de los diferentes medios publicitarios, entre otras cosas, para tener la capacidad de tomar una decisión correcta.
- Una base de modelos, de la cual se puedan elegir diferentes alternativas para tomar una decisión. Por ejemplo, un modelo que permita proyectar las ventas de un producto si se suponen diferentes mezclas o alternativas de promoción, publicidad o precio. Estos modelos pueden incluir, entre otros modelos de programación lineal, modelos de inventarios, modelos de simulación y modelos estadísticos.
- Programas de aplicaciones específicos para que el grupo los use como procesadores de palabras, graficadores, hojas de cálculo o paquetes estadísticos. Estos programas son muy útiles para la toma de decisiones.
- Una interfaz flexible y fácil de usar, que permita al ejecutivo interactuar de la manera adecuada con el sistema sin requerir de mucha asesoría o capacitación. Un GDSS común puede no tener base de datos, pero los más perfeccionados incluyen base de datos y bases de modelos, lenguajes complejos de programación e interfaces con software administrativo como hojas de cálculo, graficadores y paquetes estadísticos. El software de apoyo a los GDSS puede, además, tener capacidad para correo electrónico, conferencias por computadora y de audio y videoconferencias. (Luis, 2015)

MÉTODOS Y MATERIALES

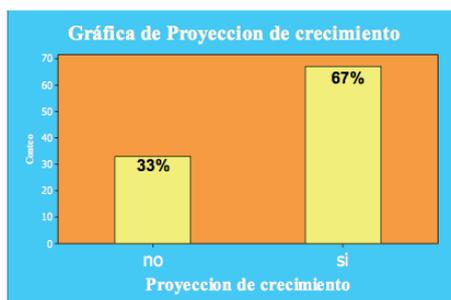
Este proyecto es una investigación de campo con una estrategia metodológica cuantitativa y cuya derivación expositiva es de tipo descriptiva.

La muestra fue seleccionada sobre las PYMES de la ciudad de Monclova en el giro comercial representativa de 100 encuestas.

La técnica que utilizamos fue la información mediante un cuestionario estructurado.

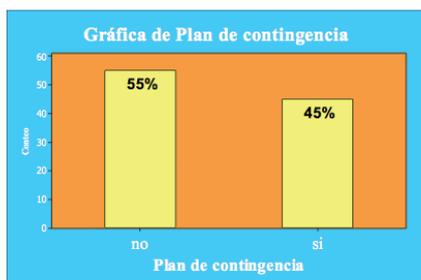
Ayudándonos con el programa Microsoft Excel, minitab 2016 para poder obtener en la escala aplicada a las empresas.

RESULTADOS



Gráfica1: Proceso de planeación estratégica. Proyección de crecimiento

Como observamos en esta grafica nos podemos dar cuenta que solo el 67% de los empresarios con un proyecto de crecimiento.



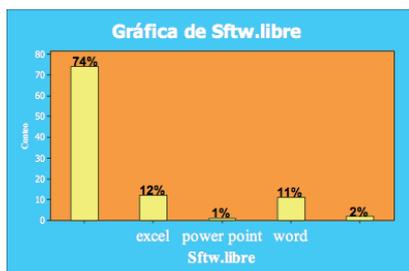
Grafica 2: proceso de planeación estratégica en plan de contingencia.

En esta grafica nos damos cuenta que solo el 55% de las empresas no cuentan con un plan de contingencia, mientras que el otro 45% de las empresas si cuentan con uno.



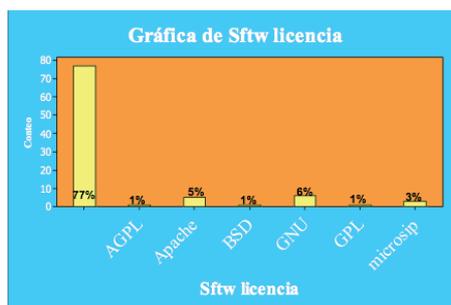
Grafica 3: Proceso de planeación estratégica en presupuestos.

Al observar esta grafica se distingue que el 79% de las empresas si tienen presupuestos.



Grafica 4: Software libre

Al ser afirmativa las respuestas anteriores. La mayoría de las empresas no cuentan con un software libre, mientras por otra parte las que si tenían fueron: Excel, PowerPoint, Word



Grafica 5: Software con licencia.

En la gráfica anterior se muestra si las empresas cuentan con software libre, en esta cuales son los softwares que tienen con licencia los que fueron: AGPL, Apache, BSB, GNU, GPL, Microsip. Mientras que la mayoría no cuenta con uno.

CONCLUSIONES

La investigación y los procedimientos que se realizaron permiten evaluar las situaciones actuales de las empresas logrando así identificar las problemáticas existentes, en el cual se propone implementar un software administrativo en la toma de decisiones de las Pequeñas y Medianas empresas en la región de Monclova, Coah. El uso del Software pueden ayudar a las MiPyMEs a: integrar y estabilizar los procesos del negocio, información en el tiempo real en la toma de decisiones, establecimientos de control y autorización.

Y así la empresa sea altamente competitiva y entre en el mercado global. Se puede concluir que la falta de

adquisición del software administrativo por parte de los micro empresarios se debe al desconocimiento de los beneficios que las mismas le brindan a las MiPyMEs.

BIBLIOGRAFIA

Crecenegocios. (15 de agosto de 2016). crecenegocios. Obtenido de crecenegocios: <http://www.crecenegocios.com/la-toma-de-decisiones/>

Karen, D. C. (2009). Tecnologías de información en los negocios. Mexico,DF: McGRAW-HILL.

Organización, s. (2012). ejemplosde. Obtenido de ejemplosde: <http://ejemplosde.org/empresas-y-negocios/ejemplos-de-empresas-comerciales/#ixzz4jonxv9pV>

Soto, B. (17 de septiembre de 2015). Gestión. Obtenido de gestión: <https://www.gestion.org/economia->

Valencia, J. (19 de enero de 2000). pdf. Obtenido de pdf: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/17722/capitulo2.pdf>

CONSTRUCCIÓN DE TARJETAS DE SEÑALIZACIÓN PARA VEHÍCULOS TERRESTRES EN MOVIMIENTO.

Raúl Nájera Solís 1 y Osbaldo Vite Chávez2

RESUMEN

Este trabajo presenta los primeros resultados de una tarjeta de señalización de mandos para un vehículo de transporte personal, controlando el direccionamiento de señales y la visualización de las mismas. Para ello se construyeron 3 tarjetas en PCB (una matriz de leds de 7x7, dos tarjetas de control utilizando un 74HC595), para toda la programación de la señalización se utilizó la tarjeta Arduino Mega.

ABSTRACT

This work presents the first results of a control signaling card for a personal transport vehicle, controlling the signal routing and the visualization of the same. For this, 3 cards were built in PCB (a matrix of leds of 7x7, two control cards using a 74HC595), for all the programming of the signage was used Arduino Mega card.

Palabras Clave: Señalización vial, CI 74HC595, Arduino Mega.

INTRODUCCIÓN

La comunicación vial responde a la necesidad de organizar y brindar seguridad en caminos, calles, pistas o carreteras. La vida y la integridad de quienes transitan por dichas vías dependen de lo que la señalización indique, de la atención que se le preste y de la responsabilidad de asumir lo que ordenen. En ese sentido, El lenguaje vial: el lenguaje de la vida guía tanto a transeúntes como a conductores por el camino de la seguridad y la prevención de cualquier tragedia. Varias de las principales constantes en los accidentes vehiculares suelen ser el mal uso y las malas interpretaciones de las señales de circulación emitidas por los conductores o la falta de estas (como es el caso de las bicicletas).

Los viajes en moto son muy placenteros y brindan muchas experiencias durante el trayecto, al hacerlo se recomienda que sean grupos de motociclistas que puedan apoyarse para cualquier tipo de eventualidad. Existen un par de formaciones muy importantes para cuando se viaja, y son en “fila india” (uno detrás de otro), que se recomienda para la circulación en ciudad o a baja velocidad y la de “zig-zag”, con las motos a la izquierda y derecha del carril con una distancia de aproximadamente 10 metros entre cada una. Esta última formación es la más indicada para los viajes largos ya que permite a los pilotos de atrás ver perfectamente el camino, tener mayor distancia para una frenada de emergencia así como ver las señales que realiza el líder del grupo, y aquí es donde radica la importancia de conocer dichas señales todas realizadas con el brazo izquierdo para no comprometer la aceleración con el brazo derecho.

En las imágenes de la figura 1, se pueden observar una gran cantidad de señales que indican las eventualidades más comunes al viajar, posiblemente falte la señalización de baches, topes o basura en la carretera que se realiza con las piernas señalando dependiendo del lugar donde se encuentre. Es importante para la comunidad de las motos conocerlas y aplicarlas, por seguridad propia y del grupo además del valor cívico ya que aunque no vayamos en un grupo es importante señalarle a los que se encuentren detrás de nosotros de algún peligro al frente.

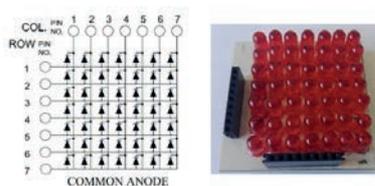


Figura 2. Matriz de Leds.

El segundo paso, es el diseño y construcción de dos tarjetas para controlar los pines ánodos y cátodos de la matriz de leds utilizando un circuito integrado 74HC595.



Figura 3. Tarjeta para controlar cátodos.

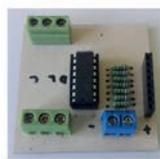


Figura 4. Tarjeta para controlar ánodos.

Para entender más sobre el tema y como intentaremos mejorarlo es necesario responder a dos preguntas: ¿Qué es la señalización? La señalización es el conjunto de señales y ordenes de agentes de la circulación circunstaniciales que modifican el régimen normal de utilización de la vía.

¿Para qué sirven? La misión de las señales es advertir, reglamentar, o informar a los usuarios de la vía, con necesaria antelación sobre determinadas circunstancias de la misma o de la circulación. Podemos decir que persigue tres objetivos: aumentar la seguridad, eficiencia y comodidad de la circulación.

En base a ello se pretende desarrollar indicadores de señalización leds para vehículos de circulación frecuente como son motocicletas y bicicletas. Con ello contribuir a brindar mayor seguridad en el manejo y circulación de estos vehículos de transporte.

MÉTODOS Y MATERIALES

El primer paso es el diseño y construcción de una matriz de leds requerida de (7x7) en placa PCB, como se observa en la figura 2, donde se conectan en paralelo 7 líneas de 7 cátodos cada una, cada línea ira a su respectiva entrada la cual comunicara con otra tarjeta diseñada que lleva un circuito integrado 74hc595, como se observa en la figura 3, encargado de transmitir las señales de tierra a la matriz. Lo mismo se realiza para los ánodos, pero comunicando con otra tarjeta desarrollada (ver figura 4) encargada de transmitir los voltajes.

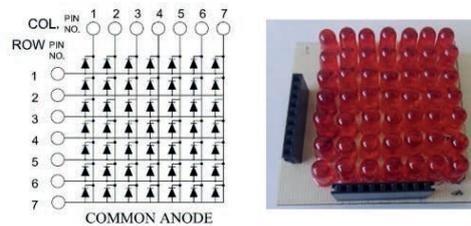


Figura 2. Matriz de Leds.

El segundo paso, es el diseño y construcción de dos tarjetas para controlar los pines ánodos y cátodos de la matriz de leds utilizando un circuito integrado 74HC595.



Figura 3. Tarjeta para controlar cátodos.

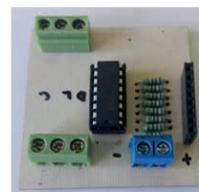


Figura 4. Tarjeta para controlar ánodos.

El 74HC595 (ver figura 5) es un registro de desplazamiento de 8 bits con una entrada serie y salida paralelo, la gran utilidad de esto es poder utilizar y controlar ocho salidas con tan solo 3 pines de nuestro microcontrolador, mediante las entradas (Latch/Clock/Data), podemos controlar hasta ocho salidas, de manera que es de gran utilidad para proyectos en los que contamos con poca cantidad de pines en nuestro microcontrolador. Para las tarjetas de los 74hc595 su circuito es simple la terminales de alimentación ira a las entradas de la fuente (5v), las salidas pasaran a través de una resistencia hacia las entradas que se desean activar de la matriz y sus terminales de data, clock y latch irán a las salidas del arduino, esto para la tarjeta activadora de voltajes, para la encargada de suministrar las uniones a tierra será un poco diferente, sus salidas no irán directo a la matriz pasaran por una resistencia a la base de un transistor (2N2222A) el cual tendrá su colector a tierra y el emisor será el encargado de hacer la unión a la matriz.

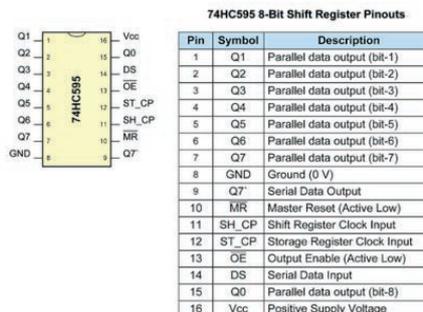


Figura 5. Descripción de conexiones entradas-salidas del 74HC595

El envío de la información para las tarjetas que incluyen el circuito integrado 74hc595 se realiza a través de la placa de programación arduino Mega 2560 (figura 6) en formato decimal. Las tarjetas se encargan de leer y activar sus salidas según su equivalencia a binario es decir:

De sus 8 salidas

Para un 1, activara la primara salida (00000001 = 1)

Para un 2, activara solamente la segunda salida (00000010 = 2)

Para un 3, activara tanto la primera como la segunda salida (00000011 = 3).

Y así sucesivamente.

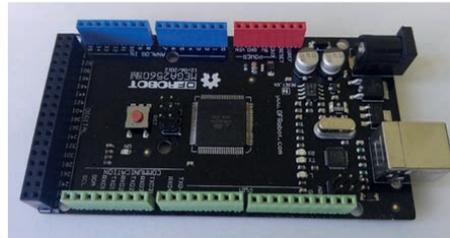


Figura 6. Tarjeta *Arduino* Mega 2560.

RESULTADOS

Para obtener las imágenes de señalamiento deseadas activaremos línea por línea y utilizaremos un tiempo de espera menor a 10ms. Las tablas 1 y 2, muestra los resultados simulados en el lenguaje de programación LabVIEW y además los resultados obtenidos con los circuitos mencionados con anterioridad. Las señales viales son básicas: derecha, izquierda, adelante y alto.

Tabla 1. Señales indicadoras viales de derecha, izquierda y adelante.

	Derecha	Izquierda	Adelante
Señales simuladas			
	Tierras: 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1 Voltajes: 8, 28, 62, 127, 28, 28, 28	Tierras: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 Voltajes: 8, 28, 62, 127, 28, 28, 28	Voltajes: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 Tierras: 8, 28, 62, 127, 28, 28, 28
Señales reales			

Tabla 2. Señales indicadoras viales de Alto

	Alto			
Señales simuladas				
Señales reales				

CONCLUSIONES

Al utilizar este tipo de tecnología programable es posible visualizar todo tipo de mensajes que faciliten

los movimientos en el transcurso de los caminos, a la vez que es posible equipar vehículos que antes no contaban con un sistema de señalamientos. De este modo se pretende disminuir la confusión en los conductores, agilizando el tráfico y previniendo accidentes. El siguiente avance de este proyecto es la implementación y realización de pruebas en vehículos como bicicletas o motocicletas.

BIBLIOGRAFIA

DEXTRE, JUAN CARLOS (2014). “La señalización vial: de los conceptos a la práctica”. Departamento de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú. http://www.institutoivia.com/cisev-ponencias/control_gestion_gt/Juan_Carlos_Dextre.pdf

DGT, SUB. ADJUNTA DE CONOCIMIENTO VIAL (2015). “Normas y señales reguladoras de la circulación”, pp 74-108. http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/formacion-vial/cursos-para-profesores-y-directores-de_autoescuelas/XVIII-Curso-de-Profesores/Normas-y-seniales.pdf.

SILVERIO, RICARDO (2010). <http://especiales.autocosmos.com.mx/motos/noticias/2010/01/04/senales-con-las-manos-en-moto>.

E-TOOLS. “Registro de desplazamiento 74hc595”. <http://www.electrontools.com/Home/WP/2016/03/09/registro-de-desplazamiento-74hc595/>.

TORRENTE ARTERO, OSCAR (2013). “Arduino, Curso Práctico de Formación”. Alfaomega.

PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CON UN ENFOQUE DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Verdín García Antonia Nix Hadassa¹ y Luis Fernando Villanueva Jiménez²

RESUMEN

El presente reporte técnico muestra una estancia de investigación en la que se analizó el proceso de impregnado de una empresa dedicada al tratamiento de pieles para la producción de cueros con el objeto de establecer una óptima asignación de los modelos estrella en las máquinas con las que se cuenta, el objetivo fue lograr una mejor utilización de los recursos disponibles por medio de optimización combinatoria y, para dar solución se utilizó un enfoque de Inteligencia Artificial bajo un esquema de planificación Job Shop, con el apoyo del software MATLAB y se incorporó a éste el Toolbox TORSCHÉ Scheduling. Los resultados obtenidos fueron los esperados, pues se redujo el tiempo de operación en el proceso estudiado.

ABSTRACT

The present technical report shows a stay of investigation in which the process of impregnation of a company dedicated to the treatment of skins for the production of leather was analyzed in order to establish an optimal allocation of the star models in the machines with which they are Account, the goal was to achieve a better utilization of the available resources through combinatorial optimization and, to give solution, an artificial intelligence approach was used under a Job Shop planning scheme, with the support of MATLAB software and the TORSCHÉ Toolbox Scheduling. The results obtained were as expected, as the operating time was reduced in the studied process.

Palabras Clave: Impregnado, Inteligencia Artificial, Job Shop, MATLAB, TORSCHÉ Scheduling.

INTRODUCCIÓN

La empresa actual exige decisiones asertivas en poco tiempo, cuestión que se complica a medida de la magnitud de la organización y las variantes existentes. No obstante, las organizaciones buscan soluciones inteligentes que se basen de una forma adaptativa y con exploración sensible (Glover and Laguna, 1997). El Scheduling es la mejor opción para dar solución a los problemas de programación que tienen las compañías, éste puede ser definido como el acomodo de recursos sobre un periodo de tiempo para formar una colección de tareas (Nakano, 1997). La planeación de la producción bajo un esquema de inteligencia artificial presenta una ventaja ante la planeación convencional porque su eficiencia no es limitada (Lucaszewicz, 2005). La planeación de las tareas puede ser desarrollada según las características del proceso a realizar y las condiciones bajo las cuales se produce. El Job Shop es el entorno de máquinas que considera a cada trabajo procesado en una ruta de diferentes trabajos (Lucaszewicz, 2005). Hoy en día la optimización combinatoria es muy importante para el ámbito industrial y científico. Un problema de optimización de este tipo, queda definido por un conjunto de instancias del problema y una prescripción de maximizar o minimizar (Fabio Vicentini, 2003), se tiene pues el objetivo de optimizar los recursos con los que se cuenta para lograr que la empresa aumente la competitividad, esto incluye la reducción de esperas, recorridos, costos, tiempos muertos, despilfarros entre muchos otros. La optimización combinatoria busca la resolución efectiva a los problemas por medio de métodos y algoritmos (Fabio Vicentini, 2003), cabe mencionar que se trabaja sobre el makespan, espacio en el cual se trabaja para encontrar solución al problema que fue inicialmente planteado (D. Applegate and W. Cook, 1991). Un método heurístico es definido como una forma eficiente de encontrar una solución óptima (Jhonson, 1954), otros métodos heurísticos fueron propuestos con la intención de llegar a la solución óptima en los problemas de secuenciación de las máquinas (Ohta, 2002).

En la empresa en la que se llevó la estancia de investigación el principal problema encontrado fue la programación de las tareas en el proceso de impregnado, ya que las máquinas impregnadoras disponibles tenían con frecuencia tiempos de paro o una producción desnivelada (sólo un tipo de piel era impregnada) fue necesaria una planeación de los cinco tipos estrellas de piel en las dos máquinas impregnadoras disponibles, tomando en cuenta el tiempo de procesamiento de cada uno de éstos. La utilización de un método exacto para dar solución al problema representaba la espera de procesar toda la información y por ende poca capacidad de respuesta, por lo que se optó por realizar la planificación de las tareas con uso de inteligencia artificial, específicamente por medio de técnicas meta heurísticas ya que éstos métodos ofrecen una enorme ventaja con respecto al tiempo de respuesta que como ya se mencionó es lo que buscan las empresas actuales, en especial en aquellos problemas de optimización combinatoria cuya complejidad es elevada. Los resultados obtenidos tras la implementación de la programación con un enfoque de inteligencia artificial fueron favorables de manera que se logró un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles.

MÉTODOS Y MATERIALES

Con el objetivo de priorizar los cinco tipos estrellas de piel a procesar en las dos máquinas para impregnado disponibles, se describe la siguiente metodología. A continuación, se dan a conocer los parámetros a mejorar, haciendo mención que se hizo uso del Toolbox en MATLAB.

1. Conocimiento sobre el proceso productivo.

El impregnado de pieles es un paso fundamental para la producción de cuero, en este proceso, el material una vez ablandado, pulido, desorillado manualmente requiere del aditamento específico que contiene pastas naturales, pinturas, parafinas y algunos otros compactos, el propósito es darle una cobertura a la piel para los futuros procesos de pintado y planchado de la misma.

El proceso de impregnado cuenta con dos máquinas con características idénticas, cada una de ellas tiene tres rodillos que giran a una velocidad de 150 revoluciones/minuto impregnando 6 g/ft² del aditamento preparado, no se tiene una planificación de producción para asignar los 5 tipos de piel que se producen en las dos máquinas disponibles, por lo que se estudia y se obtiene la necesidad de priorizar y encontrar la manera óptima de asignarlas haciendo mención que cada uno de ellos tiene un tiempo de proceso específico, dicha información se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Tiempos de Impregnado en los Cinco Modelos Estrella

	Modelo de Piel	Color	Tiempo de Procesamiento	Unidad de Medida
1	Cetus	Negro	40	Minutos
2	Málaga	Tan	25	Minutos
3	Challenger	Shedrón	45	Minutos
4	Frontier	Nogal	60	Minutos
5	Jade	Negro	50	Minutos

2. Definir el conjunto de tareas.

Para dar solución al problema que presenta el proceso de impregnado es necesario definir un conjunto de tareas que coadyuven en la programación de la utilización de las dos máquinas impregnadoras disponibles, para esto se utiliza el comando "T= taskset", el cual describe que los tipos de piel a impregnar están incluidos en el conjunto de tareas recién mencionado. Este comando requiere insertar dentro de corchetes los tiempos de cada tarea del conjunto siguiendo el orden que aparece en la tabla 1, una vez capturada esta información fue utilizado el comando "T.Name" para dar nombre a cada una de las tareas (tipos de piel) respetando la secuencia previamente establecida.

3. Definir el problema.

Por el hecho de que los problemas de programación son muy diversos es preciso definir el algoritmo adecuado para su resolución, para tal efecto, se tomó como base la notación propuesta por (R. L. Graham, 1979), (J. Blazewicz, 1983) y (J. Blazewicz, 2001).

Esta notación define que se trata de un problema tipo Job Shop y es como sigue $p = \text{problema (P|prec|Cmax)}$. Es importante mencionar que se encuentran en interacción las variables objetivo del problema; el tiempo de procesamiento, las restricciones de precedencia y el makespan.

4. Elegir y correr el algoritmo.

Para la resolución del problema con el proceso de impregnado se usó el LIST Scheduling, donde existe una interacción entre el conjunto de trabajos, el problema y las máquinas disponibles: TS = listsch, en este contexto se define el número de procesadores disponibles que en este caso son dos máquinas impregnadoras.

5. Análisis y resultados.

Como resultado del análisis y de la aplicación de esta poderosa herramienta para la programación de las tareas, se obtiene una gráfica de Gantt (con uso de la función plot) que da a conocer la manera más eficiente de programar la producción, en este caso el impregnado de las pieles estrellas de Sivax de forma detallada.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos quedaron plasmados en Matlab de la siguiente manera:

Definir el conjunto de 5 tareas (5 Modelos de Piel):

```
>> T = taskset([40 25 45 60 50]);  
>> T.Name = {'Cetus','Málaga','Challender','Frontier','Jade'};
```

Definir el problema (Job Shop).

```
>> p = problem('P|prec|Cmax');
```

Elegir y correr el algoritmo (LIST)

```
>> TS = listsch(T, p, 2)
Set of 5 tasks
There is schedule: List Scheduling
```

Análisis y resultados (gráfico de Gantt).

```
>> plot(TS)
```

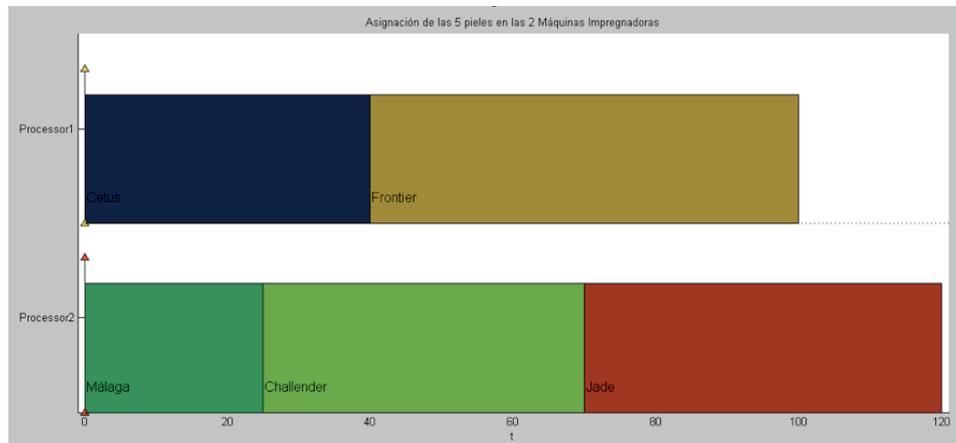


Figura 1. Diagrama de Gantt para la secuenciación de procesamiento. Elaborado en Matlab 2013, Toolbox TORSICHE.

Dentro del Toolbox TORSICHE del software Matlab, una vez utilizado el algoritmo LIST en donde se asignan prioridades y precedencias fijas (Arturo, 1999), se obtuvo una mejora en el aprovechamiento de las dos máquinas impregnadoras para así eliminar tiempos muertos en esta estación de trabajo, aunado a ello, se mejoró el flujo del proceso productivo en las operaciones subsiguientes.

Se puede observar en la figura 1 la secuencia que deben llevar los tipos de pieles para lograr el objetivo de hacer eficiente el uso de las máquinas impregnadoras. Se puede observar que los tiempos de paro de las máquinas se ven erradicados con la programación y la asignación de tareas.

Como es posible observar en el diagrama de Gantt generado, los tipos de piel Cetus con un tiempo de procesamiento de 40 minutos y Frontier con un tiempo de procesamiento de 60 minutos deben ser procesadas en la máquina impregnadora 1 (Procesador 1) mientras que los tipos de piel Málaga con un tiempo de procesamiento de 25 minutos, Challenger con un tiempo de procesamiento de 45 minutos y Jade con un tiempo de operación de 50 minutos deben ser impregnadas en la máquina 2 (Procesador 2).

CONCLUSIONES

Con la realización de este trabajo de investigación se exploró el espacio de posibles soluciones llegando a la planificación óptima de los cinco tipos principales de pieles en las dos máquinas disponibles para el proceso de impregnado. Es importante mencionar que los resultados fueron satisfactorios y obtenidos en un tiempo considerablemente corto gracias a que se implementó la herramienta TORSICHE Scheduling dentro del programa MATLAB, el algoritmo seleccionado dio resolución a la problemática planteada y claramente la empresa se vio beneficiada al contar con una alternativa de programación para el proceso analizado.

La planificación del cómo asignar las pieles en las máquinas disponibles redujo los tiempos de ocio de las dos máquinas, problema que reiniciaba con frecuencia sin el uso de mejores soluciones (Inteligencia Artificial), además se redujeron los inventarios y los costes de los mismos al eliminar sobreproducciones de un tipo de piel en específico al no contar con una programación adecuada de las tareas (pieles a impregnar).

Al asignar de manera correcta los cinco tipos de pieles estrella en las dos máquinas para impregnado disponibles se obtuvo una reducción de 40 minutos, ya que de manera empírica se impregnaban los tipos de piel teniendo esperas por decidir qué piel impregnar sumando así un tiempo de procesamiento de 160 minutos para lograr el impregnado de los cinco tipos de piel y como bien ya fueron plasmados gráficamente los resultados del análisis, con una programación bajo un esquema de inteligencia artificial se logró un tiempo de finalización de 120 minutos para los cinco tipos de piel en las mismas dos máquinas para impregnar disponibles, esto habla de una baja en el tiempo de procesamiento de un 25%.

Una vez más queda claro que el uso de algoritmos con un enfoque de inteligencia artificial coadyuva en gran medida a encontrar resolución a instancias de problemas con características complejas y que requieren una alta capacidad de respuesta explorando un espacio de soluciones, lo que representa una ventaja competitiva que cualquier empresa cualquiera que sea su giro busca, el aprovechamiento efectivo de los recursos.

AGRADECIMIENTOS

Aprovecho el espacio para extender un sincero agradecimiento al 19º Verano de la Ciencia Región Centro por la ocasión de ampliar mis conocimientos e invertir en materia de enseñanza, por el incentivo económico

que nos motiva a seguir aprendiendo, al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón por darme esta oportunidad de crecimiento personal y profesional y por supuesto agradezco de antemano a mi profesor de investigación el maestro Fernando Villanueva por permitirme ser partícipe en tan importante proyecto y apoyar mi interés por la investigación.

BIBLIOGRAFÍA

Arturo, R. T. (1999). Optimización genética de problemas SAT. Monterrey.

Blazewicz, J., & K. H. (2001). Scheduling Computer and Manufacturing Processes. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH .

Efredy Delgado., C. C. (2005). Aplicación de algoritmos genéticos para la programación de tareas en una celda de manufactura. Revista Ingeniería e Investigación., 24-31.

J. Blazewicz, J. L. (1983). Scheduling subject to resource constraints: classification and complexity. Discrete Math.

J. Blazewicz, K. H. (2001). Scheduling Computer and Manufacturing Process.

K.Mallikarjun. (2014). A Review On Job Shop Scheduling Using Non-Conventional Optimization Algorithm. Ass..Prof, Dept of M E, Ballari Institute of Tech and Management, Bellary, Karnataka, India,): Ijera.

Lucaszewicz, P. (2005). Metaheuristics for Job Shop Scheduling Problem, Comparison of Effective Methods.

Michael Pinedo. (2002). Scheduling. Prentice Hall.

Nakano, T. Y. (1997). Los Algoritmos Genéticos en los Sistemas de Ingeniería. (A. Z. 55, Ed.) Fleming.

Philippe, B. (2001). CONSTRAINT-BASED SCHEDULING: Applying Constraint Programming to Scheduling Problems. New York: SPRINGER SCIENCE+BUSINESS MEDIA.

R. L. Graham, E. L. (1979). Optimization and approximation in deterministic sequencing and scheduling theory: a survey. Discrete Math.

Vicentini, F. (2003). Algoritmos heurísticos y el problema de job shop scheduling. S. P. .

PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CON UN ENFOQUE DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Pérez Navarro Hugo Fernandol y Luis Fernando Villanueva Jiménez²

RESUMEN

Se realizó un estudio sistemático del proceso de producción en una empresa que se dedica a la elaboración de puertas de madera, haciendo caso especial al proceso de barnizado, en el cual existe una problemática de asignación de los materiales a las dos bandas transportadoras de materiales disponibles. El objetivo principal del estudio fue disminuir los tiempos de finalización de los trabajos, y con esto mejorar el uso de los recursos disponibles en un contexto Job Shop. Para lograr el objetivo se utilizó un enfoque de Inteligencia Artificial, basándose en el software MATLAB y la incorporación del Toolbox TORSCHÉ Scheduling. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios ya que se redujo el tiempo de finalización de manera considerable.

ABSTRACT

A systematic study of the production process was carried out in a company that is dedicated to the elaboration of wooden doors, making special case to the process of varnishing, in which there is a problem of assigning the materials to the two conveyors of available materials. The main objective of the study was to reduce the completion times of the works, and with this to improve the use of the resources available in a Job Shop context. To achieve the objective, an Artificial Intelligence approach was used, based on the MATLAB software and the incorporation of the TORSCHÉ Scheduling Toolbox. The results obtained were satisfactory since the completion time was considerably reduced.

Palabras Clave: Planeación de la producción, Inteligencia Artificial, Matlab, TORSCHÉ, Job Shop.

INTRODUCCIÓN

La optimización combinatoria, se ha desarrollado enormemente hasta la actualidad y hoy tiene importantes aplicaciones en el nivel industrial, informático y científico, así como en todos los ámbitos en que se presenten situaciones en que se requiera minimizar costos, demoras, o recorridos, que normalmente sean considerados como problemas NP-hard. Con el término programación de tareas (scheduling) se entiende una vasta clase de problemas de optimización combinatoria, muy distintos entre sí por complejidad y estructura. Todos ellos se presentan como formas tangibles en la optimización de procesos de producción industrial. El estudio de los problemas de optimización combinatoria se centra indudablemente en hallar métodos o algoritmos que procuren la resolución efectiva de los mismos. (Fabio Vicentini, 2003). En este proyecto se realizó una investigación documental junto con el aspecto práctico. Se ha recurrido al Toolbox TORSCHÉ Scheduling para Matlab (Kutil, 2010), con el cual se realizó la planeación de la producción de un problema del tipo Job-Shop, en una empresa dedicada a la fabricación de puertas de madera. La razón por la cual se realizó el estudio fue porque se tiene una problemática de asignación de materiales a cada banda transportadora disponible, entonces nuestro objetivo era encontrar la manera correcta de asignar los materiales a las dos bandas transportadoras, y así saber que materiales se deben mandar en la banda transportadora 1, y cuales en la banda transportadora 2, tomando en cuenta los tiempos de procesamiento de cada material. Obteniendo así el mejor aprovechamiento de las bandas eliminando sus tiempos de ocio, y por lo tanto reduciendo los tiempos de finalización. La programación es la asignación de los recursos; ha sido objeto de una cantidad significativa de literatura en la investigación de operaciones de campo. Se ha hecho hincapié en la investigación de los problemas de programación donde cada máquina puede procesar más de un trabajo a la vez. (Nakano, 1997). El problema de job-shop es programar una serie de puestos de trabajo en un conjunto de máquinas, sujeto a la restricción de que cada máquina puede manejar como máximo un trabajo a la vez, y el hecho de que cada trabajo tiene un orden de procesamiento determinado a través de las máquinas. El objetivo es programar los trabajos a fin de minimizar el máximo de los plazos de ejecución. (Ivan Lazár, 2012). Está claro que existen desventajas de los métodos exactos en comparación con los métodos de inteligencia artificial, la principal desventaja de utilizar métodos exactos radica en el tiempo no razonable de ejecución para encontrar una buena solución, específicamente con problemas de optimización combinatoria, por la complejidad que estos implican; por otro lado técnicas de Inteligencia Artificial como las metaheurísticas, han sido adoptadas para atender dichas problemáticas de manera satisfactoria. Las técnicas metaheurísticas proporcionan una estructura y estrategia generales de directrices para el diseño de un método heurístico específico para adaptarse a un problema particular. Las técnicas tradicionales producen una solución óptima local, mientras tanto una característica clave de estos procedimientos metaheurísticos es su capacidad para escapar de óptimos locales y realizar una búsqueda robusta de la solución óptima factible. (Mallikarjuna, 2014). Hasta hace algunos años se lograron incorporar a la actividad productiva las herramientas identificadas como inteligencia artificial, que pretenden emular el comportamiento de organismos biológicos inteligentes, para ajustarlos a toma y ejecución de decisiones en diferentes ambientes de trabajo. (Efredy Delgado., 2005).

MÉTODOS Y MATERIALES

Para dar solución a la asignación de materiales en dos bandas transportadoras, se ha definido la siguiente metodología. Considerando las variables a medir y mejorar, se presenta el método haciendo uso del Toolbox en MATLAB. Este se desarrolla a continuación:

1. Conocimiento sobre el proceso productivo.

Para el proceso de barnizado de una puerta de madera se necesita de 5 materiales transcendentales para su elaboración. Dichos materiales tienen que ser transportados sobre dos bandas transportadoras para llegar a su estación de trabajo. En primer lugar, tenemos el material 1 (resanador) con un tiempo de procesamiento de 20; después tenemos el material 2 (lija) con un tiempo de procesamiento de 25; seguido de este tenemos el material 3 (barniz) con un tiempo de procesamiento de 15; después tenemos el material 4 (tinta) con un tiempo de procesamiento de 25; y por último tenemos el material 5 (laca) con un tiempo de procesamiento de 10). Lo que busca la empresa dedicada a la elaboración de puertas de madera es conocer la manera óptima en cuanto a la asignación adecuada de los 5 materiales sobre las dos bandas transportadoras disponibles.

2. Definir el conjunto de tareas.

Se da la orden de unir todas las tareas en un conjunto para crear el programa que planifique la producción, para esto se utiliza el comando "T= taskset", el cual representa el trabajo que está formado de un conjunto de 5 tareas. Junto con esto se insertan dentro los corchetes los tiempos de procesamiento siguiendo el orden de secuencia que aparece en la tabla 1. Seguido de esto se utilizó el comando "T.Name" y dentro de él se insertaron los nombres de cada tarea (material) siguiendo la misma secuencia en que se introdujeron los tiempos de procesamiento.

Tabla 1. Tiempos de procesamiento

Material	Tiempo de procesamiento
resanador	20
lija	25
barniz	15
tinta	25
laca	10

3. Definir el problema.

Debido a la gran variedad de problemas de programación, no es fácil elegir un algoritmo adecuado. Para facilitar la selección del algoritmo apropiado, el toolbox TORSCH scheduling utiliza una notación, propuesta por (R. L. Graham, 1979), (J. Blazewicz, 1983) y (J. Blazewicz K. H., 2001) Para clasificar los problemas de programación. Con el apoyo de esa notación se definió el problema, el cual será utilizado para la solución. Se describe el problema a resolver: (p = problema (P|prec|Cmax). En este apartado están interactuando las variables objetivo del problema; el tiempo de procesamiento, las restricciones de precedencia y el makespan.

4. Elegir y correr el algoritmo.

Se elige el algoritmo a usar, en este caso se usó el LIST Scheduling, donde existe una interacción entre el conjunto de trabajos, el problema y las máquinas disponibles: TS = listsch. Dentro de él se definirá el número de procesadores (bandas transportadoras).

5. Análisis y resultados.

Al final se genera la gráfica, para obtener el diagrama de Gantt que nos muestra la planificación de la producción de una manera más detallada. Visualice la programación final con la función (plot).

RESULTADOS

Los resultados obtenidos quedaron plasmados en Matlab de la siguiente manera:

Definir el conjunto de tareas:

```
>> T = taskset([20 25 15 25 10]);  
>> T.Name = {'resanador','lija','tinta','barniz','laca'};
```

Definir el problema.

```
>> p = problem('P|prec|Cmax');
```

Elegir y correr el algoritmo.

```
>> TS = listsch(T,p,2)
```

Set of 5 tasks

There is schedule: List Scheduling

Análisis y resultados (grafico de Gantt).

```
>> plot(TS)
```

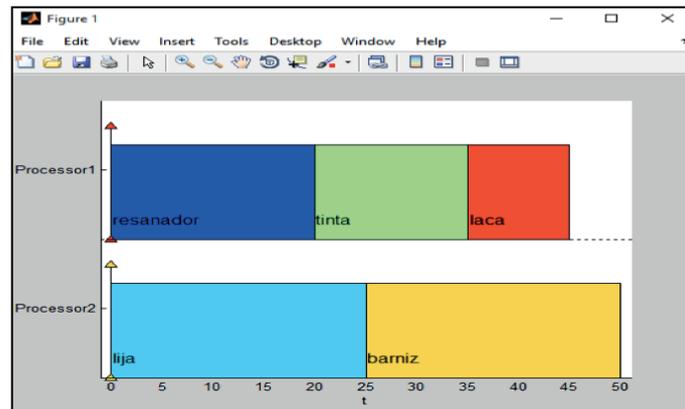


Figura 1. Diagrama de Gantt para la secuenciación de procesamiento. Elaborado en Matlab 2013, Toolbox TORSCH.

El uso del algoritmo LIST Scheduling (lista a programar) el cual se encuentra dentro del Toolbox TORSCH del software Matlab, se considera un algoritmo donde se asignan prioridades o precedencias fijas (Arturo, 1999), mediante este algoritmo se resolvió el problema considerándose como una propuesta aproximada de cómo sería la planeación de la producción para este caso de manera que las bandas transportadoras se aprovechen al máximo, evitando tiempos ocios, sobrecarga en las mismas y la reducción de los tiempos de procesamiento.

Al correr el programa generado para la planeación de la producción para un problema de 5 tareas (materiales) y 2 procesadores (bandas transportadoras) se obtuvo el tiempo mínimo para la realización del trabajo, el cual fue de 50 minutos para transportar los 5 materiales.

En la figura 1. Se puede observar la secuencia en la que deben transportar cada uno de los materiales, para producir el proceso de barnizado de una puerta de madera, con esto nos podemos dar cuenta que los tiempos de ocio de la maquinaria son mínimos, aprovechando su uso al máximo. De la misma manera podemos observar el comportamiento de cada una de las tareas (materiales), es decir, la secuencia en la que cada material se transportara en las 2 bandas disponibles.

Se puede visualizar que el material 1 (resanador), se transportara en el procesador 1 (banda transportadora), con un tiempo de procesamiento de 20; el material 2 (lija), se transportara en el procesador 2 (banda transportadora), con un tiempo de procesamiento de 25; el material 3 (barniz) se transportara en el procesador 2 (banda transportadora), con un tiempo de procesamiento de 15; el material 4 (tinta), se transportara en el procesador 1 (banda transportadora), con un tiempo de procesamiento de 25; y por último el material 5 (laca), se transportara en el procesador 1 (banda transportadora), con un tiempo de procesamiento de 10.

CONCLUSIONES

Mediante un enfoque de inteligencia artificial, se realizó este proyecto para tener el conocimiento sobre la planificación de la producción de 5 tareas (materiales) y 2 procesadores (bandas transportadoras) disponibles. Con el uso del sistema de trabajo Job shop, se obtuvo una propuesta de plan estratégico para resolver la problemática con la cual se combatía en la empresa. Para lograr esto, utilizamos el software Matlab, en el cual se hizo uso del toolbox TORSCH scheduling, dentro del cual se recurrió al algoritmo list scheduling, dicho algoritmo maneja el comando listsch, que resuelve la problemática p|prec|cmax. Se eligió este algoritmo debido a que involucra todas las variables para este problema, ya que implica el tiempo de procesamiento, las restricciones de precedencia y la disminución del makespan.

Con esto se resolvió la problemática de asignación de materiales a cada banda transportadora disponible, con la aplicación del algoritmo adecuado se pudo encontrar la manera correcta de asignar los materiales a las dos bandas transportadoras, y así saber que materiales se deben mandar en la banda transportadora 1, y cuales en la banda transportadora 2. Tomando en cuenta los tiempos de procesamiento de cada material. Obteniendo así el mejor aprovechamiento de las bandas eliminando sus tiempos de ocio, y por lo tanto los tiempos de finalización son los mínimos.

Cabe mencionar que anteriormente la planeación de la producción se realizaba mediante un método empírico el cual no era de lo más rentable para la empresa dedicada a la fabricación de puertas de madera, ya

que el tiempo de ejecución de las tareas era notablemente más elevado, arrojando un tiempo de realización del trabajo de 75 minutos, el cual se redujo a 50 minutos con el uso de las técnicas de inteligencia artificial. Se puede concluir que el uso de este algoritmo es aplicable en trabajos Job Shop para la planificación de la producción, la implementación de este tipo de métodos en cuanto al aspecto de inteligencia artificial es ya de suma importancia en los procesos productivos de las empresas las cuales siempre buscan el mejor aprovechamiento de sus recursos productivos y financieros.

En cuanto a la participación en el 19° Verano de la Ciencia, considero que haber realizado este tipo de investigación sobre la planeación de la producción con un enfoque de inteligencia artificial es una experiencia que ha contribuido a mi formación profesional. Ya que la inteligencia artificial actualmente es tema de discusión dentro de cualquier ámbito y hoy tiene importantes aplicaciones en el nivel industrial, informático y científico. Estoy convencido que esta experiencia, cerrará mi preparación académica con éxito y recibiré un impulso motivacional a mi vida profesional para considerar estudiar un posgrado.

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia agradezco al 19° Verano de la Ciencia Región Centro, por la gran experiencia que nos deja el haber realizado esta investigación y por el apoyo económico que se nos brindó.

Al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, por la oportunidad que nos ofreció al ser partícipes de este proyecto y el brindarnos sus instalaciones para llevarlo a cabo.

Al investigador M.I.I. Luis Fernando Villanueva Jiménez, por permitirme ser parte de su equipo de investigadores, por su dedicación y tiempo invertido para que esto saliera de manera exitosa y por hacer posible la realización de este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

Arturo, R. T. (1999). Optimización genética de problemas SAT. Monterrey.

Efedy Delgado., C. C. (2005). Aplicación de algoritmos genéticos para la programación de tareas en una celda de manufactura. *Revista Ingeniería e Investigación.*, 24-31.

Fabio Vicentini, S. P. (2003). Algoritmos heurísticos y el problema de job shop scheduling.

Ivan Lazár, M. (2012). Revisión en solucionar el problema de programación job shop.

J. Blazewicz, J. L. (1983). Scheduling subject to resource constraints: classification and complexity. *Discrete Math.*

J. Blazewicz, K. H. (2001). *Scheduling Computer and Manufacturing Process.*

Kutil, M. S. (2010). *TORSCHÉ Scheduling Toolbox for Matlab.* Prague.

Mallikarjuna, K. (2014). A Review On Job Shop Scheduling Using Non-Conventional Optimization Algorithm. *Revista de Investigación y Aplicaciones de Ingeniería.*, 11-19.

Nakano, T. Y. (1997). Los algoritmos genéticos en los sistemas de ingeniería.

R. L. Graham, E. L. (1979). Optimization and approximation in deterministic sequencing and scheduling theory: a survey. *Discrete Math.*

Horta Muñoz Juan Lius¹ y Villanueva Jiménez Luis Fernando²

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó un estudio sistemático de un proceso productivo en el taller JUFU haciendo uso de la Inteligencia Artificial, tal proceso está enfocado al arreglo de distintas máquinas de pespunte, donde se desarrolla una problemática constantemente la cual es la planeación de este mismo proceso. El objetivo principal fue trabajar bajo un esquema de tipo Job-Shop para desarrollar un plan del proceso que permitiera cumplir con la hora de entrega y respetando las restricciones de recepción de las refacciones. Para el alcance del objetivo principal se hizo uso del software Matlab y el Toolbox TORSCHÉ Scheduling. Se obtuvieron resultados satisfactorios cumpliendo con el objetivo propuesto y facilitando su análisis con la implementación de técnicas de Inteligencia Artificial.

ABSTRACT

In the present work a systematic study of a productive process was carried out in the JUFU workshop making use of Artificial Intelligence, this process is focused on the arrangement of different stitching machines, where a constant problem is developed which is the planning of this same process. The main objective was to work under a Job-Shop type scheme to develop a process plan that would allow us to meet the delivery time and respect the reception restrictions of the parts. To achieve the main objective, Matlab software and the TORSCHÉ Scheduling Toolbox were used. Satisfactory results were obtained in compliance with the proposed objective and facilitated its analysis with the implementation of Artificial Intelligence techniques.

Palabras Clave: Conjunto de tareas, tipos de problemas, algoritmos, Análisis de resultados, TORSCHÉ Scheduling.

INTRODUCCIÓN

Un problema de optimización combinatoria queda definido por un conjunto de instancias del problema y una prescripción de maximizar o minimizar (Vicentini, 2003). La optimización en el sentido de encontrar la mejor solución, o al menos una solución lo suficientemente buena, para un problema, es un campo de vital importancia en la vida real. En general estos problemas son lo suficientemente pequeños y pueden ser resueltos sin recurrir a elementos externo a nuestro cerebro. Pero conforme estos problemas se hacen más grandes y complejos, el uso de los ordenadores para su resolución es inevitable (Luque, 2006).

Para poder desarrollar y analizar diferentes tipos de problemas el Scheduling tiene una clasificación permitiéndonos tener un mejor entendimiento sobre los problemas que se nos presente, dicha clasificación son el Open-Shop, Flow-Shop y Job-Shop (Michael Pinedo, 2002). Esta clasificación nos permite conocer comportamientos de los problemas que se presentan en los procesos lo cual genera un conocimiento más acertado para llegar a su solución más efectiva. El Open-Shop consiste en un conjunto de “n” trabajos que deben de ser programados en “m” máquinas paralelas idénticas (Philippe, 2001). Para el Flow-Shop todos los trabajos tienen el mismo orden de procesamiento a través de las máquinas (Blazewicz & Klaus, 2001). Por último, el Job-Shop, consiste de “n” trabajos que son ejecutados por “m” máquinas (Philippe, 2001).

Se presenta la problemática de un taller mecánico para máquinas de pespunte de nombre JUFU en donde constantemente le llegan máquinas para reparar y se tienen horas de entrega con las cuales se debe cumplir de la mejor manera para poder seguir conservando clientes y mantener el reconocimiento de un establecimiento confiable. La forma anterior de desarrollar esta planeación se determinaba de acuerdo a la experiencia y se lograban los resultados, pero a medida que se ha estado mejorando su posicionamiento en el mercado local a través del tiempo y la demanda con esto ha comenzado crecer, también comenzaron a crecer los problemas en la distribución de este proceso.

Se desarrolló un plan de reparación de un día de trabajo del taller JUFU en donde se presentaron cinco máquinas y en donde algunas necesitaban alguna refacción por lo tanto su reparación estaba condicionada a la recepción de tal refacción. Como objetivo a conseguir conociendo las variables es saber cómo distribuir la reparación de cada una de máquinas que llegan al establecimiento y que el tiempo se pueda aprovechar de forma efectiva y tomando en cuenta las restricciones que se presentan. Entonces se maneja el problema del cómo será la distribución del proceso de reparaciones para cada una de las máquinas que lleguen al taller. Dicho problema se tendrá que traducir al lenguaje utilizado por la Inteligencia Artificial en la que se apoya el análisis. La estructura se presenta por “ $\alpha|\beta|\gamma$ ” y cada una de las anteriores letras del alfabeto griego representan una característica del problema presentado, como los son el tipo de problema manejado, las restricciones que se presentan y lo que se busca maximizar o minimizar.

La forma en cómo se desarrolla esta planeación de procesos tanto en el taller JUFU como en otras tantas empresas, es en base a la experiencia o mediante un análisis hecho de forma manual. El desarrollo de la tecnología y en este caso más específico la Inteligencia Artificial puede generar desconfianza, pero utilizando las herramientas de manera adecuada puede ser un gran complemento para el trabajo diario como lo fue en el caso del taller mecánico JUFU. Con la aplicación del Toolbox TORSCHÉ Scheduling en el software de Matlab (Kutil & Sucha, 2010). Se pretende que agilice el tiempo de análisis en tales casos, tomando como caso práctico el presentado en el taller JUFU y con la implementación de esta Inteligencia Artificial. Con la implementación de los algoritmos que se presentan en el Toolbox TORSCHÉ Scheduling también se pretende

facilitar aún más la solución y análisis de los problemas, estando basados en la propuesta en las publicaciones de (R. L. Graham, 1979) y (J. Blazewicz, 1983).

La aplicación de métodos exactos puede cumplir con algunos de los problemas que se presentan, pero su análisis puede extenderse bastante, pudiendo llegar a ser poco práctico debido al mismo tiempo. Las técnicas implementadas por la Inteligencia Artificial como lo son las técnicas metaheurísticas están mejor adaptadas para la solución de problemas de optimización combinatoria. Entre unas de las ventajas que presenta al aplicar las técnicas utilizadas por la Inteligencia Artificial son que producen una solución óptima o más cercana a la óptima, la velocidad de análisis es mayor a la que muchos analistas pueden generar y se permite evaluar con una mayor amplitud las posibilidades (K.Mallikarjuna, 2014).

MÉTODOS Y MATERIALES

Los materiales necesarios para el desarrollo del proyecto son una computadora que cuente al menos con las capacidades mínimas que necesita el programa Matlab para poder ser utilizado, el software Matlab, así como su Toolbox TORSCHÉ Scheduling e información necesaria para la reparación de cinco máquinas de pespunte que se tomara como caso práctico a resolver.

La problemática a evaluar se presenta de la siguiente manera. Al taller mecánico JUFÍ llegan cinco máquinas de pespunte con las siguientes indicaciones:

- A la máquina uno se le debe de cambiar el peine y se debe entregar a las 16 horas.
- La máquina dos se le debe hacer un cambio de gancho y poner a tiempo, se debe de entregar a las 14 horas.
- La máquina tres se debe dar un servicio general y debe estar lista para entregar a las 18 horas.
- La máquina cuatro también se le cambiará el gancho y poner a tiempo, su entrega será a las 17 horas.
- La máquina cinco se le debe hacer el cambio de la barra de la aguja y poner a tiempo, su entrega será a las 15 horas.

Algunas restricciones del proceso de reparación se presentan a continuación:

Los ganchos se entregarán al taller a las 9 horas, los peines a las 8 horas y la barra hasta las 10 horas.

Los tiempos de reparación son los siguientes:

- El cambio de gancho y poner a tiempo tardan 1.4 horas.
- Instalar el peine tarda 1 hora.
- Revisión general 0.7 horas.
- Instalar la barra y poner a tiempo 1.4 horas.

El método para el proceso de reparación de las máquinas se presenta a continuación.

1.Recolección de datos a evaluar y analizar

Los datos recolectados son el tiempo de reparación(P_j), tiempo de inicio de reparación(r_j) y el tiempo de entrega de la máquina(d_j).

Tabla 1. Datos de la reparación

	Peine (t1)	Gancho (t2)	General (t3)	Gancho2 (t4)	Barra (t5)
P_j	1	1.4	0.7	1.4	1.4
r_j	8	9	7	8	10
d_j	16	14	18	17	15

2. Definición de conjunto de tareas

El conjunto de tareas se determinará mediante la información obtenida del taller. Definiendo cada una de las tareas, que en este caso es la reparación de cada una de las máquinas las cuales conforman el conjunto de las tareas, cada una con su tiempo de liberación, tiempo que se tarda en reparar y el tiempo de entrega.

3. Definición del tipo de problema.

Para definir el problema que se presenta tomamos en cuenta los datos que se conocen y mediante ellos se comienza a dar forma a este mismo. Como punto de partida, tomamos como referencia la nomenclatura y estructura que maneja el Matlab. La estructura manejada para la aplicación es " $\alpha|\beta|\gamma$ " (alfa|beta|gamma). Para definir α se toma en cuenta el cómo se interactúa en el proceso, haciendo enfoque a quien hará el proceso, pudiendo ser máquinas u operadores como en el caso del taller JUFÍ que es un mecánico. Para β , se describirán las restricciones que se presentan en el proceso, en el problema actual se presentan el no poder repetir la reparación y la recepción de las refacciones. Por último para γ se contemplará la mejora a conseguir, la cual en el taller es el tiempo de entrega.

4. Elegir y correr el algoritmo.

Existen ya una gran cantidad de algoritmos que se han implementado para la solución de problemas similares al que se presenta. Ya definido el problema la solución se realizará de manera sencilla por parte de la

aplicación del Matlab debido a que este tiene una velocidad de análisis muy efectiva. Dentro del Toolbox TORSICHE se encuentra el algoritmo de Horn que será el utilizado para dar solución al problema presentado en JUI.

5. Análisis y resultados.

Con los datos arrojados por el algoritmo corrido en el paso anterior se procede hacer un análisis factible, además de la validación de resultados.

RESULTADOS

Para definir el conjunto de tareas en Matlab se establecen las tareas con los datos recopilados que se muestran en la tabla 1. Haciendo uso del comando task se puede realizar esta función.

```
>> t1=task ('Peine',0.7,8, inf,15);
```

De la misma manera se tiene que realizar para todas las tareas.

```
>> t2=task ('Gancho',1.4,9, inf,13);  
>> t3=task ('General',0.7,7, inf,17);  
>> t4=task ('Gancho2',1.4,8, inf,16);  
>> t5=task ('Barra',1.4,10, inf,14);
```

La unión de las tareas se puede realizar con el comando taskset guardándolo en una variable como se muestra a continuación.

```
T=taskset ([t1 t2 t3 t4 t5]);
```

A partir de este punto se define el tipo de problema de acuerdo a la clasificación que maneja el Toolbox que es $(\alpha|\beta|\gamma)$, así permitiéndole a la interfaz que pueda hacer el análisis de manera correcta (R. L. Graham, 1979). Se comienza interpretando el problema. En el caso actual quien trabajara sobre las maquinas es un solo procesador por lo cual en el lenguaje de la interfaz se maneja como "1", de esta manera será tomado como α . Para β se definen el cómo se trabajará, para esto tomaremos las restricciones como lo son la entrega del material y el que las reparaciones no se podrán repetir, esto lo definiremos en Matlab como "pmtn" y "rj". Y por último y será la medida de desempeño que se trata de conseguir, está la denotaremos por "Lmax" referente al tiempo de entrega de cada tarea. Con esto tenemos definido el problema como se muestra a continuación.

```
1|pmtn, rj|Lmax
```

Para alimentar la interfaz con la definición del problema se asigna una variable y se utiliza el comando "problem" como se muestra a continuación

```
>> prob=problem ('1|pmtn, rj|Lmax');
```

El Toolbox TORSICHE Scheduling cuenta con códigos de algoritmos predeterminados que pueden ayudar a dar solución de manera más rápida. Para el caso práctico el que corre mejor de acuerdo al problema en este caso en particular el algoritmo que realiza el análisis de tal problemática es el algoritmo de Horn basado en (Horn, 1974). Se muestra a continuación debido a los factores con los que se cuenta y este será el cual se correrá.

```
TS=horn (T, prob)
```

Por último, el algoritmo arrojará los datos analizados y utilizando el comando plot te permitirá observar gráficamente la solución.

```
>> plot(TS,'proc',0);
```

De acuerdo a los datos arrojados se puede observar que la distribución se manifiesta de una manera uniforme y se cubren de manera correcta los tiempos sin permitir el ocio, así como terminando las tareas asignadas para su entrega en el tiempo asignado. Por otra parte, en forma de contrastar el hecho de que la utilización de la interfaz se puede ver, que de la manera anterior se determinaría su solución de acuerdo a la experiencia que se tiene pudiendo haber llegado a la solución presentada, claro está dependiendo a la experiencia misma del analista, lo cual nos dejaría con un sesgo más amplio para determinarla y pudiendo llevar un mayor tiempo para su obtención que con el software.

La capacidad observada de la interfaz teniendo en cuenta que fue utilizada en un equipo de capacidad promedio fue bastante satisfactoria. El análisis y solución arrojada por el software fue hecho de una manera bastante eficiente.

En cuanto el resultado arrojado se observa en el diagrama que se muestra a continuación en la Figura 1.

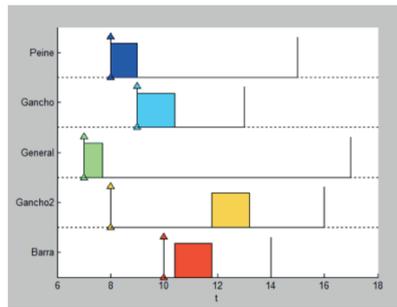


Figura 1. Diagrama de tiempos de procesamiento óptimo. Elaborado en Matlab 2013, Toolbox TORSCHÉ.

CONCLUSIONES

Los problemas que se encuentran en la vida real suelen necesitar una gran capacidad de análisis para poder llegar a su solución, pero debido a que estamos en un mundo ya globalizado la competencia entre empresas es constante y también por este motivo es necesario que el análisis sea lo más rápido posible, esto puede llevar a los analistas a cometer errores. La idea desarrollada en el proyecto puede llegar a ser de impacto al tiempo del análisis ya que si bien se sabe que un problema sencillo un analista puede desarrollarlo sin problema alguno conforme estos se vuelvan más extensos y con más variables su tiempo de análisis también aumenta con ellos, además de la probabilidad de cometer errores.

En un caso más particular se puede concluir para el caso práctico que la solución resultante fue bastante buena ya que no se desarrolló ningún tipo de tiempo muerto entre cada operación. Otra forma de observar la eficiencia que se logró con la utilización del Matlab fue la velocidad del análisis y que el tiempo que más cerca estuvo a su fecha límite fue la tarea cinco con un tiempo suficiente de más de dos horas de ventaja. Se puede decir que ya en práctica influyen otros factores a estos tiempos y la Inteligencia Artificial aun cuenta con bastante capacidad para explotar.

Con anterioridad la planeación de este proceso se hacía de forma empírica, lo que traía consigo consecuencias de que el tiempo no se aprovechará de la manera correcta. Por lo tanto, el tiempo del trabajo de reparación era más elevado y su productividad diaria disminuía. Los tiempos de ejecución hechos de forma empírica hubiese alcanzado incluso dos horas más a comparación de cómo se determinó con ayuda de la Inteligencia Artificial. Por lo tanto, se presenta como un excelente complemento el uso de estas aplicaciones. Por otra parte, mi participación en esta edición del Verano de la Ciencia Región Centro fue totalmente satisfactoria, pudiendo adquirir conocimientos y competencias que sé me serán de utilidad tanto para mi vida profesional como para la personal. Siendo mi primera participación en un evento de carácter científico, me llevo la motivación para seguir en este ramo y buscar ampliar mis conocimientos.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al 19° Verano de la Ciencia Región Centro por la experiencia obtenida debido a mi participación en esta edición y por el apoyo económico brindado. También al Instituto tecnológico Superior de Purísima del Rincón por dejarme formar parte de esta gran experiencia llena de aprendizajes y por último, pero no menos importante al Investigador M.I.I. Luis Fernando Villanueva Jiménez por hacerme participe en su proyecto de investigación y desarrollar experiencia en el campo de investigación y el compartir sus conocimientos y experiencias.

BIBLIOGRAFIA

- Blazewicz, J., & K. H. (2001). Scheduling Computer and Manufacturing Processes. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH.
- Horn, W. A. (1974). Some Simple Scheduling Algorithms. *Naval Res. Logist. Quart.*
- J. Blazewicz, J. K. (1983). Scheduling subject to resource constraints: classification and complexity. *Discrete Math.*
- K. M., & S. P. (2010). TORSCHÉ Scheduling Toolbox for Matlab. Praga.
- K. Mallikarjuna. (2014). A Review On Job Shop Scheduling Using Non-Conventional Optimization Algorithm. *Journal of Engineering Research and Applications*, 11-19.
- Luque, G. (2006). Resolución de Problemas Combinatorios. Málaga: UNIVERSIDAD DE MÁLAGA.
- Michael Pinedo. (2002). Scheduling. Prentice Hall.
- Philippe, B. (2001). CONSTRAINT-BASED SCHEDULING: Applying Constraint Programming to Scheduling Problems. New York: SPRINGER SCIENCE+BUSINESS MEDIA.
- R. L. Graham, E. L. (1979). Optimization and approximation in deterministic sequencing and scheduling theory: a survey. *Discrete Math.*
- Vicentini, F. (2003). Algoritmos heurísticos y el problema de job shop scheduling. S. P.

DISEÑO DE UN CALENTADOR DE AGUA DOMESTICO MEDIANTE INDUCTANCIA MAGNÉTICA DE BAJO CONSUMO ENERGÉTICO Y CERO EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Karina Jahel Aguilar Nolasco 1 y Ángel Karim Mandujano Gaytán 2

RESUMEN

De las cuatro fuerzas fundamentales del universo el electromagnetismo es el que más ha sido de utilidad para la humanidad en cuanto al desarrollo de tecnología se refiere, prueba de ello es que solo basta con observar a nuestro alrededor, donde prácticamente en todo lugar existe algún dispositivo o máquina que funcione con energía eléctrica. Como cimiento del proyecto se encuentra la susodicha fuerza o interacción fundamental, la cual permite el fenómeno de la inducción, misma que se utilizó para desarrollar el diseño de un calentador de agua mediante pruebas de temperatura con uso de una hornilla de inducción y ayuda de software CAD. El diseño incluye: el tipo de calentador, disposición de elementos principales y la potencia del mismo.

ABSTRACT

Of the four fundamentals forces in the universe, the electromagnetism is the one that has been utilized for the humanity in development of technologic, proof of those is that just to observe our around, where practically in all places exist some devices or machine that works with electric energy. How source of this project are the above fundamental force or interaction, the as allow the induction phenomenon, same that was used for the design of a heat water through temperature tests with use of induction stove and help of CAD software. The design include: the type of heat water, arrangement of mains elements and the power himself.

Palabras Clave: Inducción electromagnética, resonancia, circuito ZVC, convección, diseño.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día vivimos en un mundo globalizado donde la tendencia es la innovación tecnológica, y por ende se ha buscado llegar hasta puntos altos de tecnología dejando a un lado un problema importante que es el calentamiento global, provocada altos índices de contaminación, un factor de este problema es la emisión de gases de efecto invernadero los cuales se ven reflejado de manera específica en el dióxido de carbono (CO₂) que refiere a la quema de combustibles fósiles entre otros.

La Secretaría Nacional de Energía (SENER), reporta que los índices por el consumo de gas LP (Combustible fósil), haciende por cápita a 63 Kg al año y a 313 Kg por vivienda, el precio promedio por Kg se encuentra entre \$14.66 y \$15.49, si el INEGI, en el 2015 censo a 119 millones 530 mil 753 habitantes el consumo de gas LP sería de 7,530 millones 437 mil 439 kilogramos por lo que el costo se eleva a \$120,411,690,000,000. Un estudio realizado por una compañía de productos higiénicos obtuvo datos estadísticos donde reporta que hombres se asean de 3 a 4 veces por semana mientras que las mujeres 5 a 7 días por semana, por lo que al requerir un asea utilizan el calentamiento de agua, actualmente del consumo de gas el 50% se utiliza para la ducha y el otro 50% para otros usos domésticos.

Al buscar opciones que les satisfagan las necesidades de contar con agua caliente se encuentran con la opción de un boiler convencional, un calentador solar o bien calentador por resistencia eléctrica, pero al ser contrastados unos con otros podemos ver que el boiler convencional refleja un gasto altísimo de dinero, además de ser un elemento que conlleva a la contaminación.

Los calentadores solares son amigables con el medio ambiente pero su adquisición es costosa además de que no son manipulables es decir su funcionamiento se basa la situación climática, por lo que al no tener un clima soleado no se tendrá agua caliente.

Un novedoso artefacto es el boiler de resistencia el cual ya está en el mercado, pero pese a que no libera gases genera uno de los más altos costos desde la adquisición hasta la instalación debido a que su consumo de energía eléctrica sobrepasa los 2000W, por lo que requiere otro tipo de instalación eléctrica que la convencional para un hogar.

La inducción electromagnética se puede utilizar para calentar materiales metálicos y con ello otro tipo de materia, caso de las estufas de inducción que calientan el recipiente y este a su vez calienta los alimentos. El diseño del calentador de agua busca erradicar las áreas de oportunidad que presentan los otros tipos de calentadores de agua. Esto se pretende lograr utilizando un circuito resonante para calentar un recipiente que contiene agua o un serpentín para el mismo fin, ya sea si el diseño se considera como calentador con tanque o como calentador de paso respectivamente. Dentro del diseño también implica las dimensiones que deberían tener el tanque o el serpentín. También se tiene como objetivo utilizar un circuito con un consumo no mayor a los 1000W.

MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo del proyecto es necesario conocer por lo menos cosas básicas de los diversos temas que a continuación se mencionan.

Circuito ZVS (Zero Voltage Switching)

Convertor común de onda cuadrada, también puede ser considerado como un PWM (Modulación de ancho

de pulso) pero en general con una frecuencia de operación variable. En la figura 1 se muestra una comparación entre la modulación de onda cuadrada y la conmutación de cero voltaje (ZVS)

La regulación de voltaje se consume por el ajuste de un ciclo efectivo, llevado a cabo por la variación de frecuencia de conversión.

Este circuito es el encargado de generar la resonancia.

lab (Kutil & Sucha, 2010). Se pretende que agilice el tiempo de análisis en tales casos, tomando como caso práctico el presentado en el taller JUFU y con la implementación de esta Inteligencia Artificial. Con la implementación de los algoritmos que se presentan en el Toolbox TORSCHÉ Scheduling también se pretende

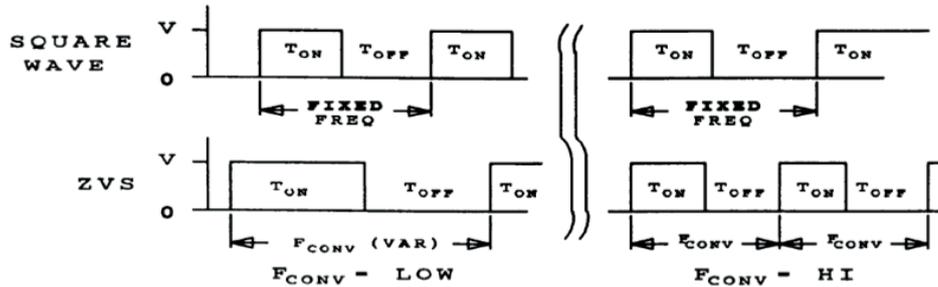


Figura 1. Modulación de onda cuadrada vs. ZVS

Resonancia

Fenómeno que se presenta en varias ramas de la física y que para nuestro caso se trata de la resonancia eléctrica, es decir la manifestación producida cuando en un circuito eléctrico con elementos reactivos (capacitores e inductores), se anulan entre si sus reactivancias capacitivas e inductivas.

Existe una determinada frecuencia en la que este fenómeno aparece y es llama “frecuencia de resonancia”, la cual se puede calcular mediante la ecuación 1).

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L*C}} \quad (1)$$

Inducción electromagnética

La ley de Faraday

El cambio del entorno magnético en un cable genera un voltaje.

Este voltaje en una bobina es el calculado conociendo el número de vueltas de la bobina (N) y el cambio del flujo magnético ($d\phi$) por la ecuación 2).

$$\varepsilon = -N \frac{d\phi}{dt} \quad (2)$$

Calentamiento por inducción

En un circuito resonante se requiere un elemento metálico que sea el que sirva para de cierta manera cerrar el circuito de tal forma que el resultado sea algo parecido a un transformador, por esa razón al inducirle un voltaje a un objeto ferromagnético para calentarlo mediante una bobina, este en su interior lleva una corriente denominada corriente inducida o corriente de Foucault, la cual es en realidad la causante del calentamiento por efecto Joule y la cual puede ser representada por la ecuación 3), donde P es la potencia disipada, i_f la corriente que circula por el objeto ferromagnético y R_{eq} la resistencia equivalente del mismo.

$$P = i_f^2 \cdot R_{eq} \quad (3)$$

Dimensiones del recipiente

Para calcular la altura que debía de tener el recipiente para almacenar 10 litros de agua solo se utilizó la fórmula del volumen de un cilindro, considerando las dimensiones de la bobina del circuito para calentar por inducción.

Obtención de datos

Para la obtención de datos que fueran de utilidad para definir partes esenciales dentro del diseño del calentador por inducción se realizaron pruebas con artículos de composición ferrosa para que de este modo pudiera generar un campo magnético entre la bobina y el recipiente obteniendo lo buscado, es decir el calentamiento, las primeras pruebas se basaron en el calentamiento de un litro de agua hasta ascender a los 5 litros, midiendo el tiempo que tardaba en llegar hasta alcanzar los 60°C, temperatura a la que se fabrican los otros calentadores.

Todas estas mediciones requirieron de los siguientes instrumentos: Termómetro, cronometro, recipiente ferromagnético, hornilla de inducción y soporte universal.

Generación de calor

Para conocer la energía necesaria para que un volumen de 10 litros de agua a temperatura ambiente eleve la misma hasta 60°C, se utilizó la ecuación 4).

$$Q = mC_p \Delta T \quad (4)$$

Simulaciones

Con la ayuda de software de diseño, se realizaron algunas simulaciones para conocer si realmente era viable utilizar por ejemplo una determinada geometría del recipiente para calentar el agua, el material y el calibre de la lámina para el recipiente.

Asimismo se simuló la distribución del calor en el agua tomando el volumen de 10 litros.

RESULTADOS

De acuerdo a consideraciones como las eficiencias permitidas por la NOM-003-ENER-2011, y otros factores como los consumos de corriente se llegó a que lo más adecuado sería proponer el diseño de un calentador de agua con recipiente, ya que además de lo mencionado es mucho más complicado el diseño de un calentador de paso.

Al contar con las dimensiones de la bobina que eran las siguientes: 15 cm de radio y una altura de 1.5 cm, se propuso que las dimensiones del recipiente se basaran en ellas con lo que la altura del recipiente dio de 58.5 cm.

Material

El material para construir el recipiente tenía que ser ferromagnético, no corrosivo e inoxidable, con lo que después de investigar se encontró con el aluminio inoxidable 304 de calidad no muy buena contaba con dichos requisitos, también se consideró que fuera de un calibre adecuado el cual se tomó como de calibre 18 (1.2mm).

Datos

De las temperaturas medidas se obtuvo que tarda 15 minutos aproximadamente en elevar la temperatura de 5 litros de agua de 24°C hasta 60°C con una tendencia lineal.

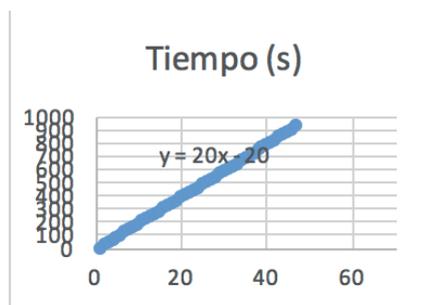


Figura 1. Tendencia lineal de la temperatura del agua, el 0 del eje horizontal equivale a 24°C.

Generación de calor

Para elevar la temperatura de 10 litros de agua se requiere una energía de 1589.92 KJ, que convirtiendo a watts utilizando el tiempo que tarda en elevarse la temperatura (15 min) da como resultado 1766.57 W.

Dicha potencia sería la necesaria para que en 15 minutos se alcance la temperatura de 60°C, como se propuso utilizar un circuito que proporciona 1000W, analizando la situación, se llegó a la conclusión de que teóricamente el circuito sería capaz de entregar el doble, si la bobina que calienta por inducción se posiciona de tal manera que se utilicen los dos lados de la bobina, porque al ser una bobina que solo utiliza un lado del campo magnético, se supuso que al utilizar ambos lados del mismo sería más eficiente.

Simulaciones

El recipiente se dibujó contemplando una ranura de forma tal que en ella la bobina de calentamiento se coloque de forma que se utilicen ambos lados de la bobina, en la parte más alta se contempló el espacio para los barrenos donde se colocarían los tubos de entrada y salida del agua, estos se contemplaron de $\frac{3}{4}$ ", además de colocar un sensor de temperatura dentro del recipiente.

Dentro de las simulaciones también se realizó una para conocer la forma en que se distribuye el calor por el agua contenida en el recipiente de 10 litros de capacidad, con la que se obtuvo que en 15 minutos es suficiente tiempo para que el agua llegue a una temperatura de 60°C.

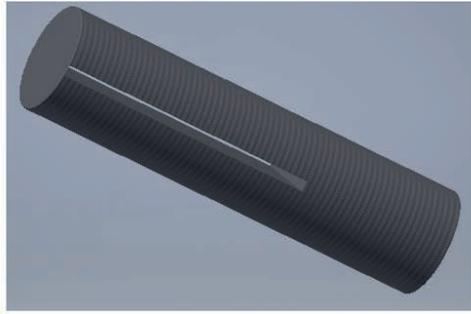


Figura 2. Modelo del recipiente.

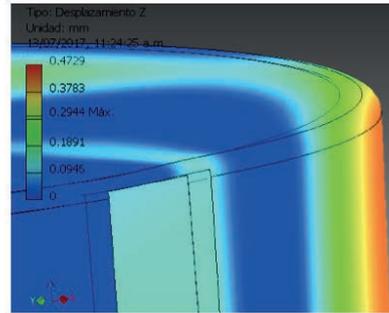


Figura 3. Simulación presión de 800 KPa.

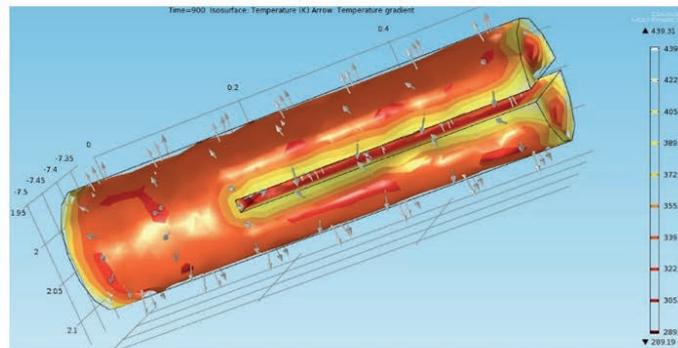


Figura 4. Simulación distribución de calor en el agua.

CONCLUSIONES

Toda innovación o creación debe de tener un propósito es decir la razón de ser, pero que en base a esta razón busque la integración de más áreas de desarrollo es decir un bien común, dado que si una idea es buena pero no ayuda ni impacta simplemente no tiene un gran horizonte.

En la confección de una innovación de los calentadores de agua se pretende integrar más beneficiados en su posible aplicación debido a que con estos se concentra más peso a la razón de ser de esta innovación.

Aunque el producto de investigación se quedó en la fase de diseño fue un trabajo pesado dado que hay muchos factores que intervienen en el proceso además de que fue un trabajo multidisciplinario, lo cual amplió las distintas perspectivas de cada uno de los integrantes.

BIBLIOGRAFÍA

Libros

Cengel, Y. (2007). *Transferencia de calor un enfoque práctico*, México: McGraw-Hill Editorial.

Artículos en línea

ANDREYCAK, B. (1999). "Zero Voltage Switching Resonant Power Conversion". Consultada en <http://www.ti.com/lit/ml/slup089/slup089.pdf> (fecha de consulta 07-06-2017).

KEEPING, S. (2014). "Una revisión de la conmutación de cero voltaje y su importancia para la regulación de voltaje". Consultada en <https://www.digkey.com.mx/es/articles/techzone/2014/aug/a-review-of-zero-voltage-switching-and-its-importance-to-voltage-regulation> (fecha de consulta 09-06-2017).

DOF, (2011). "Norma Oficial Mexicana NOM-003-ENER-2011, Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado." Consultada en <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4458/sener/sener.htm> (fecha de consulta 30-06-2017).

PERALTA, J. (2009). "El fenómeno de la resonancia". Consultada en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3694141.pdf> (fecha de consulta 08-06-17).

GONZALES, W. (2013). "Diseño y construcción de bobinas de calentamiento para hornos de inducción Electromagnética". Consultada en http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212013000100004 (fecha de consulta 12-06-17).

DISEÑO DE UN CALENTADOR DE AGUA DOMESTICO MEDIANTE INDUCTANCIA MAGNÉTICA DE BAJO CONSUMO ENERGÉTICO Y CERO EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Víctor Manuel Carpio Verdín 1 y Ángel Karim Mandujano Gaytán 2

RESUMEN

Durante el desarrollo del proyecto se propuso un diseño básico para un calentador de agua aprovechando el fenómeno de la inducción. El proyecto se realizó porque las tecnologías que utilizan los calentadores son poco eficientes, el calentamiento por inducción es muy efectivo y además no resulta peligroso. Se llevó a cabo mediante pruebas de temperatura con uso de una hornilla de inducción y ayuda de software CAD y CAE. Asimismo, se llegaron a determinar las dimensiones del contenedor, el material y calibre de la lámina para el mismo, el tiempo aproximado de calentamiento con potencia de 1000W y también las bases para en un futuro construir un prototipo.

ABSTRACT

During the development of project was proposed a basic design for a heat water use of the phenomenon of induction. The project was realized because the technologies that use the heat water are inefficient, the induction heating is very effective and moreover isn't result dangerous. It was carried out through temperature tests with use of induction stove and help of CAD and CAE software. In like manner, were determined the container's dimensions, the material and caliber of sheet for container, the approximate time of heating use a 1000W power and also the bases for a in a future to construct a prototype.

Palabras Clave: Inducción electromagnética, resonancia, circuito ZVC, convección, diseño.

INTRODUCCIÓN

La contaminación en nuestro azul planeta representa un problema de cantidades estratosféricas y además con consecuencias cada vez más notorias, reflejadas en la salud de la flora y fauna de la Tierra, pruebas de ello es el smoke en las grandes ciudades y el derretimiento de parte de los casquetes polares. Una gran parte de esa contaminación es debida a las emisiones de gases de efecto invernadero, y más específicamente las de dióxido de carbono (CO₂) son producto de la quema de combustibles fósiles, entre otros.

Los humanos calientan agua para asearse, lo cual logran ya sea exponiendo el agua ante una flama o algún otro tipo de método de calentamiento de agua. Es evidente que al calentar agua con fuego se contamina mucho porque es más que conocido que la energía calorífica del fuego no se aprovecha al máximo, este es el caso de los calentadores de agua convencionales, que además resulta peligroso para las personas que los utilizan. Claro está que con fuego no es la única forma en que se calienta el agua, también se tienen los calentadores que utilizan resistencias eléctricas para lograr sus propósito, empero el consumo de energía es muy elevado, siendo los calentadores de menor consumo de potencias por encima de los 2000W. Cosa que representa un aumento en la cantidad de dinero que se paga por el consumo de energía eléctrica.

El más reciente dispositivo para calentar agua para uso doméstico, está dada por los calentadores solares que no dañan al medio ambiente, lo cual es grandioso, sin embargo no es accesible para todo tipo de personas, porque existe un desbalance económico alrededor del mundo. Además los calentadores solares son más útiles en realidad en temporadas donde el clima es más frio que en temporadas cálidas, gracias a lo caprichoso que somos los humanos.

La inducción electromagnética se puede utilizar para calentar materiales metálicos y con ello otro tipo de materia, caso de las estufas de inducción que calientan el recipiente y este a su vez calienta los alimentos. El diseño del calentador de agua busca erradicar las áreas de oportunidad que presentan los otros tipos de calentadores de agua. Esto se pretende lograr utilizando un circuito resonante para calentar un recipiente que contiene agua o un serpentín para el mismo fin, ya sea si el diseño se considera como calentador con tanque o como calentador de paso respectivamente. Dentro del diseño también implica las dimensiones que deberían tener el tanque o el serpentín. También se tiene como objetivo utilizar un circuito con un consumo no mayor a los 1000W.

MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo del proyecto es necesario conocer por lo menos cosas básicas de los diversos temas que a continuación se mencionan.

Circuito ZVS (Zero Voltage Switching)

Convertor común de onda cuadrada, también puede ser considerado como un PWM (Modulación de ancho de pulso) pero en general con una frecuencia de operación variable. En la figura 1 se muestra una comparación entre la modulación de onda cuadrada y la conmutación de cero voltaje (ZVS)

La regulación de voltaje se consume por el ajuste de un ciclo efectivo, llevado a cabo por la variación de frecuencia de conversión.

Este circuito es el encargado de generar la resonancia.

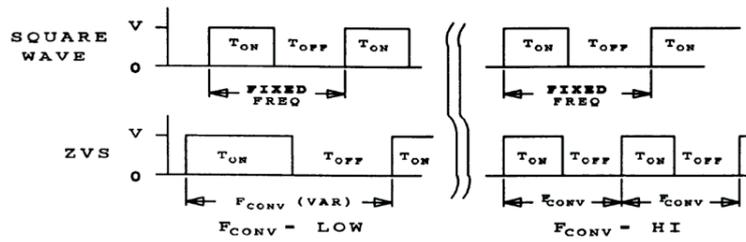


Figura 1. Modulación de onda cuadrada vs. ZVS

Resonancia

Fenómeno que se presenta en varias ramas de la física y que para nuestro caso se trata de la resonancia eléctrica, es decir la manifestación producida cuando en un circuito eléctrico con elementos reactivos (capacitores e inductores), se anulan entre si sus reactancias capacitivas e inductivas.

Existe una determinada frecuencia en la que este fenómeno aparece y es llama “frecuencia de resonancia”, la cual se puede calcular mediante la ecuación 1).

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L * C}} \quad (1)$$

Inducción electromagnética

La ley de Faraday

El cambio del entorno magnético en un cable genera un voltaje.

Este voltaje en una bobina es el calculado conociendo el número de vueltas de la bobina (N) y el cambio del flujo magnético ($d\phi$) por la ecuación 2).

$$\varepsilon = -N \frac{d\phi}{dt} \quad (2)$$

Calentamiento por inducción

En un circuito resonante se requiere un elemento metálico que sea el que sirva para de cierta manera cerrar el circuito de tal forma que el resultado sea algo parecido a un transformador, por esa razón al inducirle un voltaje a un objeto ferromagnético para calentarlo mediante una bobina, este en su interior lleva una corriente denominada corriente inducida o corriente de Foucault, la cual es en realidad la causante del calentamiento por efecto Joule y la cual puede ser representada por la ecuación 3), donde P es la potencia disipada, i_f la corriente que circula por el objeto ferromagnético y R_{eq} la resistencia equivalente del mismo.

$$P = i_f^2 \cdot R_{eq} \quad (3)$$

MÉTODOS Y MATERIALES

Dimensiones del recipiente

Para calcular la altura que debía de tener el recipiente para almacenar 10 litros de agua solo se utilizó la fórmula del volumen de un cilindro, considerando las dimensiones de la bobina del circuito para calentar por inducción.

Obtención de datos

Con el fin de recopilar datos reales del proceso de calentamiento por inducción del agua, se registraron las temperaturas promedio de un volumen de 5 litros de agua, durante el tiempo requerido para que el agua pasase de la temperatura ambiente hasta una temperatura de 60°C, debido a que dicha temperatura es la común entre los calentadores de agua convencionales.

Para realizar lo anterior se requirió de una hornilla de inducción y un recipiente ferromagnético donde se vertió el agua, además de un termómetro y un cronometro.

Generación de calor

Para conocer la energía necesaria para que un volumen de 10 litros de agua a temperatura ambiente eleve la misma hasta 60°C, se utilizó la ecuación 4).

$$Q = mC_p \Delta T \quad (4)$$

Simulaciones

Con la ayuda de software de diseño, se realizaron algunas simulaciones para conocer si realmente era viable utilizar por ejemplo una determinada geometría del recipiente para calentar el agua, el material y el calibre de la lámina para el recipiente.

Asimismo se simuló la distribución del calor en el agua tomando el volumen de 10 litros.

RESULTADOS

De acuerdo a consideraciones como las eficiencias permitidas por la NOM-003-ENER-2011, y otros factores como los consumos de corriente se llegó a que lo más adecuado sería proponer el diseño de un calentador de agua con recipiente, ya que además de lo mencionado es mucho más complicado el diseño de un calentador de paso.

Al contar con las dimensiones de la bobina que eran las siguientes: 15 cm de radio y una altura de 1.5 cm, Se propuso que las dimensiones del recipiente se basaran en ellas con lo que la altura del recipiente dio de 58.5 cm.

Material

El material para construir el recipiente tenía que ser ferromagnético, no corrosivo e inoxidable, con lo que después de investigar se encontró con el aluminio inoxidable 304 de calidad no muy buena contaba con dichos requisitos, también se consideró que fuera de un calibre adecuado el cual se tomó como de calibre 18 (1.2mm).

Datos

De las temperaturas medidas se obtuvo que tarda 15 minutos aproximadamente en elevar la temperatura de 5 litros de agua de 24°C hasta 60°C con una tendencia lineal.

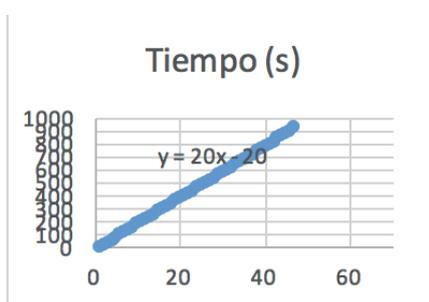


Figura 1. Tendencia lineal de la temperatura del agua, el 0 del eje horizontal equivale a 24°C.

Generación de calor

Para elevar la temperatura de 10 litros de agua se requiere una energía de 1589.92 KJ, que convirtiendo a watts utilizando el tiempo que tarda en elevarse la temperatura (15 min) da como resultado 1766.57 W.

Dicha potencia sería la necesaria para que en 15 minutos se alcance la temperatura de 60°C, como se propuso utilizar un circuito que proporciona 1000W, analizando la situación, se llegó a la conclusión de que teóricamente el circuito sería capaz de entregar el doble, si la bobina que calienta por inducción se posiciona de tal manera que se utilicen los dos lados de la bobina, porque al ser una bobina que solo utiliza un lado del campo magnético, se supuso que al utilizar ambos lados del mismo sería más eficiente.

Simulaciones

El recipiente se dibujó contemplando una ranura de forma tal que en ella la bobina de calentamiento se coloque de forma que se utilicen ambos lados de la bobina, en la parte más alta se contempló el espacio para los barrenos donde se colocarían los tubos de entrada y salida del agua, estos se contemplaron de 3/4", además de colocar un sensor de temperatura dentro del recipiente.

Dentro de las simulaciones también se realizó una para conocer la forma en que se distribuye el calor por el agua contenida en el recipiente de 10 litros de capacidad, con la que se obtuvo que en 15 minutos es suficiente tiempo para que el agua llegue a una temperatura de 60°C.



Figura 2. Modelo del recipiente.

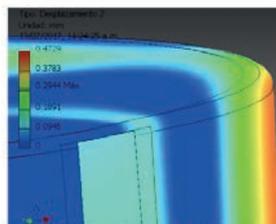


Figura 3. Simulación presión de 800 KPa.

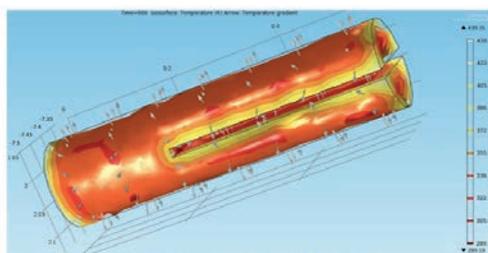


Figura 4. Simulación distribución de calor en el agua.

CONCLUSIONES

El proceso de diseñar cualquier objeto es largo y además debe de contemplar muchas variables y en el caso de un calentador de agua no es la excepción. Las expectativas antes de realizar el proyecto eran interesantes y después de estar trabajando en él se obtuvo más noción de todo lo que engloba un diseño, desde buscar los fenómenos físicos que involucra, los materiales más adecuados en cuanto costo-beneficio, hasta simulaciones para conocer una aproximación de cómo puede comportarse algún objeto sometido por ejemplo a un esfuerzo de tensión.

Con todo lo aprendido se llega a la conclusión de que para realizar un buen proyecto se requiere que sea interdisciplinario.

Por último, el calentamiento por inducción es fascinante y además un tanto cuanto complicado de explicar matemáticamente, pero de lo que no cabe duda es que puede seguir ayudando a que el ser humano cumpla sus necesidades.

BIBLIOGRAFÍA

Libros

Cengel, Y. (2007). Transferencia de calor un enfoque práctico, México: McGraw-Hill Editorial.

Artículos en línea

ANDREYCAK, B. (1999). "Zero Voltage Switching Resonant Power Conversion". Consultada en <http://www.ti.com/lit/ml/slup089/slup089.pdf> (fecha de consulta 07-06-2017).

KEEPING, S. (2014). "Una revisión de la conmutación de cero voltaje y su importancia para la regulación de voltaje". Consultada en <https://www.digikey.com.mx/es/articles/techzone/2014/aug/a-review-of-zero-voltage-switching-and-its-importance-to-voltage-regulation> (fecha de consulta 09-06-2017).

DOF, (2011). "Norma Oficial Mexicana NOM-003-ENER-2011, Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado." Consultada en <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4458/sener/sener.htm> (fecha de consulta 30-06-2017).

PERALTA, J. (2009). "El fenómeno de la resonancia". Consultada en <https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/3694141.pdf> (fecha de consulta 08-06-17).

GONZALES, W. (2013). "Diseño y construcción de bobinas de calentamiento para hornos de inducción Electromagnética". Consultada en http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212013000100004 (fecha de consulta 12-06-17).

FOTOPOLIMERIZACIÓN DE MATERIALES COMPUESTOS BASADOS EN SISTEMAS EPOXI-GRAFENO

María Fernanda Torres Rueda y M.C Aida Esmeralda García Valdez

RESUMEN

El presente trabajo comienza con la obtención de un polímero dopado con grafeno conductor eléctrico y térmico para ser usado como un recubrimiento, usando resina epoxica BADG y Grafeno mediante el proceso de polimerización con luz ultra violeta, adicionándose PTKMP y un endurecedor sintetizado en el laboratorio (ALA4), en un periodo de 15 minutos a 95°C, las probetas resinicas obtenidas fueron evaluadas su resistividad eléctrica mediante ohm dando valores 10×10^6 , 10×10^9 y 10×10^{12} , se obtuvieron probetas con diferentes concentraciones de grafeno al 5%, 10% y 20%, en la cual la resistividad de 10×10^6 fue en la del 20%

ABSTRACT

The present work begins with the production of a thermally and electrically conductive graphene doped polymer to be used as a coating, using BADG epoxy resin and Graphene by ultraviolet light polymerization, adding PTKMP and a laboratory synthesized hardener (ALA4), in a period of 15 minutes at 95 ° c, the obtained resinic probes were evaluated their electrical resistivity by ohm giving values 10×10^6 , 10×10^9 and 10×10^{12} . Of 5%, 10% and 20% graphene, in which the resistivity of 10×10^6 was in the 20%

PALABRAS CLAVE

GRAFENO, RESINA EPOXICA BADG, FOTOPOLIMERIZACION

INTRODUCCION

Los nanomateriales, es decir, los materiales estructurados a escala nanométrica (10-9m), pueden ser obtenidos a partir de diferentes elementos o compuestos químicos. Entre todos estos, el carbono ha focalizado en mayor grado la atención científica y tecnológica debido principalmente a las propiedades que presentan dos de sus estructuras nanométricas: los nanotubos de carbono y el grafeno. Éste último se presenta como una sola capa atómica de carbono (monocapa atómica), o con un número reducido de capas. La existencia de este nanomaterial se conocía desde hace mucho tiempo, aunque no fue sino hasta el año 2004 que fue producido e identificado por Andre K. Geim y Konstantin S. Novoselov de la Universidad de Manchester en Inglaterra. Dicho logro se dio a través del aislamiento de las primeras hojuelas de espesor atómico de carbono. El carbono tiene varias formas alotrópicas. Los alótropos del carbono pueden ser: • Tridimensionales: grafito • Bidimensionales: grafeno. • Monodimensionales: nanotubos • Cero dimensionales: Fullerenos

El grafeno se considera un relleno de carbono tridimensional con una hoja plana de átomos de carbono unidos por sp² que están densamente empaquetados en una red cristalina de panal, el grafeno exhibe muchas propiedades específicas y útiles tales, como una conductividad térmica excelente, eléctrica, flexible y resistente al impacto.

Las resinas epoxídicas son una clase importante de polímeros reticulados térmicamente o fotoquímicamente con un excelente rendimiento en adhesión, resistencia, rigidez, estabilidad química, térmica, dimensional y resistencia a la fluencia, disolvente. Debido a sus excelentes propiedades físico-químicas, en combinación con la fácil procesabilidad y coste razonable, las resinas epoxi han sido ampliamente utilizadas para aplicaciones polivalentes tales como sellantes, revestimientos metálicos, componentes electrónicos, eléctricos, matriz compuesta, acabado textil y adhesivos estructurales

El objetivo de este trabajo es la obtención de un polímero flexible y resistente para su uso en una impresora 3D

METODOLOGIA

(preparación del grafeno con la resina epoxica)
Pesar 38 g de grafeno
Añadir la resina epoxica (BADG)
Mézcala todo hasta que se muestre una pasta homogénea.
(preparación de las probetas)
mezcala del grafeno con la resina
ALA 4 endurecedor
PTKAMP (fotopolimerizador)
DMPA

Se pesaron diferentes concentraciones de los componentes para realizar las probetas, una vez que esto se mezclaba, se debía reposar un rato para que tomara una consistencia semilíquida y posteriormente se ponía en los moldes de las placas una vez realizado esto se introducía al horno de luz ultra violeta y se dejaba curar durante 15 minutos, se retiraban del horno se desmoldaban, se dejaban enfriar y se etiquetaban con la formulación correspondiente

El 7 de julio 2017 se hizo una prueba de conductividad eléctrica en las diferentes formulaciones de probetas para medir la conductividad eléctrica y ver cuál es la que mejor conductividad eléctrica la reportada fue la de 10×10^6 que es la formulación de 40% Tiol-ene 20% Grafeno

MATERIALES

Horno de luz ultravioleta
Balanza Analítica
Placas de Acero

40% de <u>Tiol-ene</u> 20% de <u>Grafeno</u>	Resistencia eléctrica (OHMS)
1	10^6
2	10^{11}
3	10^{11}
4	10^7
5	10^7
6	10^7
7	10^7

40% <u>Tiol-ene</u> 10% <u>Grafeno</u>	Resistencia eléctrica (OHMS)
1	10^{12}
2	10^9
3	10^2
4	10^{10}
5	10^9
6	10^7
7	10^9
8	10^9
9	10^{12}
10	10^{12}

40% <u>Tiol-ene</u> 5% <u>Grafeno</u>	Resistencia eléctrica (OHMS)
1	10^{12}
2	10^{12}
3	10^{12}
4	10^{12}
5	10^{12}

DISCUSIONES

En la literatura se menciona que a los materiales que presentan baja resistencia eléctrica son buenos conductores eléctricos, mientras los que presentan alta resistencia eléctrica se dice que son aislantes o bien malos conductores eléctricos, esto sucede porque en los que presentan baja resistencia eléctrica existen electrones libres lo que permite sé que transfiera mejor la electricidad, mientras que en los de alta resistencia no hay electrones libres para que esto suceda. La formulación de 40% tiol-ene y 20% de Grafeno está en el límite de ser un buen conductor mientras que las otras formulaciones están en los semiconductores o bien en los valores de los aislantes o malos conductores, el grafeno es un buen conductor eléctrico siempre y cuando se encuentre en concentraciones altas o bien sea puro, puesto que mezclado con las demás sustancias su capacidad de conducir electricidad se verá afectada.



1



2



3



4



5

6

CONCLUSION

El grafeno es un compuesto que se obtiene a partir de la exfoliación de grafito , es altamente conductor eléctrico y térmico cuando este está solo mezclado en la resina epoxica BADGE dando un valor pequeño de 10^{-6} los valores 10^{-9} y 10^{-12} son valores que están entre los semiconductores y los aislantes respectivamente , de las 3 formulaciones la de 40% tiol-ene 20% de grafeno es la que se encuentra en el límite de los conductores ,en donde se tiene una concentración de grafeno del 27% al agregarse las demás sustancia baja su capacidad eléctrica , esto hace que los electrones no se distribuyan bien en la red de polímero, para que exista una buena conductividad eléctrica es necesario una mayor concentración de grafeno , ya que se desea obtener un polímero que sea altamente resistente, pero de igual forma flexible , y que sea buen conductor eléctrico y térmico, esto se busca con el fin de que este material sea igualmente usado tanto como la plata ,el cobre y otros materiales menos caros

BIBLIOGRAFIA

www.elsevier.com/locate/polymer

<http://www.redalyc.org/html/416/41622592003/>

Articulo Revista

Received: 19 August 2014/Accepted: 18 September 2014/Published online: 27 September 2014 Springer Science+Business Media New York 2014

DISEÑO DE UNA INTERFAZ HUMANO MAQUINA PARA CONTROLAR UN ROBOT HUMANOIDE

Gil Peralta, D1 y Pineda Rico, Z.2

RESUMEN

Las interfaces son la conexión distintos sistemas, en este caso se desarrolló una para controlar los movimientos de un robot humanoide por medio de las señales EEG producidas por el cerebro de una persona. Para ello se utilizó el receptor comercial Emotiv para detectar dichas señales del cerebro de una persona mientras pensaba en realizar determinadas acciones, estas fueron enviadas de manera inalámbrica vía de Bluetooth a una computadora, donde eran analizadas y clasificadas, pudiendo diferenciar una acción de otra. Para el robot se eligió uno de tipo humanoide para que facilitar su control al usuario, el mismo fue programado en C++. Posteriormente las ordenes mentales fueron convertidas a un tipo de señal entrada reconocida por el robot vía USB.

ABSTRACT

The interfaces are the connection between different systems, in this case a to control the movements of a humanoid robot in the middle of the EEG signals produced by the brain of a person. The Emotiv commercial receiver to detect such signals from the brain of a person as he thought about performing certain actions, these were sent wirelessly via Bluetooth to a computer, where they were analyzed and classified, being able to differentiate an action by another.

For the robot will chose one of humanoid type to facilitate their control to the user, the same was programd in C++. Mental orders were subsequently converted to a type of input signal is recognized by the robot via USB.

Palabras Clave: EEG, BCI, humanoide.

INTRODUCCIÓN

El rápido avance en el ámbito tecnológico para manejo de información ha permitido el crecimiento en el desarrollo de diversas interfaces para el control de dispositivos robóticos que puedan cumplir con tareas específicas (Wang, F., et al., 2013). Entre estas interfaces se encuentran aquellas controladas por señales biomédicas medidas a través de los electromiogramas EMG o los electroencefalogramas EEG. Las interfaces de control basado en EEG se conocen como Interfaces Cerebro Computadora o BCI (Brain Computer Interface) por sus siglas en inglés. Estas interfaces encuentran diversas aplicaciones en sistemas hápticos, robots interactivos y sistemas autónomos utilizando como señales de control estrategias basadas en neurociencia cognitiva, entre otras.

Una de las razones por las cuales los sistemas BCI han tomado popularidad es su característica de permitir una sensación de naturalidad al momento de interactuar con dispositivos prostéticos diseñados para apoyar las actividades de personas parapléjicas o que les falta algún miembro (Cangelosi, A., 2017). Los sistemas robóticos interactivos, particularmente los robots humanoides, están diseñados de forma que puedan realizar movimientos similares al del ser humano para facilitar la interacción robot-humano (Jiménez Moreno et al., 2013) (Lopes et al., 2007). Estos sistemas han tomado popularidad en la ejecución de diversas funciones tales como: robots de servicio, guías o apoyo, mensajeros o instructores (Morse, A.F. et al., 2015). En (Prataksita, N. et al., 2014) se presenta el desarrollo de un sistema basado en BCI para controlar un robot humanoide de forma semiautónoma que pueda ser utilizado como asistente personal para personas con deficiencia motriz. El sistema presentado aún se encuentra en fase experimental aunque pudo ser utilizado con éxito por 4 sujetos en la ejecución de una tarea específica. En (Luo, Z. et al. 2015) se muestra el diseño de una cada inteligente basada en un sistema de BCI no invasivo que controla el encendido y apagado de las luces, las cortinas y el aire acondicionado. El sistema es funcional para personas de la tercera edad y personas con deficiencia motriz. En una dirección similar, Bell y colaboradores describen un sistema de BCI utilizado para controlar un robot humanoide en la ejecución de diversas tareas como caminar a lugares específicos y recoger diversos objetos. El robot posee cámaras que apoyan el control del sistema basado en EEG, el cual muestra un 95% de precisión (Bell, C.J. et al., 2008). Jiang y colaboradores presentan en (Jiang, J. et al., 2008) una interfaz BCI para controlar un robot humanoide en tareas de navegación con una precisión del 90.7%, todos los usuarios documentados en ese estudio fueron capaces de terminar las tareas de navegación utilizando el sistema. En este trabajo se presenta una interfaz para el control de movimientos de un robot humanoide basada en la interpretación de acciones mentales utilizando un electroencefalograma EMOTIV EPOC. El desarrollo de la interfaz se realizó considerando tres aspectos: que el usuario tenga la capacidad para manejarla, que tenga un buen desempeño, y que el usuario termine por aceptarla (Te'eni, D. et al. 2007).

MÉTODOS Y MATERIALES

El sistema de control usando señales EEG considera un electroencefalograma Emotiv EEG neuroheadset EPOC+ (Figura 1). El dispositivo cuenta con 14 canales o electrodos posicionados de acuerdo al estándar internacional 10-20: AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8, AF4; más 2 electrodos de referencia (Figura 2).

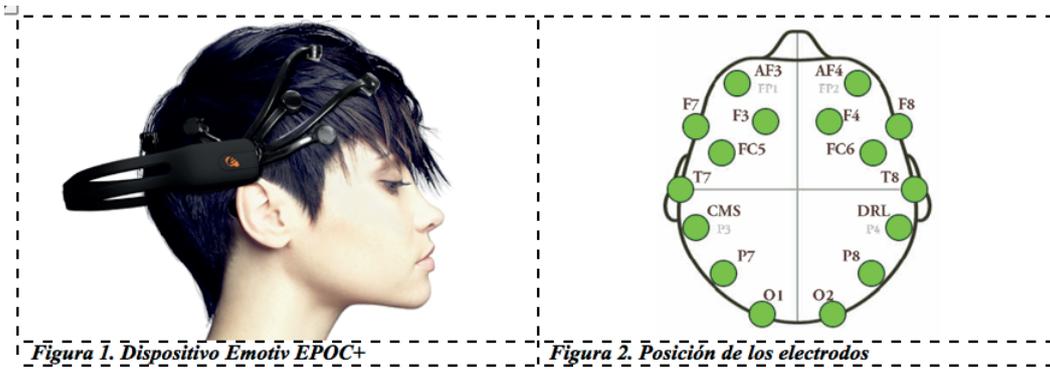


Figura 1. Dispositivo Emotiv EPOC+

Figura 2. Posición de los electrodos

El Emotiv EPOC+ permite obtener las señales EEG producidas al pensar en una acción de manera consciente, las cuales son analizadas y procesadas para distinguir entre diferentes acciones. Para lograr esto es necesario entrenar a un usuario para que pueda utilizar sus pensamientos para controlar el movimiento de un Cubo 3D virtual, mismo al que se le pueden aplicar diversas instrucciones, por ejemplo: empujarlo, atraerlo, moverlo hacia arriba, abajo, izquierda, derecha, girarlo en sentido de las manecillas del reloj y en sentido opuesto (figura 3 y figura 4).

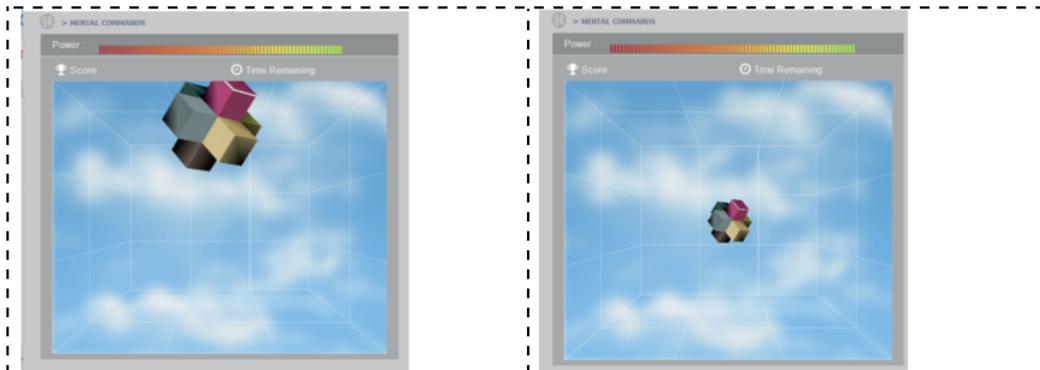


Figura 3. Demostración del comando mental para levantar el cubo.

Figura 4. Demostración del comando mental para empujar el cubo.

El dispositivo a controlar fue un robot humanoide BIOLOID ROBOTIS Premium (figura 5), el cual cuenta con un microcontrolador encargado de supervisar el movimiento del mismo y de la comunicación vía USB con la computadora. El robot posee un control de movimiento en base a códigos pre-programados, control inalámbrico vía infrarrojo y un giroscopio para mantener el equilibrio.

El robot humanoide es completamente programable, configurable y de tipo comercial, en este proyecto se utilizó la configuración de 18 grados de libertad. El programa utilizado para controlar el robot se carga en el controlador CM530 (figura 6), una vez cargada la secuencia de movimiento el controlador envía las órdenes por puerto serial a los 18 servomotores Dynamixel AX-12A (figura 7). El software del robot permite identificar y probar series de instrucciones para el movimiento simple del robot, por ejemplo: mover los brazos, mantener el equilibrio, caminar, etc.; así como la realización de movimientos de mayor complejidad como correr o generar rutinas de baile. Estos movimientos o configuraciones se guardan en archivos “.tsk” y “.mnt”, los cuales son útiles para identificar y probar series de instrucciones para el movimiento simple del robot de acuerdo a la aplicación. Posteriormente estas rutinas se pueden migrar a código C++, lo cual permite generar compatibilidad con otros dispositivos de control.

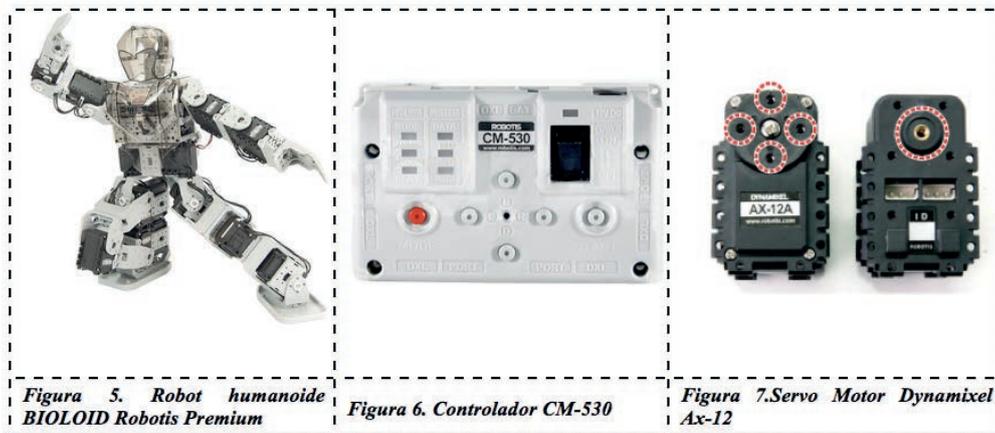


Figura 5. Robot humanoide BIOLOID Robotis Premium

Figura 6. Controlador CM-530

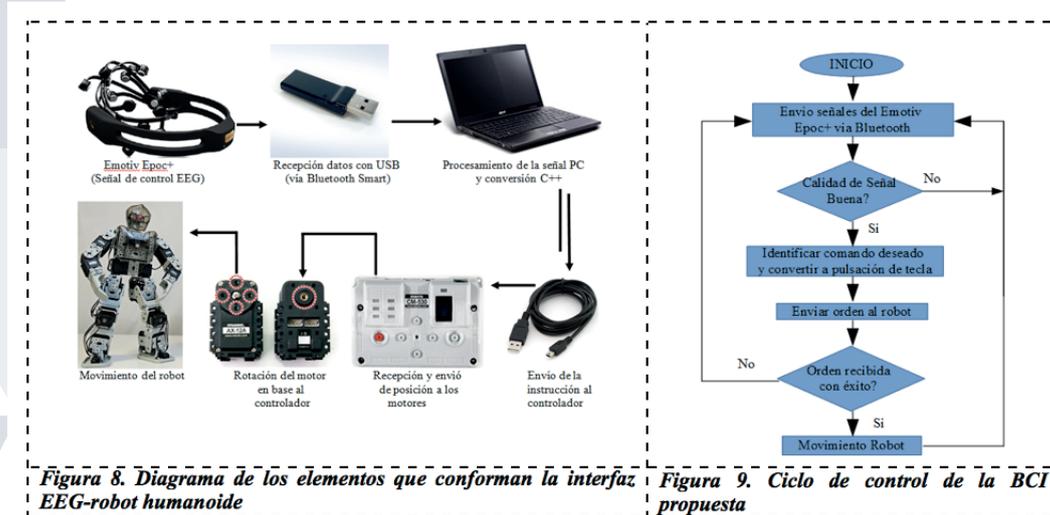
Figura 7. Servo Motor Dynamixel Ax-12

RESULTADOS

Como primera etapa se generó un control simple a base de pulsaciones de tecla utilizando un teclado convencional de PC. Cada una de las teclas representa una instrucción a enviar al robot humanoide. Esta etapa sirvió para crear la conexión entre la PC y el robot humanoide que permitiera ajustar las funciones de la interfaz PC-robot a la interfaz EEG-PC. Como segunda etapa se procedió a realizar una conversión entre la

acción mental pensada por el usuario a una señal de entrada que fuera compatible con el sistema de control del robot desarrollado, es decir la interfaz EEG-PC, para lo cual se optó por utilizar las mismas pulsaciones de teclado que fueron programadas para la interfaz PC-robot. Para obtener las señales de control basadas en acciones mentales se utilizó el software de acceso libre Emotiv Xavier Control Panel SDK, la cual es una versión gratuita de desarrollo completamente documentada, además de que existe un repositorio de códigos desarrollados en distintas plataformas.

La interfaz EEG-robot completa, diseñada para controlar los movimientos del robot humanoide está programada en lenguaje C++. El EEG Emotiv se conecta vía bluetooth con la PC que recibe los datos, la PC procesa las señales recibidas y genera una instrucción para el robot humanoide utilizando el puerto serial, la instrucción es recibida en el controlador del robot humanoide e interpretada para finalmente enviar las posiciones respectivas a cada servomotor localizado en las articulaciones del robot. El diagrama del sistema se muestra en la figura 8, mientras que el diagrama de flujo del control se muestra en la figura 9.



La BCI propuesta está programada para recibir 4 instrucciones del EEG: empujar push, levantar lift, izquierda left, derecha right; y envía 4 instrucciones al robot: caminar hacia adelante, caminar hacia atrás, caminar a la izquierda y caminar a la derecha, respectivamente. El sistema se probó con dos usuarios distintos, ambos de sexo masculino y de entre edades entre 22 y 24. Ambos sujetos utilizados en este estudio cumplieron con un entrenamiento previo en el control de movimiento del Cubo 3D virtual descrito anteriormente, de forma que fueran capaces de identificar la precisión para generar la instrucción deseada con la misma acción mental pensada.

El primer usuario entrenó 2 periodos de 30 min durante 5 días, logrando controlar la ejecución de los 4 movimientos programados. El segundo usuario, entrenó en 2 periodos de 30 min durante un día, logrando controlar la ejecución de 2 de los 4 movimientos programados. Para ejecutar una instrucción de forma continua, el usuario debe mantener el pensamiento relacionado con la instrucción durante todo el tiempo de ejecución deseado (caminar continuamente), de otra manera el robot humanoide solamente ejecuta un paso. Cuando el usuario está enviando una instrucción y se distrae, entonces el robot se detiene y espera la siguiente instrucción. Es razonable que en un ambiente callado y sin distracciones el usuario pueda controlar el movimiento del robot con mayor facilidad, a diferencia de cuando se encuentra en un ambiente con ruido o tratando de realizar una acción simultánea como conversar. Así mismo la capacidad de control del usuario está ligada a las emociones que manifiesta en ese momento, como: alegría, enojo, frustración, etc. Esta información se puede corroborar al utilizar la herramienta Performance Metrics provista por el software Emotiv Xavier Control Panel (figura 10). En general, se pudo observar que el nivel de concentración incrementaba cuando los niveles de excitación (emoción, alegría) alcanzaban niveles más elevados que los normales, y que la concentración bajaba cuando los niveles de frustración (enojo) subían, afectando el control del movimiento del robot.

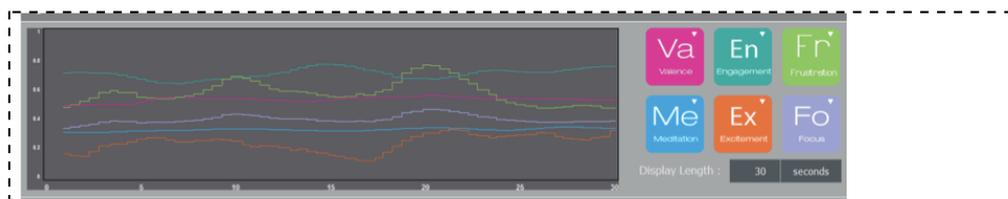


Figura 10. Muestra de señales del estado emocional de un usuario observada a través de Performance Metrics.

Se pudo observar, además, que al entrenar el sistema para que respondiera a una sola acción mental el usuario aprendía a realizarlo con cierta facilidad. Sin embargo, a medida que se iban integrando más acciones para que pudieran ser clasificadas y el sistema las identificara, se iba incrementando el nivel de dificultad que presentaba el usuario para controlar el cubo.

Al inicio se planteó la posibilidad de que era debido a que al usuario le era más difícil pensar en una acción que en otra, pero al estar probando la identificación de una sola acción sin tratar de añadir más, el sistema respondía y clasificaba correctamente cada una de ellas. Al continuar con las pruebas se pudo notar que solamente es necesario seguir entrenando al sistema para que éste vaya aprendiendo a identificar correctamente

cada una de las acciones. Esto último involucra más tiempo de práctica con el usuario y desafortunadamente las sesiones de entrenamiento no pueden durar mucho pues se puede provocar fatiga y dolor de cabeza en el usuario.

CONCLUSIONES

La tecnología ha avanzado de manera muy rápida en los últimos años, inventos que antes nos parecían parte de la ciencia ficción hoy se están volviendo una realidad. Los avances realizados para construir dispositivos que permitan usar señales EE para detectar las órdenes pensadas por una persona a través de procesos no invasivos son cada vez más populares. En este proyecto se trabajó con un electroencefalograma de tipo comercial con el cual se pudo controlar un robot humanoide de forma que el usuario mantuviera la sensación de que el robot fuera una extensión de sí mismo. Ambos sistemas poseen software de tipo abierto disponible para desarrollo por lo que existe mucha documentación disponible. Esto permite que exista una buena oportunidad para el desarrollo de interfaces que puedan servir en distintas aplicaciones que tengan como objetivo la mejora en el estilo de vida de personas de edad avanzada o con discapacidad, estos desarrollos deben enfocarse en la eficacia, eficiencia y sobre todo la facilidad de uso.

Una desventaja de los sistemas BCI es que se requiere tiempo para entrenar al usuario a usar el sistema, así como para entrenar al sistema a reconocer al usuario. Como trabajo futuro se planea mejorar el desempeño del sistema adaptando el módulo de comunicación infrarroja, lo que daría mayor libertad de movimiento al robot humanoide, así como el uso del giroscopio para mejorar su desempeño en tareas de exploración. Otras aplicaciones del sistema BCI presentado en este proyecto incluyen el control de un humanoide en ambientes de riesgo o rescate, o con fines de exploración, usando comunicación en segundo plano AJAX y WebSocket.

BIBLIOGRAFIA

ALIA, TEJACAL, I., SOTO-HERNÁNDEZ, R. M., COLINAS, LEÓN, M. T. & MARTÍNEZ, DAMIÁN, M. T. (2005). Análisis preeliminar de carotenoides y compuestos fenólicos en frutos de zapote mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn). *Revista Chapingo Serie Horticultura*, julio-diciembre, 225-231.

BRAND WILLIAMS, W., CUVELIER, M.E. & BERSET, C. (1995). Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *LebensmittelWissenschaft and Technologie*, 28, 25-30.

CHUQUIMIA F., ALVARADO J. A., PEÑARRIETA J. M., BERGENSTAHL B., & AKESSON B. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y la cuantificación de compuestos fenólicos y flavonoidicos de cuatro especies vegetales de la región andina de Bolivia. *REVISTA BOLIVIANA DE QUÍMICA*, 25(1), 75-83.

MANZOCO, L. ANESE, M., & NICOLE, M. C. (1998). Antioxidant proerties of tea extracs as affected by processing. *Lebensmittel Wissenschaft and Technologie*, 3, 694-698

PONTING JD. (1960). Polyphenoloxidase and peroxidase in fruits and vegetables. *CRC Crit Rev Food Sci and Nutr*, 1, 49-127

REYES MUNGUÍA, A., AZÚARA NIETO, E., BERISTAIN, C. I., CRUZ SOSA, F. & VERNON CARTER, E.J. (2009) Propiedades antioxidantes del maguey morado (*Rhoeodiscolor*) antioxidantproperties, *CyTJournal of Food*, 7 (3), 209-216.

SINGLETON, V.L., ORTHOFER, R., & LAMUELA-RAVENTOS, R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folincioalceu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.

TE'ENI, D., CAREY, J.M., ZHANG, P. *Human-Computer Interaction: Developing Effective Organizational Information Systems*. Ed. Wiley.

DESIGN AND TESTING OF A NON-CONTACT AUTOMATIC WOUND HEALING MEASUREMENT SYSTEM

Erika Vanessa Espinosa Miranda y Carlos Eric Galván Tejada²

RESUMEN

Las lesiones causadas en pacientes con diabetes suelen ser complicadas de controlar y cuidar. Tener el tamaño correcto de la herida es un punto muy importante a tomar en cuenta para determinar el procedimiento que el paciente tendrá que seguir para cuidarla y para determinar el porcentaje de curación. Se propone un proceso digital, donde una fotografía de la herida es segmentada y filtrada, dejando como resultado el área de la herida de acuerdo a Píxeles. Debido a que la medición manual normalmente presenta un grado de error humano que puede jugar un papel considerable para el diagnóstico y que también el contacto directo con la herida puede producir complicaciones, así que el Sistema Automático de Medición de Curación de la Herida (SAMCH) busca reducir este error y tener una medida más exacta que permita un mejor manejo del proceso de curación y minimice las probabilidades de complicaciones en la herida.

ABSTRACT

Injuries caused in patients with diabetes are often quite complicated to control and care for. Having the right size of the wound is an important point to take in count to determine the procedure that the patient will have to follow for the care of it and to determine the percentage of cure. A digital process is proposed, where when the photograph of the wound is taken this one is segmented and filtered, leaving as a result the area of the wound according to the Pixels. Due to the fact that manual measures usually present human error which can play a considerable role for the diagnosis and also may produce complication owing to the direct contact with the wound, so the Automatic Wound Healing Measurement System is looking to reduce this error and have a more accurate measure to have a better handling of the healing process.

PALABRAS CLAVE: Herida, Medición digital, Segmentación de la herida, incremento en la exactitud.

INTRODUCCIÓN

La Diabetes mellitus (DM) Diabetes mellitus (DM) con cierta concesión se puede considerar la “pandemia” moderna más peligrosa [10], es una de las causas de la mortalidad en todo el mundo y es una causa principal de morbilidad. De entre el 2 - 10% de la población con diabetes puede desarrollar úlcera en la extremidad inferior durante el curso de enfermedad y la ulceración del pie es el precursor de aproximadamente el 85% de las amputaciones del miembro inferior [2][7]. La úlcera en pie diabético es un resultado de la compleja amalgama de diferentes factores de riesgo, tales como la neuropatía periférica, enfermedad vascular periférica, las deformidades del pie, insuficiencia arterial, trauma [8] y perjudica la resistencia a la infección [6]. Shea, en 1975, fue uno de los primeros en proponer un sistema de clasificación de heridas [16]. Varios sistemas de clasificación se han propuesto desde entonces para evaluar la severidad de la lesión del pie diabético que intentan abarcar diversas características de la úlcera incluyendo tamaño de la úlcera, profundidad, isquemia, infección y neuropatía [5]. El reciente introducido S(AD) SAD sistema de clasificación de úlceras analiza el tamaño de la úlcera donde se mide el área y la profundidad, pero actualmente la profundidad real es complicada de medir y es por eso que el área pasa a ser el elemento más importante al momento de determinar que tipo de herida se está tratando y porque es la única otra característica descriptiva, aparte de la isquemia que predice el porcentaje de curación [11] dejando por lo mismo una mejor descripción de la herida.

Es evidente que una medida exacta y confiable se requiere para el manejo apropiado de la herida [18]. Se ha demostrado que la estimación del tamaño de la herida es variable e inexacta. Tales inexactitudes pueden afectar al tratamiento quirúrgico de estas lesiones; por lo tanto, la medida inicial exacta es importante [12]. Existen diferentes formas de realizar este procedimiento de medición con sistemas de contacto y sin contacto donde cada uno tiene sus ventajas y desventajas. Los métodos de medición de contacto para determinar el tamaño de una herida presentan una desventaja realmente importante, la exactitud no es completamente fiable debido al error humano y aún más importante tiene un contacto directo con la herida que aumenta la posibilidad de contaminación o daño tisular [15]. Por otro lado, en los dispositivos de medición sin contacto, se pudo encontrar el programa Imagen J, que es un programa de procesamiento de imágenes. Funciona, ya sea como un aplicación en línea o como una aplicación descargable, en cualquier equipo con una máquina virtual Java 1.4 o posterior. Se puede mostrar, editar, analizar, procesar, guardar e imprimir, pero no es un sistema específico para la medición de la herida y los resultados de la imagen analizada se da en píxeles, lo que para el usuario no es muy amigable si no está relacionado con el idioma y la precisión está dentro de 2-4%. Esta es la razón por la que con SAMCH pretende tener un sistema más simple, pero más centrado en un cierto tipo de casos en los que la exactitud y la veracidad aumentan.

METODOLOGÍA

En esta sección se describe el conjunto de datos de imágenes, así como los filtros de procesamiento de imágenes digitales utilizados para desarrollar el Sistema Automático de Medición de Curación de la Herida.

Descripción del DataSet

Observaciones: 5 ratones de cepa BALB/c

Fuente: Bioterio, Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas

Periodo de recolección de datos: Julio 10, 2017 - Julio 17, 2017

Este conjunto de datos consiste en 5 ratones de laboratorio BALB/c que resultaron heridos en la espalda con un instrumento de punzonado de biopsia de piel de 2 mm, las fotos de la herida fueron tomadas con una cámara de smartphone, que va a ser descrita en la sección siguiente y también las medidas manuales de la herida fueron hechas por un profesional en el área con un vernier digital, todos los días, para ir evaluando el tamaño de la herida y así poder compararlo posteriormente con el resultado del SAMCH.

Dispositivo de la cámara: el dispositivo utilizado para tomar las fotografías fue un LG K8 (2017) que tiene una cámara de 13 megapíxeles en la parte posterior, la calidad es buena, incluso en áreas más oscuras los detalles son todavía reconocible, la exposición se ajusta rápidamente a las nuevas condiciones, pero el enfoque necesita ser reajustado manualmente de vez en cuando, otra cosa acerca de la cámara de este teléfono es que en la luz baja las imágenes de la cámara principal (el usado) rápidamente se convierten en muy granuladas y por lo tanto parecen borrosas. La tabla (1) muestra más información sobre el dispositivo

Tabla 1. Información específica sobre el dispositivo

Characteristic	Value
Make by	LG Electronics
Model	LG-X240
Exposure	1/13
Aperture	2
Focal Length	3.5 mm
ISO Speed	1778
Flash	No flash

Entorno: para realizar la correspondiente prueba del SAMCH las fotografías fueron tomadas en una sala del bioterio ' Claude Bernard ' en la Universidad Autónoma de Zacatecas, BALB/c cepas de ratones se utilizaron para este propósito, ya que su color blanco es necesario para obtener una mejor visión y segmentación de la herida. Otra cosa a tener en cuenta para el medio ambiente era que los ratones tenían que estar en la parte superior de un fondo negro, en este caso una hoja de cartón negro de 20,99 x 29,7 cm donde dos cuadrados de 1 cm² y 0,25 cm² fueron colocados cerca de los ratones en el momento de la foto, ya que se utilizaron más tarde para el procesamiento de la imagen para obtener el área de la superficie.

Plataforma de desarrollo del software: Para desarrollar Sistema Automático de Medición de Curación de la Herida Python 2.7.13 3 fue elegido porque es un lenguaje de programación multiplataforma y desarrollado bajo una licencia de código abierto aprobada por OSI. En combinación con algunas de sus diferentes bibliotecas, como Open CV, biblioteca de visión de computadora, NumPy y Math el análisis y procesamiento de la imagen se realizó, por otro lado Tkinter más Sys, otras dos bibliotecas, se utilizaron igualmente para la interfaz gráfica de usuario (GUI) para que sea simple para los usuarios.

Para comenzar con el proceso de medición la imagen necesitaba ser cargada, así que para este paso, se le pide al usuario que introduzca la dirección de la imagen por lo tanto el sistema podría encontrarlo, como la Figura (1) lo muestra. Después de que la imagen se cargue y se obtenga la información requerida, entonces tiene que ser redimensionada porque la dimensión de la imagen depende del dispositivo utilizado para tomar las fotos que en este caso excede el tamaño de la pantalla de la computadora y no es bien apreciado.



Figura 1. Ventana principal para usuarios donde se solicita la dirección de la imagen.

Antes de obtener el tamaño de la herida es necesario obtener el tamaño de las dos marcas cuadradas colocadas en la superficie donde se fijan los ratones, estos dos datos se almacenan en un vector, para poder posteriormente hacer la comparación entre ellos y el tamaño de la herida que se almacena en el mismo vector, así, que posteriormente se dejará como resultado, el tamaño más preciso.

Para describir lo anterior, el programa pide al usuario que primero seleccione el cuadrado más grande, que es el cuadrado 1 cm², para esta acción la función CV2.selectROI se requiere, ya que internamente se lanza para generar un cuadrado o rectángulo de selección color azul, dependiendo del caso, todo esto sobre la imagen original que se determinó previamente, una vez que el usuario selecciona la sección deseada de la imagen las coordenadas de la selección se almacenan en otro vector. A continuación, el SAMCH determina estas coordenadas en una copia de la imagen original para poder recortar esa selección, que se pasará a escala de grises con la función CV2. cvtColor, para poder utilizar directamente otra función denominada CV2.threshold donde si el valor de píxel es mayor que un valor de umbral, en este caso 0, se le asigna un valor (que puede representar el color blanco), de lo contrario se le asigna otro valor (que puede representar el color negro) dependiendo de los colores de la imagen.

Algo del ruido necesita ser quitado, es por eso, después de que la imagen sea binarizada con la función del

umbral mencionada previamente, la información guardada de los nuevos datos de imagen pasa a la función CV2.morphologyEx donde se realizan las operaciones simple basadas en la forma de la imagen, en este caso la transformación morfológica realizada fue la apertura que es sólo otro nombre para la erosión seguida por la dilatación, este proceso limpia el mayor ruido posible de la imagen de binarizada del agujero así que una cuenta mejor del pixel que representará los cuadrados o la herida, será tan exacto como sea posible.

Una vez que se determina la matriz de píxeles, entonces se tiene que normalizar para obtener el tamaño de la figura, ya que el color blanco/negro de la imagen cuando se aplica el umbral se representa con un valor de 255, así que para obtener la suma del número de píxeles, todos los valores de la matriz tiene que ser dividido en 255 dejando sólo ceros y unos, entonces el conteo de los que se hace para obtener como resultado el número de píxeles que componen el tamaño de uno de los dos cuadrados o la herida.

Con esto en mente ahora el último paso es una serie de operaciones sencillas para obtener el área y el diámetro de la herida en milímetros (mm), que se mostrará al usuario en la GUI al igual que la Figura (4) lo muestra. Para esto la regla de tres, que es un método antiguo de resolver la proporción, fue utilizada.

RESULTADOS

De los cinco ratones analizados el número cuatro fue elegido para presentar estos resultados porque fue el que presentó una herida más limpia y una mejor visibilidad. La figura (2) muestra los ratones (mencionados en la oración) ya que es posible ver la herida completamente visible y las dos casillas libres de cualquier interferencia.

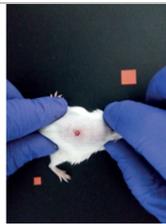


Figura 2. Fotografía cargada del ratón número 4 donde se realizó la selección.

La figura siguiente muestra con precisión el proceso de selección de ambos cuadrados donde a) y d) son el cuadrado grande, así como b) y e) son de cuadrado pequeño y finalmente c) y f) corresponden a la herida.

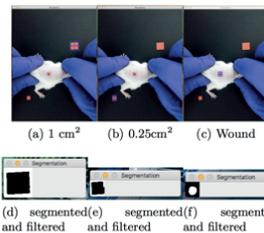


Figura 3. Selección de los cuadrados y la herida utilizando la caja azul en conjunto con su respectiva imagen segmentada y filtrada.

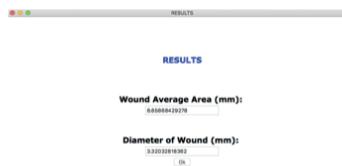


Figura 4. Los resultados mostrados en la GUI.

Tabla 2. Relación entre el número de ratón y el diámetro en milímetros (mm) de la herida medida manualmente con un vernier hecho diariamente durante 8 días. (- = significa que la herida se ha cerrado entonces ninguna medida existe)

Mice No./Day	1	2	3	4	5	6	7	8
1	2.72	2.52	2.01	1.51	1.41	1.31	1.30	0.8
2	2.72	2.52	2.11	1.71	1.41	1.31	1.31	1.3
3	2.82	2.62	2.16	1.31	1.20	0.9	-	-
4	3.22	2.92	2.17	1.31	1.21	1.1	-	-
5	2.22	2.01	1.61	1.41	1.31	1.11	-	-

Tabla 3. Relación entre el número de ratón y el área en mm de la herida medida. (- = significa que la herida se ha cerrado entonces ninguna medida existe)

Mice No./Day	1	2	3	4	5	6	7	8
1	5.7255	4.9087	3.1415	1.7671	1.5393	1.5393	1.3273	0.5026
2	5.7255	4.9087	3.4636	2.2698	1.5393	1.5393	1.3273	1.3273
3	6.1575	5.3092	3.8013	2.0106	1.3273	1.3273	0.6361	-
4	8.0424	6.6051	3.8013	2.2698	1.3273	1.3273	0.9503	-
5	3.8013	3.1415	2.0106	1.5393	1.3273	1.3273	0.9503	-

CONCLUSIONES

Hasta el día de hoy la tecnología ha permitido el desarrollo de muchas herramientas y técnicas de medición porque el cuidado de las heridas requiere de entornos realmente controlados para tener un mejor proceso de curación, donde se busca la exactitud y la confiabilidad de las características principales de la herida y los cambios mínimos juegan un papel grande en la determinación del porcentaje de la curación que el paciente está teniendo. Con los resultados del SAMCH las complicaciones de la herida se reducen al mínimo debido a el procedimiento sin contacto directo con la herida que es una ventaja realmente buena. Los resultados de la exactitud fueron absolutamente satisfactorios, porque al comparar la Tabla 3 y la Figura 4, que es la tabla que muestra el área resultante, se obtuvo un error de 2%, que no está mal en absoluto y por supuesto es el mismo porcentaje de error obtenido cuando se realiza la misma comparación con la Tabla 2 y la Figura 4, esto será mejor con el coeficiente de kappa de Cohen que se aplicará en las mejoras planeadas y pruebas del sistema para resultados aún más precisos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Eli Bressert. (2012) SciPy and NumPy: an overview for developers. " O'Reilly Media, Inc."
2. Gyan Chand, Anand K Mishra, Sanjeev Kumar, and Amit Agarwal. (2012) Diabetic foot. *Clinical Queries: Nephrology*, [pp. 144–150].
3. Bhaskar Chaudhary. (2013) Tkinter GUI Application Development HOTSHOT. Packt Publishing Ltd.
4. Adrian Kaehler and Gary Bradski. (2016) Learning OpenCV 3: Computer Vision in C++ with the OpenCV Library. " O'Reilly Media, Inc."
5. J Kaufman, L Breeding, and N Rosenberg. (1987) Anatomic location of acute diabetic foot infection. Its influence on the outcome of treatment. *The American surgeon*, [pp. 109–112].
6. MP Khanolkar, SC Bain, and JW Stephens. (2008) The diabetic foot. *QJM: An International Journal of Medicine*, [pp. 685–695].
7. Lawrence A Lavery, David G Armstrong, and Lawrence B Harkless. (1996) Classification of diabetic foot wounds. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, [pp. 528–531].
8. Marvin E. Levin and Lawrence W. O'Nea. (1988) Repetitive stress in the development of diabetic foot disorders. St. Louis.
9. Fredrik Lundh. (2001) Python standard library. " O'Reilly Media, Inc."
10. VN Obolenskiy, VG Protsko, and EY Komelyagina. (2017) Classification of diabetic foot, revisited. *Wound Medicine*.
11. SO Oyibo, EB Jude, I Tarawneh, HC Nguyen, DG Armstrong, LB Harkless, and AJM Boulton. (2001) The effects of ulcer size and site, patient's age, sex and type and duration of diabetes on the outcome of diabetic foot ulcers. *Diabetic Medicine*, [pp. 133–138].
12. N Peterson, H Stevenson, and V Sahni. (2014) Size matters: How accurate is clinical estimation of traumatic wound size? *Injury*, [pp. 232–236].
13. Gagan Sahoo Reeta Sahoo. (2016) Computer Science with Python. New Saraswati House.
14. Kenneth Reitz and Tanya Schlusser. (2016) The Hitchhiker's Guide to Python: Best Practices for Development. " O'Reilly Media, Inc."
15. Vivianne Schubert and Merja Zander. (1996) Analysis of the measurement of four wound variables in elderly patients with pressure ulcers. *Advances in Skin & Wound Care*, [pp. 29–36].
16. J Darrell Shea. (1975) Pressure sores classification and management. *Clinical orthopedics and related research*, [pp. 89–100].
17. John W Shipman. (2013) Tkinter 8.4 reference: a gui for python. <http://infohost.nmt.edu/tcc/help/pubs/tkinter.pdf>.
18. Deborah M Wendland and David WM Taylor. (2017) Wound measurement tools and techniques: A review. *Journal of Acute Care Physical Therapy*, [pp. 42–57].
19. John M Zelle. (2004) Python programming: an introduction to computer science. Franklin, Beedle & Associates, Inc..

LOCALIZACION DE ZONA DE INTERES EN IMÁGENES DE TERMOGRAFIA INFRAROJA MEDIANTE MATLAB Y COMO HERRAMIENTA EN EL TAMIZAJE DE CÁNCER DE MAMA

Acero Mendoza , Ezequiell y Kolosovas-Machuca, Eleazar Samuel 2

RESUMEN

En el mundo miles de mujeres al año son diagnosticadas con cáncer de mama, tan solo, en el 2015 se le atribuyen a tal enfermedad 571 000 fallecimientos; los cuales una gran parte hubieran sido evitados gracias a un diagnóstico temprano, utilizando técnicas o herramientas de tamizaje que proporcionaran información muy específica, acertada y desde cierto punto accesibles para la sociedad. En el presente trabajo se propone una herramienta, la cual realiza un análisis de las asimetrías térmicas obtenidas mediante la técnica de termografía infrarroja para el tamizaje de cáncer de mama mediante un procesamiento de imágenes que delimita una área muy específica del termograma; para hacer posible tal análisis fue diseñada una interfaz gráfica para el usuario (GUI) en el entorno de desarrollo integrado provisto por MATLAB y programado en el mismo; tal programación tiene de un objetivo en específico el cual consiste en mejorar la sensibilidad de la técnica mediante la evaluación de una área específica de la figura de mérito ΔT .

ABSTRACT

In the world thousands of women a year are diagnosed with breast cancer, alone, in 2015 571 000 deaths are attributed to this disease; A large part of which would have been avoided thanks to an early diagnosis using techniques or screening tools that would provide very specific, accurate and, in some cases, accessible information for society. In the present work a tool is proposed, which performs an analysis of the thermal asymmetries obtained by means of the infrared thermography technique for the screening of breast cancer through an image processing that delimits a very specific area of the thermogram; To make such analysis possible a graphical user interface (GUI) was designed in the integrated development environment provided by MATLAB and programmed in it; Such programming has a specific objective which is to improve the sensitivity of the technique by evaluating a specific area of the merit figure ΔT .

Palabras clave: Cáncer de mama, MATLAB, Termografía Infrarroja

INTRODUCCIÓN

Cáncer es un término genérico que designa un amplio grupo de enfermedades que pueden afectar a cualquier parte del organismo, una característica del cáncer es la multiplicación rápida de células anormales que se extienden más allá de sus límites habituales y pueden invadir partes adyacentes del cuerpo o propagarse a otros órganos. (OMS,2017) El diagnóstico del cáncer en una fase tardía y la imposibilidad de recibir tratamiento condenan a muchas personas a sufrimientos innecesarios y a una muerte precoz. (OMS, 2017). Entre el 30 y el 50% de los cánceres se pueden evitar. Para ello, es necesario reducir los factores de riesgo y aplicar estrategias preventivas de base científica. La prevención abarca también la detección precoz de la enfermedad y el tratamiento de los pacientes. Si se detectan a tiempo y se tratan adecuadamente, las posibilidades de recuperación para muchos tipos de cáncer son excelentes. (OMS,2017)

El cancer de mama esta en el 4º lugar a nivel mundial, de los canceres con mayor numero de fallecimientos, tan solo en el 2015 se le atribuyen 571 000 defunciones a esta enfermedad (OMS,2017). En Mexico se sabe que en el año 2014, se registraron 11,372 casos nuevos de cáncer de mama con una tasa de incidencia de 22.56 por 100,000 habitantes mayores de 10 años. En el grupo específico de mujeres de 25 años y más, en el año 2015 se registraron 6,252 defunciones en mujeres con una tasa cruda de 18 defunciones por 100,000 mujeres. (SNEGSR, 2017)

La termografía es una técnica que transforma la radiación infrarroja del rango térmico en una imagen termográfica, por lo que es una representación de la distribución de temperatura de la superficie del objeto. Es una técnica muy rápida que permite pruebas sin contacto, por lo que no es destructiva; además, permite determinar alteraciones inusuales en las muestras a partir de la variación de sus propiedades térmicas. (E. L. Pencue Fierro, D. A. Bravo Montenegro, M. M. Patiño Velasco, 2015)

La termografía es la técnica más eficiente para el estudio de la distribución de temperatura en la piel, proporciona información sobre el funcionamiento normal o anormal del sistema nervioso sensorial y simpático, disfunción vascular, trauma miofacial y procesos inflamatorios locales. En las imágenes térmicas, cambios sutiles en la temperatura superficial de la mama se pueden detectar y pueden indicar padecimientos y anomalías de la mama. La termografía para detección de cáncer de mama se basa en el hecho de que la temperatura de la piel que recubre una malignidad es mayor que la registrada en la piel del tejido de mama normal. Esto es probablemente debido a un aumento en el flujo sanguíneo, incremento de la actividad metabólica y angiogénesis alrededor del sitio de la lesión. (C.I. Guerrero- Robles, 2015)

En el presente trabajo se analiza la asimetría térmica mediante un procesamiento de imágenes que delimita la localización de las zonas de interés en un termograma, lo que permitirá una evaluación más exacta de la figura de mérito ΔT (diferencia entre dos temperaturas) y así mejorar la sensibilidad de la técnica.

MÉTODOS Y MATERIALES

A. Equipo utilizado

La imagen termográfica que se utilizó para la prueba de concepto fue tomada con una cámara termográfica FLIR T400 con resolución de 320x240 y una sensibilidad de 50mK. Se utilizó una computadora portátil con la herramienta MATLAB (The Mathworks, Inc., MA, USA). Para el análisis de los termogramas se utilizó el programa FLIT Tools (Systems, Inc., Wilsonville, OS, USA).

B. Programación del algoritmo y diseño de la interfaz

El algoritmo fue programado en MATLAB de igual manera se realizó el diseño de una interfaz gráfica para el usuario, en la que se muestra la imagen en RGB y la opción con la cual se podrá seleccionar el área de interés.

Al cargar la imagen a la interfaz, se realiza un mapeo de la imagen original que se encuentra en formato de color aditivo RGB a su matriz asociada de temperaturas, obtenida mediante comandos MATLAB en el software ResearchIR de FLIR (previamente instaladas y configurados).

En la interfaz, para seleccionar una región de interés (RI) es necesario dar un click en el boto “ Seleccionar área” el cual tiene programado el comando Roipoly , creando a continuación una máscara binaria del mismo tamaño que la matriz de la imagen, la máscara se multiplica elemento a elemento por la imagen cuyo valor en cada pixel es de temperatura, obteniendo de este modo una máscara de temperaturas de la RI; a continuación se crea una región espejo (RE) tomando en cuenta solo la RI; RE es multiplicada por la imagen de temperaturas para obtener una segunda máscara de temperaturas. Ya que se considera que la imagen de los senos es totalmente simétrica, el fin de la RE es obtener la misma RI del seno contrario.

Una vez que se tienen ambas regiones, se realiza una búsqueda de los pixeles con mayor temperatura asociados a cada región y se toma el pixel del área más caliente como el valor de referencia. Al localizar dicho punto se crea una ventana de 9x9 pixeles, en la cual el pixel de referencia se encuentra localizado en el centro de la ventana, y se obtiene un promedio de los valores de temperatura contenidos en esta en ella; ahora se crea una ventana con las mismas características situada en posición espejeada a la ventana que contiene el pixel con mayor temperatura, esto con la finalidad de comparar una temperatura con las otra y observar las diferencias simétricas existentes entre ambas mamas. La comparación entre estas dos ventanas se realiza calculando la diferencia entre el promedio de temperatura de ambas (ΔT) y es mostrada en números color dentro de un recuadro blanco en la interfaz.

RESULTADOS

La figura 1 muestra una imagen termográfica analizada por medio del programa FLIR Tools, en el cual, sólo es posible seleccionar un área circular o rectangular, la diferencia entre los promedios de temperaturas de la zona (ΔT) es de 0.1 °C. Para tal cálculo se selecciona un área en específico con la ayuda de las circunferencias y se inserta otra circunferencia para estudiar la zona homologa en el otro seno. nes digitales utilizados para desarrollar el Sistema Automático de Medición de Curación de la Herida.

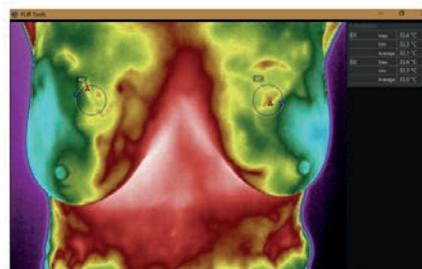


Figura 1: Imagen termográfica analizada con FLIR Tools.

En la figura 2 se muestra el análisis de la misma imagen termográfica, pero ahora estudiada con la interfaz gráfica que se diseñó y programó. Los puntos observados son los vértices de nuestro polígono irregular que cerca la zona a estudiar.

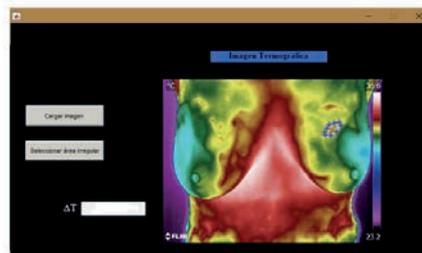


Figura 2: Imagen termográfica analizada con la interfaz que diseñamos.

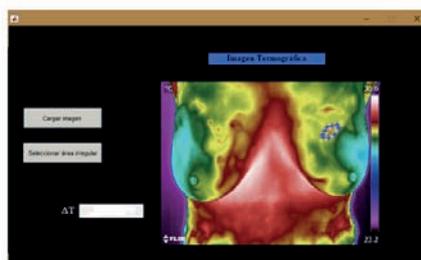


Figura 2: Imagen termográfica analizada con la interfaz que diseñamos.

En la figura tres observamos en la casilla el ΔT calculado a partir de la zona elegida.

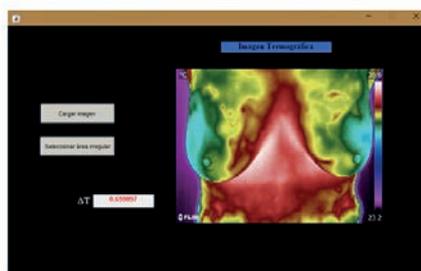


Figura 3: Imagen termográfica con el ΔT calculado.

En la evaluación de termogramas para el tamizaje médico, la figura de mérito ΔT es uno de los parámetros que brinda mayor información, su correcta evaluación impacta de una manera significativa en una mayor o menor sensibilidad de la técnica. Podemos observar que la aplicación del programa que estamos proponiendo en comparación de la herramienta FLIR mejora de manera significativa la sensibilidad del estudio para determinar al ΔT , esto debido a que nuestro programa realiza un estudio de un área más específica del seno que se desea estudiar. Para realizar un análisis con los mejores resultados y brindar información correcta, es necesario contar con imágenes termograficas con un alto grado de simetría, esto representa establecer protocolos (que ya se tienen diseñados y aprobados por instituciones de salud) y áreas perfectamente acondicionadas para la toma de los termogramas, asegurando resultados más concluyentes.

Se seguirá realizando prueba con esta técnica para poder determinar con exactitud el impacto que tiene en el diagnóstico esta herramienta de tamizaje. Además de continuar en el mejoramiento del algoritmo además de la interfaz gráfica para que sea aún más amigable con el usuario.

CONCLUSIONES

El algoritmo diseñado para realizar el análisis en imágenes termograficas presenta un grado significativo de exactitud, además de presentar una interfaz gráfica que permite con facilidad realizar tal análisis en la imagen. Por los resultados obtenidos podemos concluir que este tipo de herramienta presenta gran potencial como técnica de tamizaje de cáncer de mama

BIBLIOGRAFIA

Centro Nacional de Equidad de Género y Salud reproductiva. (2017). INFORMACIÓN ESTADÍSTICA: CANCER DE MAMA. Ciudad de México.

(OMS), O. M. (febrero de 2017). Cáncer (Nota descriptiva).

(OMS), O. M. (03 de Febrero de 2017). El diagnóstico temprano del cáncer salva vidas y reduce los costos de tratamiento. GINEBRA, Suiza. Obtenido de OMS

Artículos de revista

C.I. Guerrero- Robles, L. L.-T.-C.-V.-E.-M.-D. (2015). Evaluación de Termografía Tisular Diferenciada. Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica , 65-75

Artículos en línea

E. L. Pencue Fierro, D. A. Bravo Montenegro, M. M. Patiño Velasco. (Enero-Junio de 2015). Análisis de termografías infrarrojas dinámicas mediante. Revista Ciencia en Desarrollo, 6(1), 127-132. Obtenido de <http://web.a.ebscohost.com.dibpxy.uaa.mx/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=7&sid=5eccf2eb-d111-4dca-9e44-c18a8fdc8c66%40sessionmgr4006>

Fernanda Pérez Guzmán y Daniel Armando Aguirre Ibarra

RESUMEN

La Infraestructura es uno de los temas sobresalientes que esta denotado dentro del Plan de Desarrollo en Guanajuato. La infraestructura aborda que esto ayude a que de los aspectos fundamentales de la logística del estado sea más complejos en la decisión de construir carreteras a definición de la demanda –por dichas carreteras–, se justifiquen el incurrir de los costos de construcción y operación de la misma, como también el acercamiento o ubicación de las zonas logísticas; abordando también el fortalecimiento de las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPyMES) que se desarrollan dentro de los parques industriales, teniendo ciertas condiciones de atraer al estado de Guanajuato pleno desenvolvimiento, así como generar economías de escala, de aglomeración, de urbanización e incidir en la mejora de la estructura productiva local.

Palabras Clave: Infraestructura, parques industriales, estructura, zonas logísticas.

ABSTRACT

Infrastructure is one of the outstanding issues that this denoted within the “El Plan de Desarrollo” in Guanajuato. The infrastructure addresses that this helps that the fundamental aspects of state logistics are more complex in the decision to build roads to define the demand - for such roads -, incur the costs of construction and operation of the As well as the approach or location of the logistics areas; Also addressing the strengthening of micro, small and medium enterprises (MIPyMES) that are developed within the industrial parks, having certain conditions to attract the state of Guanajuato full development, as well as generate economies of scale, agglomeration, urbanization and focus In the improvement of the local productive structure.

Key words: Infrastructure, industrial parks, structure, logistics areas.

INTRODUCCION

La estructura y organización del sistema de ciudades de Guanajuato, integrado por 33 localidades con más de 15 mil habitantes —entre las cuales existen cinco zonas metropolitanas— son decisivos en la capacidad del territorio para generar, captar y difundir eficazmente un desarrollo económico y social sustentable y equilibrado, fundamental para el bienestar de los guanajuatenses.

Es así que los parques industriales deben reunir ciertos factores de localización; dentro del plan de desarrollo de Guanajuato, denotándose como tercer elemento de la singularidad y gran valor al territorio. De acuerdo con el Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2013, el estado de Guanajuato contaba en 2012 con una longitud carretera de 12,785 km, 1,085.0 km de vías férreas, un aeropuerto nacional, un aeropuerto internacional y diez aeródromos (Secretaría de Economía, 2013). Clasificando a las economías por su facilidad para hacer negocios. Los sectores estratégicos en el estado de Guanajuato son: agroindustrial, autopartes-automotriz, productos químicos, cuero-calzado y confección-textil-moda. Mientras que a futuro, se espera que sean: servicios de investigación, turismo, equipo médico, y farmacéuticos y cosméticos, que de tal manera en el rubro de infraestructura productiva, el estado cuenta con 18 parques industriales donde se logren apreciar impactos en la economía en forma escala, de aglomeración, de urbanización e incidir en la estructura productiva de todo Guanajuato.

METODOLOGIA

La presente investigación hacer una descripción de la infraestructura logística con la que se ha estado desarrollado el estado de Guanajuato, teniendo en cuenta también el desarrollo de almacenes; ubicando el manejo de información con fundamentos generales que supone un procedimiento de selección de orientación por las características de la investigación dentro de los límites del Estado de Guanajuato, utilizando información de interés nacional.

Se trata de un enfoque descriptivo de la interpretación de información de diferentes modalidades, teniendo en cuenta, que la tarea de recolección de fuentes secundarias (que son las trabajadas aquí), es debido a la dispersión que existe en cuanto al régimen de bases de datos y áreas con las que se regular la variable información de diferentes enfoques, a uno mismo con la que se identificará con el objetivo general de este proyecto, tales fuentes de información que se utilizaron fueron: Google Maps; es un servidor de mapas en la web que ofrece imágenes de mapas desplazables, así como fotográficas por satélite de las ubicaciones donde queremos localizar, el INEGI otra de nuestras fuentes de información de interés que nos ayudó con los proyectos estadísticos realizados a la fecha. No obstante, también se logró durante la recopilación con varias páginas con la que el Gobierno de nuestro país nos facilita a conocer y recaudar resultados de interés como: Secretaría de Economía (SE), Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT), o paginas directas al gobierno del Estado de Guanajuato.

El trabajo adquiere relevancia las rutas y la optimización de ellas como opciones favorables ante su desarrollo,

ayudando a los sectores económicos con que Guanajuato va creciendo dentro de los parques industriales.

RESULTADOS

Las características que se analizaron en cada sector, fueron puntos externos e internos a considerar dentro de la infraestructura logística con el que se maneja todo el estado de Guanajuato en total, que a continuación se describirá por separado y se dan sus características.

- Industrias de almacenes y transporte. El objetivo de ubicar este sector de transportes y almacenamientos, es comprenderla proporción de servicios especializados relacionados directamente con el transporte y almacenamientos de bienes. Guanajuato cuenta con 829 establecimientos destacados en ofrecer estos servicios dentro de toda su entidad (INEGI. 2017).
- Fuerza laboral. El objetivo de este registro dentro del Estado de Guanajuato, es llevar el índice de actividades económicas con la que cuenta y ver si el incremento que se ha registrado sea un movimiento contextual al mismo periodo del año anterior.

Indicador Trimestral de la Actividad Económica Estatal		
Denominación	Variación % 2do Trimestre 2015 ¹ /	Posición a nivel nacional
Total Nacional	2.2	
Guanajuato	9.4	2
Actividades primarias	1.2	18
Actividades secundarias	17.3	2
Actividades terciarias	4.5	8

Figura 1. Variación porcentual real respecto al índice de actividad económica de 9.4% con respecto al año anterior.

Guanajuato cuenta con una población total en general 141,176 habitantes (INEGI 2017). La información laboral con la que se está manejando hoy en día el estado de Guanajuato; dentro de sus actividades económicas por las que se cuenta el manejo de empleo y productividad laboral en este año cuenta con una distribución total 5,892,310 de las cuales 4,253,154 de la población son en edad de trabajo (15 años en adelante), por constituyente solo el 59.4% de la población son económicamente activa (tomando en cuenta dentro de la rama las personas ocupados, desocupados, asalariados, por cuenta propia, empleados, sin pago y otros).

Los sectores estratégicos en el estado de Guanajuato son: agroindustrial, autopartes-automotriz, productos químicos, cuero-calzado y confección-textil-moda. Mientras que a futuro, se espera que sean: servicios de investigación, turismo, equipo médico, y farmacéuticos y cosméticos.

Concepto	Nacional			Guanajuato			Participación (S.A. %)
	Total (A)	Hombres (%)	Mujeres (%)	Total (B)	Hombres (%)	Mujeres (%)	
Ocupados por rama de actividad económica	91,899,899	62.9	38.9	2,448,776	62.6	39.4	4.7
Actividades agropecuarias	6,537,130	89.2	10.8	243,504	85.6	14.4	3.7
Industria Manufacturera	8,534,828	62.5	37.5	582,860	63.9	36.1	6.8
Industria Extractiva y Electricidad	397,240	86.9	13.1	20,390	84.8	15.2	5.1
Construcción	4,303,665	96.9	3.1	292,340	97.7	2.3	5.8
Comercio	9,728,631	49.4	50.6	477,602	48.9	51.1	4.9
Transportes y comunicaciones	2,651,783	88.2	11.8	78,935	85.9	14.1	3.0
Otros servicios	17,212,157	45.0	55.0	719,739	40.7	59.3	4.1
Gobierno y organismos internacionales	2,232,343	62.2	37.8	67,599	58.1	41.9	3.0
No especificado	263,118	68.2	31.8	8,797	63.9	36.1	3.3
Ocupados por nivel de ingreso	91,899,899	62.9	38.9	2,448,776	62.6	39.4	4.7
No recibe ingresos	3,133,797	55.8	44.2	111,044	49.5	50.5	3.5
Menos de un S.M.	6,658,833	44.2	55.8	269,801	33.5	66.5	4.0
De 1 a 2 S.M.	15,045,790	58.7	41.3	757,911	57.2	42.8	5.0
Más de 2 a 5 S.M.	17,820,199	70.3	29.7	919,841	71.9	28.1	4.6
Más de 5 a 10 S.M.	2,184,842	72.0	28.0	78,424	70.3	29.7	3.6
Más de 10 S.M.	519,678	74.5	25.5	12,249	85.8	14.2	2.4
No especificado	6,496,759	63.4	36.6	400,706	62.6	37.2	6.2

Figura 2. Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo por persona dentro de los sectores económicos del Estado de Guanajuato.

En el rubro de infraestructura productiva, el estado cuenta con 18 parques industriales:

1. Advance Puerto Interior; Silao, Guanajuato.
2. Business Park Celaya; Celaya, Guanajuato,
3. Colinas de Apaseo Industrial; Apaseo el Grande, Guanajuato.
4. Colinas de León Industrial Park; León, Guanajuato.
5. Colinas del Rincón Industrial Park; San Francisco del Rincón, Guanajuato.
6. NovoPark; Celaya, Guanajuato.
7. Parque Industrial Amistad Bajío; Celaya, Guanajuato.
8. Parque Industrial Ayalkar; Carretera Celaya-Salvatierra km 12.65.
9. Parque Industrial Cuadritos; Celaya, Guanajuato.
10. Parque Industrial Marabís Abasolo; Abasolo, Guanajuato.
11. Parque Industrial Marabís Comonfort; Comonfort, Guanajuato.
12. Parque Tecno Industrial Castro del Río; Irapuato, Guanajuato.
13. Parque Industrial Advance Irapuato; Irapuato, Guanajuato.
14. Santa Fe Industrial Parks Guanajuato Inland Port; Silao, Guanajuato.
15. Las Colinas Industrial & Business Park; Silao, Guanajuato,
16. Vestapark Guanajuato I; Av. Mina de Guadalupe, Parque Industrial Santa Fe IV, Guanajuato, México.
17. VYNMSA Guanajuato Industrial Park; Tramo Irapuato – Silao Guanajuato, Guanajuato.

18. VYNMSA Leon Industrial Park; Carretera León – Cuernavaca.

- Acceso a autopistas y carreteras. Se analizó que el estado de Guanajuato contaba en el 2012 con una longitud de carreteras de 12,785 km; en el presente ejercido con el programa de Construcción y Modernización, contando con un mejor acceso a ellas:

a) Red Federal Libre: Acámbaro – Celaya (Ruta: Mex – 051), Acámbaro – Zinapécuaro (Ruta: Mex – 120), Dolores Hidalgo – Ojuelos de Jalisco (Ruta: Mex – 051), Ent. Buenavista – San Miguel de Allende (Ruta: Mex – 057), Ent. De Zaragoza – San Felipe (Ruta: 037), Ent. La Fortaleza – Cortazar (Ruta: Mex – 045), Ent. Santa Teresa – Silao (Ruta: Mex – 110), Irapuato – León (Ruta: Mex – 045), Irapuato – Zapotlanejo (Ruta: Mex – 090), La Noria – Acámbaro (Ruta: Mex – 120), León – Aguascalientes (Ruta: Mex – 045), Manuel Doblado – La Piedad (Ruta: Mex – 084), Maravatio - Acámbaro (Ruta: Mex – 061), Morelia – Salamanca (Ruta: Mex – 043), Munguía – Las Adjuntas (Ruta: Mex – 084), Nuevo Libramiento de Irapuato (Ruta: Mex – 045), Querétaro – Irapuato (Libre) (Ruta: Mex – 045), Querétaro – San Luis Potosí (Ruta: Mex – 057), Ramal a Las Adjuntas (Ruta: Mex – 084), Ramal a San José Iturbide (Ruta: Mex – 057), Salvatierra – Ent. Yuriría (Ruta: Mex – 043), San Luis de La Paz – Cañada de Moreno (Ruta: Mex – 110), San Luis de La Paz – Guanajuato (Ruta: Mex – 110).

b) Red Federal Cuota: Aguascalientes – Guanajuato (Ruta: Mex – 045D, 110D), Libramiento de Irapuato (Ruta: Mex – 045D), Morelia – Guanajuato (Ruta: Mex – 043D, 045D), Querétaro – Guanajuato (Ruta: Mex – 045D).

c) Red Estatal Libre: Ent. Begoña – Ent. Presa de Manantiales (Ruta: Gto.), Ent. San Miguel de Allende – Dr. Mora (Ruta: Gto. – 001), Guanajuato – Santa Rita (Ruta: Gto.), Jalostotitlan – Purísima de Bustos (Ruta: Jal. – Gto.), Leon – Manuel Doblado (Gto. – 037), León – San Felipe Torres Mochas (Ruta: Gto.), Libramiento de Abasolo (Ruta: Gto.), Libramiento de Salamanca (Ruta: Gto.), Libramiento de Salvatierra (Ruta: Gto.), Libramiento de San Felipe Torres Mochas (Ruta: Gto.), Libramiento de San Luis de La Paz (Ruta: Gto.), Manuel Doblado – Plan de Ayala (Ruta: Gto.), Libramiento de León (Ruta: Gto.), Ramal a San Diego de la Unión (Ruta: Gto.), Romita – El Saucillo (Ruta: Gto.), Salamanca – Jueventino Rosas (Ruta: Gto.), Salvatierra – Cortazar (Ruta: Gto.), San Luis de la Paz – San José Iturbide (Ruta: Gto.), Silao – La Romita (Ruta: Gto.), Silao – Los Arrastres (Ruta: Gto.), T. C. (Villa de Pueblito – Huimilpan) – Coroneo (Ruta: Qro. – Gto.)

d) Red Estatal de Cuota: Guanajuato – Silao (Ruta: Mex – 110D), Libramiento de Celaya (Ruta: Gto.).

e) Carreteras Integradas por Tramos Federales y Estatales: Celaya – Dolores Hidalgo (Ruta: Mex – 051 – Gto.), Cortazar – Valle de Santiago (Ruta: Mex – Gto – 017), Guanajuato – Los Infantes (Ruta: Mex – 110 – Gto.), Tepatlán – Las Adjuntas (Ruta: Jal/Mex – 084).

- Infraestructura ferroviaria. Se observó que Guanajuato cuenta con una red ferroviaria de 1,085.0 km de vías. Por el momento no tiene inversión programada actualmente de obra especial de Transporte Ferroviario; la ciudad de Celaya es la principal zona donde se maneja la infraestructura ferroviaria del estado, Guanajuato se divide por entonces en cuatro partes y son manejadas por las líneas de ferroviaria; Kansas City Southern de Mexico (KCSM) y Ferromex, ya que fueron las encargadas de las obras para potenciar las actividades logísticas de intercambio, exportación e importación de carga de la región del Bajío.

- Infraestructura aérea. Al analizar que los aeropuertos son la infraestructura necesaria e indispensable en la que se efectuar la actividad de transporte aéreo fundamental, se recopiló datos esenciales que explican cómo debido a la creciente demanda del aeropuerto internacional de Guanajuato. El Aeropuerto Internacional de Guanajuato se ubica en el Estado de Guanajuato, cuenta con una superficie total de 381 hectáreas; el aeropuerto dispone de una sola pista de pavimento asfáltico, con un designado de pista 13-31. Disposición de plataforma de aviación comercial para 6 aeronaves. Actualmente, en el inicio del año señalado por la Secretaría de Turismo del Estado de Guanajuato, destacó que actualmente el Aeropuerto del Bajío tiene una conectividad con 65% de las capitales; además de un reciente registro total de 22 mil 936 de asientos semanales, distribuidos en 231 vuelos.

Analizando estos indicadores como el desarrollo para estudiar la situación con la que se maneja la infraestructura logística de Guanajuato, vinculando como referencia la intervención de los programas evaluados están cumpliendo su objetivo, el cual como ya se menciona, es impulsar el relevamiento de las rutas y la optimización de ellas como opciones favorables ante su desarrollo, ayudando a los sectores económicos con que Guanajuato va creciendo dentro de los parques industriales.

DISCUSIÓN

Esto es solo un primer esfuerzo de consulta y análisis de dicha información para el Estado de Guanajuato. Partiendo de los proyectos antes mencionados, se puede lograr estructurar un sistema más completo que tenga una capa de información más estructurada de prestar y operar servicios logísticos que tengan como propósito la movilidad de mercancías. Esto sugiere a largo plazo una buena planeación logística y una constante

evaluación sobre los alcances logrados en estos proyectos que puede empezar a apoyar a las generaciones la solución a problemas de seguridad y tráfico vial, administración y conservación de las zonas logísticas del Estado de Guanajuato.

CONCLUSIONES

La continuidad de la investigación es uno de los objetivos para justamente abatir los problemas en las zonas de desarrollo de infraestructura básica de planeación logística. La investigación ofrece parte del panorama actual de la logística comercial aplicada por las PyMES del estado de Guanajuato; contribuir en analizar este debate sobre la infraestructura de transporte, es argumentar que es un detonador del desarrollo que tiene como gran capacidad de arrastre en la economía, permitiendo un desarrollo regional más equilibrado en las PyMES – y nos referimos en cómo va creciendo los parques industriales del Estado –, para la investigación adicionalmente ampliar lo que podría dar mayor sustento de realizar operaciones de comercio de importación y exportación, como también desempeño de las empresas con base especializadas al sector con la que Guanajuato tiene mayor cobertura.

BIBLIOGRAFIA

- Secretaría de Economía. (2013). Información económica y estatal Guanajuato. 2017, de Gobierno del Estado de Guanajuato Sitio web: <http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/43335/Guanajuato.pdf>
- INEGI. (2017). SUBSECRETARÍA DE EMPLEO Y PRODUCTIVIDAD LABORAL. Junio 2017, de Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) Sitio web: <http://www.stps.gob.mx/gobmx/estadisticas/pdf/perfiles/perfil%20guanajuato.pdf>
- Miguel Márquez Márquez. (2013). Programa del Gobierno 2012-2018. Junio 2017, de Gobierno del Estado de Guanajuato Sitio web: <http://www.programa.guanajuato.gob.mx/pdf/programa.pdf>
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2016). Carreteras Federales. Junio 2017, de Centro SCT Guanajuato Sitio web: <http://www.gob.mx/sct/acciones-y-programas/centro-sct-guanajuato>
- INEGI. (2017). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. Junio 2017, de INEGI Sitio web: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denue/>
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2012). Direcciones Generales de las Carreteras de Guanajuato. Junio 2017, de Gobierno del Estado Sitio web: http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Datos-Viales-2013/Velocidad/11_GUANAJUATO.pdf
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2012). Traza tu ruta. Junio 2017, de Secretaría de Comunicaciones y Transporte del Gobierno Mexicano Sitio web: http://app.sct.gob.mx/sibuac_internet/ControllerUI;jsessionid=nWbTZ4pHKLLK5lZMFr3pr2GcCW4vS7HjZchwMhGbM4GZCsmGJ-Jz5!-899057439!1920303494?action=cmdEscogeRuta
- Blanco Lerín, A. C., Portilla, G., &Yenisei, A. (2013). Propuesta de rediseño en salas de reclamo de equipaje nacional e internacional del aeropuerto internacional de Guanajuato (Doctoral dissertation). Sitio web: <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/11972/1462%202007.pdf?sequence=1>
- T21. (2017). Guanajuato sumará un aeropuerto a su red de conectividad aérea. Julio 2017, de Grupo T21 Sitio web: <http://t21.com.mx/aereo/2017/03/30/guanajuato-sumara-aeropuerto-su-red-conectividad-aerea>

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD TECNOLÓGICA DE ELABORADO DE PAPEL CON CELULOSA DE *Opuntia ficus-indica* Y SUS CARACTERÍSTICAS.

Macedo Mendoza, Karla Paola¹ y Abraján Villaseñor, Myrna Alicia²

RESUMEN

Este proyecto es meramente experimental, para lograr fabricar papel por medio de la extracción de fibras de *Opuntia ficus-indica*. Este proceso ya se había hecho en otro experimento de otro autor, por lo que se busca encontrar un protocolo más sencillo al que le antecede y poder generar un papel de mejor calidad al que este autor presenta, también se busca que, en un futuro se pueda utilizar como alternativa al papel común hecho a base de madera. Por último, se espera que sea un papel usado para el filtrado del agua por las propiedades con las que cuenta esta especie.

ABSTRACT

This project is purely experimental, to achieve the papermaking by extraction of fibers of *Opuntia ficus-indica*. This process has already been done in some other trial of another author, so it is sought to find a simpler protocol to the one that precedes, to be able to generate a better-quality paper than the prior author's, also it is sought that, in the future it can be used as an alternative to the common paper made out of wood. Finally, it is expected that this paper is used for the filtration of water due to the properties that this species has.

Palabras Clave: Papel, *Opuntia ficus-indica*, Fibras, Ambiente, Filtrar.

INTRODUCCIÓN

La alta sobreexplotación de los recursos forestales, principalmente para satisfacer las necesidades de leña, construcción y equipamiento, ha contribuido a la disminución de esta materia prima (Mannai y col., 2016). Las extensas zonas áridas y semiáridas en el mundo, junto a la escasez de agua en regiones agrícolas, hacen deseable la búsqueda y cultivo de especies de bajo requerimiento hídrico, que puedan controlar la desertificación y ser fuente de alimento natural. (Sáenz y col., 2016). De hecho, la valorización de un nuevo recurso de fibras celulósicas representa una solución sencilla y adecuada para este problema, especialmente en países sin recursos forestales. Además, actualmente la industria está intentando reemplazar alrededor del 60% de la fibra de madera con fibras no madereras, plantas anuales y residuos agrícolas (López y col., 2003).

En este contexto, el presente proyecto se realizó con nopal *Opuntia ficus-indica*, planta de familia de Cactaceae que se adapta a las severas condiciones de sequía (Nefzaoui y Ben-Salem 2000).

El objetivo general del proyecto es fabricar papel a base de esta especie de nopal, con posibles usos para filtrar el agua. Esta hipótesis se hace, basándonos en un estudio hecho por López (2000) en el que compara la capacidad clarificante del mucilago con otros agentes tradicionales, informa que el mucilago de *Opuntia ficus-indica* tiene una conducta similar al sulfato de aluminio, reduce la demanda química de oxígeno, remueve metales pesados, coliformes fecales y después del tratamiento, el agua no presenta olor desagradable. También se tiene como antecedente que *Opuntia ficus-indica* es una nueva planta no forestal, de rápido crecimiento, que puede utilizarse como fuente renovable y alternativa de fibras celulósicas no madereras para la fabricación de papel, según Mannai y col. (2016) en su estudio en el que comienza a experimentar la fabricación del papel con esta especie, en el cual muestra que su protocolo tiene ventajas al compararlo con otras fuentes de fibras e indica que no hay necesidad de refinar el papel por lo que se genera a un bajo coste. Por lo que otro objetivo más que se añade al proyecto, es experimentar variando el método de fabricación de papel al que ya hizo Mannai y col. (2016) en su protocolo.

Existen dos tipos de fibras; la de la cáscara, que está mezclada con ceras, cutícula y clorofila; y la de la pulpa o tronco, que se encuentra en el corazón del nopal y esta mezclada con celulosa. Las fibras de particular interés en esta estancia fueron las de la cáscara, ya que Mannai usó del tronco en su trabajo.

MÉTODOS Y MATERIALES

Extracción del mucilago de las fibras. Se agregó a 10kg de cáscara de nopal triturada 60 litros de agua, como lo sugiere Sepúlveda y col. (2007) que dice que debe ser mayor la cantidad de agua en relación a la cantidad de nopal, para lograr un mayor rendimiento de la mezcla. Se mezcló durante 1hr para separar mejor el mucilago de la fibra; se filtró la mezcla obtenida con un tamiz y unas mallas con una apertura de red no mayor a 1mm. Por último, el mucilago obtenido se guardó bajo refrigeración y la fibra obtenida se separó en bolsas de 2kg cada una para utilizarlas posteriormente.

Pruebas de composición. Porcentaje de humedad: Se obtuvo el peso de un crisol, se le añadieron aproximadamente 3 gr de la muestra, se dejó secar en el horno a 95°C por 24 hrs. Se sacó el peso del crisol con la muestra seca, se restó el peso del crisol para obtener el peso de la muestra seca y se aplicó la ecuación 1).

Porcentaje de grasas: Se colocó aproximadamente 3 gr de muestra dentro de los tubos del extractor de grasa Goldfish, se pesó un matraz vacío, se le agregó etanol y se pesó nuevamente. Se dejó procesar en el extractor de grasa Goldfish durante 4 hrs, se pesó el volumen obtenido en el matraz y se aplicó la ecuación 2).

Porcentaje de cenizas: Se pesó el crisol, se le colocó muestra y se dejó secar en la mufla a 600°C por 6 hrs, al peso del crisol con la muestra, se le restó el peso del crisol para obtener el peso de la muestra seca y aplicar

la ecuación 3).

Purificación de las fibras. Para poder separar las fibras de los elementos (minerales, clorofila, ceras, cutícula, etc.) con las que se encuentran mezcladas, se realizó un proceso de purificación basándonos en el proyecto de Mannai y col. (2016) y otros proyectos hechos con madera (Smook, 1992; Biermann, 1996; Bajpai, 2008). El proceso hecho en el proyecto se divide en dos secciones; dos digestiones alcalinas con hidróxido de sodio (NaOH) preparado al 3 molar (488.3gr NaOH/ 4L H₂O) y una digestión ácida con ácido nítrico o sosa caustica (HNO₃) preparada al 3 molar (705.27gr HNO₃ /4 L H₂O).

Digestiones alcalinas: El método consiste en agregar a las fibras el hidróxido de sodio en un vaso de precipitados con capacidad de 4L, manteniendo una temperatura constante de 90°C y mezclando mecánicamente los elementos a un tiempo determinado. Se determinó esa temperatura porque según León-Martínez y col. (2010) en su proyecto en el cual extraía la totalidad del mucílago del nopal, la temperatura óptima para extraer la parte acuosa estaba entre 70°C y 90°C. Posteriormente se filtró la mezcla con un tamiz y un papel filtro de cafetera, desechando el residuo líquido y recuperando la parte sólida, para realizarle un lavado con agua de la llave e incorporarla con ella, se dejaba reposar aproximadamente 1hr para que el agua pudiera neutralizar mejor la mezcla y se asentara y así, facilitar su siguiente filtrado. Se hicieron varios filtrados y lavados, hasta lograr que se neutralizara la mezcla a un pH de 7; por último, se hizo un filtrado para recuperar la parte sólida de nuestra combinación. Se hizo una segunda digestión alcalina a lo recuperado para poder separar más elementos que le quedaban a las fibras, en la que se hizo un último filtrado, como en la primera digestión alcalina para proseguir con la purificación.

Digestión ácida: Se agregó a lo recuperado el ácido nítrico en un matraz Erlenmeyer, se combinaron los elementos mecánicamente a 90°C y en un tiempo determinado, se prosiguió al filtrado con el tamiz y el papel filtro de cafetera; se realizaron lavados a la parte sólida recuperada con agua destilada y se dejaba reposar la mezcla 1hr para su asentamiento y mejor neutralización. Se continuaron los lavados y filtrados, hasta tener un pH lo más cerca de 7.

Secado y trituración de las fibras. La mezcla sólida obtenida en la digestión ácida se puso 24hrs en un horno de secado a 180°C, sobre unas charolas de aluminio. Se pesó la muestra y se tomaron fotografías de las fibras obtenidas, con ayuda de un microscopio óptico a un aumento de 4x y con un estereoscopio. Posteriormente se molieron las fibras con un procesador de alimento, se pesó la muestra y se tomaron fotografías de las partículas obtenidas, con un microscopio óptico a un aumento de 4x y un estereoscopio, para poder compararlas visualmente.

Preparación de las películas de papel. Primeramente, se hicieron unas placas experimentales con una fibra extraída en otro experimento, con la cual se hizo una mezcla haciendo una dilución al 10% con agua destilada. Se extendió 133.7 gr sobre las placas de plástico y se dejaron secar 24 hrs en una secadora a 180°C. Como no salieron correctamente, pues se hicieron polvo las placas, se procedió a hacer una dilución al 10% con mucílago y se hicieron varios tratamientos experimentales, que se dejaron secar hasta obtener las películas de papel. Se decidió hacer con mucílago por las propiedades que tiene éste, aparte de que nos basamos en la fabricación de papel normal (Smook, 1992; Biermann, 1996). Realizadas las pruebas anteriores, con las fibras obtenidas en este experimento de ambos tratamientos, se hizo una mezcla con mucílago, se dejaron sonicar 20 min y se hicieron sus placas de acuerdo a la cantidad de mezcla final obtenida y se dejaron secar para obtener las películas de papel.

RESULTADOS

Pruebas de composición: Para las pruebas de composición, se sacó el porcentaje de húmedas, de grasas y cenizas (Tabla 1, 2 y 3). Para sacar el porcentaje de humedad se utilizó la ecuación 1), sustituyendo los valores de la tabla 1; resultando en el tratamiento uno (T1) 88.6008% y en el tratamiento dos (T2) 89.28%; que comparando con los datos de composición química de la pulpa de la tuna de Pimienta-Barrios (1990) donde nos da un intervalo de 8-91%, nuestros valores entrarían dentro de este intervalo. Para sacar el porcentaje de grasa, se utilizó la ecuación 2), sustituyendo los valores de la tabla 2; resultando en el tratamiento uno (T1) 0.0118% y en el tratamiento dos (T2) 0.0059%; comparados con los datos de Pimienta-Barrios (1990), donde nos da un intervalo de 0-0.09%-, nuestros valores entran en el intervalo. Por último, para el porcentaje de cenizas se utilizó la ecuación 3), sustituyendo los valores de la tabla 3; resultando en el tratamiento uno (T1) 1.3061% y en el tratamiento dos (T2) 1.3357%; al compararlos con el intervalo 0-40% de Pimienta-Barrios (1990), nuestros valores también entraron dentro del intervalo.

Guanajuato.

El trabajo adquiere relevancia al evaluar las rutas y la optimización de ellas como opciones favorables ante su desarrollo,

$$\text{Porcentaje de humedad} = \frac{Mh - Ms}{Mh} \times 100 \quad \text{Porcentaje de grasa} = \frac{Vf - Vi}{M} \quad \text{Porcentaje de cenizas} = \frac{Ms}{Mh} \times 100 \quad (3)$$

Tabla 1. Porcentaje de humedad.

Tratamiento Variable	T1	T2
C	14.6804 gr	18.0904 gr
Mh	3.0625 gr	2.9795 gr
C + Ms	15.0295 gr	18.4098 gr
Ms	0.3491 gr	0.3194 gr
Porcentaje de humedad	88.6008 %	89.28 %

Tabla 2. Porcentaje de grasa.

Tratamiento Variable	T1	T2
Vf	60.7825 gr	63.6316 gr
Vi	60.75 09 gr	63.6110 gr
M	2.6606 gr	3.4747 gr
Porcentaje de grasa	0.0118 %	0.0059 %

Tabla 3. Porcentaje de cenizas.

Variable \ Tratamiento	T1	T2
C	14.72 gr	18.0904 gr
Mh	3.0625 gr	2.9795 gr
C + Ms	14.7204 gr	18.1302 gr
Ms	0.04 gr	0.0398 gr
Porcentaje de cenizas	1.3061 %	1.3357 %

Purificación de las fibras: Se hicieron dos tratamientos para experimentar qué tiempo es el óptimo para la fabricación del papel, en el tratamiento uno (T1) se hicieron las digestiones en 1hr y media; y al tratamiento dos (T2), se le hicieron las digestiones en 1hr. Posteriormente de cada digestión se hacían lavados para llegar a pH's neutros, como lo menciona Mannai y col. (2016) en su protocolo; para la primera digestión alcalina se hicieron 6 lavados con agua de la llave a cada tratamiento, variando el pH en cada lavado (Tabla 4); para la segunda digestión alcalina se hicieron 3 lavados con agua de la llave a cada tratamiento, variando el pH en cada lavado (Tabla 5); por último, en la digestión ácida fueron necesarios 8 lavados, dentro de los cuales, se observaron altas y bajas inconstantes en el pH (Tabla 6), por lo que, al no poder llegar al pH neutro en ninguno de los dos tratamientos, a pesar de todos los lavados realizados, se optó por dejar hasta el 8°vo lavado con un pH de 5.2 para el tratamiento uno (T1) y de 4.8 para el tratamiento dos (T2).

Tabla 4. Primera digestión alcalina.

pH \ No. de lavado	pH T1	pH T2
Inicial	13.5	13.5
1	13.4	13.2
2	11.9	12.1
3	10.7	10.4
4	9.6	9.5
5	8.7	8.9
6	7.4	7.5
pH final	7.1	7.1

Tabla 5. Segunda digestión alcalina.

pH \ No. de lavado	pH T1	pH T2
Inicial	13.4	13.1
1	12.3	12.9
2	12.1	12.4
3	10.45	10.7
pH final	7.2	7.9

Tabla 6. Digestión ácida.

pH \ No. de lavado	pH T1	pH T2
Inicial	1.3	1.5
1	2.7	2.9
2	4.7	3.7
3	4.9	4.5
4	4.5	5.2
5	5.1	4.7
6	5.4	5.2
7	4.8	4.8
8	5.0	5.3
pH final	5.2	4.8

Secado y trituración de las fibras: Una vez secas las fibras de cada tratamiento, se hizo la observación de estas con un microscopio óptico y estereoscopio, y se hizo una comparación visual entre ellas. Se observó que el tratamiento 1 tenía las partículas de fibra un poco más pequeñas y finas que el tratamiento 2 (Figura 1); y a pesar las muestras se observó que del tratamiento 2 tuvo una mayor cantidad de muestra que el tratamiento 1 (Tabla 7).



Figura 1. a) Fibras tratamiento uno (T1) vista con estereoscopio. b) Fibra tratamiento dos (T2) vista con estereoscopio.

Tabla 7. Pesos de las muestras de fibra seca.

Tratamiento_ Estado	T1	T2
Muestra sin triturar	4.3298gr	6.2269gr
Muestra triturada	4.2968gr	6.0254gr

Preparación de las películas de papel: Se hicieron unas placas experimentales con fibra de otro proyecto, para saber qué grosor era el más óptimo para que se pudiera despegar adecuadamente la película de papel y el tratamiento que debía llevar la fibra. Las primeras pruebas no resultaron, por lo que con la misma fibra se hicieron otros tratamientos que si formaron una película de papel que se podía manejar (Tabla 8). Una vez que se experimentó con la otra fibra, se procedió a hacer el tratamiento con las fibras que se obtuvieron en este proyecto (Tabla 9) y si se logró hacer una película de papel manejable. Las películas de papel obtenidas visiblemente tienen un color blanco amarillento y uniforme (Figura 2), que tal vez, no necesitaría de tratamientos extras para su blanqueamiento si no tiene un uso estricto en el que se use un papel totalmente blanco, como lo menciona Mannai y col. (2016) en su protocolo. Con las películas de papel obtenidas de las fibras de

este proyecto y las del otro proyecto, se planean hacer pruebas mecánicas para comprobar la calidad del papel obtenido, pero por tiempo, para este proyecto, ya no se logró cubrir esta parte.

Tabla 8. Tratamientos de placas experimentales con fibra proporcionada de otro experimento.

Muestra sonicada	Muestra normal
Sonicada 20 min, mezcla con mucílago, peso 84.1 gr	2 placas, mezcla con mucílago, peso 50 gr
Sonicada 24 hrs, mezcla con agua destilada, peso 25 gr	Mezcla con agua destilada, peso 23 gr

Tabla 9. Placas de fibras de este experimento.

Tratamiento 1	Tratamiento 2
50ml mucílago + 4gr fibra, sonicada, 20 min, peso 25gr	75ml mucílago + 6gr fibra, sonicada, 20 min, peso 30gr



Figura 2. Ejemplo de películas de papel obtenidas en los tratamientos, la de la izquierda es con las fibras de este proyecto y la de la derecha con las del otro proyecto.

CONCLUSIONES

Se caracterizó la composición de humedad, grasas y cenizas de las fibras de *Opuntia ficus-indica* que se usaron en el proyecto. Las fibras del nopal se extrajeron mediante un proceso de purificación con dos digestiones alcalinas y una ácida; haciendo dos tratamientos. Se hicieron películas de papel, visiblemente de buena calidad y que no necesitaron de un blanqueamiento como tal. Se planean hacer pruebas mecánicas para saber la calidad del papel obtenido y se pretende dar la utilidad al papel para filtrar agua, si la calidad lo permite.

BIBLIOGRAFIA

- Bajpai, P. 2008. Recuperación química en la fabricación de pasta y papel. PIRA International, Reino Unido. P.p. 166.
- Biermann, C. 1996. "Fundamentos de madera y fibras" en Handbook of pulping and papermaking. Editorial Academic Press, San Diego, P.p. 754.
- León-Martínez, F., Méndez-Lagunas L., Rodríguez-Ramírez, J. 2010. "Secado por pulverización del mucílago nopal (*Opuntia ficus-indica*): Efectos sobre las propiedades del polvo y su caracterización" en Carbohyd. Polym. No. 81, Vol. IV, Pp. 864–870.
- López, E. 2000. "Utilización de productos naturales en la clarificación de aguas para consumo humano". Tesis de Maestría, Facultad de Ingeniería Química. ISPJAE. Universidad de la Habana. Cuba.
- Lopez, F., Diaz, M., Eugenio, M., Ariza, J., Rodríguez, A., Jimenez, L. 2003. "Optimización del peróxido de hidrógeno en el blanqueo totalmente libre de cloro de la pasta de celulosa a partir de residuos de olivo" en Bioresour Technol. No. 87, pp. 255–261
- Mannai, F., Ammar, M., Garrido-Yañez, J., Elaloui, E. y Moussaoui, Y. 2016. "Fibra de celulosa procedente de la figura de Tunisian Barbary *Opuntia ficus-indica* para la fabricación de papel" en Cellulose. No. 23, 3, pp. 1791-1801. Consultada en: https://www.researchgate.net/publication/297724396_Cellulose_fiber_from_Tunisian_Barbary_Fig_Opuntia_ficus-indica_for_papermaking (09-08-2017).
- Nefzaoui, A., y Ben-Salem, H. 2000. "Opuntia: herramienta astrégica y eficaz para luchar contra la desertificación en la Región de Wana" en Cactusnet Newslett. P.p. 2–24.
- Pimienta-Barrios, E. 1990. "El nopal tunero". Editorial de la Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México. Pp. 246.
- Sáenz, C., Berger, H., Corrales García, J., Galletti, L., García de Cortázar, V., Higuera, I., Mondragón, C., Rodríguez-Félix, A., Sepúlveda, E. Varnero, M. 2006. "Utilización agroindustrial del nopal" en Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO. No. 162. Pp. 113. Consultada en: <http://www.fao.org/3/a-a0534s.pdf> (09-08-2017).
- Sáenz, C., García, N., Abraján, M., Fabry, A. y Robert, P. 2016. "El nopal, una especie de zonas áridas productora de hidrocoloides naturales" en La Alimentación Latinoamericana. No. 322, Vol. L, febrero, [pp. 60-68].
- Sepúlveda, E., Sáenz, C., Aliaga, E., Aceituno, C. 2007. "Extracción y caracterización del mucílago en *Opuntiaspp*" en J. Arid Environm. No. 68, Vol. 4, Pp. 534–545.
- Smook, G. 1992. "Manual para tecnólogos de pulpa y papel". 2ª edición. Editorial Angus Wilde, Vancouver, Canadá. P.p. 419.

RECONSTRUCCIÓN 3D DE ESTRUCTURAS ANATÓMICAS A PARTIR DE IMÁGENES 2D DE ULTRASONIDO

Liliana Granados Castro y Aldo Rodrigo Mejía Rodríguez

RESUMEN

El análisis de imágenes ecográficas o de ultrasonido (US) es una de las formas más seguras y accesibles como herramienta de diagnóstico y monitoreo de enfermedades. La finalidad de este trabajo es proponer una alternativa práctica y de bajo costo para la visualización de estructuras anatómicas en 3D a partir de imágenes de US provenientes de un video adquirido en modo B. En particular, este trabajo se enfoca en la reconstrucción 3D de la glándula tiroides, la cual es de gran importancia para la secreción de hormonas en el cuerpo humano. La estrategia propuesta comprende la adquisición de las imágenes con un equipo de US portátil, a las cuales se les aplican procesos digitales de filtrado y segmentación, para realizar finalmente una reconstrucción utilizando las librerías de VTK.

ABSTRACT

Ultrasound (US) imaging analysis is one of the safest and most accessible ways to diagnose and monitor diseases. The purpose of this work is to offer a practical and low cost alternative for visualization 3D anatomical structures from B mode US images. In particular, this work focuses on the 3D reconstruction of the thyroid gland, which is of great importance for hormone secretion in the human body. The proposed method includes the acquisition of images with a portable US device, to which digital filtering and segmentation processes are applied, to finally perform a reconstruction using the VTK libraries.

Palabras clave: ultrasonido, glándula tiroides, reconstrucción 3D.

INTRODUCCIÓN

La glándula tiroides es una de las estructuras endocrinas de mayor tamaño del cuerpo humano, pesa de 20 a 25 gr, y sus principales funciones son secretar hormonas que estimulan el consumo de oxígeno por parte de casi todas las células corporales, intervenir en la regulación del metabolismo de lípidos y carbohidratos, regular la temperatura corporal, y colaborar para que el cerebro, el corazón, los músculos y otros órganos funcionen normalmente (Barrett, Barman, Boitano, & Brooks, 2012) (Lanfranchi, 2001). Esta glándula tiene una forma que asemeja a una mariposa, y consta de dos lóbulos (derecho e izquierdo) anterolaterales a la laringe y a la tráquea (Barrett, Barman, Boitano, & Brooks, 2012).

Dentro de las técnicas de imagenología, el ultrasonido (US) resulta al ser un método accesible para observar la morfología de la tiroides y evaluar su estado (Henadez Stegman, Rendón Villa, & Marrero, 2015), ya que es una técnica que construye una imagen a partir de los ecos generados por los distintos tejidos al aplicar ondas ultrasónicas, por lo que esta técnica es no invasiva, no utiliza radiación ni instalaciones especializadas, lo que la convierte en una herramienta segura y fácil de usar (Lanfranchi, 2001).

Sin embargo, las imágenes ecográficas son difíciles de interpretar sin un adecuado entrenamiento. Además, con un ultrasonido convencional (en 2D) no es posible la visualización de un volumen a lo largo de diferentes planos (Stolka, Kang, Choti, & Boctor, 2010), cuestión que es deseable en la valoración de diferentes tejidos y estructuras anatómicas, como el caso de la tiroides. Para lidiar con esta limitante, se utilizan equipos de US en 3D, los cuales utilizan hardware (transductores) y softwares específicos para la reconstrucción y visualización tridimensional de estructuras de interés, sobre las cuales es posible realizar mediciones para un análisis cuantitativo con una mejor interpretación de las imágenes. A pesar de estas ventajas, es importante mencionar que los equipos de US en 3D tienen un alto costo en comparación a las sondas de ultrasonido 2D (Torres, y otros, 2012), lo que los hace menos accesibles en hospitales, centros educativos y de investigación. Por esta razón, el objetivo de este trabajo es plantear una metodología para generar una reconstrucción tridimensional de la glándula tiroides, a partir de aplicar técnicas de procesamiento digital (filtrado, segmentación y reconstrucción 3D) a un conjunto de imágenes en 2D adquiridas con un US portátil en modo B, y de esta manera tener a disposición una alternativa económica al uso de equipos de US 3D.

METODOLOGÍA

A. Adquisición de imágenes

En este trabajo, se utilizó un ultrasonido clínico marca CHISON, modelo ECO 1, con un transductor lineal L7M-A a una frecuencia de 7.5 MHz, configurado para adquisición en el área músculo-superficial en modo bidimensional (B), a una profundidad del eco ultrasónico de 3.7cm, con un valor de ganancia variable en cada paciente.

La glándula tiroides se encuentra en la cara anterior del cuello por debajo de la laringe, en la profundidad de los músculos esternotiroideo y esternohioideo desde el plano de la vértebra C5 hasta T1 (Lanfranchi, 2001) (Moore & Dalley, 2001). Debido a la ubicación de la glándula fue necesario colocar al paciente sobre una camilla en posición decúbito dorsal con una almohada colocada debajo de los hombros para provocar la hiperextensión del cuello y facilitar la exploración, tal como se muestra en la Figura 1.

Para la adquisición del video, se colocó gel hidrosoluble al transductor para acoplar la interfaz piel-transductor. Se posicionó la sonda sobre los primeros anillos traqueales con la muesca hacia el lado izquierdo, y se exploró el cuello hasta encontrar el corte transversal de la tiroides donde se observan las arterias carótidas derecha e izquierda y ambos lóbulos de la glándula (Arancibia, Niedmann, & Ortega, 2002). Posteriormente,

se realizó un barrido angular con el transductor de forma que se pudiera observar por completo la tiroides en el video.

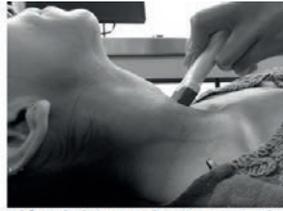


Figura 1. Colocación del transductor para localizar la tiroides.

Para grabar el video, se realizó un refresh de la memoria del ultrasonido con el botón freeze, de tal manera que el inicio de la grabación se da al momento de descongelar la imagen; el equipo permite una adquisición máxima de 10s, tiempo en el que se recorrió todo el espacio volumétrico tiroideo.

B. Procesamiento digital

Una vez tomado el video, se extrajeron cada uno de los fotogramas (imágenes 2D) que lo conforman utilizando el software MATLAB®. Las imágenes obtenidas fueron sometidas a una etapa de filtrado que comprende el uso de un filtro de mediana (filtro espacial no lineal) con un kernel de 3x3, para atenuar el ruido tipo sal y pimienta. Posteriormente, se aplicó un filtro Gaussiano pasa bajas con una frecuencia de corte de $D_0=0.093$, el cual se empleó para resaltar y suavizar los bordes de la estructura anatómica (Deshpande, y otros, 2013) (Gonzalez & Woods, 2008), mediante la ecuación 1.

$$H(x_i, x_j) = e^{-\frac{D(x_i, x_j)^2}{2D_0^2}}$$

Teniendo las imágenes de ultrasonido filtradas, se calculó un umbral global normalizado (dentro del rango [0, 1]). Tras obtener el umbral, éste se empleó para diferenciar la estructura en cuestión del resto de la imagen (fondo) mediante la binarización de la imagen (Gonzalez & Woods, 2008).

A las imágenes binarias obtenidas se les aplicaron operadores morfológicos para realzar la geometría y forma de la tiroides. Primero, se dilató la estructura con un disco de radio 4, para asegurar el crecimiento progresivo del conjunto que representa a la glándula, con el fin de cerrar los agujeros y grietas que pueda contener. Seguido de la dilatación se le utilizó un operador de cerradura cuyo elemento estructural es un disco con radio de 4 para suavizar el contorno (Platero, 2005). Después se procedió a rellenar los huecos restantes mediante el comando imfill de MATLAB® y la eliminación de regiones ajenas a la glándula tiroidea mediante segmentación manual.

Una vez obtenidas las imágenes binarias, como paso subsecuente se construyó, también en MATLAB®, un archivo NIFTI (Neuroimaging Informatics Technology Initiative), empleado en la construcción de una isosuperficie que permite dar origen a un archivo en formato vtp (Visualization Toolkit Polygonal Data), el cual contiene información para formar los vértices de celdas (polígonos), las cuales en conjunto forman la superficie que se desea reconstruir (The Visualization Toolkit, 2017).

Para la proyección de la reconstrucción tridimensional se optó por recurrir a las funciones disponibles del Kit de Herramientas de Visualización (VTK, por sus siglas en inglés); donde se utilizó el lenguaje Python para la gestión del proyecto.

A continuación, se describe un resumen de la metodología propuesta de manera gráfica en la Figura 2:

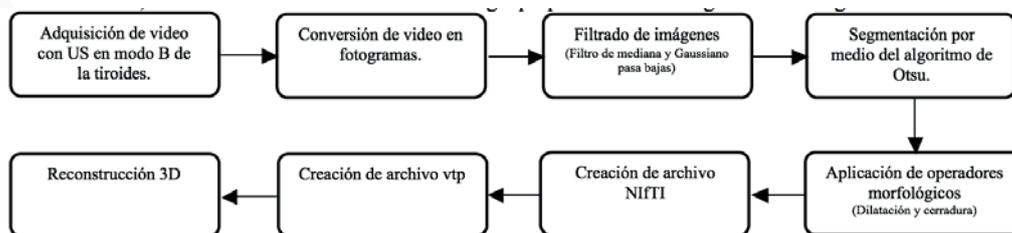


Figura 2. Diagrama del proceso de Reconstrucción 3D de Estructuras Anatómicas a partir de Imágenes 2D de Ultrasonido

RESULTADOS

A. Adquisición de imágenes

Fue posible realizar adquisiciones en 10 personas sanas, es decir, sin algún padecimiento tiroideo, cuya edad se encuentra entre los 20 y 25 años de edad, los cuáles brindaron su consentimiento informado, posterior a la explicación del protocolo de adquisición de imágenes.

Utilizando la metodología propuesta, se lograron adquirir videos con una duración de 10s, lo que equivale a 256 fotogramas como resultado de la conversión. Cabe mencionar, que no todos los videos adquiridos resultaron idóneos para la reconstrucción.

B. Procesamiento digital

Los resultados que a continuación se muestran pertenecen a una paciente fémina sana de 22 años de edad. En la Figura 3a se muestra una representación de un corte transversal del tejido glandular. En la Figura 3b se muestra un fotograma que corresponde a un corte transversal de tiroides obtenido después de la conversión

del video a imagen y sin realizarse ningún procesamiento digital adicional, es posible observar dos masas voluminosas abrazando las caras anterolaterales de la tráquea, tejido que corresponde a los lóbulos derecho e izquierdo de la glándula tiroidea unidos por el istmo; al centro se puede visualizar el diámetro traqueal y en los extremos laterales las arterias carótidas (Barrett, Barman, Boitano, & Brooks, 2012)(Lanfranchi, 2001). Como se puede observar, dichas imágenes tienen una morfología similar, lo que demuestra la eficiencia del protocolo para el registro de la glándula tiroidea con un equipo de US.

La aplicación del filtro espacial muestra una variación en el valor de los píxeles tal como se muestra en la Figura 3c, debido a que corresponde a las medianas de todas las series de 9 píxeles en la matriz de la imagen, permitiendo la eliminación del ruido de fondo y homogeneizar los niveles de gris de áreas con texturas complejas (Pertusa Grau, 2010), logrando disminuir la presencia de ruido tipo sal y pimienta.

Para la segmentación es importante delimitar el contorno de la estructura de interés, por lo tanto, el uso del filtro gaussiano (Figura 3d) homogeneiza la imagen y permite una definición más suave de los bordes de la tiroidea. A pesar del proceso de filtrado, este no elimina los componentes no deseados o los que no pertenecen a la glándula en sí, por lo que, en el paso final, se aplicaron operaciones morfológicas (Figura 3e), así como la eliminación manual de estructuras ajenas a la glándula, que, en este caso, es la tráquea. El resultado de estas operaciones morfológicas y de dicha eliminación se muestra en la Figura 3f, en la cual solamente puede observarse la glándula de interés.

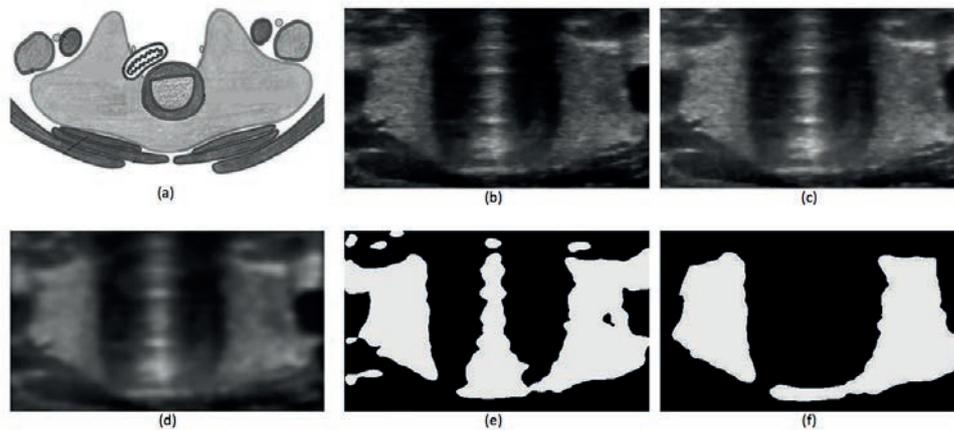


Figura 3. a) Representación de corte transversal de la glándula tiroidea (Adrián Lozano, y otros, 2012), b) Imagen de US de la glándula tiroidea, c) Resultado al aplicar a b) un filtro de mediana, d) Resultado de aplicar a c) un filtro gaussiano, e) Segmentación de d) por medio del algoritmo de Otsu, f) Resultado de aplicar a d) operaciones morfológicas y extracción manual de la tráquea.

El sistema de visualización utilizado con las funciones de VTK nos permite tener una vista y manipulación de la reconstrucción 3D en 360°, tal y como se presenta en la Figura 4, donde muestra de la forma y posición de la glándula tiroidea y se aprecia el volumen tiroideo reconstruido desde diferentes perspectivas (inferior, superior y anterior). En esta figura, es posible apreciar los dos lóbulos anterolaterales a la laringe y tráquea; sin embargo, el istmo, masa medial que une los lóbulos sobre la tráquea comúnmente delante del segundo y tercer anillos traqueales (Moore & Dalley, 2001), no es completamente visible debido al resultado del método de segmentación y posible angulación del transductor.

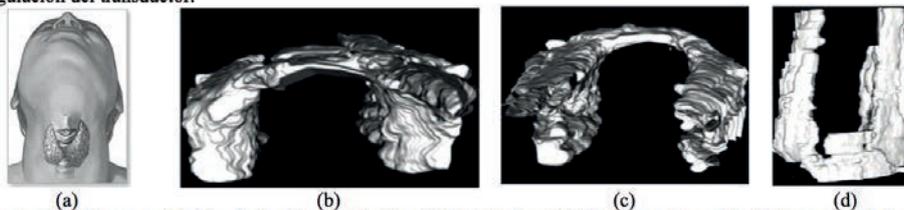


Figura 4. a) Representación de la glándula tiroidea (A.D.A.M., Inc., 2016), Reconstrucción tridimensional de la glándula tiroidea; b) vista inferior, c) vista superior y d) vista anterior.

DISCUSIÓN

A. Adquisición de imágenes

Utilizando la metodología propuesta, la glándula tiroidea puede ser estudiada utilizando un ecógrafo de prestaciones básicas (modo B con potencia de profundidad cercana a los 4 cm) por su localización superficial. Además, al estar rodeada de estructuras de diferente densidad, como la tráquea llena de aire, la vascularización llena de sangre (líquido) circulando a distintas velocidades y en sentidos opuestos, los músculos ricos en agua, la piel rica en grasa, y una lejanía de estructuras óseas que evitan sombras acústicas (Martín Almendra, 2016), se tiene un buen contraste de la imagen para su detección.

B. Procesamiento digital

Al utilizar el filtro de mediana y el filtro gaussiano nos permite eliminar el ruido no deseado, resaltar los bordes y suavizarlos para la segmentación, de esta manera resulta más sencillo el aplicar el algoritmo de Otsu para la segmentación. Teniendo como resultado una imagen binaria que representa la morfología de la glándula tiroidea, y de esta manera reconstruirla y así poder hacer una evaluación.

Como se mencionó anteriormente, con un ultrasonido de prestaciones básicas (en 2D) no es posible tener una representación volumétrica de la glándula tiroidea, lo cual resulta de utilidad para la valoración de anorma-

lidades en dicha estructura anatómica. Es por ello que equipos de ultrasonido en 3D son utilizados en ámbito clínico, de tal manera que es posible tener una visualización tridimensional y la posibilidad de realizar mediciones anatómicas de la estructura; sin embargo, el costo mayor, en comparación con un ultrasonido convencional, hace que este tipo de análisis 3D sea poco accesible. La alternativa propuesta en este trabajo de realizar una reconstrucción 3D de la tiroides a partir de un conjunto de imágenes en 2D de US utilizando las funciones de VTK, mostró ser una opción viable y de bajo costo respecto al uso de equipos de ultrasonido en 3D. La reconstrucción con VTK de la glándula tiroides cualitativamente tiene la morfología adecuada, y se piensa podría ser una buena aproximación de un modelo anatómico real. En la Figura 4, es posible apreciar que existen rugosidades en la superficie de la tiroides, por lo que será necesario optimizar las técnicas de procesamiento utilizadas para mejorar la definición de los bordes de la glándula, así como contar con la retroalimentación por parte de un experto clínico para realizar una validación de la anatomía reconstruida. Es importante mencionar que los resultados presentados en este trabajo corresponden solo a la reconstrucción de la glándula de una sola voluntaria, por lo que será importante probar la metodología propuesta en una población mayor, considerando sujetos sanos y con alguna anomalía glandular, para poder corroborar el buen desempeño de la misma.

CONCLUSIONES

El ultrasonido es una técnica de imagenología accesible para cualquier médico, centro académico o de investigación, que permite una rápida valoración de tejidos blandos, como la glándula tiroides, sin riesgo de efectos adversos. Además, utilizando la estrategia propuesta en este trabajo, que combina técnicas de procesamiento de imágenes (filtrado y segmentación) con un proceso de reconstrucción 3D, es posible obtener información morfológica que puede ayudar al experto clínico en la detección de una anomalía de la estructura de la glándula tiroidea, brindando información útil para diagnóstico, tratamiento y monitoreo. Esta metodología propuesta representa una alternativa de bajo costo para la representación volumétrica de estructuras anatómicas de interés a partir de imágenes de ultrasonido, sin la necesidad de contar con un equipo de ultrasonido en 3D. Como perspectivas de este trabajo se pretende estudiar otras técnicas de filtrado y segmentación, que permitan tener una mejor representación volumétrica de la anatomía de la glándula tiroides, así como automatizar la estrategia propuesta. Finalmente, se tiene contemplado generar una base de datos de imágenes de ultrasonido de glándulas tiroides de pacientes y voluntarios, valoradas por expertos clínicos, que nos permita tener un mejor entendimiento de las capacidades y limitantes de nuestra metodología.

BIBLIOGRAFIA

- A.D.A.M., Inc. (16 de Febrero de 2016). Loyola University Health System. Obtenido de <http://loyolamedicine.adam.com/content.aspx?productId=118&pid=5&gid=002933>
- Adrián Lozano, L., Urquía, A., Bayona García, I., Fernández Fernández, A., Martínez Blanco, S., & Reguero Llorente, E. (2012). Estudio ecográfico de la glándula tiroides. SERAM 2012, (págs. S-1332). Burgos.
- Arancibia, G., Niedmann, J. P., & Ortega, D. (2002). Ultrasonografía de tiroides. Scientific Electronic Library Online, 8(3), 101-106.
- Barrett, K. E., Barman, S. M., Boitano, S., & Brooks, H. (2012). Ganong, fisiología médica (24ª ed.). Estados Unidos de América: Mc Graw Hill.
- Deshpande, R., Ramalingam, R. E., Chockalingam, N., Naemi, R., Branthwaite, H., & Sundar, L. (2013). Automated segmentation technique for the processing of foot ultrasound images. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 8(13), 380-383.
- Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2008). Digital Image Processing (3ª ed.). Nueva Jersey: Pearson Prentice Halla.
- Henadez Stegman, M. F., Rendón Villa, M., & Marrero, M. (2015). Libro virtual de formación en otorrinolaringología. Madrid: Editorial SEORL.
- Lanfranchi, M. E. (2001). Ecografía de tiroides. Buenos Aires: Marban Libros.
- Martín Almendra, M. Á. (2016). Estudio de la morfología y función del tiroides. Revista ORL, 7(2), 17-35.
- Moore, K. I., & Dalley, A. E. (2001). Anatomía con orientación clínica (4ª ed.). Madrid: Editorial médica panamericana.
- Pertusa Grau, J. F. (2010). Técnicas de análisis de imagen (2ª ed.). Valencia, España: Publicaciones de la Universidad de Valencia.
- Platero, C. (2005). Procesamiento morfológico. Recuperado el Julio de 2017
- Stolka, H. C., Kang, H., Choti, M., & Boctor, E. M. (2010). Multi-DoF Probe Trajectory Reconstruction with Local Sensors for 2D to 3D Ultrasound. IEEE International Symposium on Biomedical Imaging. Rotterdam.
- The Visualization Toolkit. (2017). About: VTK. Retrieved Julio 2017, 27, from <http://www.vtk.org/>
- Torres, F., Fantil, Z., Lira, E., García Segundo, C., Reyes Ramírez, B., E.J., H., . . . Arámbula Cosío, F. (2012). Rastreo de imágenes y reconstrucción de volúmenes de ultrasonido médico. Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica, 33(2), 101-115.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado bajo el programa del 19º Verano de la Ciencia Región, y se reconoce el apoyo recibido por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

CONTROL ESTADÍSTICO DE LA PRODUCCIÓN DE TRANSFORMADORES MEDIANTE EL GRAFICO DE CONTROL MULTIVARIADO T2 DE HOTELLING.

Juan Luis Ramírez Arteaga, Luis Mariano Sandoval González y Edgar Augusto Ruelas Santoyo

RESUMEN

El desarrollo de procedimientos adecuados para el estudio y control de los procesos productivos, es fundamental para mantener un nivel óptimo de calidad en los productos. En la industria existen muchas situaciones donde es necesario el control o monitoreo simultáneo de dos o más variables de calidad en la fabricación de un producto. Por esta razón el objetivo de este trabajo es diseñar un sistema flexible capaz de detectar señales fuera de control haciendo uso del control estadístico de procesos multivariante mediante el estadístico T2 de Hotelling y las cartas individuales de medias que tienen el fin de identificar la(s) variable(s) que causan una posible señal fuera de control. El sistema propuesto se aplica a un proceso de fabricación de transformadores. Los resultados obtenidos muestran una eficiencia del 97%, además el sistema es capaz de proporcionar información útil sobre la fuente de una señal fuera de control en el sistema de producción, de esta forma será posible poder llevar adecuadamente el control de calidad en los sistemas productivos actuales.

Palabras clave: Control Estadístico de Procesos Multivariantes, T2 de Hotelling.

ABSTRACT

The development of adequate procedures for the study and control of production processes is fundamental to maintain an optimal level of quality in the products. In the industry there are many situations where it is necessary to control or simultaneously monitor two or more quality variables in the manufacture of a product. For this reason, the objective of this work is to design a flexible system capable of detecting signals out of control using the statistical control of multivariate processes using the T2 Hotelling's statistic. By means of individual charts of means, the system will identify the variable (s) that cause the out of control signal. The proposed system is applied to a manufacturing process of transformers. The results obtained from the system show an efficiency of 97%, in addition to providing those responsible for quality with timely and adequate information for the correct decision making when monitoring and controlling normal multivariate processes.

Keywords: Statistical Control of Multivariate Processes, T2 Hotelling's.

INTRODUCCIÓN

El control estadístico de procesos (CEP) es la colección de métodos estadísticos usados para reconocer causas especiales de variación y proporcionar medios para llevar un proceso a un estado de control y reducir la variación en torno a un valor objetivo dado. El objetivo del CEP es mantener la variabilidad, en torno al valor objetivo, lo más pequeño posible. (Zertuche-Luis & Cantú, 2008).

Sin embargo, en la actualidad se ha planteado el uso del control estadístico de procesos multivariado (CEPM), en él se controlan las características de calidad más importantes del producto de manera simultánea, permitiendo evaluar las correlaciones que puedan existir. (Mosquera Restrepo, Olaya Ochoa, & Escobar, 2007) Dentro de los procedimientos de control multivariado, las gráficas con más investigación y aplicación en la industria son: La gráfica de control multivariada de sumas acumuladas (MCUSUM), la gráfica de control con ponderación exponencial (MEWMA) y la gráfica T2 de Hotelling empleada en el presente trabajo. Una limitante de los gráficos de control mencionados anteriormente, es que sólo identifica señales fuera de control, pero no identifica las variables causantes de la señal (Contreras Zamarrón & Marroquin Prado, 2012). Es por eso que en el presente trabajo se propone la aplicación de un sistema flexible que permite monitorear la calidad de varias características de un producto e identificar las situaciones fuera de control mediante el gráfico multivariante T2 además de poder señalar la(s) variable(s) causante(s) de la señal fuera de control mediante cartas individuales de medias.

MARCO TEÓRICO

El CEP cuenta con herramientas como los gráficos de control, estos ayudan a examinar si un proceso se encuentra en una condición estable, o para asegurar que se mantenga en esa condición, sin embargo puede ser posible que dentro de un proceso industrial sea necesario vigilar varias mediciones, para estos casos se cuenta con el CEPM.

El Profesor Harold Hotelling (1947), realizó una de las principales aportaciones dentro del campo de procesos multivariados al proponer un gráfico de control multivariado basado en la distancia de Mahalanobis (Ruiz Barzola, 2013), utilizando el vector de promedios y la matriz de covarianzas de una variable aleatoria con distribución normal multivariada de acuerdo a las Ec. (3) Y (4) respectivamente, para realizar el gráfico de control multivariado.

derecha e izquierda y ambos lóbulos de la glándula (Arancibia, Niedmann, & Ortega, 2002). Posteriormente,

$$\mu = [\mu_1, \mu_2 \dots \mu_p] \quad (3)$$

Matriz de varianzas y covarianzas (Σ)

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12}^2 & \dots & \sigma_{1p}^2 \\ \sigma_{21}^2 & \sigma_2^2 & \dots & \sigma_{2p}^2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sigma_{p1}^2 & \sigma_{p2}^2 & \dots & \sigma_p^2 \end{bmatrix} \quad (4)$$

Para la construcción de este gráfico se requieren dos fases, en la primera, se recolectan datos históricos del proceso de las p variables a controlar. Es importante verificar el supuesto de normalidad en las variables ya que los datos de la muestra serán usados para estimar el vector de medidas μ y la matriz de covarianzas Σ

En la segunda fase se calcula el estadístico T^2 de Hotelling de la siguiente manera:

En su versión poblacional se puede definir como sigue; siendo X_i un vector aleatorio de una población normal p -variada con vector de medias μ y matriz de covarianzas $\Sigma > 0$, la variable aleatoria T^2 de Hotelling, se expresa de acuerdo a la Ec. (5).

$$T^2 = (X - \mu)' \Sigma^{-1} (X - \mu) \quad (5)$$

Cuando μ y Σ son conocidos, se puede demostrar que T^2 se distribuye como una χ^2 cuadrada con p grados de libertad (Johnson & Wichern, 1998). Cuando, como generalmente ocurre, μ y Σ son parámetros desconocidas de una población normal p -variada con media μ y matriz de covarianzas Σ , estos son estimados por \bar{X} y S respectivamente. La variable aleatoria T^2 de Hotelling muestral, se expresa de acuerdo a la Ec. (6).

$$T^2 = (X - \bar{X})' S^{-1} (X - \bar{X}) \quad (6)$$

Entonces el límite de control superior se calcula a partir de la Ec. (7).

$$LCS = \frac{p(m-1)(n-1)}{mn-m-p+1} F_{\alpha, p, mn-m-p+1} \quad (7)$$

Las cartas individuales de medias detectan señales fuera de control cuando el valor graficado excede el límite de control superior (UCL) por sus siglas en inglés, o cuando el estadístico está por debajo del límite de control inferior (LCL). Estos límites están dados por las Ec. (9) y Ec. (10).

$$UCL = \bar{x} + 3 \frac{\overline{MR}}{d_2} \quad (9)$$

$$LCL = \bar{x} - 3 \frac{\overline{MR}}{d_2} \quad (10)$$

MÉTODOS Y MATERIALES

Para mostrar el funcionamiento del sistema propuesto, se implementó en una línea de producción de transformadores eléctricos. El caso de estudio se limitó al análisis de transformadores del tipo monofásico con una potencia de 25 KVA (kilo-voltamperio), debido a que es el que mayor volumen de producción presenta dentro de la empresa donde se llevó a cabo la ejecución, pero no es una limitante para extender los resultados propuestos a otros tipos de transformadores que se fabriquen bajo el mismo esquema, u otros procesos de manufactura que requieran un control multivariante. Una parte importante en la manufactura de un transformador eléctrico, es el ensamble de la bobina y el núcleo denominada parte activa. Para un ensamble adecuado es vital controlar las dimensiones del largo en la bobina (A), el ancho del núcleo (B) y largo del núcleo (C), por lo tanto $p=3$. Obsérvese la Figura 1 un diseño del ensamble entre la bobina y los núcleos.

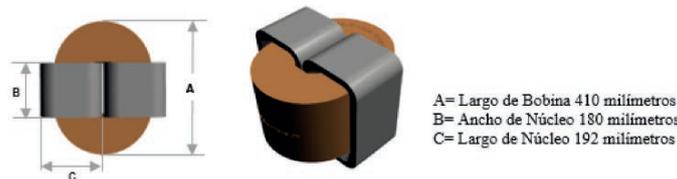


Figura 1. Diseño de ensamble bobina-núcleo

Para establecer un CEPM adecuado, se deben de vigilar las tres características de calidad del ensamble. Cabe mencionar que el sistema fue diseñado para trabajar de 2 a 4 variables y que cada una de las variables tenga un máximo de 50 observaciones en este caso se trabajó para 30 observaciones.

Al monitorear tres características de calidad relacionadas de forma simultánea mediante el gráfico de control multivariante T^2 de Hotelling, se supone una distribución normal en cada una de las variables. La prueba de normalidad utilizada fue la de Anderson Darling. Si los datos se distribuyen de forma normal, tendrían una tendencia a la media, donde su valor p tiene que ser mayor a .05. Se hizo una etapa en el cual se comprobó los índices de capacidad de proceso, en donde se tomó en cuenta $C_p > 1$ y $C_{pk} > 1.3$. Véase la Tabla 1.

Tabla 1. Se muestran los resultados de cada variable, para la prueba de normalidad y los índices de capacidad de procesos

	Valor p	Cp	Cpk
Variable 1	.135	1.7219	1.6177
Variable 2	.211	2.2907	2.2382
Variable 3	.471	2.5782	1.6322

Una vez que se haya comprobado satisfactoriamente la prueba de normalidad y la estabilidad del proceso mediante los índices de capacidad de proceso, se procede a la construcción del gráfico de control multivariante T^2 de Hotelling para detectar la aparición de señales fuera de control dentro de las 30 observaciones. Cuando el sistema identifica algún valor de la T^2 que excede el límite de control superior, se detecta la(s) variable(s) responsable(s) por medio de las cartas de medias. Ver en Figura 2 la metodología seguida durante la investigación. La arquitectura del sistema fue desarrollada en el software Matlab 2015.

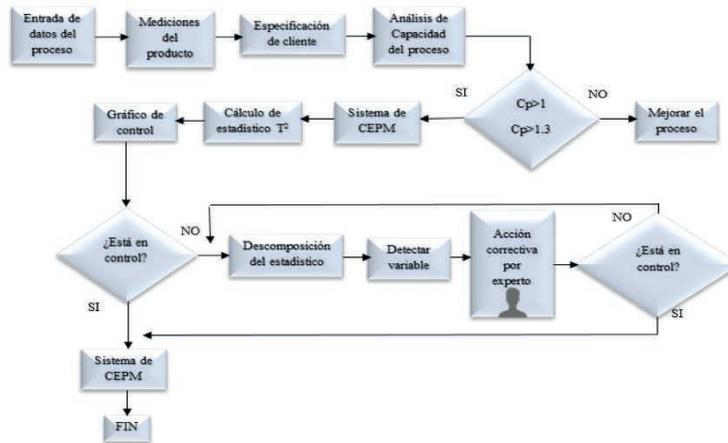


Figura 2. Diagrama de flujo de la metodología que se siguió, con la programación de la interfaz de esta investigación./

RESULTADOS

Primeramente, se realizó una prueba de reconocimiento con el sistema diseñado, la cual consistió en verificar si este sistema detectaba la(s) variable(s) que genera(n) la(s) señal(es) fuera de control dentro del proceso de fabricación de los transformadores. A continuación, se desarrolló una fase de validación en la que se introdujeron 30 nuevas mediciones, dentro de las cuales existen algunas que generan, situaciones fuera de control en el gráfico de control multivariante. Las señales fuera de control, fueron identificadas mediante las cartas de control individuales, en las cuales, se midieron las características de calidad mostradas en la Figura 1 las cuales corresponden a los transformadores monofásicos.

Dentro de la Figura 3, se muestran sombreados en color naranja aquellas mediciones fuera de especificaciones del cliente lo cual propicia una señal fuera de control en el grafico multivariado. Los resultados de la variable T^2 obtenidos para cada observación y que excedieron el límite de control superior se muestran sombreados en color rojo como se aprecia en las observaciones de la Figura 3 (1, 5, 6 y 28). También se identificaron las variables fuera de control que el sistema propuesto detectó que generaran la señal fuera de especificaciones. Aquellas mediciones que provocaron una señal fuera de control fueron analizadas mediante cartas de medias y de esta forma poder señalar la(s) variable(s) responsable(s), para el caso en el que el sistema detecta correctamente las variable(s) causante(s) se coloca el valor de (1) que corresponde a un acierto del sistema en identificar la señal y la causa de variación que origina el descontrol del proceso. Para el caso contrario se coloca un (0) el cual significa que el sistema no identifico correctamente una fuente de variación. Después de un análisis de las 30 mediciones, la eficiencia del sistema propuesto es del 97%, donde únicamente la observación 27 no fue identificada debido a que el grafico de control multivariante no generó una señal fuera de control, esto es debido a que el grafico de control T^2 de Hotelling no es sensible a cambios pequeños véase en la Figura 4

	Lar. Bo.	Ancho	Largo Nu.	T^2	Var.	Res.		Lar. Bo.	Ancho	Largo Nu.	T^2	Var.	Res.	LSC
1	409.57	180.08	192.90	23.44	Var3	1	16	409.79	179.88	192.09	1.74		1	20.2025
2	409.90	179.79	192.36	4.44		1	17	410.17	180.07	192.25	2.90		1	UCLVar1
3	409.70	180.10	191.95	1.93		1	18	410.08	179.87	192.30	2.82		1	410.5229
4	410.19	179.79	192.25	4.43		1	19	409.99	179.97	192.25	1.18		1	LCLVar1
5	410.80	179.91	192.90	40.46	Var1	1	20	410.19	179.97	192.01	1.79		1	409.3561
6	409.76	180.25	192.90	25.31	Var3	1	21	410.07	180.11	191.80	2.26		1	UCLVar2
7	409.92	179.87	192.06	1.23		1	22	409.73	180.02	192.23	2.01		1	180.4586
8	409.80	179.85	192.00	2.46		1	23	409.96	180.23	192.23	3.67		1	LCLVar2
9	409.81	179.88	191.99	1.90		1	24	409.78	180.13	191.75	3.24		1	179.5873
10	409.82	180.08	192.05	0.51		1	25	409.67	180.17	191.84	3.66		1	UCLVar3
11	409.76	179.85	191.96	3.21		1	26	410.24	180.06	191.97	2.70		1	192.5391
12	410.08	180.03	192.06	0.56		1	27	410.12	180.46	192.07	11.11		0	LCLVar3
13	410.17	180.07	191.64	5.81		1	28	410.80	180.46	191.92	33.91	Var1	1	191.5617
14	409.87	180.11	191.96	0.59		1	29	410.14	180.02	191.81	2.62		1	Eficiencia
15	410.27	179.84	192.13	4.14		1	30	409.87	180.23	192.39	6.28		1	97%

Figura 3. Resultados arrojados del Control de proceso estadísticos multivariados a través de T^2 Hotelling

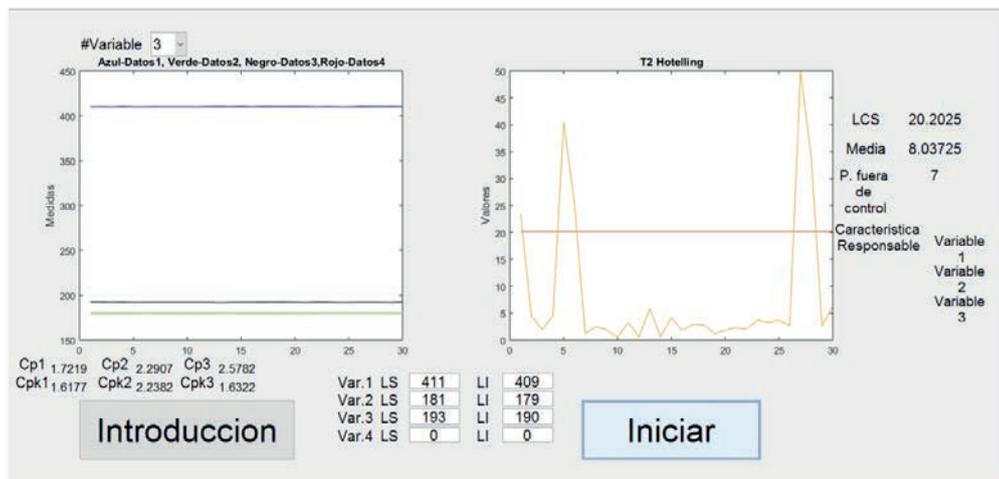


Figura 4. Interfaz gráfica para el análisis de CEPM a través de T^2 Hotelling: (Izquierda) datos del proceso en un estado del control, (derecha) análisis de T^2 Hotelling de los datos nuevos.

CONCLUSIONES

El CEPM es de gran ayuda dentro de los procesos de producción, en los cuales se analicen múltiples variables correlacionadas evitando el uso de gráficos individuales para cada variable, facilitando la identificación del problema y mejorando el proceso del monitoreo. Por esta razón se desarrolló un programa basado en el estadístico de T^2 Hotelling capaz de identificar aquellas situaciones fuera de control, dentro de los procesos de producción que trabajen en una situación de 2 a 4 variables, además este programa permite identificar las fuentes causantes de dichas situaciones con la ayuda de cartas individuales, con la finalidad de realizar ajustes o cambios en el proceso de producción, que permitan disminuir la variabilidad, dentro de las especificaciones deseadas, de una forma sencilla y oportuna.

Dentro de los resultados obtenidos se muestra que el sistema, no logró identificar una variable fuera de control en la observación (27) de la Figura 3, ya que el estadístico T^2 de Hotelling es poco potente a la hora de detectar variaciones pequeñas, sin embargo se tuvo una eficiencia del 97%, la cual se considera aceptable para poner en funcionamiento el programa en cualquier sistema de producción, que cuente con las especificaciones antes mencionadas.

BIBLIOGRAFÍA

- Contreras Zamarrón, A. M., & Marroquin Prado, E. (2012). Monitoreo y Control de un Proceso Normal Multivariado . Saltillo: Instituto Tecnológico de Saltillo .
- Johnson, R., & Wichern, D. (1998). Applied Multivariate Statistical Analysis. USA: Prentice Hall.
- Mosquera Restrepo, J., Olaya Ochoa, J., & Escobar, R. (2007). APLICACIÓN DEL CONTROL ESTADÍSTICO MULTIVARIANTE EN UN PROCESO DE EXTRUSIÓN DE PELÍCULA PLÁSTICA . 6.
- Ruiz Barzola , O. H. (2013). GRÁFICOS DE CONTROL DE CALIDAD MULTIVARIANTES CON DIMENSIÓN VARIABLE. Valencia: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA.
- Zertuche-Luis, F., & Cantú, M. S. (2008). Una comparación del desempeño de lass cartas de control T^2 de Hotelling y de clasificación por rangos. México.

SINTESIS DE COMPUESTOS DE IRIDIO CON LIGANTES N,S-DONADORES DE TIPO TIOCETOIMINATOS

María Fernanda Prado Fernandez¹ y Crispín Silviano Cristóbal Gasga²

RESUMEN

En este trabajo se estudia la reactividad de los ligantes de tipo β -tIOCetoiminato (SacNac) y β -cetoiminato (AcNac) que contienen átomos N,S- y N,O-donadores, respectivamente, con iridio para la estabilización de nuevas especies metálicas. El ligante AcNac se sintetizó mediante la reacción de condensación entre una amina primaria y una β -dicetona aromática. La reacción de éste con el reactivo de Lawesson intercambia el átomo de oxígeno por uno de azufre conduciendo a la formación del ligante SacNac correspondiente. Todas las reacciones fueron realizadas utilizando la técnica Schlenk y los productos obtenidos fueron caracterizados por RMN e IR. Los complejos de iridio que se identificaron resultaron ser reactivos bajo las condiciones estudiadas.

ABSTRACT

In this work β -thioketoiminate (SacNac) which is a N,S-donor ligand, as well as β -ketoiminate (AcNac) as a N,O-donor ligand, and its interaction with iridium for stabilization of new metal species are studied. We have synthesized an AcNac compound by the condensation reaction with a primary amine and an aromatic substituted β -diketone. Subsequently, the exchange of the oxygen atom by sulfur using Lawesson's reagent to give the corresponding SacNac was made. All reactions were performed by the Schlenk technique and were analyzed by NMR and IR spectroscopy. The iridium complexes identified were reactive under the conditions studied.

Palabras Clave: reactividad, complejos de iridio, β -tIOCetoiminatos, técnica Schlenk.

INTRODUCCIÓN

La química de los metales de transición ha experimentado un gran desarrollo desde mitad del siglo pasado hasta nuestros días, principalmente por el interés teórico, pero también por sus aplicaciones como catalizadores en síntesis orgánica, en bioinorgánica, etc.[1]

Una de las características de los metales de transición es que son elementos cuyas capas de valencia se encuentran incompletas y para formar complejos estas capas deben ser completadas con electrones compartidos por otras especies químicas denominadas ligantes, con el fin de alcanzar una estructura electrónica estable. Existen dos tipos de ligantes: aquellos que comparten uno o varios pares de electrones al metal y aquellos que ceden un solo electrón o un número impar de electrones.[2]

Los ligantes bidentados de tipo β -cetoiminato N,O-donadores (AcNac) pertenecen al segundo tipo de ligantes, y se preparan mediante la reacción de condensación entre una amina primaria y una β -dicetona.[3] Recientemente se demostró que la reacción de ligantes β -cetoiminatos con el reactivo de Lawesson dan lugar a la sustitución del átomo de oxígeno por un átomo de azufre, es decir, a la formación de nuevos ligantes de tipo β -tIOCetoiminato o N,S-donadores (SacNac).[4]

Referente al iridio (Ir), se puede mencionar que es uno de los metales de transición del grupo IX más reactivos, que en su estado natural es un metal blanco, pesado, quebradizo y sumamente raro. Sus aleaciones se utilizan para la fabricación de materiales que resistan elevadas temperaturas y la corrosión. La química del iridio se centra principalmente en los estados de oxidación I y III, este último estado de oxidación forma una gran variedad de complejos octaédricos y diamagnéticos, los cuales pueden contener coordinados ligantes tipo nitrogenados, grupos oxo, CO, fosfinas terciarias, iones halogenuros y alquenos.[5]

Dentro de las aplicaciones de los complejos de iridio con ligantes de tipo acetilacetato se encuentra la capacidad antitumoral, que junto con la química de rodio (Rh), son capaces de inhibir el crecimiento del tumor ascítico de Ehrlich, leucemia L1210, y de la forma sólida del sarcoma 180 presentes en ratones.[6]

Además, la luminiscencia que presentan estos complejos puede ser utilizada en múltiples aplicaciones como la catálisis fotoredox y los OLEDs (diodo orgánico de emisión de luz).[7]

Debido principalmente a su reactividad, la mayor parte de la química del iridio requiere trabajar en ambientes anhidros y exentos de oxígeno presente en el aire del ambiente. Es así como trabajar la técnica Schlenk nos permite el estudio de la química de complejos metálicos de transición, en una atmósfera inerte (de nitrógeno o argón) mediante ciclos controlados de inyección del gas a bajas presiones y purga mediante una bomba de vacío.[8]

MÉTODOS Y MATERIALES

Los reactivos utilizados fueron de la marca Sigma-Aldrich y KEM, se usaron sin previa purificación. El CH_2Cl_2 se secó con CaH_2 , y el THF con sodio metálico. Todas las reacciones se realizaron en atmósfera inerte de nitrógeno utilizando la técnica Schlenk. Los compuestos sintetizados fueron analizados mediante técnicas espectroscópicas comunes; los análisis de RMN (Resonancia Magnética Nuclear) de ^1H , $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$, entre otros experimentos bidimensionales, fueron adquiridos en un espectrómetro Bruker de 500 MHz en disolución usando CDCl_3 con TMS como estándar interno, mientras que los espectros de infrarrojo (IR), se

registraron en un equipo con Transformada de Fourier marca Bruker modelo Tensor 27, las muestras fueron analizadas en pastillas con KBr de pureza mayor al 99%, la recolección del espectro fue a los 32 scans en el rango de frecuencia de 4000 a 400 cm⁻¹.

Síntesis del ligante AcNac: 3-(2,4,6-trimetilfenilamino)-1-fenil-2-buten-1-ona

En un matraz balón se colocaron 3.89 g (24 mmol) de 2,4,6-trimetilamina, 2.70 g (20 mmol) de 1-fenil-1,3-butanodiona y 25 mg de ácido p-toluensulfónico como catalizador en 25 mL de tolueno como disolvente. La reacción se calentó a reflujo durante 22 h. El crudo de reacción se concentró en un rotavapor (75 °C, 60 mbar, 280 rpm). Se lavó con 50 mL de hexano frío y se cristalizó en el congelador a -4 °C por 20 h. Finalmente, se separaron los cristales amarillos de las aguas madres, se lavaron con 4 mL de hexano frío y se secaron en una estufa con calentamiento a vacío (40 °C, 17 mmHg). Rf = 0.28 eluida en una mezcla hexanos:éter etílico (9:1). Rendimiento: 60%. RMN de ¹H (500 MHz, CDCl₃, 25 °C): δ = 12.44(s, 1H, O•••H•••N), 7.95, 7.44(d, m, 2:3, 5 H, Ph), 6.93(s, 2H, CHMes), 5.92(s, 1H, CH), 2.30, 2.20 (s, 1:2, 9H, MeMes), 1.78(s, 3H, Me).

Síntesis del ligante SacNac: 3-(2,4,6-trimetilfenilamino)-1-fenil-2-buten-1-tiona

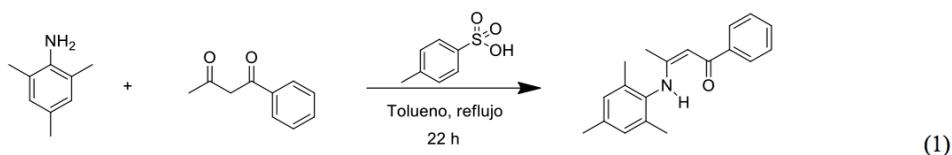
En un matraz Schlenk se colocaron 1.79 mmol (0.72 g) de reactivo de Lawesson y 7.16 mmol (2 g) de ligante AcNac en 20 mL de CH₂Cl₂. La reacción se llevó a sequedad después de 3 h de reacción a temperatura ambiente. El crudo de la reacción se redisolvió en la mínima cantidad de CH₂Cl₂ y se impregnó en gel de sílice para su separación por cromatografía en columna. La separación del producto deseado se realizó mediante la elución con una mezcla de disolventes hexano:éter etílico, utilizando un gradiente de concentraciones desde 50:0 hasta 47:3. El producto de la columna se monitoreó por cromatografía en capa fina de TLC (Thin-Layer Chromatography) y las fracciones seleccionadas se concentraron en el rotavapor (61 °C, 350 mbar, 280 rpm). Finalmente se cristalizó a -4 °C para obtener un sólido cristalino de color rojo. Rf = 0.65 eluida en una mezcla hexanos:éter etílico (9:1). Rendimiento: 55%. RMN de ¹H (500 MHz, CDCl₃, 25 °C): δ = 15.42(s, 1H, S•••H•••N), 7.80, 7.36(d, m, 2:3, 5H, Ph), 6.96(s, 2H, CHMes), 6.75(s, 1H, CH), 2.32, 2.22(s, 1:2, 9H, MeMes), 1.92(Me).

Reacciones de los ligantes AcNac y SacNac con [Ir(μ-Cl)(coe)₂]₂.

Todas las reacciones se realizaron en tubos tipo Schlenk de 100 mL bajo atmósfera de nitrógeno. En cada reacción se usaron 50 mg (0.056 mmol) de complejo de iridio [Ir(μ-Cl)(coe)₂]₂ previamente sintetizado en el laboratorio. Para las reacciones se utilizaron de 3 a 6 mL de CH₂Cl₂, tolueno o THF previamente seco y desoxigenado. Las condiciones de reacción estudiadas involucraron variaciones en tiempos de reacción, temperatura de reacción, adición de KOH, adición de agua desoxigenada o un coligante, y cantidades estequiométricas del ligante AcNac o SacNac según el caso. En todos los casos se analizaron los crudos de reacción y en algunos casos se también se analizaron las fracciones obtenidas por diversos métodos (filtración, cristalización, lavados, decantación, cromatografía).

RESULTADOS

La síntesis de los ligantes SacNac implica la preparación inicial del ligante AcNac. Este primer paso se lleva a cabo, mediante una reacción de condensación en medio ácido, entre una dicetona aromática con un ligero exceso de una amina primaria, tal como se indica en la reacción 1).



El producto de la reacción después de su purificación, es un sólido cristalino de color amarillo de alta pureza con un rendimiento del 60%. La evidencia de su pureza se observa en su análisis por RMN de ¹H de la Figura 1. Las señales más evidentes son aquellas que se observan a 5.92 y 12.44 ppm, y que corresponden al protón metínico y al NH del fragmento SacNac respectivamente. El desplazamiento de esta última señal es a campo muy bajo, debido principalmente a la interacción que tiene con el átomo de oxígeno cuando se encuentra en disolución, de tal manera que existe una interacción de tipo enlace por puente de hidrógeno con ambos heteronúcleos.[4] Este tipo de interacción también se pone de manifiesto en el espectro de IR (Figura 2), ya que se observa una banda ancha de absorción entre 2749 y 3122 cm⁻¹, la cual también comprende a la frecuencia de alargamiento los enlaces C-H alifáticos de los grupos mesitilo[4] Otra señales de igual importancia, y que se observan de manera intensa, son aquellas a 1577 y 1544 cm⁻¹, que corresponden a la frecuencia de vibración de los enlaces C=O y C=N respectivamente.[9]

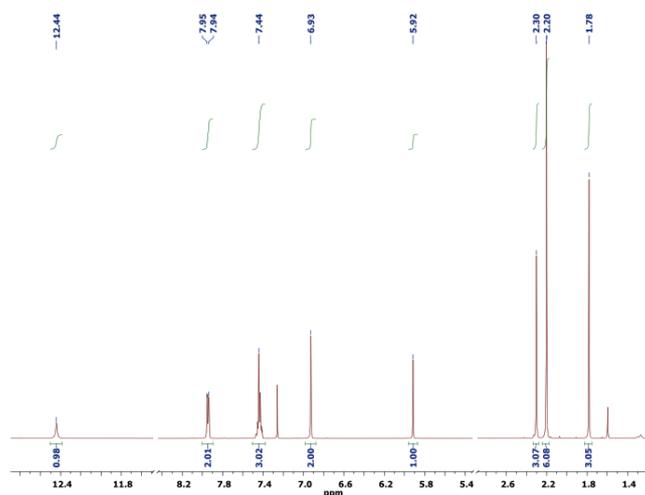


Figura 1. Espectro de RMN de ^1H del ligante AcNac.

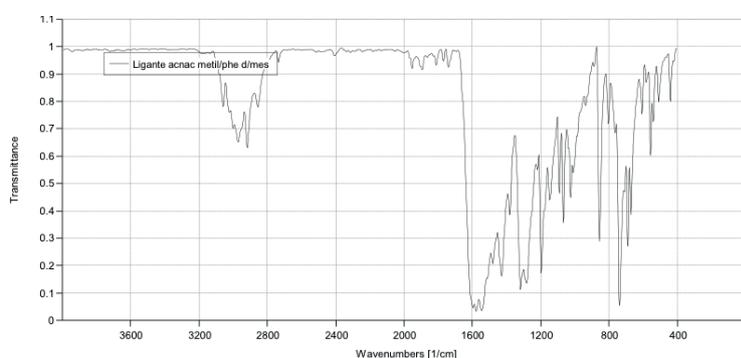
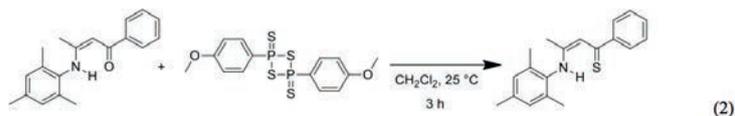


Figura 2. Espectro IR en KBr del ligante AcNac.

El ligante SacNac se obtiene como un sólido cristalino de color rojo con un 55% de rendimiento bajo las condiciones de reacción que se especifican en 2). De manera similar al ligante AcNac, esta estructura se encuentra estabilizada por el hidrógeno puente que forma enlaces con los átomos de nitrógeno y azufre.[4]



Mediante RMN de ^1H se pone de manifiesto la sustitución del átomo de oxígeno por azufre, ya que todas las señales se encuentran desplazadas con respecto al precursor, la evidencia más notoria se da sobre el protón del grupo metino y el hidrógeno puente que se desplazan 0.83 y 2.98 ppm a campo bajo respectivamente.[4] Por su parte, el espectro de IR muestra una señal intensa que correspondiente a la frecuencia de vibración del enlace C=O a 1736 cm^{-1} , mientras que la asignación de la banda correspondiente al enlace C=S aparece más intensa a 1022 cm^{-1} , aunque también es posible la asignación de absorciones a mayor energía si estas no se encuentran directamente enlazadas a nitrógeno.[10] Otro resultado interesante es la baja polaridad relativa del SacNac con respecto a su precursor, tal como se demuestra en su factor de retención de 0.65, eluido en una mezcla de 9:1 de hexanos:éter etílico a temperatura ambiente (para el AcNac este es de 0.28).

El ligante SacNac resulta ser muy reactivo hacia el dímero de iridio(I), $[\text{Ir}(\mu\text{-Cl})(\text{coe})_2]_2$, tal como se muestra en 3). Esta reacción tiene lugar de manera inmediata dando lugar a un cambio de color de la solución instantánea, de naranja a rojo marrón. El análisis por RMN de ^1H de la Figura 3, pone de manifiesto el consumo total del ligante y la formación de cis-cicloocteno (coe) como subproducto. Además, no hay formación de especies hidruro metálicas, comúnmente formadas con iridio.[2,5] La adición de 8 equivalentes de ligante tampoco da lugar a un producto mayoritario, en su lugar, el análisis indica la formación de varias especies, incluso con carácter polimérico probablemente catalizado por el metal. El uso de coligantes bidentados (col), como N,N,N',N'-tetraetilendiamina (TMDA) o 2,2'-bipiridina (bipy) favorece la formación de posibles nuevas especies de fórmula $\text{Ir}(\text{SacNac})_n(\text{col})_m$ ($n = 1$ o 2 ; $m = 1$ o 2) dando lugar a un crudo de reacción de color rojo y verde respectivamente, pero que debido a la alta reactividad que presentan aun a -5 °C, y a la alta solubilidad que comparten con el ligante libre en disolventes apolares, no son posibles de aislar con la metodología estudiada.

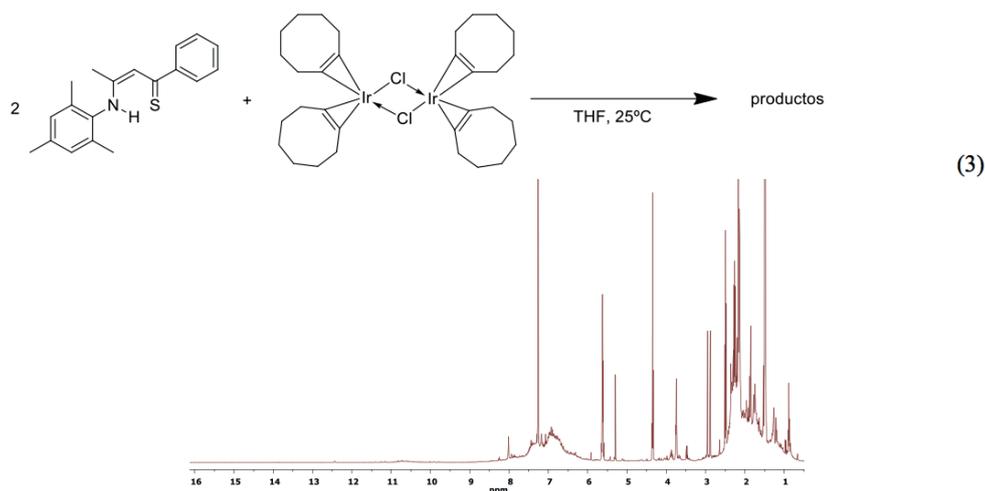


Figura 3. Espectro RMN de $1H$ de la reacción del ligante SacNac con $[Ir(\mu-Cl)(coe)_2]_2$.

En base a los resultados obtenidos, se optó por estudiar la reactividad de los ligantes precursores AcNac, conocidos por nuestro grupo de investigación por formar especies más estables de iridio(I). Es así como mediante la reacción que se expresa en 4) se realizaron experimentos a diferentes condiciones de reacción, utilizando como disolventes THF, tolueno o CH_2Cl_2 , incluso se llegó a utilizar una base fuerte como el KOH para favorecer la desprotonación del ligante AcNac e inducir la coordinación bidentada del ligante sobre la esfera de coordinación del iridio. Los resultados demuestran que no existe reacción bajo las condiciones de estudio, incluso calentando hasta $60\text{ }^\circ\text{C}$ en un sistema cerrado bajo atmósfera de nitrógeno. Además, bajo condiciones más drásticas, se consigue eliminación de coe del complejo de partida, pero le acompaña un precipitado sólido negruzco muy fino de apariencia metálica, lo que probablemente sea el producto de descomposición del dímero, es decir, iridio en estado de oxidación 0.

CONCLUSIONES

Se lograron sintetizar los ligantes de tipo β -cetoiminato y β -tioacetoininato (SacNac) con rendimientos buenos y moderados respectivamente. Ambos ligantes son estables para ser manipulados a condiciones normales de laboratorio.

Se observó una mayor reactividad del ligante SacNac hacia el dímero de Ir(I) dando lugar a especies relativamente más estables cuando se utiliza un coligante bidentado como TMDA o bipy, estos coligantes estabilizan sitios de coordinación vacantes en el metal, lo que ha permitido la detección de nuevas especies metálicas por RMN. Sin embargo esta estabilidad relativa no ha sido suficiente como para lograr aislar las dichas especies, y hacen falta mayores estudios y experimentos para mejorar las condiciones de identificación y separación.

En contraparte, la reactividad del ligante AcNac es más difícil, ya que al final de la mayoría de las reacciones se recuperó el ligante de partida. La adición de una base fuerte como el KOH (en cantidades mínimas de agua para favorecer su solubilidad y desprotonar el ligante), da como resultado la descomposición del dímero y esto es más evidente bajo calentamiento.

El uso de la técnica Schlenk fue fundamental para llevar a cabo los estudios de reactividad de estos ligantes con el complejo de Ir(I), $[Ir(\mu-Cl)(coe)_2]_2$, ya se logró confirmar que este complejo reacciona con el oxígeno del ambiente, mayormente en disolución.

BIBLIOGRAFIA

- [1] a) TWIGG M V. (1994). Homogeneous Catalysis of Organic Reactions by Transition Metal Complexes. In: Mechanisms of Inorganic and Organometallic Reactions, Boston, MA: Springer. b) Editorial. Nat. Chem. Biol. 2008, 4 (3), 143.
- [2] HUHEEY, J. E. (1983). Inorganic Chemistry: principles of structure and reactivity, 3rd ed., Harper and Row, New York, Oxford.
- [3] BOURGET-MERLE, L., LAPPERT, M. F., SEVERN, J. R. (2002). "The Chemistry of β -diketiminato-metal complexes" en Chemical Reviews, Num. 9, Vol. 102, [pp. 3031-3065].
- [4] RUIZ, D., ALVARADO-MONZON, J., ANDREU DE RIQUER, G. A., GONZALEZ, G., HÖPFL, H., DE LEON, L. M., & LOPEZ, J. A. (2016). "Synthesis and Characterization of Methyl-Palladium and -Platinum Complexes Supported by N,O- and N,S-Donor Ligands" en European Journal of Inorganic Chemistry, [pp. 874-879].
- [5] CRABTREE, R. H. (2009). The organometallic chemistry of the transition metals, New Haven, Connecticut John Wiley & Sons.
- [6] a) LIU, Z., & SADLER, P. J. (2014). "Organoiridium complexes: anticancer agents and catalysts" en Accounts of Chemical Research, 47(4), 1174-85. b) SAVA, G., ZORZET, S., PERISSIN, L., MESTRONI, G., ZASSINOVICH, G., & BONTEMPI, A. (1987). "Coordination metal complexes of Rh(I), Ir(I) and Ru(II): recent advances on antimetastatic activity on solid mouse tumors" en Inorganica Chimica Acta, 137(1-2), 69-71. [7] a) Prier, C. K., Rankic, D. A., & MacMillan, D. W. C. (2013). "Visible Light Photoredox Catalysis with Transition Metal Complexes: Applications in Organic Synthesis" en Chemical Reviews, 113(7),

5322–5363. b) LAMANSKY, S., DJUROVICH, P., MURPHY, D., ABDEL-RAZZAQ, F., LEE, H.-E., ADACHI, C., THOMPSON, M. E. (2001). “Highly Phosphorescent Bis-Cyclometalated Iridium Complexes: Synthesis, Photophysical Characterization, and Use in Organic Light Emitting Diodes” en *Journal of the American Chemical Society*, 123(18), 4304–4312.

[8] SHRIVER, D. F., & DREZDZON, M. A. (1986). *The manipulation of air-sensitive compounds*, John Wiley & Sons.

[9] PASTO, D. J., JOHNSON, C. R. (1981). “Determinación de estructuras orgánicas” Barcelona: Reverte.

[10] a) COLTHUP, N. (2012), *Introduction to infrared and Raman spectroscopy*, Elsevier, b) RAO, C., & VENKATARAGHAVAN, R. (1962). “The C=S stretching frequency and the “-N-C=S bands” in the infrared” en *Spectrochimica Acta*, 18(4), 541–547.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Comité Organizador del 19° Verano de la Ciencia de la Región Centro, a la Universidad de Guanajuato y la SEP “Integración de Redes Temáticas de Colaboración Académica 2015” por el apoyo otorgado para la realización de este proyecto.

M.F.P.F. agradece al CONACYT y al Departamento de Apoyo a la Investigación de la Universidad Autónoma de Aguascalientes por la beca concedida para la estancia.

APLICACIONES EN CRIMINALISTICA SOBRE LA DETECCIÓN DE HUELLAS DACTILARES LATENTES UTILIZANDO MATERIALES FOSFORESCENTES Y FLUORESCENTES.

Mariana Cecilia Pérez Villalobos¹ y Carlos Eduardo Rodríguez García²

RESUMEN

En el presente artículo, se sintetizó un compuesto luminiscente, el aluminato de estroncio fase ortorrómbica dopado con europio y disprosio, el cual se obtuvo por medio de la síntesis de combustión. La síntesis de combustión es un método donde se lleva a cabo un proceso de oxidación rápida, desprendiendo energía en forma de calor y luz, dando como producto final un polvo. El aluminato de estroncio fase ortorrómbica obtenido, se puede aplicar en criminología para el revelado de huellas dactilares latentes, debido a que está dopado por tierras raras (europio y disprosio) tiene luminiscencia, además, se puede adherir a diversas superficies comunes donde los responsables dejan impregnadas sus huellas, por lo que es una excelente alternativa en el área forense.

ABSTRACT

In this article, a luminescent compound was synthesized, strontium aluminate orthorhombic phase doped with europium and dysprosium, which was obtained for combustion synthesis. The combustion synthesis is a method where it's carried out a process oxidation fast, releasing energy in form of heat and light, giving as final product a powder. The strontium aluminate orthorhombic phase obtained, can be applied in criminology for the revealed of fingerprints, because is doped with rare earth (europium and dysprosium) have luminescence, also, can adhere to various surfaces common where those responsible leave their fingerprints impregnated, making it an excellent alternative in forensic area.

Palabras Clave: Huellas dactilares latentes, Aluminato de Estroncio fase ortorrómbica, Luminiscencia, Dopaje.

INTRODUCCIÓN

En las áreas lampiñas de las manos y de los pies, se encuentran rebordes dérmicos que forman un patrón llamado crestas cutáneas o huellas dactilares; miden aproximadamente 0.5 mm de ancho, están dispuestas en arcos, curvas y remolinos o espiral. Dichas crestas son patrones hereditarios y son diferentes en cada persona por lo que pueden ser utilizadas para la identificación de las mismas [Thews, G. et al. (1983)].

Las huellas digitales, también rastros papilares o huellas papilares; son producidas por la presión dactilar sobre determinadas superficies y materiales. Se presentan tres formas:

- Huellas plásticas: son las que se asientan en cuerpos o sustancias blandas, de consistencia pastosa como ma-silla, jabón, caolín, arcilla, estearina, parafina, etc.
- Huellas visibles: son las que dejan los dedos untados con sangre, pintura, lápiz labial, grasa, polvo, etc.
- Huellas latentes: son las que dejan las superficies dactilares por su secreción natural y otras materiales inco-loras que no se aprecian claramente a simple vista requiriendo la aplicación de “reveladores” para su obser-vación; éstos son, generalmente, minerales o compuestos coloreados, finamente pulverizados que se adhieren a la materia que configura la huella, haciéndola contrastar con respecto a la superficie en que se asienta.

Las superficies lisas y pulidas son excelentes soportes para las huellas visibles y latentes. Las huellas digitales pueden ser reveladas sobre el papel dependiendo ello del tipo. En un papel satinado, lustroso o terso, la huella será más nítida que en un papel sin encolado [Cejás, G. (1998)].

En criminología, las huellas o crestas dactilares son una prueba contundente para dar con el responsable del delito cometido, debido a que éstas se quedan impregnadas en todo lo que se toca, principalmente por las secreciones de las glándulas sebosas que se tienen en las manos y pies. En una escena del crimen, las huellas dactilares son comúnmente encontradas en las chapas de las puertas, en televisiones de plasma, en celulares, en tarjetas de crédito o débito; lo que es un indicio para dar con el sospechoso. El forense revela las huellas con diferentes métodos estandarizados y después la compara con una base de datos de la policía. También puede compararse la huella dactilar con la tomada de los sospechosos. Es decir, los investigadores forenses trabajan para hacer coincidir partes de 2 huellas dactilares que parecen iguales.

Hoy en día, los sistemas informáticos comparan huellas dactilares. Una huella completa y clara a menudo puede llevar a una coincidencia. Pero a veces una huella dactilar encontrada en una escena del crimen no está completa ni es clara. El sistema ofrece una lista de posibles coincidencias, es por eso que los investigadores realizan más investigaciones [Einspruch, A. (2016)].

La química de los residuos de las huellas latentes es muy compleja, debido a las características físicas y propiedades de cientos de compuestos químicos que se encuentran presentes en dicha huella. Estos componentes forman una compleja matriz tridimensional así como emulsiones de agua y compuestos orgánicos e inorgánicos. La interacción de estos compuestos y su exposición a múltiples condiciones ambientales en diferentes periodos de tiempo, producen dramáticos cambios en las propiedades de las huellas latentes. Estos cambios pueden explicar por qué algunos reactivos como los polvos o los vapores de yodo favorecen el revelado de

huellas latentes cuando éstas son recientes, a diferencia de otros reactivos que pueden ser aplicados en huellas latentes no recientes [Casillas, E. (2016)].

Los compuestos luminiscentes es lo más usado hoy en día por los forenses, por la fluorescencia o fosforescencia que estos emiten.

La fluorescencia y fosforescencia son fenómenos directamente relacionados con la excitación de los átomos de la materia en cuestión. Se conoce con el nombre de fluorescencia la emisión de luz u otra radiación electromagnética por un átomo excitado, la cual se extingue al cesar el estímulo que la provoca. La sustancia en la que se produce fluorescencia recibe el nombre de fluorescente. En general, los átomos excitados se desexcitan de manera prácticamente inmediata. No obstante, hay sustancias cuyos átomos pueden permanecer en un estado excitado durante un tiempo apreciable que puede ser incluso de algunas horas. Se dice que estos átomos se encuentran en un estado meta-estable. Estas sustancias son denominadas fosforescentes y pueden emitir luz en la oscuridad durante algún tiempo después de haber sido excitadas. La fosforescencia es, pues, la emisión de luz u otro tipo de radiación electromagnética por un átomo excitado que persiste después de cesar el estímulo que la provocó [Ortega, X. et al. (1996)].

El departamento de Servicios Periciales de la PGJE del estado de Coahuila de Zaragoza, utiliza para el revelado de las huellas dactilares latentes polvos fluorescentes y fosforescentes, que se compran en el extranjero, por lo que es un método poco rentable para países donde no tienen una producción propia. Además, presentan la desventaja de que no logran revelar huellas muy envejecidas, no se adhieren a todas las superficies o materiales, o en casos donde las superficies son fluorescentes a la vez.

En el presente trabajo, se propone el aluminato de estroncio fase ortorrómbica ($\text{Sr}_4\text{Al}_14\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}, \text{Dy}^{3+}$) para el revelado de huellas dactilares, obtenido por síntesis de combustión, debido a que es altamente estable química y térmicamente, por lo que podría preservar la huella por años.

El aluminato de estroncio fase ortorrómbica presentan una intensa emisión fosforescente verde-azul en la oscuridad por horas, además tienen la ventaja que se puede adherir a cualquier material como madera, metal, plástico, etc.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para desarrollar el polvo luminiscente con fórmula $\text{Sr}_4\text{Al}_14\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}, \text{Dy}^{3+}$, se utilizaron los siguientes materiales y reactivos:

Reactivos:

- 3.321 g de Sr (NO_3)₂
- 16.053 g de Al (NO_3)₃·9H₂O
- 20 ml de H₂O destilada
- 0.175 g de Dy (NO_3)₃·6H₂O
- 0.081 g de Eu(NO_3)₃·6H₂O
- 0.479 g de NH₄ (NO_3)
- 15.421g de Urea
- 0.529 g de H₃BO₃

Materiales

Parilla de agitación

Agitador magnético

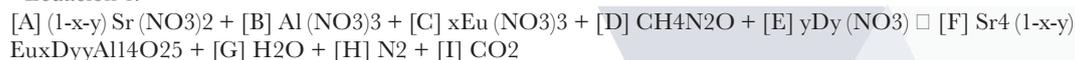
Vidrio de reloj

Vaso de precipitado de 250 ml

Mufla

Para la síntesis por combustión de aluminato de estroncio dopado con Eu^{2+} y Dy^{3+} , fase ortorrómbica ($\text{Sr}_4\text{Al}_14\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}, \text{Dy}^{3+}$), se balanceó la siguiente ecuación:

• Ecuación 1:



La ecuación anterior se balanceó por método algebraico. Posteriormente, se calcularon los gramos a pesar en el programa Excel.

Se pesó en una balanza analítica los compuestos a utilizar. Se mezclaron los 3.321 g nitrato de estroncio y 16.053 g nitrato de aluminio, con 20ml de agua destilada en un vaso de precipitado con agitación en una Parrilla eléctrica constante. Posteriormente se agregó a la mezcla, 0.175g de nitrato de disprosio y 0.081g de nitrato de europio. Por último, se añadieron 0.479g de nitrato de amonio, 15.421g de Urea y 0.529g de ácido bórico. Cuando terminó de solubilizarse y mezclarse todo, se le añadió al vaso de precipitado un vidrio de reloj para taparlo. Se llevó a la mufla, que estaba precalentada a 600°C, y sosteniendo el vaso firmemente con unas pinzas se introdujo a la misma. Se esperó a que aparecieran humos blancos y posteriormente se contaron 15 minutos para que ocurriera la combustión, después se apagó la mufla y se dejó enfriar la muestra dentro de ella durante aproximadamente 3 horas. Pasando este tiempo, se sacó la muestra de la mufla. Como resultado de la muestra se obtuvo una espuma blanca y bien formada. La espuma se pulverizó en un mortero de Ágata

hasta obtener un polvo fino, después se procedió a determinar su espectro de emisión y excitación, mediante el Espectro-fluorómetro Shimadzu RF-6000.

Se realizó la microscopía óptica digital de las superficies, además del revelado de huellas dactilares en las mismas utilizando el polvo sintetizado y el polvo comercial.

RESULTADOS

Teniendo el polvo luminiscente de aluminato de estroncio fase ortorrómbica, se procedió a realizar lo siguiente:

Teniendo el polvo luminiscente de aluminato de estroncio fase ortorrómbica, se procedió a realizar lo siguiente:



Figura 1. Espuma obtenida de aluminato de



Figura 2. Polvo de aluminato de estroncio fase ortorrómbica emitiendo fosforescencia color azul-verde.

• Fotoluminiscencia

Se calcularon los espectros de emisión a 365 nm y de excitación a 560 nm del aluminato de estroncio fase ortorrómbica sintetizado por combustión.

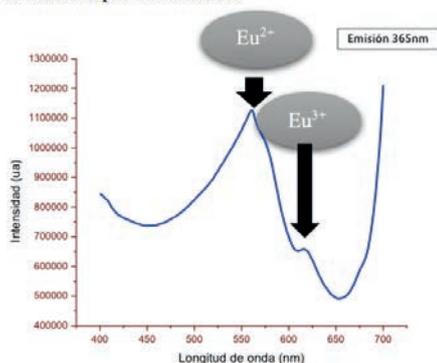


Figura 3. Espectro de emisión del aluminato de estroncio fase ortorrómbica a 365 nm. Se observan dos picos, el cual la máxima emisión corresponde a Eu^{2+} a 520 nm.

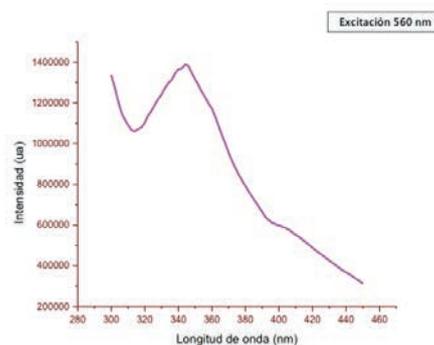


Figura 4. Espectro de excitación del aluminato de estroncio fase ortorrómbica, tomando la longitud de emisión de a 560 nm. Se observa que la máxima excitación es a 345 nm.

Un espectro de emisión se mide a diferentes frecuencias de luz fluorescente emitida por una muestra, manteniendo la luz de excitación a una longitud de onda constante, en este caso se hizo la medición de la emisión del europio a 365 nm. Un espectro de excitación se mide mediante el registro de una serie de espectros de emisión utilizando luz de diferentes longitudes de onda, en este caso la longitud de onda utilizada para el espectro de excitación del europio fue de 560 nm.

En la figura 3, se observan dos picos bien formados, lo que significa que el pico más agudo pertenece a Eu^{2+} , debido a que tiene una longitud de onda de 520 nm; mientras que el pico más pequeño pertenece al Eu^{3+} , debido a que tiene una longitud de onda de 613 nm.

En la figura 4, se observa un máximo pico de excitación del material sintetizado que corresponde a la longitud de onda de 345 nm.

•Revelado de huellas dactilares

Las superficies con huellas dactilares que se revelaron con el aluminato de estroncio sintetizado y comercial fueron la chapa de una puerta y una tarjeta de débito, debido a que son superficies que normalmente en ellas son encontradas huellas dactilares del sospechoso en algún delito cometido.



Figura 5. Foto de chapa de una puerta con huella dactilar impregnada.



Figura 6. Foto de tarjeta de débito con huella dactilar impregnada.

Se excitó con luz UV la huella dactilar impregnada con polvo comercial de aluminato de estroncio fase ortorrómbica y después se observó su luminiscencia azul-verde en la oscuridad.



Figura 7. Foto de chapa de una puerta con la huella dactilar revelada con polvo comercial de aluminato de estroncio fase ortorrómbica y luz UV, en la oscuridad.



Figura 8. Foto de tarjeta de débito con la huella dactilar revelada con polvo comercial de aluminato de estroncio fase ortorrómbica y luz UV, en la oscuridad.

Se excitó con luz UV la huella dactilar impregnada con polvo sintetizado de aluminato de estroncio fase ortorrómbica y después se observó su luminiscencia azul-verde en la oscuridad.



Figura 9. Chapa de una puerta con la huella dactilar revelada con polvo sintetizado de aluminato de estroncio fase ortorrómbica y luz UV en la oscuridad.



Figura 10. Tarjeta de débito con la huella dactilar revelada con polvo sintetizado de aluminato de estroncio fase ortorrómbica y luz UV, en la oscuridad.

CONCLUSIONES

El aluminato de estroncio fase ortorrómbica dopado con europio y disprosio se obtuvo mediante síntesis de combustión, la cual es un método de oxidación de metales en donde se desprende energía (calor y luz), y se obtiene como producto final una espuma de color blanca. El europio y disprosio son consideradas tierras raras, el europio tiene luminiscencia y el disprosio la fija, es decir que hace que la fosforescencia tenga mayor duración; por lo que en conjunto son excelentes para complementar un material luminiscente de larga duración. Además, el aluminato de estroncio fase ortorrómbica se puede adherir a cualquier superficie en donde se encuentran huellas dactilares en algún delito cometido, debido a que el material se impregna a la grasa o al sudor de sus dedos (huellas dactilares) que dejan los responsables en la escena del crimen.

Se calcularon los espectros de emisión y excitación con un espectro-fluorómetro. El espectro de emisión a 365 nm, muestra dos picos bien formados lo que indica la presencia de Eu^{2+} y Eu^{3+} en el material sintetizado, el Eu^{2+} está presente a 520 nm, mientras que el Eu^{3+} está a 613 nm. En el espectro de excitación a 560nm, se muestra un máximo pico de excitación a 345 nm de europio.

En comparación, el material comercial emite mayor fosforescencia que el material sintetizado, esto es debido a que dicho material comercial tenía tratamiento térmico por lo que optimizó la duración de la fosforescencia. En cambio, el material que se sintetizó tuvo una buena duración de la fosforescencia, aun sabiendo que no se le dio tratamiento térmico, por lo que se puede decir que se obtuvo un buen resultado y conformidad con el material sintetizado.

Con los resultados obtenidos, se puede decir que el aluminato de estroncio fase ortorrómbica puede ser otra gran alternativa utilizada en criminología debido a las ventajas que presenta en comparación con otros materiales que se presentan hoy en día en el mercado, además de que su síntesis es rápida, sencilla y rentable en comparación con otros métodos que se utilizan.

BIBLIOGRAFIA

1. Casillas, E. (2016). "Estandarización de las técnicas de revelado de huellas latentes en superficies porosas y no porosas" pp 2-4. Consultada en: http://revista.cleu.edu.mx/new/descargas/1603/articulos/Articulo9_Estandarizacion_de_las_tecnicas_de_revelado_de_huellas_latentes_en_superficies_porosas_y_no_porosas.pdf (fecha de consulta 04-07-2017)
2. Cejas, G. (1998). Diccionario Criminalístico: Glosario Básico Usual en Investigación Judicial. Ediciones Jurídicas Cuyo. Argentina. 91 p.p.
3. Einspruch, A. (2016). Investigador Forense: Análisis de datos. Teacher Created Materials, Inc. Huntington Beach, USA. 8-11 p.p.
4. Ortega, X. et al. (1996). Las radiaciones ionizantes: su utilización y riesgos. (2ª Ed). Ediciones de la Universitat Politècnica de Catalunya, SL. Barcelona, España. 45-46 p.p.
5. Thews, G. et al. (1983). Anatomía, Fisiología y Patofisiología del hombre. Editorial Reverté, S.A. España. 731 p.p.

ESTUDIO DE SUSTITUCIÓN DE BATERÍAS AUTOMOTRICES MEDIANTE EL USO DE SUPERCAPACITORES

Nicholas Alejandro Prado Muñoz y Dr. Raúl Ramírez López

RESUMEN

En este proyecto, se estudiarán a los supercapacitores, para observar su comportamiento en arreglos equivalentes para obtener mayor potencia de entrega, además se realizarán pruebas sobre vehículos automotores, usando a los supercapacitores como sustitutos de la batería de los mismos y finalmente mostrar los resultados de dichas pruebas.

ABSTRACT

In this project, it will be studied the supercapacitors, to observe their behavior in some equivalent arrangements to get more delivery power, also it will be performance some tests in motor vehicles, using the supercapacitors as substitutes of their batteries, and finally showing the results.

Palabras Clave: Supercapacitores, Baterías, Automóviles, Carga.

INTRODUCCIÓN

Debido a la gran demanda energética actual, se hace uso de recursos no renovables para el abastecimiento de dicha demanda, principalmente de recursos basados en los combustibles fósiles (principalmente hidrocarburos). Derivado de esto, se ha empezado a optar por el uso de energías renovables para el abastecimiento de dicha demanda, consiguiendo un progreso en cuanto a la emisión de residuos a la atmósfera, pero esto ha generado un nuevo problema: el almacenamiento.

Con los avances tecnológicos actuales se puede obtener cantidades significativas de energía, pero únicamente durante intervalos dependientes a condiciones no controlables, por ejemplo, la luz solar, la velocidad del viento, etc., por lo que es necesario empezar a almacenar toda la energía generada, y no utilizada, para su posterior uso. Pero los dispositivos de almacenamiento más comunes son en sí otro problema, pues éstos poseen mezclas de químicos que, al término su vida útil, son contaminantes a la atmósfera, y son de difícil reciclaje. En la actualidad se han desarrollado dispositivos capacitivos de gran carga, llamados supercapacitores o ultracapacitores, los cuales se componen por dos placas separadas por una membrana electrolítica. La diferencia con los capacitores electrolíticos tradicionales, que son a los que más se les parece, son los componentes de estos nuevos dispositivos, particularmente, las películas aislantes, cuyos espesores son extremadamente menores a los tradicionales, permitiendo mayor capacidad.

Este trabajo es una prueba para la verificación de la capacidad de carga de los supercapacitores como sustituto de baterías. Será necesario el arreglo adecuado de varios supercapacitores para posteriormente realizar diferentes pruebas utilizándolos como sustitutos de baterías. El desarrollo del trabajo se compone por dos partes.

- 1.- Diseño del arreglo de los supercapacitores: Consiste en el diseño correspondiente que se dará a diez supercapacitores para obtener las condiciones ideales para las pruebas.
- 2.- Prueba a motores de automóviles: Consiste en sustituir la batería de varios vehículos por los supercapacitores y verificar si tienen la capacidad de carga suficiente para encender los mismos.

MARCO TEÓRICO

Los supercapacitores usados en este trabajo tienen un voltaje operativo máximo de 2.7v cada uno, con una capacitancia de 350 faradios, Debido a dicha capacitancia, su capacidad de entrega de corriente es muy grande.

MÉTODOS Y MATERIALES

Materiales:

- Ultracapacitores (BCAP0350)
- Resistencias 47kΩ
- Alambre de cobre esmaltado calibre 12
- Cable
- Soldadura
- Pasta para soldadura
- Cinta de aislar.

Equipo:

- Fuente de corriente directa
- Multímetro digital
- Osciloscopio
- Cautín

Procedimiento:

1. Diseño del arreglo de los supercapacitores: Al tratarse de un sustituto de batería, se debe de lograr que los valores de voltaje y corriente de los supercapacitores sean iguales a los valores de voltaje y corriente de una batería de CD.

Una batería comercial de automóvil maneja un voltaje de 12 volts, y dependiendo el modelo de la batería se puede encontrar una corriente a partir de 330 amperes, por lo que se debe de realizar un diseño en el cual los supercapacitores entreguen un voltaje de 12 volts. Debido a el comportamiento que tienen los supercapacitores, entregarán una corriente equivalente a la corriente que el sistema le demande, en un amplio rango. Se estima, de acuerdo a un estudio previo del mismo tema, que el límite superior de corriente que el arreglo entregará, es aproximadamente 100 amperes, o más.

Sabemos que el voltaje de salida de dos o más capacitores en paralelo es igual al voltaje de cada capacitor, y que la capacitancia es la suma de las capacitancias.

$$V_f = V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_{n-1} = V_n \quad (1)$$

$$C_f = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_{n-1} + C_n \quad (2)$$

También sabemos que el voltaje de salida de dos o más capacitores en serie será igual a la suma de los voltajes individuales de cada capacitor, y que el inverso de la capacitancia final será la suma de los inversos de las capacitancias individuales.

$$V_f = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_{n-1} + V_n \quad (3)$$

$$\frac{1}{C_f} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_{n-1}} + \frac{1}{C_n} \quad (4)$$

Por lo tanto, conectando 2 supercapacitores en paralelo por la ecuación 1 obtenemos:

$$V_f = 2.7v = 2.7v$$

$$V_f = 2.7v$$

Mientras la capacitancia por la ecuación 2 será:

$$C_f = 350f + 350f$$

$$C_f = 700f$$

Para las especificaciones buscadas, se realizan cinco arreglos en paralelo de dos supercapacitores cada uno para obtener el equivalente a un supercapacitor de 2.7 volts y 700 faradios.

Como cada arreglo de supercapacitores tiene un valor de 2.7v, entonces el voltaje final se describe, por la ecuación 3, como:

$$V_f = 2.7v + 2.7v + 2.7v + 2.7v + 2.7v$$

$$V_f = 13.5v$$

El voltaje final lo dejamos en 13.5v debido a que es el valor más próximo a los 12v requeridos, mientras que, por la ecuación 4, la capacitancia será:

$$\frac{1}{C_f} = \frac{1}{700f} + \frac{1}{700f} + \frac{1}{700f} + \frac{1}{700f} + \frac{1}{700f}$$

$$\frac{1}{C_f} = \frac{1}{140f}$$

$$C_f = 140f$$

Así, de esta forma, obtenemos una capacitancia de 140 faradios y un voltaje de 13.5 volts.

Además, a cada Supercapacitor equivalente de 2.7v y 700f se le anexa una resistencia de 47KΩ. Ésta resistencia ayudará a que cada supercapacitor se cargue de forma homogéneamente respecto a los otros capacitores así manteniendo un equilibrio entre todos los supercapacitores y evitando sobrecargas de los mismos.

1. Prueba a motores de automóviles: Principalmente se pretende sustituir las baterías que los actuales vehículos usan, por lo que se hizo la prueba en tres vehículos diferentes y se observó el comportamiento de los supercapacitores:

El primero vehículo es un Volkswagen Sedan, mejor conocido como Vocho, del año 1970 con un motor de

1500cc.

El segundo vehículo es un Chevrolet Chevy, del año 2001 con un motor de 1400cc.

El tercer vehículo es un Ford Ranger, del año 2011, con un motor de 2300cc.

RESULTADOS

Con los cálculos anteriores, obtenemos un arreglo de diez supercapacitores (figura 1), el cual tiene un equivalente a un supercapacitor de 140 faradios y un voltaje máximo de 13.5 volts.

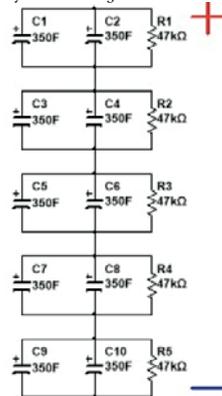


Figura 1. Esquema final de los Supercapacitores

de 6 amperes obteniendo una curva de carga característica (figura 2). La carga se interrumpió una vez alcanzada los 12v requeridos.

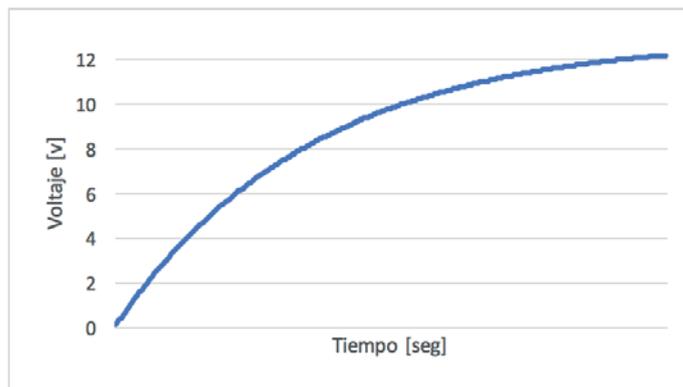


Figura 2. Curva de carga característica de los Supercapacitores

De ésta curva característica, se puede calcular la resistencia interna que tiene el arreglo de supercapacitores, el cual es de 0.761Ω .

Una vez probado el arreglo de los supercapacitores y teniendo su curva de carga característica se realizaron las pruebas sobre los vehículos. Los datos se muestran a continuación (Tabla 1), teniendo como parámetros el voltaje inicial de los supercapacitores, el voltaje final de los mismos, el tiempo en el cual éstos mantuvieron contacto de carga/descarga con el vehículo y el resultado de la prueba, la cual puede ser:

- Sí logró encender el vehículo
- Le dio marcha al vehículo
- No logró dar marcha al vehículo.

Tabla 1. Resultados finales de las pruebas en los vehículos

Vehículo	Voltaje Inicial	Voltaje Final	Tiempo de contacto	Resultado
VW Sedan	12v	12.62v	6 seg	Arranque
Chevrolet Chevy	12v	13.05v	3 seg	Arranque
Ford Ranger	12v	9.71v	4 seg	Marcha

Una vez que el vehículo arrancara, fue necesario retirar los supercapacitores, debido a que el alternador de los vehículos podría generar más de los 13.5v máximos que soportan los supercapacitores, y si se genera una sobrecarga, podría dañar a los mismos.

CONCLUSIONES

El arreglo de supercapacitores presentado, logró entregar una corriente para encender vehículos pequeños,

por lo que existe una entrega mínima de 330 amperes necesarios para encender los mismos, y con el anexo de más supercapacitores, sería posible encender cualquier tipo de vehículo, por lo tanto, sería capaz de sustituir la batería de cualquier tipo de dispositivo que demande una carga eléctrica para su funcionamiento sin importar la demanda de corriente que éste necesite, demostrando la superioridad ante las baterías en el tiempo de carga (Tabla 2):

Tabla 2. Tiempos de carga

Batería Pb-H₂SO₄	Supercapacitores
30 horas @ 2 A	5 minutos @ 6 A

Además, al tratarse de fenómenos físicos, la huella de carbono generada por dispositivos de almacenamiento de energía se vería radicalmente reducida, y al ser una clase de tecnología nueva, se verá en mejoras futuras, logrando mejorar las cargas almacenadas y los tamaños de almacenamiento.

De esta forma se ha demostrado que los supercapacitores son capaces de sustituir a las baterías a pesar de su temprano desarrollo con versatilidad en su uso.

BIBLIOGRAFÍA

Libro

DOUGLAS C. GIANCOLI. (2009). Física para Ciencias e Ingenierías con física moderna. México: Pearson Educación.

Artículo de Revista

FERNANDO DE JESÚS LUNA JUÁREZ y RAÚL RAMÍREZ LÓPEZ. (2016). “Caracterización de supercapacitores para su uso en sustitución de pilas eléctricas”. en Inducción a la ciencia, la tecnología, y la innovación en la región centro, Núm. 7, Vol. II, Enero-Diciembre, [pp. 546-551].

AGRADECIMIENTOS

- Gracias a mis padres, quienes me han dado todo y más, y que siempre me han apoyado en el esfuerzo por alcanzar mis sueños y objetivos, gracias a mi familia que está a mi lado en todo momento, gracias a mis amigos y compañeros que me ayudan a salir adelante, gracias a todas las personas que he conocido durante mi estancia de investigación, pero sobre todo gracias a todos aquellos que han creído en mí, son lo mejor.
- Agradecemos también a la familia Gallowey Guadarrama, quien facilitó sus automóviles para la realización de ésta prueba.

USO DE UN ANÁLOGO DE LA GnRH EN UNA SERIE CLÍNICA COMO PRUEBA PILOTO EN HUMANOS

Oswaldo Antonio Gamboa Abundis¹ y Dr. José Luis Quintanar Stephano²

RESUMEN

La hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) es un decapeptido hipotalámico implicado en el eje reproductivo neuroendocrino. Sin embargo, se ha demostrado que la GnRH puede tener otros papeles extra pituitarios, así como sus análogos sintéticos. La importancia del efecto del análogo de la GnRH, acetato de leuprolida (AL) es su participación en procesos de regeneración neuronal, y como resultado, la mejora funcional del paciente en cuanto al sistema motor y sensitivo. Este es un ensayo clínico tipo piloto en fase dos del tipo prospectivo, no enmascarado en el cual se realiza una inyección con AL de forma mensual durante seis meses y se valora la capacidad sensitiva y motora al final con la escala American Spinal Cord Injury (ASIA) y el spinal cord Independence measure (SCIM). Al concluir el protocolo, se obtuvo una mejoría significativa de los sujetos de estudio. Por este motivo este análogo puede, de acuerdo a nuestros resultados ser implementado en más pruebas.

ABSTRACT

Gonadotropin release hormone is a hypothalamic decapeptide involved in the neuroendocrine reproductive axis. However, it has been shown that GnRH may have other extra-pituitary roles as well as its synthetic analogous. The importance of the effect of the analogous of GnRH, Leuprolide Acetate (AL) is its participation in processes of neuronal regeneration, and as a result the functional improvement of the patient in the motor and sensitive system. This is a prospective, non-masked pilot phase two clinical trial in which an injection is performed with the GnRH analog (Leuprolide Acetate), is injected monthly for six months and the sensory and motor capacity is assessed at the end with the American Spinal Cord Injury Scale (ASIA) And the Measurement of Spinal Cord Independence (SCIM). After the protocol, a significant improvement of the study subjects was obtained. For this reason, this analogue can, according to our results be implemented in more tests.

Palabras Clave Acetato de leuprolida, regeneración neuronal, prueba piloto.

INTRODUCCIÓN

La lesión de la médula espinal es un evento altamente incapacitante, causa un deterioro funcional por debajo del nivel de la lesión y aumenta la morbilidad de quien es afectado; este tipo de lesiones generalmente son producidas por accidentes automovilísticos, caídas, por procedimiento quirúrgico o heridas de bala. A largo plazo las lesiones crónicas de la médula espinal son asociadas a problemas médicos (úlceras de presión, neumonía, otros), urinarios (disreflexia autonómica, vejiga neurogénica y otros) y complicaciones neurológicas además del dolor.⁶ Desde hace muchos años, se ha buscado por medio de terapéutica mejorar la lesión de médula espinal, desde 1980 se han realizado ensayos clínicos con uso de metilprednisolona (MP), un corticoesteroide sintético que aumenta los factores anti inflamatorios y disminuye el estrés oxidativo; actualmente el uso de altas dosis de este esteroide es controversial pues existe evidencia positiva y negativa de su uso. ^{8, 11} Existe otra terapia que consta del uso de agentes neuroprotectores como los gangliosidos por su efecto en la prevención de la apoptosis y su actividad anti-excitotóxica. Sin embargo, un ensayo controlado del compuesto gangliosido GM - 1 (Sygen), no demostró diferencias en la recuperación neurológica después de seis meses, por lo tanto, ya no se recomienda.^{8, 11} Dentro de las nuevas alternativas de tratamiento aparece la Riluzole, un bloqueador de los canales de calcio que reduce la lesión secundaria bloqueando la activación patológica de los canales de sodio además de reducir la liberación de glutamato en los modelos preclínicos de lesión de médula espinal (LME). Se ha implementado igualmente el uso de la minociclina, un antibiótico con propiedades anti-inflamatorias⁷ que incluyen la inhibición del factor de necrosis tumoral alfa, interleucina 1 beta, cicloxigenasa-2 y el óxido nítrico sintetasa. Ambos medicamentos en ensayo de fase III. ¹¹

Aparece entonces una gran gama de posibilidades para el tratamiento de la LME, como el uso del factor de crecimiento fibroblástico y el Factor estimulante de colonias de granulocitos de citocinas que demuestran mejoras en la clasificación de ASIA motora. ^{8, 11} Con respecto al tema de la neuro regeneración se han utilizado las células madre, estas intervenciones son dirigidas al soporte trófico, aunado a la neutralización de toxinas con el fin de detener el deterioro del tejido neural de los procesos secundarios a la lesión y corregir la deficiencia conductiva mediante la regeneración de vainas de mielina o inducir la formación de conos y fibras axotomizadas, con supresión de cicatrices e inhibidores de crecimiento neurítico.⁹ La GnRH es un decapeptido hipotalámico implicado en el eje reproductivo neuroendocrino, sin embargo, varios estudios han demostrado que la GnRH puede tener otros papeles extra pituitarios, se ha reportado la existencia de receptores de GnRH (GnRH-R) el múltiples tejidos incluida la médula espinal en ratas.³ Se ha demostrado con modelos experimentales de LME que reciben tratamiento con un análogo de la GnRH, Acetato de Leuprolida (AL) recuperan la locomoción y control de la micción.^{1, 2} En la actualidad, el LA se utiliza en humanos para diversas aplicaciones clínicas, incluyendo tratamiento paliativo del cáncer de próstata, manejo

de la endometriosis, terapia concomitante para leiomiomatosis uterina, terapia en niños con pubertad precoz central e in vitro para técnicas de fertilización 12

MÉTODOS Y MATERIALES

Este es un ensayo clínico tipo piloto en fase dos del tipo prospectivo, no enmascarado. El estudio fue conducido en la Clínica de Rehabilitación Integral en la Universidad Autónoma de Aguascalientes, México.

Los pacientes fueron incluidos si tenían entre 18 a 60 años, con un diagnóstico crónico de LME (Pacientes que tengan la LME mayor a 5 meses) confirmado por evaluación clínica con la escala ASIA A, B o C, por tomografía computarizada e imagen por resonancia magnética de la lesión, y sin evidencia de mejoría neurológica antes del tratamiento. Los pacientes fueron excluidos de este estudio si tenían alguno de los mencionados: causa no traumática de la lesión (vascular, tumoral, quirúrgico y casos especiales), deterioro del estado de salud o enfermedad terminal, o que este actualmente en otro protocolo de investigación clínica.

Posteriormente de la aceptación en el estudio, el paciente tiene una evaluación clínica la cual incluye: historia clínica, escala de deterioro de ASIA y grado de independencia usando el SCIM. Tras la evaluación inicial, la primera aplicación de 3,75 mg de LA (Lucrin Depot 3,75 mg, Abbott Laboratories, Chicago, IL) se aplicó intramuscularmente. El fármaco fue aplicado cada mes, durante seis meses. A los seis meses del tratamiento se realizó otra evaluación que incluyó la escala de deterioro de ASIA, el grado de independencia con SCIM y alguna otra observación de acierto. El procedimiento estuvo en conformidad con las normas éticas del comité responsable de experimentación humana de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Durante el tratamiento, el paciente continuó con sus actividades cotidianas que incluyeron rehabilitación física (todos ellos con al menos 3 horas/semana).

El objetivo de este estudio fue probar la hipótesis nula de que la diferencia media entre basal y seguimiento (a los 6 meses de tratamiento) de ASIA sensorial, ASIA motora y SCIM fue significativamente diferente. El tamaño de la muestra fue de 14 personas.

El análisis estadístico se realizó con GraphPad Prims 7.0 para Windows (GraphPad Software, Inc., La Jolla, CA, USA) en la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Se utilizó la prueba t pareada (datos normalmente distribuidos) para analizar la diferencia entre los valores basales y de seguimiento. Para todas las pruebas la $p < 0,05$ se consideró significativo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el tratamiento, ninguno de los sujetos presentó complicaciones relacionadas con la administración de LA ni ningún evento adverso grave se informó u observó en el seguimiento. Las principales características de los pacientes se muestran en la tabla 1. Las puntuaciones del ASIA sensorial y las motoras junto con el SCIM de antes y después de 6 meses de tratamiento se reportaron (tabla 2).

El análisis estadístico mostró una mejora significativa en los resultados de la puntuación ASIA sensorial, ASIA puntaje motor, SCIM y puntaje de la evaluación inicial y al final de 6 meses de tratamiento (tabla 3).

Tabla 1. Características clínicas de los pacientes en el estudio

<i>Paciente</i>	<i>Género</i>	<i>Edad (años)</i>	<i>Mecanismo de daño</i>	<i>Nivel de la lesión</i>	<i>Estadio ASIA</i>	<i>Tiempo de la lesión (meses)</i>
1	M	64	Hernia	L2	B	44
2	F	61	Vehicular	T9	B	15
3	M	33	Vehicular	C7	B	43
4	M	23	Vehicular	C5	A	25
5	M	21	Vehicular	T8	A	43
6	M	39	Vehicular	C6	A	19
7	M	40	Vehicular	C5	A	28
8	M	18	Vehicular	T9	A	28
9	M	25	Vehicular	C4	A	59
10	M	26	Caída	C6	A	21
11	M	29	Vehicular	T8	A	22
12	F	29	Vehicular	C8	A	59
13	M	34	Vehicular	T3	A	6
14	M	26	Vehicular	T7	B	30

Abreviaciones: ASIA, American Spinal Injury Association.

Tabla 2. Resultados de la evaluación clínica al inicio y seis meses después

Resultados	ASIA Sensorial		ASIA Motora		SCIM		Observaciones*
	Tiempo en meses						
	Inicial	6 th	Inicial	6 th	Inicial	6 th	
1	176	192	64	70	71	76	
2	108	116	50	50	35	39	
3	93	104	50	54	28	35	↑ <u>Transito intestinal</u>
4	40	40	1	1	0	0	<u>Mejora la tos</u>
5	116	115	50	52	52	55	
6	64	76	25	30	30	50	↑ <u>Transito intestinal</u>
7	32	49	9	16	11	16	↑ <u>Transito intestinal</u>
8	125	128	50	50	33	47	
9	61	80	10	24	37	41	
10	49	74	23	26	27	33	↑ <u>Transito intestinal</u>
11	120	118	50	50	54	58	
12	40	45	21	29	28	32	Sensibilidad al calor y frio, <u>Mejora la tos</u>
13	82	101	50	50	34	43	↑ <u>Transito intestinal</u>
14	116	116	50	50	58	61	

Abreviaciones: ASIA, American Spinal Injury Association; SCIM, spinal cord independence measure.

Table 3. Puntuación ASIA y puntuación SCIM análisis estático

Parámetro	Antes de la terapia	6 meses de terapia	P*
Puntuación ASIA sensitiva	87.29 ± 11.18	96.71 ± 10.76	0.0015**
Puntuación ASIA motora	35.93 ± 5.39	39.43 ± 4.97	0.0080*
Puntuación SCIM	37.57 ± 4.95	41.86 ± 5.08	0.0005***

Los datos se dan como media ± SEM. *Student's *t test* for independent samples.
Abreviaciones: ASIA, American Spinal Injury Association; SCIM, spinal cord independence measure; SEM, standard error mean.

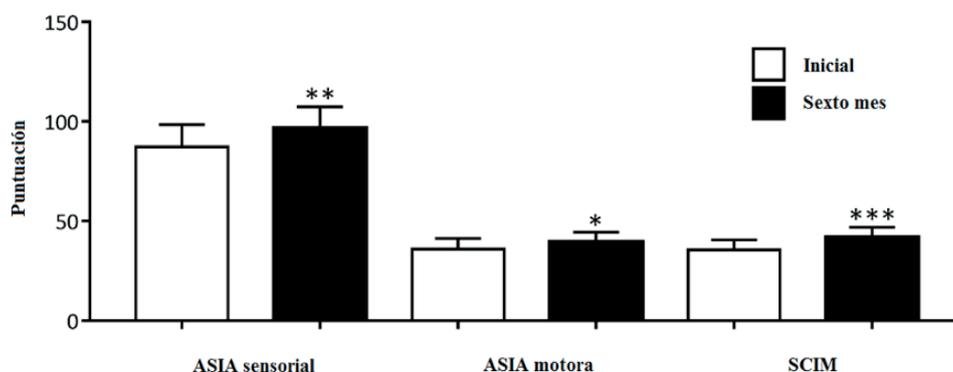


Figura 1. Puntuación ASIA y puntuación SCIM

DISCUSIÓN

Un gran número de tácticas se están desplegando en todo el mundo para ayudar a la recuperación en pacientes con LME. Existen numerosos objetivos y oportunidades terapéuticas utilizando mecanismos endógenos y exógenos de reparación. Las terapias que se basan en el uso de células son prometedoras modalidades de regeneración. Un gran número de tipos de células se han estudiado o se están evaluando en estudios en curso (Células madre embrionarias, células madre pluripotentes inducidas, células de Schwann, células mesenquimales y macrófagos autólogos activados).¹⁰ Desde hace tiempo se tenía a consideración que aquellas intervenciones para tratar la lesión crónica de la médula espinal, hablando de neuro regeneración era y sigue siendo probablemente más difícil de tratar en comparación con la lesión aguda. Pues las intervenciones que parecen ser prometedoras para la lesión aguda de la médula espinal tienden a fallar cuando se aplican, sin modificación, a la médula espinal con lesiones prolongadas.⁹ Actualmente se estudian las células madre embrionarias pues son capaces de modular la respuesta inflamatoria y regenerar circuitos neuronales perdidos. ¹⁰ Existe además discusión sobre el uso o no de esteroides en altas dosis para el manejo de LME aguda. Por lo tanto, la terapia con esteroides es controversial pues los resultados de NASCIS II y posteriores metanálisis no han demostrado un claro beneficio de la terapia de MP en esta población de pacientes ⁶ Hasta la fecha siguen surgiendo nuevas opciones para el tratamiento de la LME crónica el uso de Riluzol que actualmente cursa en fase I / II y demostró beneficios en los puntajes motores; ¹⁰ como la administración del AL que puede mejorar las condiciones para inducir un aumento en la síntesis de proteína básica de mielina, así como una disminución en la activación del factor NF-κB y la expresión de ARNm de citocinas proinflamatorias (IL-1β, IL- 17A

CONCLUSIONES

Esta investigación demuestra la mejora funcional, con respecto a la capacidad sensitiva y motora de los pacientes sometidos al tratamiento con el AL, cabe destacar que es un fármaco de uso dentro del Instituto Mexicano del Seguro Social y que su aplicación en el campo de la neuro regeneración es sumamente amplio y con gran futuro. El inconveniente de este medicamento es la esterilidad química que produce, además de que puede inducir nausea y vomito como principales efectos secundarios al paciente durante el tratamiento. En el presente estudio se encontró mejora en la función de otros sistemas; tales como lo son el aumento del vaciamiento intestinal, así como el control de la micción. Por tanto, podemos concluir que el uso de este medicamento debe de estar al alcance del personal de salud y utilizarse como terapéutico para la LME.

REFERENCIAS

1. Calderon-Vallejo D., Quintanar-Stephano A., Hernández-Jasso I., Jiménez-Hernández V., Ruiz-Ornelas J., Jiménez I., et al. (2015) Functional and structural recovery of the injured spinal cord in rats treated with Gonadotropin-Releasing Hormone. *Neurochem Res*, 40, 455–462.
2. Calderon-Vallejo D., y Quintanar JL. (2012) Gonadotropin-releasing hormone treatment improves locomotor activity, urinary function and neurofilament protein expression after spinal cord injury in ovariectomized rats. *Neurosci Lett*, 515, 187–190.
3. Quintanar JL., y Salinas E. (2008) Neurotrophic effects of GnRH on neurite outgrowth and neurofilament protein expression in cultured cerebral cortical neurons of rat embryos. *Neurochem Res*, 33, 1051–1056.
4. Quintanar JL., Calderon-Vallejo D., y Hernández-Jasso I. (2016) Neurotrophic effects of GnRH on neurite outgrowth and neurofilament protein expression in cultured spinal cord neurons of rat embryos. *Neurochem Res* 41, 2693–2698.
5. Díaz Galindo C., Gómez-González B., Salinas E., Calderon-Vallejo D., Hernández-Jasso I., Bautista E., et al. (2015) Leuprolide acetate induces structural and functional recovery of injured spinal cord in rats. *Neural Regen Res*, 10, 1819–1824.
6. Jacob E. Sunshine., MS, Armagan Dagal., Stephen P. Burns., Richard J. Bransford., Fangyi Zhang., Shu-Fang Newman., Bala G. Nair., y Sam R. Sharar. (2017). Methylprednisolone Therapy in Acute Traumatic Spinal Cord Injury: Analysis of a Regional Spinal Cord Model Systems Database. *Anesthesia-Analgesia*, 124(4), 1200-1205.
7. Robert B. Shultz., y Yinghui Zhong. (2017). Minocycline targets multiple secondary injury mechanisms in traumatic spinal cord injury. *Neural regeneration research*, 12(5), 702-713.
8. Varma AK., Das A., Wallace G., Barry J., Vertegel AA., y Ray SK, et al. (2003) Spinal cord injury: A review of current therapy, future treatments, and basic science frontiers. *Neurochem Res*, 33, 895–905.
9. Evan Y., Snyder., M.D., Yang D., y Teng, M.D. (2012) Stem Cells and Spinal Cord Repair. *The new england journal of medicine*, 366(20), 1940-1942.
10. Carolina Rouanet., Danyelle Reges., Eva Rocha., Vivian Gagliardi., y Gisele Sampaio Silva. (2017) Traumatic spinal cord injury: current concepts and treatment update. *Arq Neuropsiquiatr*, 75(6), 387-393.
11. Rouzbeh Motiei-Langroudi., y Homa Sadeghian. (2016) Traumatic Spinal Cord Injury: Long-Term Motor, Sensory, and Urinary Outcomes. *Asian Spine Journal*, 11(3), 412-418.
12. Wilson A.C., Meethal S.V., Bowen R.L., y Atwood CS. (2007) Leuprolide acetate: a drug of diverse clinical applications. *Expert Opin Investig Drugs*, 16, 1851–1863.
13. Guzmán Soto, Irene., Salinas, Eva., y Quintanar, J. L. (2015) Leuprolide Acetate Inhibits Spinal Cord Inflammatory Response in Experimental Autoimmune Encephalomyelitis by Suppressing NF- κ B Activation. *Neuroimmunomodulation*, 100, 33–40.

SINTESIS DE COMPUESTOS DE IRIDIO CON LIGANTES N,S-DONADORES DE TIPO TIOCETOIMINATOS

Ramón Ivan Oliva Esparzal y Crispín Silviano Cristóbal Gasga²

RESUMEN

La presente investigación aborda la química del iridio en complejos con ligantes β -tioacetoininato (SacNac) y β -cetoiminato (AcNac). Ambos ligantes son derivados de los β -acetilacetatos (AcAc), ampliamente utilizados en el estudio de la química de los elementos de transición. Aquí se describe la síntesis de estos ligantes y se discuten los resultados obtenidos de sus reacciones con el compuesto de iridio(I), $[\text{Ir}(\mu\text{-Cl})(\text{coe})_2]_2$. Las nuevas especies observadas son altamente reactivas en disolución, bajo condiciones normales de laboratorio. Todos los compuestos preparados en este trabajo fueron analizados mediante técnicas espectroscopias de resonancia magnética nuclear e infrarrojo.

ABSTRACT

The present research deals with the iridium chemistry in complexes with β -thioacetoininate (SacNac) and β -ketoiminato (AcNac) ligands. Both β -acetylacetates derivatives are widely studied in transition metal chemistry. Here, the synthesis of two ligands and results of its reaction with the iridium(I) starting material, $[\text{Ir}(\mu\text{-Cl})(\text{coe})_2]_2$, are described. Early results show that new compounds formed are very reactive in solution under normal laboratory conditions. All reactions were analyzed by nuclear magnetic resonance and infrared spectroscopy.

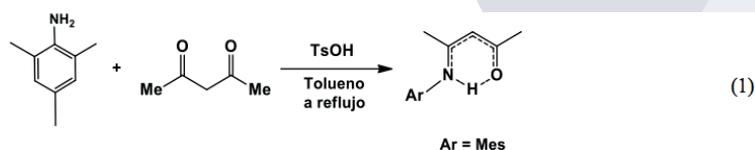
Palabras Clave: Ligantes bidentados, N,O-donadores, N,S-donadores, complejos de iridio

INTRODUCCIÓN

La química organometálica estudia los compuestos que tienen un enlace metal-carbono. Su síntesis y reactividad implican transformaciones sufridas principalmente sobre la esfera de coordinación del metal. En esta área también se incluyen enlaces metal-hidrogeno (hidruros), metal-oxígeno (oxo), metal-nitrógeno (ímido) y metal-fosforo.[1] Las aplicaciones de la química organometálica y de la química de coordinación son muy amplias, incluyendo áreas de la química analítica, la bioquímica, la química industrial, etc. En el área de síntesis orgánica se ve reflejado el uso de estos como catalizadores en reacciones de isomerización, polimerización, oxidación, activaciones C-H, acoplamientos C-C, etc.[2] Desde el punto de vista biológico, los metales están implicados de manera importante en biomoléculas, por ejemplo, el Mg en la clorofila de las plantas y el Fe en la hemoglobina de la sangre.[3] Aunque el iridio no se encuentra presente en los seres vivos, hay investigaciones relacionadas de su interacción con biomoléculas, particularmente en el desarrollo de fármacos anticancerígenos. Una de ellas es la interacción estable que se observa en ciertos compuestos de iridio con el DNA, lo que da lugar a una excelente actividad citotóxica.[4] Pero a pesar de las evidencias de enlace hacia estas biomoléculas, aún se desconoce el modo exacto de esa actividad citotóxica,[5] lo que conlleva a la necesidad de ampliar las investigaciones en este campo de estudio.

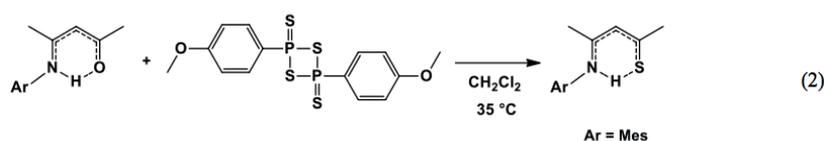
MÉTODOS Y MATERIALES

Los reactivos utilizados fueron de marca Sigma-Aldrich y KEM y se usaron sin previa purificación. El complejo de partida de iridio(I) fue preparado previamente en el laboratorio. El CH_2Cl_2 se secó con CaH_2 , y el THF con sodio metálico. Todas las reacciones se realizaron en atmósfera inerte de nitrógeno mediante la técnica Schlenk. Todos los compuestos sintetizados fueron analizados mediante técnicas espectroscópicas comunes; los análisis por Resonancia Magnética Nuclear (RMN) de ^1H , $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$, entre otros experimentos bidimensionales, fueron adquiridos en un espectrómetro Bruker de 500 MHz en disolución de CDCl_3 con TMS como estándar interno, mientras que los espectros de infrarrojo (IR), se registraron en un equipo con Transformada de Fourier marca Bruker modelo Tensor 27, las muestras fueron analizadas en pastillas con KBr de pureza mayor al 99%, la recolección del espectro fue a los 32 scans en el rango de frecuencia de 4000 a 400 cm^{-1} .



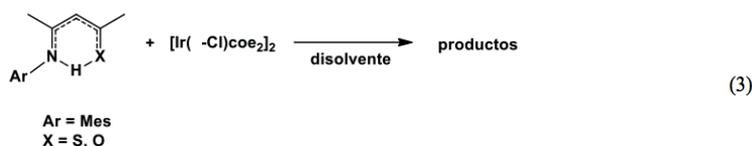
En un matraz balón se colocaron 3.85 g (28.75 mmol) de 2,4,6-trimetilanilina, 5.75 g (57.50 mmol) de acetilacetona, 0.15 mmol (25mg) de ácido *p*-toluenosulfónico (TsOH) y 25 mL de tolueno. La mezcla de la reacción se calentó a reflujo durante 24 horas. El crudo de la reacción se concentró en un rotavapor a vacío a 80 mbar, hasta obtener un aceite color naranja. La mezcla de reacción se refrigeró a -4°C y posteriormente se le agregó 10 mL de hexano. El precipitado resultante de este tratamiento se separó por filtración. Así, se obtuvo un sólido de color amarillo con un rendimiento del 82%. R.f. = 0.33 en una mezcla de disolventes hexano:éter etílico (8:2).

Síntesis de 4-(2,4,6-trimetilfenil) amin-3-penten-tiona.



En un matraz balón bajo atmosfera de nitrógeno, se colocaron 2.17 g (10 mmol) de 4-(2,4,6-trimetilfenil)amin-3-penten-2-ona y 2.02 g (5 mmol) de reactivo de Lawesson. Ambos reactivos se disolvieron en 20 mL de CH_2Cl_2 seco. La mezcla de la reacción color amarilla, se calentó durante 1.5 horas a 35 °C. Posteriormente el crudo de la reacción se secó usando alto vacío, y se disolvió nuevamente con CH_2Cl_2 para impregnarlo en gel de sílice. Después de secarlo completamente se empaco en una columna cromatográfica. El producto de color amarillo, menos claro que el material partida, se obtuvo tras eluir con una mezcla de hexano:éter etílico (47:3) en un 80% de rendimiento. R.f. = 0.46 en una mezcla de disolventes hexano:éter etílico (8:2).

Reacciones de los ligandos con el complejo de iridio(I), $[\text{Ir}(\mu\text{-Cl})(\text{coe})_2]_2$.



Todas las reacciones realizadas se hicieron partiendo de 50 mg (0.05 mmol) de $[\text{Ir}(\mu\text{-Cl})(\text{coe})_2]_2$, y dos equivalentes o más de los respectivos ligandos. Las reacciones se realizaron en todo momento bajo atmosfera de nitrógeno mediante la técnica Schlenk, y como medio de reacción se usó diversos disolventes anhidros (cloruro de metileno, tetrahidrofurano y tolueno), además las reacciones se estudiaron bajo diversos tiempos y temperatura de reacción. Particularmente, en las reacciones con la β -tioacetoinmina, se utilizaron equivalentes de los siguientes coligandos; N,N,N',N'-tetrametilendiamina, biperidina y trimetilfosfina (1.0 M en tolueno), mientras que en las reacciones con β -cetoiminina, se utilizó hidróxido de sodio como base previamente disuelta en agua destilada y desoxigenada. La obtención de algunas fracciones, a partir de los crudos de las reacciones, se obtuvo mediante técnicas de precipitación, cristalización a baja temperatura, filtración por cánula, evaporación y cromatografía en placa y en columna de gel de sílice.

RESULTADOS

La formación del ligante β -cetoiminato (AcNac) se realiza mediante la reacción de condensación de acetilacetona con mesitalanilina, una amina primaria. La posterior reacción del ligante AcNac con el reactivo de Lawesson da lugar a la formación del ligante β -tioacetoinminato (SacNac). Ambos ligandos son estables a condiciones normales de laboratorio y pueden manipularse sin cuidados especiales. Es importante mencionar que tanto el ligante β -tioacetoinminato como el β -cetoiminato precursor que se presenta en este trabajo, fueron los primeros estudiados en nuestro grupo de investigación, por lo que las condiciones de reacción ya están bien establecidas y la caracterización pueden consultarse a detalle en la referencia.[6]

Las reacciones del ligante SacNac con el complejo de iridio $[\text{Ir}(\mu\text{-Cl})(\text{coe})_2]_2$, muestran resultados interesantes, pero complicados de interpretar. Por una parte, es evidente que existe una gran reactividad del ligante con el complejo de iridio y esta reactividad es evidente desde el inicio de la reacción, pues se observa un cambio de coloración de naranja a rojo marrón cuando se ponen en contacto los reactivos en disolución. Un análisis por RMN de ^1H , incluso en la primera hora de reacción (como se indica en la ecuación 4), indica el consumo total del ligante, lo que se pone de manifiesto por la ausencia de las señales a 6.31 y 15.12 ppm en el espectro que muestra la Figura 1. Ambas señales, se sabe que corresponden a los núcleos de los átomos de hidrógeno del grupo metino y del hidrógeno puente entre los dos heteronúcleos presentes en el AcNac (ecuación 4). Por otra parte, no se favorece la formación de una especie mayoritaria, en su lugar, el espectro de la Figura 1, muestra una serie de señales que indican que ha existido la formación de una serie de compuestos o, quizás y con mayor probabilidad, de una especie de tipo polimérica, dada la naturaleza ancha de las señales. Esta última consideración supondría la actividad del $[\text{Ir}(\mu\text{-Cl})(\text{coe})_2]_2$ como catalizador en la reacción. También es claro apreciar la formación de cis-ciclooctadieno (coe) como un subproducto, esto nos confirma indudablemente la reacción con el ligante.



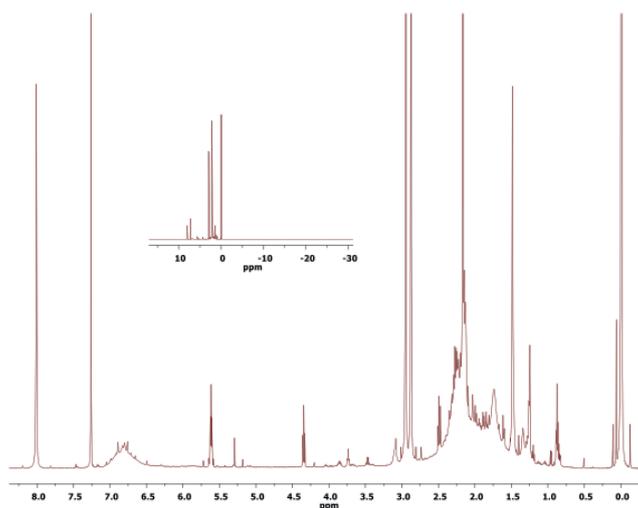


Figura 1. Espectro de RMN de 1H del crudo de la reacción especificada en 4). Algunas señales agudas e intensas se han confirmado como impurezas.

Tal reactividad puede modificarse si existiera otro coligante que establezca algunos sitios de coordinación vacantes sobre la esfera de coordinación del metal. De esta manera al adicionar cantidades equivalentes N,N,N',N'-tetrametiletilendiamina (TMEDA), bipyridina (bipy) o de trimetilfosfina (PMe₃), se observan reactividades diversas. En el primer caso, se observa que el uso de TMEDA no cambia la reacción, y esta mantiene la formación de especies similares a las encontradas sin el uso de un coligante. En contraparte, el uso de bipy da lugar a un complejo de tipo hidruro que tiene un desplazamiento a -22.29 ppm, y que está asociado a una señal a 6.13 ppm correspondiente al imino del SacNac. Señales a 10.00 y 9.66 ppm indican que una molécula de bipyridina se encuentra estabilizando dos sitios de coordinación del metal, dando lugar a una estructura de iridio(III) de tipo [Ir(H)(SacNac)(bipy)Cl]. Finalmente, el uso de PMe₃, da lugar a especies de iridio(III) al igual que la bipy, sin embargo aquí se observan al menos 4 especies de tipo hidruro, y dado el tiempo que se tiene para realizar esta estancia se ha omitido la identificación de estos.

No solo fueron estudiadas las reacciones del dímero [Ir(μ-Cl)(coe)₂]₂ con el ligante β-tiocetoiminato, también se ampliaron estudios en las reacciones con el ligante β-cetoiminato. Los primeros resultados demuestran que este es menos reactivo que su análogo de azufre. Así, la reacción de dos equivalentes del ligante con el dímero, conduce a solamente el 10% de la reacción, y si el tiempo se prolonga y además se somete a calentamiento, los resultados revelan un 50% de la evolución total, según la reacción descrita en la ecuación 5). Esto no se ve alterado si, para obligar el consumo del reactivo limitante, se incrementan los equivalentes de alguno de los reactivos, lo que es esencial para mejorar esta reacción es el uso de KOH como base, disuelta en una mínima cantidad de agua, ya que favorece la desprotonación del ligante y así se consigue el porcentaje de conversión final (50%). Incluso el uso de solventes menos polares no incrementa la conversión al 100%, y en su lugar se generan nuevos productos.



CONCLUSIONES

Se lograron sintetizar ligantes del tipo β-cetoiminato y β-tiocetoiminato mediante la síntesis previamente reportada. Sus reactividades hacia iridio son muy diferentes, y eso prácticamente se ve determinado por el segundo átomo donador que presentan los ligantes bidentados, es así, que cuando el ligante tiene azufre, es mucho más reactivo que cuando el oxígeno está presente en su estructura.

Tanto el hidrogeno puente (ya sea O•••H•••N, o S•••H•••N) como el metino, son indicadores inconfundibles de la formación de nuevos complejos, debido a que son magnéticamente más susceptibles a cambios cuando se coordina el ligante al metal, esto se pone de manifiesto por su ausencia o desplazamiento a campos magnéticos bajos o altos según las propiedades de los núcleos que ahí intervienen y de la forma de coordinación. Las reacciones dan lugar a especies nuevas de iridio que por el momento no se han podido determinar con exactitud, sin embargo muchas de ellas apuntan a formar especies de tipo hidruro, principalmente cuando se usa PMe₃. La reacción que favorece la formación de un producto mayoritario, es aquella en donde se utiliza bipy como coligante, ya que puede identificarse con mayor certeza una especie de iridio(III) de estructura [Ir(H)(SacNac)(bipy)Cl].

A pesar de los logros conseguidos, es evidente que se requiere mayor tiempo de estudio para encontrar las condiciones adecuadas de las reacciones y la identificación de estas especies, y esto incluye la purificación de

los mismos.

Como se sabe con este y otros trabajos, estas especies son muy reactivas, por lo que fue de vital importancia aprender a trabajar la técnica Schlenk, que utiliza una atmósfera inerte de nitrógeno para manipular las reacciones sin llegar a una descomposición de los productos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Comité Organizador del 19° Verano de la Ciencia de la Región Centro, a la Universidad de Guanajuato y la SEP “Integración de Redes Temáticas de Colaboración Académica 2015” por el apoyo otorgado para la realización de este proyecto.

R.I.O.E. agradece al CONACYT y al Departamento de Apoyo a la Investigación de la Universidad Autónoma de Aguascalientes por la beca concedida para la estancia.

BIBLIOGRAFIA

- [1] CRABTREE, R. H. (2009) “The organometallic chemistry of the transition metals” New Haven, Connecticut John Wiley & Sons.
- [2] ANDERSSON, P. G. (2010). “Topics in Organometallic Chemistry: Iridium Catalysis” Uppsala University, Sweden. Ed. Springer.
- [3] HUHEEY, J. E. (1983) “Inorganic Chemistry: principles of structure and reactivity”, 3rd ed., Harper and Row, New York, Oxford.
- [4] SCHAEFER, S.; SHELDRIK, W. S. (2007). “Coligand tuning of the DNA binding properties of half-sandwich organometallic intercalators: influence of the polypyridyl and monodentate ligands (L= Cl, (NH₂)₂CS, (NMe)₂CS) on the DNA interaction of (η⁵-pentamethylcyclopentadienyl)iridium(III)-dipyrido-quinoxaline and -dipyridophenazine complexes” en *Journal of Organometallic Chemistry*, 692, 1300–1309.
- [5] GASSER, G., OTT, I., & METZLER-NOLTE, N. (2011). “Organometallic anticancer compounds” en *Journal of Medicinal Chemistry*, 54(1), 3–25.
- [6] RUIZ, D., ALVARADO-MONZON, J., ANDREU DE RIQUER, G. A., GONZALEZ, G., HÖPFL, H., DE LEON, L. M., & LOPEZ, J. A. (2016). “Synthesis and Characterization of Methyl-Palladium and -Platinum Complexes Supported by N,O- and N,S-Donor Ligands” en *European Journal of Inorganic Chemistry*, [pp. 874–879].

ANÁLISIS DE VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDIACA DURANTE ESTRÉS Y RELAJACIÓN EMPLEANDO SEÑALES ADQUIRIDAS CON UN SMARTPHONE

Ruth V. Acero 1, Bersain A. Reyes 2

RESUMEN

La variabilidad de la frecuencia cardiaca (HRV) resulta útil para valorar el funcionamiento del sistema nervioso autónomo. Tradicionalmente, dicho análisis involucra la utilización de datos obtenidos empleando un dispositivo especializado, e.g., un electrocardiógrafo (ECG). Los smartphones representan una alternativa al ECG que pudiera permitir el análisis de HRV fuera de ambientes clínicos y de investigación. En este estudio se utilizó la técnica de fotopleletismografía de imagen (iPPG) de contacto vía la videocámara de un smartphone, y se exploró su utilidad en condiciones de control, estrés y relajación tomando como referencia la HRV extraída del ECG. Los resultados obtenidos corroboran la utilidad del iPPG vía smartphones en estudios de HRV durante etapas de control y relajación, y la dificultad de obtenerlo en condiciones estresantes que pudieran derivar en registros con bajas relaciones de señal-a-ruido.

ABSTRACT

Heart rate variability (HRV) is useful for assessing the functioning of the autonomic nervous system. Traditionally, such analysis involves the use of data obtained using a specialized device, e.g., an electrocardiograph (ECG). Smartphones represent an alternative to the ECG that could allow the analysis of HRV outside clinical and research environments. In this work we used the contact photoplethysmography (iPPG) technique via the camcorder of a smartphone, and it was explored its usefulness in conditions of control, stress and relaxation taking as reference the HRV extracted from the ECG. The results obtained corroborate the utility of the iPPG via smartphones in HRV studies during stages of control and relaxation, and the difficulty of obtaining it under stressful conditions that could lead to records with low signal-to-noise ratios.

Palabras Clave: Variabilidad de la frecuencia cardiaca, smartphone, fotopleletismograma, test de Stroop, spinner.

INTRODUCCIÓN

El monitoreo de la actividad cardiaca resulta básico desde el punto de vista clínico y de investigación fisiológica. El monitoreo automático generalmente implica la utilización de dispositivos especializados que no se encuentran fácilmente disponibles para la población en general fuera de ambientes clínicos y de investigación especializados. En consecuencia, aún se requieren monitores móviles de bajo costo capaces de estimar la actividad cardiaca de forma no-invasiva en ambientes cotidianos y difícilmente accesibles con los sistemas especializados en la vida diaria. En la actualidad, la mayor parte de los mexicanos tienen acceso a teléfonos móviles inteligentes (smartphones) cuyas características, e.g., ubicuidad, múltiples sensores costo-efectivos, velocidades de procesamiento y capacidades multimedia, permiten obtener y procesar información del exterior en tiempo real. Dichas características convierten a los smartphones en una opción atractiva para utilizarlos como monitores fisiológicos mediante sensores adicionales e incluso sin la necesidad de estos. Los smartphones actuales cuentan con un sensor óptico junto a un diodo emisor de luz blanca. Esta configuración permite la obtención de la fotopleletismografía de imagen (iPPG) por contacto en modo de reflexión donde la fuente de luz del dispositivo ilumina el tejido objetivo al tiempo que la intensidad reflejada es capturada por la cámara del mismo dispositivo y analizada para extraer información relacionada con los sutiles cambios de color causados por una señal cardiaca pulsátil con cada latido cardiaco [1].

La señal de iPPG obtenida mediante la cámara de un smartphone ha sido utilizada no sólo para analizar la frecuencia cardiaca sino también para la detección de arritmias cardiacas, e.g., fibrilación auricular [2],

1Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ingenierías, Ingeniería Robótica, Aguascalientes, Aguascalientes, México. Correo electrónico: al196037@edu.uaa.mx

2 Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, S. L. P., México. Correo electrónico: bersain.reyes@uconn.edu

así como en estudios psicofisiológicos [3], y representa una alternativa al análisis de la variabilidad de la frecuencia cardiaca (heart rate variability, HRV) obtenida a partir del electrocardiograma (ECG) o al análisis de la variabilidad de la frecuencia del pulso (pulse rate variability, PRV) obtenida del fotopleletismograma (PPG).

Lo anterior, derivado de la importancia de analizar dicha variabilidad para valorar la función del sistema nervioso autónomo. En este estudio, se exploró la utilidad de un smartphone para obtener información de variabilidad de la frecuencia cardiaca durante etapas de esfuerzo mental, mediante el test de Stroop, así como de relajación, considerando como referencia la información obtenida con el ECG tradicional.

MÉTODOS Y MATERIALES

A. Sujetos

Para este estudio, se reclutaron ocho (N = 8) voluntarios sanos (cuatro hombres y cuatro mujeres) de 18 a 24

años (media \pm desviación estándar: 21.88 ± 1.73 años), peso 64.13 ± 5.69 kg y altura 1.67 ± 0.09 m. Antes de iniciar las mediciones de algún voluntario, se le proporcionó y obtuvo su consentimiento informado de acuerdo con lo establecido por la Declaración de Helsinki.

B. Equipo

Se empleó el sistema BIOPAC (MP150, BIOPAC System Inc., CA, USA) para adquirir señales de electrocardiografía (amplificador ECG100C y cables de paciente TSD155C), fotopleletismografía (amplificador PPG100C y sensor TSD200C) y esfuerzo respiratorio (amplificador RSP100C y sensor TSD201). Para la adquisición del ECG, se emplearon electrodos adhesivos de Ag/AgCl (Meditrace EG200). Simultáneamente, se empleó un smartphone comercial (Galaxy S4, Samsung Inc., Seoul, Korea) con sistema operativo Android 4.2.2 para adquirir variaciones en la intensidad de la luz producidas con cada ciclo cardiaco mediante la cámara trasera del dispositivo y para extraer la señal de iPPG.

C. Protocolo de Adquisición

Los electrodos de ECG se ubicaron, sobre el tórax de los voluntarios en las siguientes posiciones: centro del manubrio, bajo el pectoral izquierdo cerca de la posición estándar V6 y a la derecha del apéndice xifoides. El sensor de PPG fue ubicado en el dedo índice izquierdo del paciente. Se le pidió al voluntario que colocara la punta de su dedo medio izquierdo sobre la cámara del smartphone de tal forma que cubriera tanto el lente como el flash del mismo. Las áreas torácicas y digitales utilizadas fueron limpiadas previamente con alcohol isopropílico al 80%. Los procedimientos de este estudio involucraron tres etapas, de 3 minutos de duración cada una y realizadas en posición decúbulo supino sobre una camilla, como sigue:

1. Estado de control. El voluntario se relajó con los ojos abiertos y respiró de forma espontánea.
2. Estado de estrés. El voluntario realizó la prueba de Stroop, donde debía indicar el color en que se encontraban escritas palabras desplegadas en un monitor.
3. Estado de relajación. El voluntario utilizó un juguete giratorio anti-estrés (spinner) con el brazo derecho mientras permanecía acostado con los ojos abiertos y respirando de forma espontánea. Durante la prueba de Stroop, se desplegó una secuencia de imágenes que contenían palabras escritas en colores verde, rojo, azul, rosa y negro, sobre fondos blancos y de los mismos colores anteriores. Tanto las palabras como los fondos se variaron aleatoriamente y la velocidad de presentación se incrementó para producir carga de trabajo mental. Inicialmente el fondo era blanco, después se varió el color de la palabra y el fondo cada segundo y cada 0.5 segundos. La secuencia de imágenes fue desplegada en una computadora portátil ubicada a ~ 50 cm del rostro del sujeto. Durante la etapa de relajación, el sujeto ubicó el spinner sobre la camilla situando el pulgar sobre el eje central y girándolo con el dedo índice. Se permitió un 1 minuto de descanso entre etapas. En la Figura 1 se muestra un ejemplo de la adquisición de datos. Las señales de ECG, PPG y respiración fueron adquiridas con el software del fabricante (AcqKnowledge®) a una frecuencia de muestreo de 1 kHz. El video para obtener la señal de iPPG de contacto en el dedo del voluntario fue adquirida a 29.97 frames-por-segundo (fps) y a una resolución de 1920×1080 pixeles empleando la aplicación nativa del smartphone en formato de video mp4. Las señales de ECG, PPG y respiración se almacenaron para su posterior procesamiento en Matlab (The Mathworks, Inc., MA, USA). El archivo de video se convirtió a formato .wav empleando software libre para su procesamiento en Matlab.

D. Procesamiento de las señales

La señal de iPPG fue extraída del video empleando una región de interés (ROI) rectangular de 960×540 pixeles centrada en cada frame. Se extrajeron las señales de iPPG para cada uno de los canales de video (RGB: iPPGred, iPPGgreen y iPPGblue), mediante el promedio espacial de la intensidad en la ROI para cada instante de tiempo

$$iPPG_{canal}(t) = \frac{1}{MN} \sum_{m,n \in ROI} i_{canal}(t, m, n) \quad (1)$$

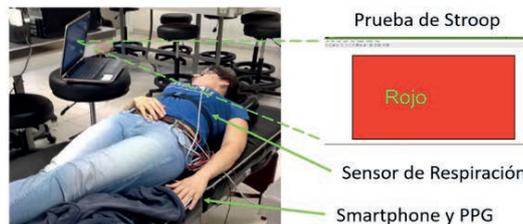


Fig. 1. Ejemplo de adquisición de señales durante la etapa de estrés

donde canal puede ser cualquier canal RGB, M y N son la cantidad de renglones (m) y columnas (n) de la ROI, respectivamente, y t es el instante de tiempo del frame en cuestión. Dada la calidad de las señales extraídas, se determinó utilizar únicamente el canal verde (G), al cual se referirá únicamente como iPPG. Lo anterior concuerda con lo reportado por otros investigadores en cuanto a que el canal verde resulta más conveniente que los canales rojo y azul para extraer el componente pulsátil cardiaco [4]. Una vez extraída, la señal de iPPG fue remuestreada a una frecuencia de fija de 1 kHz empleando interpolación spline cúbica para obtener la misma frecuencia de muestreo del ECG y PPG.

El PPG fue empleado para sincronizar automáticamente todas las señales debido a los distintos tiempos de inicio de adquisición del BIOPAC y el smartphone. Para ello, se empleó la máxima amplitud de la correlación cruzada (MACC) entre el PPG y el iPPG, debido a su similitud morfológica. El iPPG se adelantó o atrasó una cantidad de muestras correspondientes a la MACC.

La señal de ECG fue filtrada con un filtro pasabanda con una banda de paso entre [0.5-40] Hz, mientras que la señal de PPG fue filtrada con un filtro pasabajos con una frecuencia de corte de 15 Hz. En ambos casos se emplearon filtros Butterworth de 4° orden aplicados en un esquema de fase cero. En la Figura 2 se muestra un ejemplo de las señales filtradas

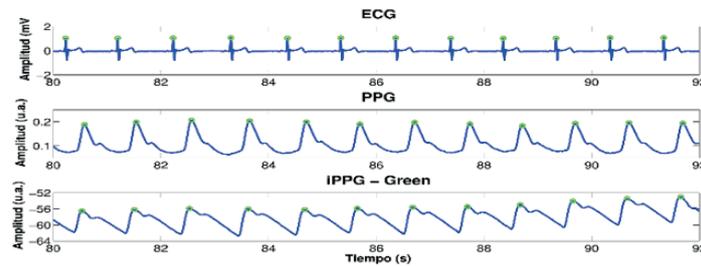


Fig. 2. Ejemplo de señales alineadas y filtradas de ECG, PPG y iPPG. Los puntos verdes indican los picos detectados automáticamente.

Los picos de la onda PPG se detectaron automáticamente empleando un algoritmo robusto de detección de complejos QRS [5]. De forma similar, se detectaron automáticamente los picos de la señal de iPPG empleando un algoritmo desarrollado anteriormente por el grupo de trabajo [2]. Se realizó una corrección manual de los picos R detectados, así como de los picos del iPPG cuando fuera necesario mediante una interfaz gráfica de usuario (GUI) desarrollada en el laboratorio. Se obtuvieron los intervalos RR del ECG y PP del iPPG, y se interpolaron a una frecuencia de 4 Hz mediante splines cúbicos para obtener series de tiempo de HRV y PRV correspondientes al ECG y al iPPG, respectivamente. En la figura 3 se muestra un ejemplo de las series de tiempo de HRV y PRV obtenidas a partir del ECG y iPPG (smartphone), respectivamente. Finalmente, se obtuvieron los espectros de potencia de las series de tiempo de HRV y PRV mediante el periodograma modificado de Welch empleando ventanas Hamming con 50% de traslape y NFFT=1024 muestras en la frecuencia.

E. Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca

Se calcularon los siguientes índices temporales y espectrales de las series de tiempo interpoladas de HRV y PRV: 1) meanHR (frecuencia cardíaca promedio, bpm), 2) LFn (potencia normalizada en la banda baja frecuencia de 0.04-0.15 Hz, sin unidades) y 3) HFn (potencia normalizada en la banda baja frecuencia de 0.15-0.4 Hz, sin unidades) [6]. Los últimos dos índices se normalizaron con respecto a la suma de la potencia en ambas bandas del espectro de HRV o PRV, respectivamente. El área bajo la curva de los espectros de potencia se estimó mediante el método del trapecio. Finalmente, se calculó el índice no-lineal TPR (turning point ratio, sin unidades) empleado para cuantificar el grado de aleatoriedad de una serie de tiempo particular, donde cada latido de la serie de HRV o PRV es comparado con sus dos vecinos más cercanos y se designa como turning point si es mayor o menor que ambos vecinos [7].

Finalmente, se analizaron estadísticamente los cuatro índices anteriores para determinar si existieron diferencias estadísticas significativas, considerando $\alpha=0.05$, entre las condiciones de control, estrés y relajación, vía la prueba t de Student para datos pareados de una cola, así como entre los índices obtenidos con el ECG y con el smartphone, vía la prueba t de Student para datos pareados de dos colas.

RESULTADOS

En la figura 4 se muestra la distribución de los índices de variabilidad obtenidos para los voluntarios (N=8) durante las tres etapas de este estudio (control, estrés y relajación) con el ECG y el smartphone (iPPG). De forma complementaria, en la Tabla I se presentan los valores de la media y desviación estándar de dichos índices, y se indican los índices para los cuales se obtuvieron diferencias significativas durante las etapas de estrés y relajación en comparación con la etapa de control, así como los índices obtenidos con el iPPG para los cuales se obtuvieron diferencias significativas con respecto a su contraparte extraída con el ECG.

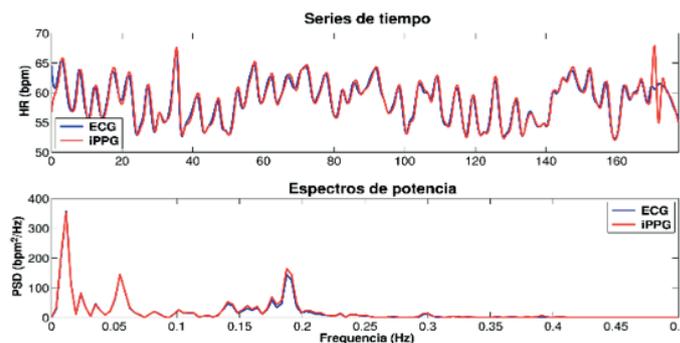


Fig. 3. Ejemplo de series de tiempo y espectros de HRV y PRV obtenidas a partir del ECG y iPPG (smartphone), respectivamente.

CONCLUSIONES

En este estudio, se analizaron índices de variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV) extraídos a partir del ECG de sujetos sanos en condiciones de control, estrés y relajación. Además, se compararon dichos índices con los obtenidos

Tabla I. Índices de HRV y PRV obtenidos a partir del ECG y iPPG, respectivamente. N=8 voluntarios.

	Control		Estrés		Relajación	
	ECG	iPPG	ECG	iPPG	ECG	iPPG
meanHR (bpm)	67.50 ± 10.94	69.00 ± 10.79	81.82 ± 12.87 [#]	81.88 ± 12.97 [#]	70.27 ± 12.61 [§]	70.35 ± 12.64 [§]
σn (nu)	0.40 ± 0.13	0.39 ± 0.11	0.55 ± 0.14 [#]	0.45 ± 0.16 [*]	0.54 ± 0.17	0.51 ± 0.17
Fn (nu)	0.60 ± 0.13	0.61 ± 0.11	0.45 ± 0.14 [#]	0.55 ± 0.16 [*]	0.46 ± 0.17	0.49 ± 0.17
σR (nu)	0.14 ± 0.03	0.16 ± 0.04 [*]	0.20 ± 0.05 [#]	0.23 ± 0.05 ^{*,#}	0.17 ± 0.05 [#]	0.18 ± 0.04 [#]

Valores presentados como media ± desviación estándar.

* indica diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) con respecto al mismo índice obtenido a partir del ECG

indica diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) para el índice con el mismo dispositivo entre las etapas de estrés/relajación y control

§ indica diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) para el índice con el mismo dispositivo entre las etapas de estrés y relajación

a partir de la señal de fotoplethmografía de imagen (iPPG) con la videocámara de un smartphone comercial.

Durante la prueba, se encontró un incremento significativo en la frecuencia cardíaca durante la etapa de estrés respecto a la de control, así como un posterior decremento significativo durante la etapa de relajación respecto a la de estrés. Como se ha reportado en la literatura [8], la frecuencia cardíaca promedio resulta un índice útil en el estudio de pruebas de estrés cognitivo, como la prueba de Stroop. El empleo del spinner pareciera no ser más efectivo que la recuperación fisiológica esperada para reducir el estrés producido por la prueba debido a que no se encontraron diferencias significativas con respecto a la etapa de control.

Con respecto a los índices en la frecuencia, se encontró un incremento significativo en los componentes de baja frecuencia durante la prueba de Stroop en concordancia con lo encontrado en otros estudios [9]. Sin embargo, también se encontraron diferencias significativas en los componentes de alta frecuencia. No se encontraron diferencias significativas en los componentes de frecuencia entre las etapas de estrés y relajación, lo cual pudiera indicar la ineficacia de emplear el spinner para dicho fin. Se encontró un incremento en la aleatoriedad de la señal de HRV y PRV durante la etapa de estrés respecto al control, pero no un decremento significativo durante la relajación respecto a la de estrés empleando HRV, aunque sí empleando PRV. Lo anterior pareciera indicar una modificación en el balance entre la modulación simpática y parasimpática debida al estrés, así como la ineficacia de emplear el spinner debido a que no se alcanzó la aleatoriedad obtenida durante la etapa de control.

Con respecto a la comparación entre los índices obtenidos con el ECG y con el smartphone no se encontraron diferencias estadísticas significativas durante la etapa de control (excepto TPR: $p = 0.04$) y durante la etapa de relajación (excepto meanHR: $p = 0.04$), mientras que sólo la frecuencia cardíaca promedio no presentó diferencias estadísticas significativa durante la etapa de estrés. Lo anterior puede deberse a la baja calidad de las señales de iPPG durante la prueba de Stroop, véase por ejemplo la introducción de artefactos en la serie de PRV en la parte final de la figura 3. Como resultado de esta baja calidad, la detección de picos en el iPPG con el smartphone no resulta lo suficientemente adecuada e introduce un incremento en los componentes de alta frecuencia en el espectro de PRV con respecto al obtenido con el HRV vía el ECG.

Los resultados obtenidos con el iPPG parecen corroborar la utilidad del smartphone para el análisis de variabilidad de la frecuencia cardíaca durante etapas de control/relajación. Sin embargo, el análisis durante la etapa de estrés representa un área de mayor exploración para contender con problemas, e.g., movimiento involuntario de la mano o incremento de sudoración, que pudieran contribuir a degradar la calidad de la señal de iPPG.

BIBLIOGRAFIA

- [1] E. Jonathan and M. Leahy (2010), "Investigating a smartphone imaging unit for photoplethysmography," *Physiol. Meas.*, vol. 31, no. 11, p. N79.
- [2] J. Lee, B. A. Reyes, D. D. McManus, O. Mathias, and K. H. Chon (2013), "Atrial fibrillation detection using an iPhone 4S," *Biomed. Eng. IEEE Trans. On*, vol. 60, no. 1, pp. 203–206
- [3] D. Lakens (2013), "Using a smartphone to measure heart rate changes during relived happiness and anger," *IEEE Trans. Affect. Comput.*, no. 2, pp. 238–241.
- [4] M.-Z. Poh, D. J. McDuff, and R. W. Picard (2010), "Non-contact, automated cardiac pulse measurements using video imaging and blind source separation," *Opt. Express*, vol. 18, no. 10, p. 10762.
- [5] C. Vidaurre, T. H. Sander (2011), and A. Gl, "BioSig: The Free and Open Source Software Library for Biomedical Signal Processing," *Comput. Intell. Neurosci.*, vol. 2011.
- [6] "Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology" (1996), *Eur. Heart J.*, vol. 17, no. 3, pp. 354–381.
- [7] S. Dash, K. H. Chon, S. Lu, and E. A. Raeder (2009), "Automatic real time detection of atrial fibrillation," *Ann. Biomed. Eng.*, vol. 37, no. 9, pp. 1701–1709.
- [8] S. Mukherjee, R. Yadav, I. Yung, D. P. Zajdel, and B. S. Oken (2011), "Sensitivity to mental effort and test-retest reliability of heart rate variability measures in healthy seniors," *Clin. Neurophysiol.*, vol. 122, no. 10, pp. 2059–2066.
- [9] J. P. A. Delaney and D. A. Brodie (Oct. 2000), "Effects of Short-Term Psychological Stress on the Time and Frequency Domains of Heart-Rate Variability," *Percept. Mot. Skills*, vol. 91, no. 2, pp. 515–524.

PROCESAMIENTO HIDROMETALÚRGICO DE SULFUROS METÁLICOS POR OXIDACIÓN AVANZADA

Alicia Berenice Estrada Mata¹ y Francisco Raúl Carrillo Pedroza²

RESUMEN

El zinc, al igual que otros metales como el cobre, y hierro, son generalmente obtenidos por los métodos pirometalúrgicos (calcinación, tostación de sulfuros, fusión y afinación). Estos métodos han sido algo cuestionados. Es por ello que se han estudiado y aplicado procesos hidrometalúrgicos como una opción para la obtención de metales. El desarrollo de este trabajo está basado en el procesamiento por vía hidrometalúrgica del mineral de esfalerita, para obtener zinc. Todos los experimentos entre los cuales se incluyen lixiviación, precipitación de hierro y electrolisis se hicieron a escala de laboratorio. En base a los resultados obtenidos se concluye que mediante la prueba de electrolisis es posible recuperar el zinc con las condiciones adecuadas.

ABSTRACT

Zinc, like other metals such as copper, and iron, are generally obtained by pyrometallurgical methods (calcination, sulfur roasting, melting and tuning). These methods have been questioned. Hydrometallurgical processes have been studied and applied as an option for obtaining metals. The development of this work is based on the hydrometallurgical processing of the sphalerite mineral, in order to obtain zinc. All experiments including leaching, iron precipitation and electrolysis were done on a laboratory scale. Results concluded that is possible to recover the zinc via hydrometallurgy with the appropriate conditions.

Palabras Clave: Zinc, hidrometalurgia, electrolisis

INTRODUCCIÓN

El descubrimiento de los primeros metales y la obtención de los mismos a partir de sus materias primas a través de operaciones de transformación dieron origen a la metalurgia extractiva. La metalurgia extractiva toma el mineral tal cual viene de la mina. De forma general, entonces, el mineral debe ser tratado para liberar las fases minerales valiosas, mena, de las no valiosas, ganga. Esto se hace a través de una serie de operaciones conocidas como preparación del mineral o metalurgia.

A estas operaciones les continúan las de extracción, propiamente dichas, las cuales conducen al material metálico y se pueden realizar por pirometalurgia o por hidrometalurgia. La pirometalurgia incluye operaciones por vía seca con calentamiento a temperaturas, a veces, muy altas. La extracción por vía húmeda o hidrometalurgia se efectúa generalmente por una secuencia de etapas que contempla: la lixiviación del metal valioso a partir del mineral utilizando un reactivo acuoso, la purificación y/o concentración de la disolución y la precipitación del metal mediante métodos químicos o electroquímicos.

Los sulfuros metálicos representan las fuentes más importantes para la producción metales en el mundo. En México la producción de zinc ocupa el sexto lugar a nivel mundial, participando con el 5 % de la producción global. El zinc, al igual que otros metales como el cobre, plomo y hierro, son generalmente obtenidos por los métodos pirometalúrgicos (calcinación, tostación de sulfuros, fusión reductora u oxidante y afinación). Estos métodos han sido algo cuestionados por la generación de dióxido de azufre, monóxido y dióxido de carbono, y polvos, haciendo necesario estrictos controles ambientales, además de su alto consumo energético.

Es por ello que se han estudiado y aplicado procesos hidrometalúrgicos como una opción para la obtención de metales. Sin embargo, a pesar de ser, en general, energéticamente menos costosos y de mejor control sobre su efecto en el ambiente, la principal desventaja de la ruta hidrometalúrgica es que son procesos más lentos, siendo necesario procesar grandes volúmenes de mineral o concentrados para ser rentable, además del uso de grandes cantidades de reactivos químicos

MÉTODOS Y MATERIALES

Como ya se ha mencionado el propósito de este proyecto es obtener el zinc en su forma pura a partir de un mineral de esfalerita. El proceso se realizó de la siguiente forma. Se realizaron una serie de pruebas, para las cuales previamente se utilizó el programa HSC que ayudo a obtener las condiciones óptimas que se necesitaban para lograr el objetivo. La primera prueba realizada fue una lixiviación directa, sus condiciones iniciales fueron las siguientes

Procedimiento

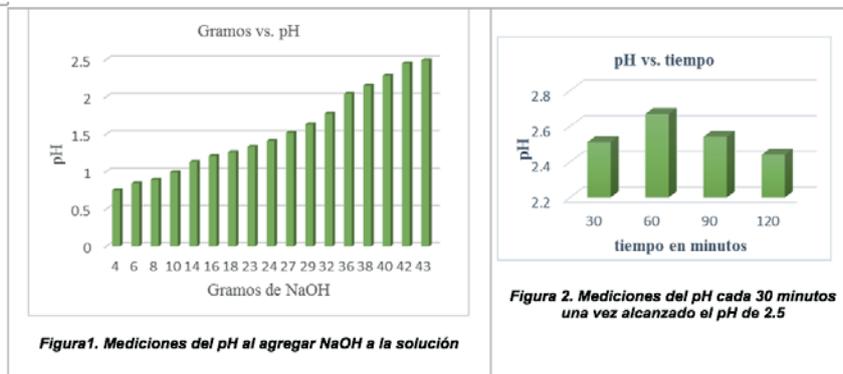
Se llevó a cabo una prueba de lixiviación directa de ZnS en un reactor de 2 L calentado por una parrilla eléctrica, para la agitación fue utilizado un agitador mecánico. Las condiciones bajo las cuales se llevó a cabo la lixiviación del mineral fueron las siguientes: se agregó un volumen de ácido sulfúrico para tener una acidez de 50 g/L, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, posteriormente se agregó persulfato de sodio y peróxido de hidrógeno, se midió el pH después de agregar cada oxidante. La temperatura para la prueba fue de 70°C, una vez alcanzada, se agregó el concentrado de ZnS para tener una relación sólido-líquido del 20%, el volumen total fue de 1500 ml. El tiempo total de la prueba de lixiviación directa fue de 5 horas.

Una vez finalizado el proceso de lixiviación del ZnS, se realizó una separación sólido-líquido mediante fil-

tración de la solución, posteriormente el líquido resultante se empleó para llevar a cabo la siguiente prueba que es precipitación de Fe.

La precipitación de Fe a partir del líquido lixivante se efectuó oxidando previamente el hierro contenido en el líquido de Fe+2 a Fe +3 agregando en un vaso de precipitado primero la solución de lixiviación obtenida, después 5 gramos de persulfato de sodio (Na₂S₂O₈), posteriormente se agregó NaOH hasta elevar el pH de la solución a 2.5 y se mantuvo esta condición durante 3 horas. La temperatura empleada fue de 80°C utilizando una parrilla eléctrica y agitación.

A continuación se muestran en la figura 1 la evolución del pH conforme se fueron agregando los gramos de NaOH y en la figura 2 la evolución del pH conforme el tiempo.



La solución que se obtuvo de la precipitación de hierro se utilizó para hacer una serie de pruebas de electrolisis con diferentes condiciones, con el fin de encontrar las condiciones óptimas para depositar el zinc. Para realizar las pruebas se utilizaron la solución purificada, obtenida después de la precipitación de Fe, una placa de aluminio para el cátodo y una placa de plomo para el ánodo, un agitador magnético, una parrilla de agitación y una fuente de poder "steren". A continuación la tabla 2 muestra las diferentes condiciones usadas para realizar las pruebas, de las cuales se realizaron primero pruebas de 5 minutos y después pruebas con más duración de tiempo de 10 a 15 minutos.

Tabla 2. Diseño de experimentos utilizado para las pruebas de electrolisis.

No. De Prueba	Condiciones	Voltaje	Amperaje	Tiempo	
				5 minutos	10-15 min
1	Solución	8- 10	Máximo 5	5 minutos	10-15 min
2	Solución adicionando sal	8- 10	Máximo 5	5 minutos	10-15 min
3	Solución adicionando sal y de carbonato estroncio	8- 10	Máximo 5	5 minutos	10-15 min



Figura 3. Esquema del procedimiento experimental.

RESULTADOS

El porcentaje de extracción de zinc contenido en la esfalerita después de haber realizado la prueba de lixiviación directa fue de 24.85%. Posteriormente la solución obtenida, se purifico por medio de la precipitación de Fe y el resultado fue que se obtuvieron 14.8 gramos de sólido, del cual por medio del análisis de rayos X se lograron identificar las siguientes especies, el 30% corresponde a natrojarosita (NaFe₃(SO₄)₂(OH)₆), 10% a hematita (Fe₂O₃) y 5% goethita (FeO (OH)). A continuación se muestran los resultados obtenidos de la recuperación de zinc de las pruebas realizadas de electrolisis, mencionadas anteriormente en la tabla 2.

En la tabla 3 se muestran resultados sobre los elementos obtenidos en el ánodo y cátodo obtenidos mediante un análisis semi-cuantitativo por Fluorescencia de Rayos X (FRX). En la columna que se observa a la izquierda de la tabla la "prueba realizada sin sal" el total de mineral obtenido de las pruebas fue de 0.35 gramos, de los cuales el 61.98% se refiere a la recuperación de zinc. En la siguiente columna "prueba con sal" el mineral obtenido fue de 0.31 gamos, de los cuales solo el 0.56% se refiere a la recuperación de Zinc. La última columna se refiere a lo obtenido en el ánodo, 1.35 gramos y de lo cual el 79.31% se refiere a plomo. En la tabla 4 se muestran resultados de un análisis realizado mediante Difracción de Rayos X (DRX) el cual nos muestra los compuestos obtenidos; en la columna de la izquierda se muestra que el compuesto en más porcentaje es el Zn con un 36% seguido del ZnO con un 29%. En la columna siguiente se observa que debido a la baja concentración obtenida no se alcanza a apreciar el compuesto del zinc, en cambio se observa con mayor porcentaje el Pb₄(SO₄)(CO₃)₂-(OH)₂ con un 36%. Referente al mineral obtenido en el ánodo se observa con mayor porcentaje del 29% el Pb y Pb₂O(SO₄).

Tabla 3. Análisis por FRX de los elementos presentes en el mineral obtenido de la electrolisis.

Elemento	Composición (% Peso)	Composición (% Peso)		
		Mineral depositado en el cátodo "Prueba sin sal"	Mineral depositado en el cátodo "prueba con sal"	Mineral depositado en el ánodo
O Oxígeno	14.19	13.27	13.96	
Na Sodio	2.04		2.23	
Al Aluminio	1.75	0.03	0.03	
Si Silicio	0.03	0.09	0.09	
S Azufre	2.79	2.99	2.83	
Cl Cloro	0.11	0.31	0.23	
Ca Calcio	0.26	0.31	0.23	
Fe Hierro	1.07	0.47	0.42	
Cu Cobre	1.86	0.06	0.06	
Zn Zinc	61.98	0.56	0.54	
Cd Cadmio	0.72		0.06	
Pb Plomo	15.12	79.86	79.31	

Tabla 4. Análisis por DRX del mineral obtenido de la electrolisis.

Especies identificadas	Composición (% Peso)	Composición (% Peso)		
		Mineral depositado en el cátodo "Prueba sin sal"	Mineral depositado en el cátodo "Prueba con sal"	Mineral depositado en el ánodo
Plomo Pb		2	31	29
Anglesita PbSO ₄			9	
Lanarkita Pb ₂ O(SO ₄)			16	29
Leadhillita Pb ₄ (SO ₄)(CO ₃) ₂ ·(OH) ₂			36	14
Sulfato de plomo tribásico (PbO) ₃ (Pb(SO ₄))·(H ₂ O)	16			20
Esfalerita Zn _{0.9} Fe _{0.1} S	2			
Zinc Zn	36			
Zincite ZnO	29			
Oxido de zinc y cadmio Cd _{0.25} Zn _{0.75} O	2			
Cobre-zinc Cu ₄ Zn	2			
Otros*	11	8		8

en ninguna variable para la recuperación del zinc por lo que se descartó para las pruebas siguientes.

• Se observa que la adición de sal a la solución que en primera instancia se agregó porque es un buen conductor, provocó que el plomo se oxidara primero, pegándose en el cátodo de aluminio provocando que la deposición de zinc disminuyera su porcentaje como se observó en la tabla 3 y 4. Por lo que se llega a la conclusión que para lograr una buena recuperación de zinc, no se debe agregar a la solución.

BIBLIOGRAFÍA

- BALLESTER A., SANCHO J., VEDEJA L.F. (2000). Metalurgia Extractiva Volumen I Ed. Síntesis, España
- QUINTANILLA B., CARRILLO F., SORIA M. (2015). "Lixiviación de esfalerita en medio ácido oxidante" en Carrillo F., Soria M. Martínez A. "Investigación Aplicada al Procesamiento de Minerales e Hidrometalurgia" en Ed. Universidad Autónoma de Coahuila [pp. 122].
- DEHGHAN, R. NOAPARAST, M. KOLAHDOOZAN, M & MOUSAVI, S. (2008) statistical evaluation and optimization of factors affecting the leaching performance of a sphalerite concentrate. "Mineral processing" vol. 89, [pp. 9-16].
- LEMA, J & CHAMBI, L. (2015) posibilidades de recuperación de zinc electrolítico por procesos actuales "Revista Metalúrgica" vol. 36 [pp. 11-18].
- CLAASSENSA J., MEYREB E., RENNIEB J., & SANDENBERGHA R. (2000) Iron precipitation from zinc-rich solutions: defining the zinc process. "Hydrometallurgy" vol. 67 [pp. 87-108].

CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL DE UNA SUPER-ALEACIÓN BASE NÍQUEL

Carlos Alan González Terrazas¹ y Francisco Fernando Curiel Lopez²

¹Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia; Carretera 57, Los Bosques, C.P. 25750, Monclova, Coahuila, carlosalanzl@hotmail.com

²Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia; Carretera 57, Los Bosques, C.P. 25750, Monclova, Coahuila, f_curiel@uadec.edu.mx

RESUMEN

El INCONEL 718 es una superaleación de níquel-cromo-molibdeno diseñada para resistir un amplio rango de ambientes corrosivos, picadura y corrosión de rendija [1]. Una probeta, resultante de una soldadura tratada térmicamente a 1050°C y envejecida en un lapso de 8 horas fue caracterizada y analizada por medio de microscopía y posteriormente sometida a ensayos de microdureza Vickers, con el fin de analizar el comportamiento en las distintas zonas de la superficie de la probeta. Los resultados en el análisis microestructural fueron la identificación de fases y límites de grano presentes en el material; el ensayo de microdureza en las zonas analizadas mostró mayor dureza en el metal base y menor en la soldadura.

Palabras Clave: INCONEL 718, microscopía, microdureza, superaleación, soldadura.

ABSTRACT

The INCONEL 718 is a nickel-chromium-molybdenum superalloy designed to withstand a wide range of corrosive environments, pitting and slit corrosion [1]. A probe, resulting from a weld heat treated at 1050 °C and aged within 8 hours was characterized and analyzed by microscopy and then subjected to Vickers microhardness tests, in order to analyze the behavior in the different zones of The surface of the specimen. The results in the microstructural analysis were the identification of phases and grain boundaries present in the material; The microhardness test in the analyzed zones showed greater hardness in the base metal and lower in the weld.

Keywords: INCONEL 718, microscopy, microhardness, superalloy, welding.

INTRODUCCIÓN

Las aleaciones base níquel se distinguen por su gran desempeño bajo condiciones térmicas y mecánicas demandantes, donde una de sus principales aplicaciones incluye el desarrollo de componentes de turbinas para generación de energía y transportación. La aleación base níquel INCONEL 718 es un material con gran aplicación en la industria aeronáutica debido a sus excelentes propiedades de resistencia a agentes corrosivos, así como su estabilidad mecánica a elevadas temperaturas. El principal reforzamiento en las aleaciones níquel se realiza a través de la precipitación de partículas de segunda fase en una matriz austenítica. Sin embargo, la precipitación durante el procesamiento termomecánico incrementa la fuerza requerida para deformar el material. El control del tamaño de grano durante las estrechas ventanas de procesamiento es de gran importancia debido a su influencia en la resistencia mecánica de los componentes manufacturados [2].

La INCONEL 718 endurece por precipitación de compuestos intermetálicos y otros cuantos elementos más también están presentes, lo cual indica que la presencia y cantidad de los elementos aleantes está muy ligada a la formación de

las fases que precipitan en esta aleación, dichas fases mejoran las propiedades mecánicas y la resistencia del material, no obstante que los elementos aleantes son un componente sustancial en las características de la aleación, ésta, también encuentra un gran porcentaje de sus óptimas propiedades mecánicas en el procesamiento de conformado y forjado de los componentes para las diversas aplicaciones. La tabla 1 muestra la composición química de la superaleación INCONEL 718 [3].

Tabla 1. Composición Química (%) de la aleación INCONEL 718.

Ni	Cr	Cu	Mo	Nb	C	Mn
50.0-55.0	17.0-21.0	0.30 max	2.80-3.30	4.75-5.50	0.08 max	0.35 max
P	S	Ti	Al	Co	B	Si
0.015 max	0.015 max	0.65-1.15	0.20-0.80	1.00 max	0.006 max	0.35 max

En este trabajo de investigación se evaluó el comportamiento mecánico y microestructural de la soldadura del INCONEL 718. Entre los objetivos propuestos se encuentran la caracterización microestructural, análisis de fases, límites de grano y su efecto sobre el crecimiento y tamaño de grano por medio de microscopía óptica así como también analizar el comportamiento mecánico a través de ensayos de microdureza.

MÉTODOS Y MATERIALES

Para llevar a cabo el análisis microestructural se realizó previamente la preparación metalográfica de la muestra soldada, la cual contaba con las dimensiones de 5.5 cm de largo, 0.5 cm de alto y 1 cm de espesor. Se utilizó papel abrasivo de carburo de silicio desde el grado 80 hasta el grado 2000 para realizar el desbaste. Una vez realizado se le dió un acabado tipo espejo haciendo uso de una pulidora marca STRUERS modelo RotoPol-25 utilizando alúmina de una micra. Posterior a ello se realizó el ataque químico empleando una solución compuesta por 3 ml HCl, 1 ml HN₃,

3.8 ml de agua destilada y 3 gotas de HF. El ataque químico se realizó sometiendo a una acción química la superficie pulida durante un tiempo controlado de 15 segundos, repitiendo este proceso hasta lograr revelar las características microestructurales del metal o aleación. Posterior a cada ataque, la muestra se lavó con agua, se enjuagó con alcohol y se secó en una corriente de aire caliente. El análisis microestructural se realizó haciendo uso de un microscopio marca OLYMPUS GX51.

Los ensayos de microdureza Vickers fueron realizados haciendo uso de un microdurómetro marca Zwick/Roell Indentec con un indentador punta de diamante. Se aplicó una carga de 100gr durante 15 segundos. Se evaluó la dureza en 3 diferentes zonas del material, cada zona a la distancia de 2 mm, 3 mm y 4 mm respectivamente. Partiendo del centro de la probeta se tomaron 12.5 mm de izquierda a derecha realizando la indentación transversal cada 0.5mm a lo largo de cada una de las tres zonas.

RESULTADOS

La figura 1, muestra la microestructura del metal base utilizado en este estudio. Se observa una matriz austenítica de granos equiaxiados. Son visibles maclas de deformación producto de la deformación del material. Por otro lado se observa la presencia de partículas, las cuales supuestamente son precipitados del tipo CNb. Dicha microestructura concuerda con lo observado en la literatura.

En la figura 2, se muestra una macroestructura de la unión soldada en la cual se aprecia la fusión completa en las dos partes unidas y homogeneidad en la unión soldada.

En la figura 3, se muestra la línea de fusión de la unión soldada en la cual se aprecia el crecimiento columnar en la dirección (100), característico de los procesos de soldadura por fusión. Por otro lado, la pileta de la soldadura presenta solidificación epitaxial hacia el centro de la soldadura. Se aprecian los límites de granos solidificados en la cual existe la presencia interdendrítica de la fase P (rica en Ni, Cr y Mo).

En la figura 4 se muestra otra región de la soldadura donde además de la fase P se tiene la presencia de la fase δ ; debido al proceso de enfriamiento durante la solidificación, la evolución microestructural en los límites de grano se da interdendríticamente.

La figura 5 muestra los perfiles de microdureza realizados a diferentes niveles en la sección transversal de la soldadura.

En la figura 6, se muestran las regiones en donde se realizaron las indentaciones donde se aprecian que las distancias entre cada medición fue de 0.5mm.

La figura 7 muestra los resultados obtenidos del ensayo de microdureza, los cuales arrojaron que en la zona del metal base la microdureza se encuentra entre 400 y 450 Vickers, estos valores son homogéneos en los tres niveles realizados hasta llegar a la línea de fusión. Sin embargo al llegar a la soldadura los valores de dureza disminuyen drásticamente, esto se debe a tal medida al tipo de microestructura que se tiene en la pileta de la soldadura que es una microestructura fundida donde se tienen bajas propiedades mecánicas.

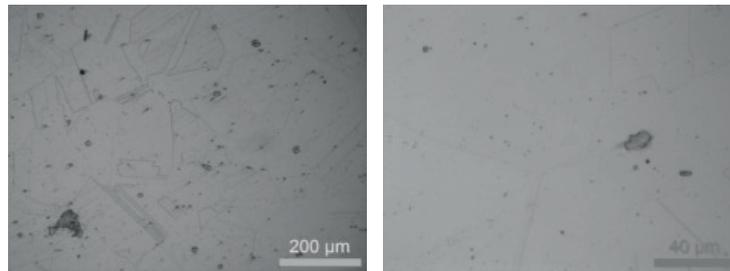


Figura 1. Microestructura del metal base del INCONEL 718.



Figura 2. Macroestructura de la unión soldada del INCONEL 718.

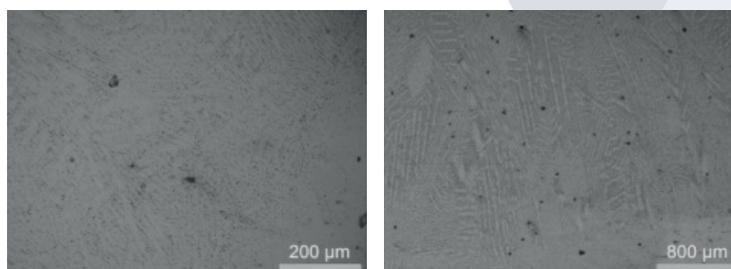


Figura 3. Microestructura de la línea de fusión (izquierda) y una región de la soldadura (derecha) del INCONEL 718.

Figura 7. Resultados del ensayo de microdureza Vickers.

CONCLUSIONES

La microestructura mostró una matriz austenítica de granos equiaxiados.

En la macroestructura se logró apreciar la fusión de la unión soldada así como también una homogeneidad en la misma.

Los límites de granos solidificados observados en las micrografías revelaron la presencia interdendrítica de la fase P.

Posterior al ensayo de microdureza, se concluyó que en la zona central de la muestra se presentó un comportamiento uniforme.

También, los ensayos de microdureza revelaron que en la zona de la soldadura disminuye la resistencia.

BIBLIOGRAFÍA

[1] MEGA MEX “Metales especiales bajo demanda”. Consultada en http://megamex.com/span/inconel_718.html (fecha de consulta 04-07-2017)

[2] Reyes Osorio, Luis Arturo (2013) “Modelado de la evolución microestructural durante forja en caliente.” Doctorado thesis, Universidad Autónoma de Nuevo León. Consultada en <http://eprints.uanl.mx/3668/> (fecha de consulta 05-07-2017)

[3] “Heat treatment and fine-blankin Inconel 718”, Damir Česnik, VitoslaV Bratuš, Borut kosec, Janez rozman, milan BizJak, 2008. Consultada en <https://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:DOC-DAVAVBKE?&language=eng> (fecha de consulta 05-07-2017)

RECICLAJE DE EMBALAJES DE PLÁSTICO POR MEDIO DE SOLVÓLISIS

Carlos Sotero Gaytan Rivera¹, Lorena Eugenia Sánchez Cadena²

1: Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas; Blvd. V. Carranza s/n esq. con Ing. José Cárdenas Valdés, Col. República Ote. C.P. 25280, Saltillo, Coah., carlos_gaytan@uadec.edu.mx.

2: Universidad de Guanajuato, División de Ingenierías, Departamento de Ing. Civil, Calle Juárez 77 Colonia Centro, CP 36000, Guanajuato, Gto., hau10@hotmail.com y lesanchez@ugto.mx

RESUMEN

El Polietileno de Alta Densidad (HDPE) es un polímero que es utilizado día con día en las actividades humanas, podemos encontrarlo en contenedores y como recubrimiento de cables para telecomunicaciones, sin embargo, la producción anual de desechos de HDPE es alarmante debido a que es un derivado del petróleo, el cual se encuentra en una cantidad limitada que disminuye día con día. Existen diferentes formas de reciclar los plásticos, un ejemplo es la solvólisis, donde por medio de un solvente se despolimeriza una matriz para formar con este material tratados nuevos productos. En el presente trabajo se estudió la solvólisis parcial del HDPE y se probó que se mejoraron las propiedades mecánicas del material tratado.

Palabras Clave: HDPE, solvólisis parcial, reciclaje.

ABSTRACT

High Density Polyethylene (HDPE) is a polymer that is used in human activities. We can find it in containers or in a telecommunication coatings, however, the annual waste production of HDPE is alarming because it is a derivative of oil which it decreasing in a limited amount day by day. Nowadays, polymer recycling techniques such as solvolysis have been found, and this make possible take the recycled material to form new products. The present work shows the realization of a partial solvolysis to HDPE to check if there is an improvement of its mechanical properties.

Keywords: HDPE, partial solvolysis, recycling.

INTRODUCCIÓN

El Polietileno de alta densidad (HDPE) es un polímero derivado del petróleo, en términos energéticos se requieren 1.75 kg de petróleo para obtener 1 kg de HDPE. La estructura química del HDPE es de una cadena de etilenos $(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$.¹

Existe una gran variedad de aplicaciones para este polímero, siendo utilizado en contenedores, botellas de detergentes, bases de múltiples dispositivos y hasta recubrimientos de ductos de telecomunicaciones por lo que su existencia es de gran provecho en el día a día de las actividades humanas, sin embargo, recientes estudios económicos mostraron que solo en Europa se producen 45.9 millones de toneladas de plásticos, donde el PEAD representa cerca del 30% (13.77 millones de toneladas), lo que demuestra que una gran cantidad de este material está en camino a vertederos debido a que cerca del 40% de todos los desechos de PE son provenientes de hogares.²

Hoy en día existe una preocupación por la cantidad limitada que se tiene de combustibles fósiles como lo es el petróleo, por lo que se han buscado formas de reciclar los derivados de esta preciada materia prima para hacer más eficiente su uso, de esta manera se han creado metodologías para el reciclaje de polímeros, una de ellas es la solvólisis. La solvólisis es un método de recuperación que implica la descomposición parcial o total del material al tener contacto directo con un solvente.³ A este tipo de reciclaje también se le llama reciclaje terciario lo que involucra un reciclaje químico en donde el objetivo es tomar el polímero e intentar llevarlo hasta su unidad monomérica.¹

El objetivo del presente trabajo es verificar si la solvólisis parcial del HDPE mejora sus propiedades mecánicas. Para ello se caracterizó por medio de FT-IR ATR el HDPE antes y después de dicho tratamiento químico, y se hizo un estudio de Resistencia a la tracción, de probetas formadas por material sin tratar y el tratado para corroborar sus propiedades mecánicas ³ midiendo los valores de módulo de Young el cual es la razón entre el incremento de esfuerzo y el cambio correspondiente a la deformación de la muestra. ⁴

MÉTODOS Y MATERIALES

Se utilizó HDPE proveniente de embalajes de desecho, el cual previamente fue triturado y tamizado con una malla del número 4, una vez separado el material se llevaron aproximadamente 200 gramos a un reactor con atmosfera inerte la cual se consiguió mediante un flujo de N₂, donde se adicionó dietilenglicol como solvente para llevar a cabo una solvólisis parcial del material en una rango de temperaturas cercano a los 100-200 °C durante 15 minutos con agitación constante. Una vez llevada a cabo la solvólisis parcial se obtuvo un cumulo de masa de HDPE el cual se filtró y se les dieron baños de acetona para eliminar el exceso de solvente.

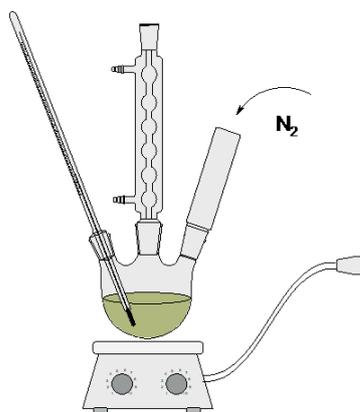


Figura 1.- Reactor utilizado para la solvólisis parcial.

Estos cúmulos fueron ingresados en un horno a un rango de temperatura de 200-300°C durante cierto periodo de tiempo para su fundición y posteriormente llevados a una prensa, en la cual se utilizó una presión de una tonelada por un minuto para obtener placas lo más uniformes posibles. A estas placas se les realizaron pruebas mecánicas en un equipo INSTRON 3345 de acuerdo a la norma ASTM D638 2003 y se obtuvieron sus espectros FT-IR ATR en un equipo Nicolet IS50 FT-IR.

Todo este procedimiento se llevó a cabo por triplicado para poder realizar comparaciones entre cada una de las posibles variaciones de temperatura, distribución de las partículas y prensado del material

RESULTADOS

Se realizaron pruebas por medio de espectroscopia infrarroja obteniendo los siguientes resultados:

En la figura 2 se pueden observar una comparación entre los espectros FT-IR ATR de una muestra sin tratamiento y de tres muestras que si fueron tratadas, resaltando los picos encontrados cerca de 2800-2900cm⁻¹ pertenecientes a las repeticiones en la cadenas de -CH₂-, un pico cercano a 1470 perteneciente a una deformación angular del enlace C-H, así como un pico en 717 perteneciente al balanceo de los -CH₂-, por lo que todos los espectros siguen teniendo picos representativos de HDPE⁵, sin embargo las pequeñas variaciones presentes pueden ser debidas a las modificaciones químicas que sufre el material al ser sometido a la solvólisis

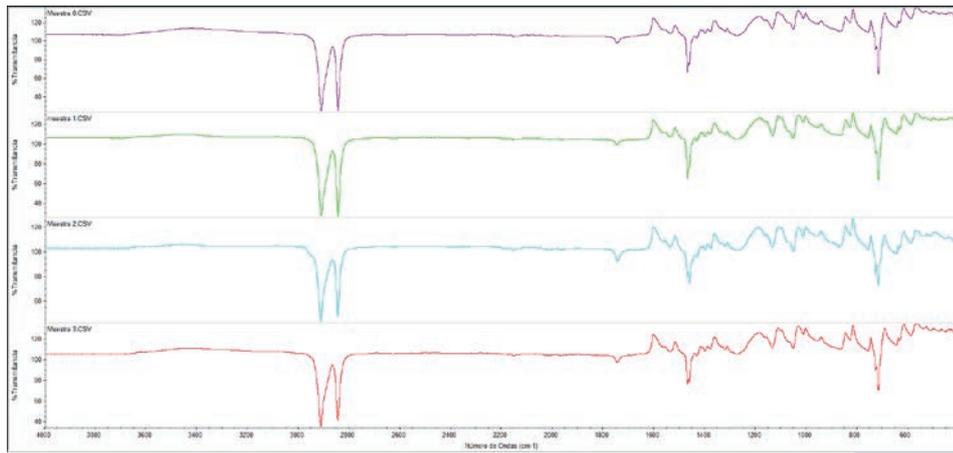


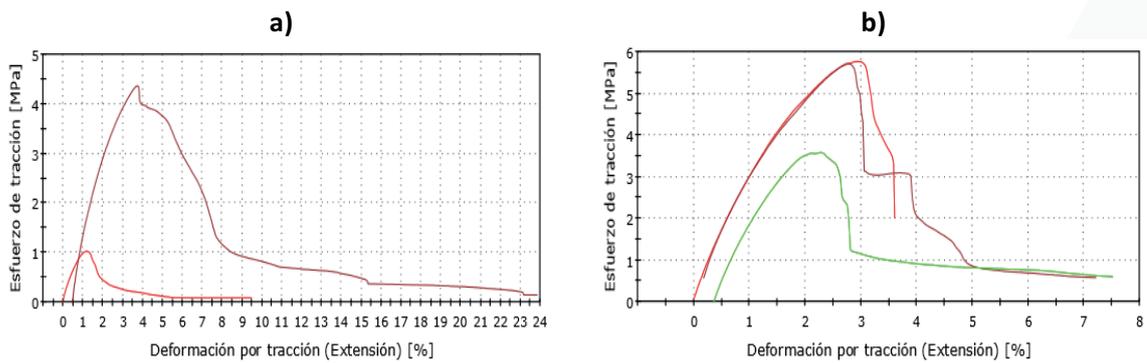
Figura 2.- Comparación entre muestra sin tratar (muestra 0) y 3 muestras tratadas.

Las pruebas mecánicas se llevaron a cabo siguiendo la norma ASTM D638 2003, por lo cual se obtuvieron probetas como la mostrada en la figura 3.



Figura 3.- Probeta realizada bajo la norma ASTM D638 2003.

En la figura 4 se puede observar una comparación de las pruebas mecánicas realizadas a una muestra sin tratar y a una con tratamiento.



Promedio del módulo de Young: 188.39

Promedio del módulo de Young: 326.43

Figura 4.- Comparación entre muestra sin tratamiento (a) y muestra con tratamiento (b)

Se puede observar que la muestra tratada presenta mejores propiedades mecánicas al tener un módulo de Young mayor. Dicho comportamiento se observó en las 3 muestras tratadas.

También se obtuvieron una serie de microfotografías de las muestras en donde se puede observar la diferencia de las que son tratadas y la muestra que no lo fue:

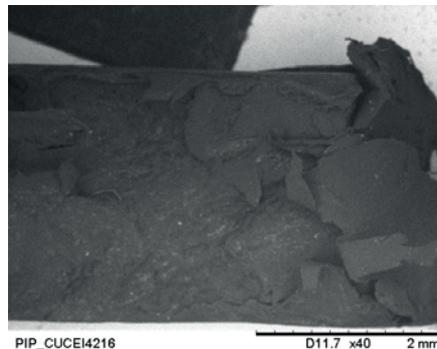


Figura 5.- Muestra sin tratamiento.

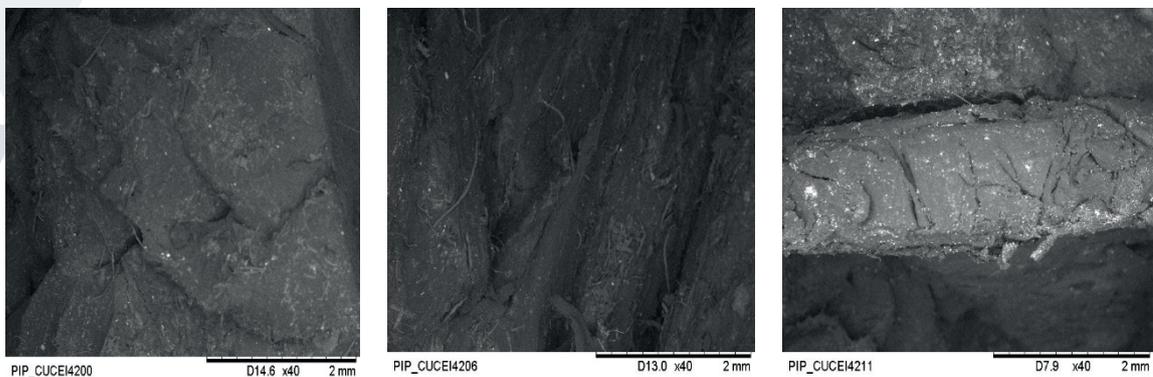


Figura 6.- Muestras con tratamiento.

En la muestra que no tiene tratamiento se puede ver que las partículas de HDPE se mantienen juntas y que la superficie es más lisa, sin embargo en las muestras tratadas se puede ver como la solvólisis provocó la formación de más rugosidades y la aparición de pequeñas hebras, generando un efecto como el velcro, favoreciendo que este nuevo material pueda soportar mejor la tracción antes de romperse.

CONCLUSIONES

Se puede concluir que la solvólisis parcial, produce una mejora en las propiedades mecánicas del HDPE, debido a que dicho tratamiento, genera cambios en la superficie del material, como se observa en el estudio MEB, provocando como lo indica la prueba de Resistencia a la tracción, que los valores del módulo de Young mejoren para las muestras tratadas.

Por medio de los espectros FT-IR se prueba que al ser una solvólisis parcial, el material que queda después de la reacción sigue siendo HDPE y no se descarta en base a experiencias anteriores que ciertas especies presentes en el HDPE migren hacia el solvente.

BIBLIOGRAFIA

- 1 Sachin Kumar, Achyut K. Panda, R.K. Singh. (September 2011). A review on tertiary recycling of high-density polyethylene to fuel. *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 55, 893-910. 2017, Julio 6.
- 2 Mathias Alzerreca, Michael Paris, Olivier Boyron, Dominique Orditz, Guy Louarn, Olivier Correc. (2015). Mechanical properties and molecular structures of virgin and recycled HDPE polymers used in gravity sewer systems. *Polymer Testing*, Volume 46, 1-8. 2017, Julio 6.
- 3 Aguilar M.. (2007). Recuperación de residuos de polietileno de baja densidad. IPN <http://tesis.ipn.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/7334/AGUILAR%20ROSALES.pdf?sequence=1>, 2017, Julio 6,.
- 4 Martínez, P., Azuaga, M.. (1997). Medición del módulo de elasticidad de Young, UBA, Departamento de Física http://www.fisicarecreativa.com/informes/infor_mecanica/young97.pdf#search=%22%22m%C3%B3dulo%20de%20elasticidad%22%22. Julio 27, 2017.
- 5 J.V. Gulmine, P.R. Janissek, H.M. Heise, L. Akcelrud. (October 2001). Polyethylene characterization by FTIR. *Polymer Testing* , 21, 557-563. Julio 24, 2017, Elsevier.

ADSORCION DE XANTATO EN CARBON ACTIVADO

TOVAR JUAREZ CECILIO HUGO, REYES GUZMAN CLAUDIA VERONICA

Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalúrgia, Carretera 57 Km 5, Los Bosques, C.P. 25710 Monclova, Coah

RESUMEN

El objetivo general de este proyecto es desarrollar una metodología de evaluación de xantatos contenidos en efluentes de procesos de flotación de minerales, así como lograr la adsorción de residuos de xantato contenidos en los efluentes del proceso de flotación sobre la superficie de un carbón activado vegetal.

INTRODUCCION

Desde 1906, la flotación ha permitido la minería de cuerpos minerales de bajo grado, que de otra forma hubieran sido tomados en cuenta como no rentables. La flotación con espuma es un proceso que utiliza burbujas de aire para separar los materiales basándose en su afinidad relativa con el agua.

La flotación con espuma es indudablemente la técnica de procesamiento de minerales más importante, ya que se ha utilizado durante más de un siglo en operaciones mineras para separar materiales valiosos a partir de minerales excavados. Más recientemente, la flotación se utiliza también para el tratamiento de agua contaminada.

Sin reactivos, no habría flotación, y sin el proceso de flotación, la minería tal como la conocemos hoy día, no existiría. Los reactivos de flotación promueven, intensifican y modifican las condiciones óptimas del mecanismo físico-químico de los minerales de flotación y pueden ser sustancias orgánicas e inorgánicas.

Uno de esos reactivos es el colector, un grupo bastante grande de compuestos químicos orgánicos, que difieren en composición química y función, cuyo propósito principal es el de formar selectivamente una capa hidrófoba sobre una superficie mineral dada, en la pulpa de flotación y proporcionan así, condiciones para la unión de las partículas hidrófobas a las burbujas de aire y la recuperación de dichas partículas en el producto de espuma. [1]

Los xantatos son ditiocarbonatos los cuales son utilizados como colectores en los procesos de flotación para la mayoría de los minerales sulfurados, así como elementos metálicos tales como el cobre, níquel, zinc, plomo, oro y plata.

El tipo de colector más utilizado en la actualidad es el xantato isopropílico de sodio. Sin embargo, después de éste cumplir su función y ser utilizados en el proceso de flotación, suelen ser descargados en las presas de jales donde además de permanecer como remanente tóxico, afectan el suelo, flora y fauna marina. [2]

El impacto negativo del xantato al medio ambiente, en la vida acuática y de suelo se ha registrado en distintos aspectos. Se han estudiado los efectos tóxicos que los colectores de flotación tienen sobre la actividad microbial del suelo [3]. Asimismo, se han hecho estudios sobre peces y distintos tipos invertebrados [4] los cuales demuestran que después del primer día de remanencia del xantato como desecho, afecta de forma considerable la vida acuática. Así como los efectos de los productos de descomposición del xantato, tales como el dixantógeno [5]-[8]. Quienes entre otras cosas demostraron que para plantas acuáticas (lemma minor) la toxicidad de los xantatos causó una mortalidad del 100% a una concentración menor a 5 mg/L. [9]

Tomando en consideración la utilidad que ocupan los xantatos en la industria minera, y debido a la toxicidad que representan para el medio ambiente el uso de éstos reactivos, es necesario desarrollar una metodología de evaluación de xantatos en efluentes de procesos de flotación, así como la adsorción de los residuos de xantatos en los efluentes del proceso de flotación de minerales.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

Adsorción de xantato (solución proveniente de la flotación) en carbón activado de coco

1. De la solución proveniente de flotación se toman 50 ml y se ponen en matraces elermeyer con 1 gramo de carbón activado sobre una parrilla de agitación durante una hora.



2.- Después de terminar el experimento, se almacenan 0.5 gramos de carbón activado para uso posterior, y lo sobrante se coloca en 25 ml de agua desionizada a 60°C por 1 hora en un orbital a 3 rpm, para desorber el xantato del carbón activado.



Espectroscopia UV-VISIBLE

De la solución proveniente del proceso de flotación, se toman 2 ml de solución de xantato y se afora a 10 ml de agua desionizada para ser leído a una longitud de onda 301 nm en una celda de cuarzo.



RESULTADOS Y DISCUSION

1.- Carbón activado de cáscara de coco

Las normas de la American Society for Testing and Materials Standards (ASTM) establecen pruebas estándar necesarias para establecer la calidad del carbón obtenido, entre ellas están: el porcentaje de humedad, materia volátil, cenizas, carbón fijo, y la resistencia a la abrasión. Para la caracterización de la estructura porosa del carbón activado, se suelen utilizar algunas técnicas sencillas como el índice de yodo, ya que los carbones son productos de muy alta capacidad para retener contaminantes de diversos fluidos. En la Tabla II se muestra la caracterización del carbón cáscara de coco después del tratamiento de activación físico.

Tabla I Análisis del carbón cáscara de coco activado mediante proceso químico

Datos técnicos	Valor	Norma que cumple
Número de yodo	700 mg L/g	ASTM D-4607
Dureza	90 (ADIMENSIONAL)	ASTM D-3802
Cenizas totales	8%	ASTM D-2866
Densidad aparente	0.55 g/cm ³	ASTM D-2854
Humedad total	4 % MAX	ASTM D-2867
Azufre	0.187	D 4239-05
Poder calorífico	6836.3	D 5865-4

Las propiedades de textura del carbón (área específica, volumen de los poros y diámetro promedio de los poros), se determinaron por medio de un equipo de fisisorción de N₂ y dio como resultado la Tabla III.

Tabla II Área superficial específica del carbón activado.

Carbón	S BET (m ² /g)
Carbón cáscara de coco	948.91

2 Espectroscopía UV-Visible de adsorción del xantato

La espectroscopia UV-visible se suele utilizar para medir la absorbancia de ultravioleta o luz visible por una muestra, ya sea en longitud de onda específica o realizar una exploración, variando el espectro. La espectrometría ultravioleta-visible (UV/Vis) es la técnica más usada para determinar la concentración de xantato, así como los productos de las reacciones de descomposición de los xantatos alcalinos en solución acuosa. Los resultados obtenidos de la cantidad de xantato en los residuos efluentes del proceso de flotación se muestran en la Tabla IV.

Tabla III Contenido de xantato en residuos efluentes de flotación

Efluente de flotación	Xantato (Mg/L)
1	2
2	5
3	10
4	15
5	25
6	40
7	80
8	100

Se realiza una curva de calibración del xantato con la Tabla anterior, dando como resultado la Figura 1

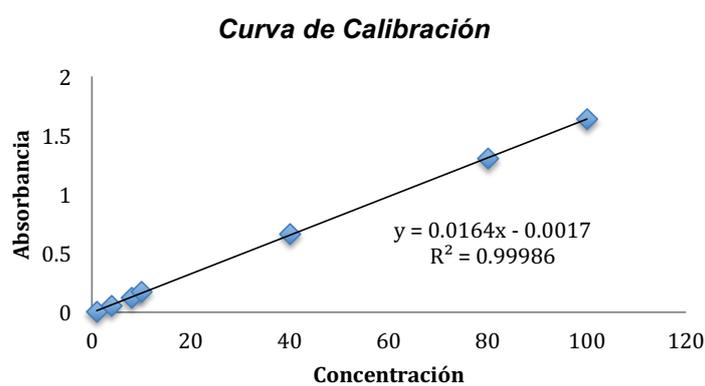


Figura 1
curva de
del xantato

Gráfica de la
calibración

Posteriormente se desarrolló cada experimento y se le practicó un barrido a una longitud de onda de 200 a 400 nm, dando como resultado, que cada uno de las gráficas principales hay una recrystalización del xantato como se muestra en las figuras 2, 3, 4, 5, 6 mostrándose dos bandas máximas a 224 y 301.

En 224 se cuantifica una especie llamada dixantógeno, mientras que a 301 se cuantifica el xantato, en nuestra investigación se cree que se formó la especie dixantógeno por los grupos funcionales que subsisten en la superficie del carbón activado ya que una cantidad de xantato fue adsorbida por estos y la siguiente banda fue producto de la descomposición u oxidación del xantato en la superficie.

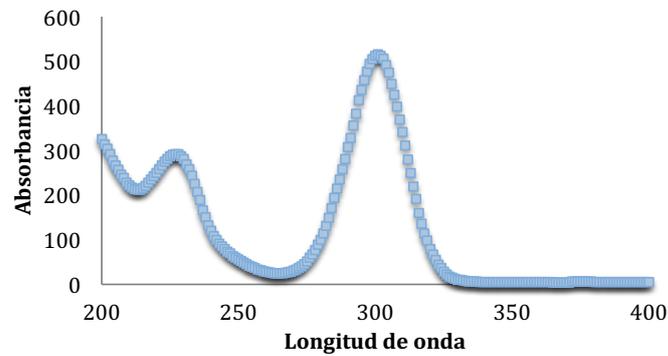


Figura 2 (Gráfica de la espectroscopia UV-Visible al líquido de la flotación 1, posterior a la adsorción con C.A.)

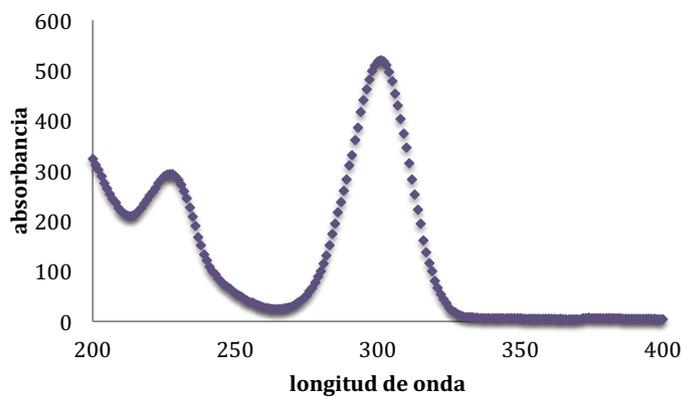


FIGURA 3 (B)

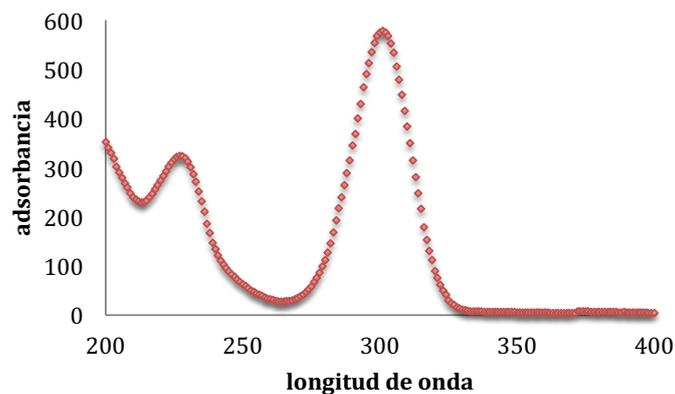


FIGURA 4

(C)

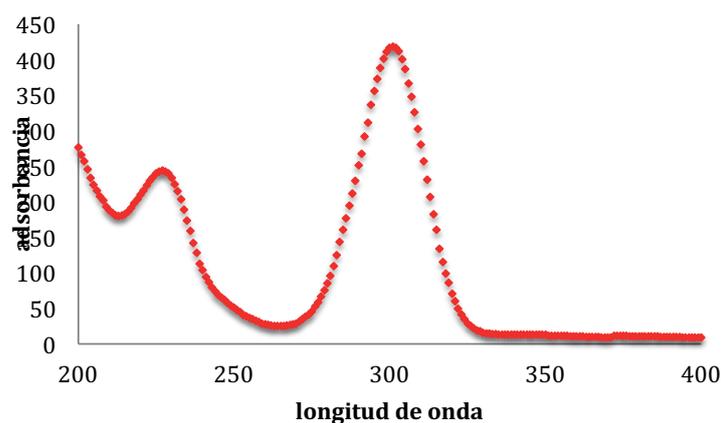


FIGURA 5 (D)

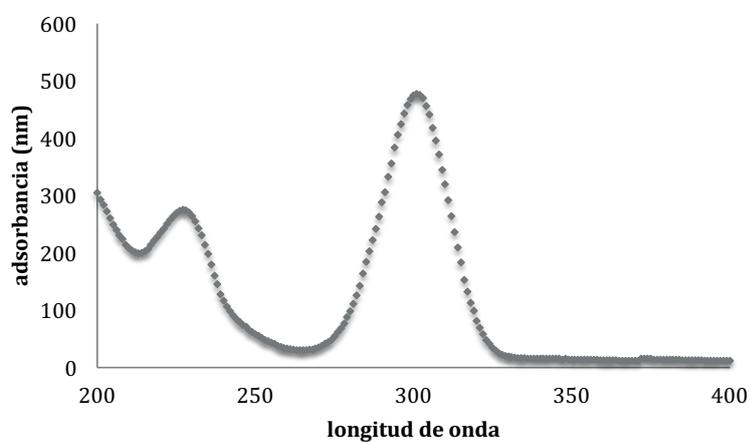


FIGURA 6 (E)

1. Conclusiones

Las flotaciones llevadas a cabo de forma exitosa bajo un diseño de proyectos pre-determinado sirvieron como base para el posterior análisis de comportamiento de sus derivados.

La activación del carbón vegetal de cáscara de coco fue un factor determinante en el trabajo, pues se realizó de forma exitosa y cumplió todas las normas utilizadas por la American Society for Testing and Materials Standards (ASTM) para la determinación de la calidad en sus aplicaciones. Esto permitió una correcta adsorción del xantato residual de las flotaciones hechas.

La espectroscopía uv-visible demostró la efectividad de la adsorción del xantato. Asimismo, se encontró que se desarrolla un sub producto del xantato, conocido como dixantógeno, esto como producto de descomposición o de oxidación al contacto con la superficie vegetal.

BIBLIOGRAFIA

- S. M. Bulatovic, *Handbook of Flotation Reagents Chemistry, Theory and Practice: Flotation of Sulfide Ores*, no. April. Elsevier, 2007.
- [2] B. A. W. Napier-Munn, Tim, *Mineral Processing Technology*, no. October. 2005.
- [3] Z. Guo, J. Yao, F. Wang, Z. Yuan, P. Bararunyeretse, and Y. Zhao, "Effect of three typical sulfide mineral flotation collectors on soil microbial activity," *Environmental Science and Pollution Research*, pp. 1–12, 2015.
- [4] J. Kevin Alto, Steven Borderius, Lloyd L. Smith, "Toxicity of xanthates to freshwater fish and invertebrates," *Dep. Entomol. Fish. Wildlife, Univ. Minnesota*, 1977.

- 
- [5] J. M. Besser, W. G. Brumbaugh, A. L. Allert, B. C. Poulton, C. J. Schmitt, and C. G. Ingersoll, "Ecological impacts of lead mining on Ozark streams: toxicity of sediment and pore water.," *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, vol. 72, no. 2, pp. 516–26, Mar. 2009.
- [6] N. Li, Y. Chen, C. Zhang, W. Zhou, M. Fu, W. Chen, and S. Wang, "Highly Sensitive Determination of Butyl Xanthate in Surface and Drinking Water by Headspace Gas Chromatography with Electron Capture Detector," *Chromatographia*, vol. 78, no. 19–20, pp. 1305–1310, 2015.
- [7] O.P.Sinev, "Decomposition of cellulose xanthate and precipitation of hydrocellulose during purification of waste waters from viscose manufacture," *Khìmicheskie Volokna*, no. 2, pp. 42–44, 1969.
- [8] "Reactivity of xanthate and dioxanthogen in aqueous solutions of different pH R. A[. Tipman and]. Leja," vol. 10, pp. 4–10, 1975.
- [9] Y. Xu, J. P. Lay, and F. Korte, "Fate and effects of xanthates in laboratory freshwater systems," *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, vol. 41, no. 4, pp. 683–689.

EFECTO DEL PH DE REFRIGERANTE AUTOMOTRIZ EN LA CORROSION LOCALIZADA DE LA ALEACION DE ALUMINIO A356 EMPLEADA EN LA FABRICACIÓN DE COMPONENTES AUTOMOTRICES

Claudia Lizbeth Domínguez Mona¹ y Francisco Fernando Curiel Lopez²

¹Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia; Carretera 57, Los Bosques, C.P. 25750, Monclova, Coahuila, Claudia-dominguez20@outlook.com

²Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia; Carretera 57, Los Bosques, C.P. 25750, Monclova, Coahuila, f_curiel@uadec.edu.mx

RESUMEN

Mediante el estudio del comportamiento electroquímico en ambiente marino y en un medio salino, se podrá determinar la susceptibilidad a la corrosión y los mecanismos involucrados en el deterioro de la aleación de aluminio A356 cuando es expuesta en estos medios.

Se podrán elucidar los mecanismos de corrosión que pueden afectar este tipo de materiales y como su estado microestructural se ve afectado por este fenómeno.

ABSTRACT

By means of the study of the electrochemical behavior in marine environment and in a saline environment, the susceptibility to the corrosion and the mechanisms involved in the deterioration of the aluminum alloy A356 when exposed in these media can be determined.

It will be possible to elucidate the mechanisms of corrosion that can affect this type of materials and how their microstructural state is affected by this phenomenon.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día el sector automotriz es un campo que demanda una gran cantidad de componentes fabricados de una diversidad de materiales. El tremendo impacto que esto ha tenido en México, y sobre todo en la región norte del país, ha llevado a que se instalen empresas en lugares estratégicos como; Monclova, Saltillo y Monterrey.

En la fabricación de monoblocks para motores de diferentes marcas, es empleada la aleación de aluminio magnesio-silicio A356. Esta aleación se caracteriza por alcanzar propiedades mecánicas muy similares a las de un acero de bajo contenido de carbono, sin embargo su relación resistencia/peso lo hace idóneo para el sector automotriz dado que disminuye el peso del vehículo, reduciendo con esto el consumo de combustible. La aleación de aluminio A356 es endurecida por precipitación y dispersión de partículas ricas en silicio y magnesio, para lo cual se emplea un tratamiento térmico de envejecimiento artificial (T6). Este comportamiento está perfectamente estudiado, por lo que se tiene referencia clara de las condiciones de temperatura y tiempo requeridos para que esta aleación alcance sus propiedades mecánicas máximas.

La mayoría de los motores fabricados con la aleación de aluminio A356, son enfriados mediante un refrigerante que fluye en el interior del monoblock por ductos y serpentines que permiten enfriar las zonas donde se lleva a cabo la combustión interna. Algunos refrigerantes se usan de forma concentrada son diluir, mientras que otros son empleados

MÉTODOS Y MATERIALES

En este estudio se utilizó la aleación de aluminio A356 proveída por Nemak Monterrey, México.

1. **Tratamiento térmico.** Se realizó un tratamiento térmico de envejecimiento artificial T6 a la aleación de aluminio A356. Las muestras fueron sometidas a una temperatura de solubilización de 538°C durante 5 horas, posteriormente fueron templadas en agua y enfriadas a una temperatura de 70°C. Después se envejecieron a una temperatura de 160°C durante 4 horas para alcanzar las propiedades de resistencia mecánica óptimas.

2.- **Preparación de las muestras.** Para la caracterización electroquímica, se cortaron secciones de 6mm de espesor, las cuales fueron montadas en resina epoxica. A cada muestra se le colocó previamente un conductor en la parte posterior con lo que se realizarían las pruebas electroquímicas. Previo a cada ensayo, las muestras se desbastaron con papel de carburo de silicio con granulometría de 180 hasta 1000 ppm, y fueron limitadas y secadas antes de hacer cualquier prueba.

3.- **Pruebas electroquímicas.** Las pruebas electroquímicas consistieron en realizar mediciones de potencial a circuito abierto (PCA), impedancia y polarización cíclica. Las soluciones empleadas en este estudio fueron: solución salina (NaCl, KCl, NaSO₄ y CaCl₂) y agua marina.

Inmediatamente después del desbaste, se midió el potencial a circuito abierto durante 20 minutos, posteriormente se realizaron mediciones de impedancia, para lo cual se empleó un rango de barrido de 20 kHz a 0.01 Hz con una amplitud de potencial de 10mV tomándose 120 lecturas por prueba.

Después se polarizó potenciodinámicamente desde un potencial de -400 a 1500mV respecto al potencial de circuito

abierto y hasta el potencial inicial. La velocidad de barrido fue de 50mV/s.

Los ensayos fueron realizados en una celda aislada de tres electrodos, con una área de exposición de 1cm². En la celda se utilizó un puente salino, emplenándose un electrodo saturado de calomel (ESC) como electrodo de referencia, una barra de grafito como electrodo auxiliar y la pieza de aluminio como electrodo de trabajo.

Las pruebas fueron realizadas en un potenciostato galvanostato marca Solartron Modelo 1280C. Las pruebas se realizaron por triplicado para su reproducibilidad, mostrándose las más representativas de cada solución.

RESULTADOS

La aleación de aluminio A356 fue analizada en dos medios diferentes a temperatura ambiente, sales (NaCl, KCl, NaSO₄ y CaCl²) y agua marina. La figura 1 muestra la polarización cíclica desde -400mV vs PCA, hasta un rango de 1500 mV. Para ambos casos el proceso catódico es controlado por activación. Por otro lado, al exponer el aluminio en sales (NaCl, KCl, NaSO₄ y CaCl²) el proceso de corrosión muestra valores de 10⁻² amp/cm² presentado un proceso de corrosión uniforme, estos valores se incrementan cuando el material es expuesto en agua de mar, incrementando casi una década en densidad de corriente. Se observan potenciales de corrosión más activos en agua de mar que en sales.

Por otro lado en la figura 2, se muestra el diagrama de Nyquist de la aleación A356 donde se puede apreciar que el material presenta menos resistencia a la transferencia de carga en agua de mar que en la solución a base de sales. Dicho comportamiento se puede asociar a la corrosión preferencial de las zonas aledañas a los precipitados de Mg₂Si los cuales presentan potenciales más activos que la matriz.

En conjunto este estudio y el análisis por microscopia así como los diferentes medios (Refrigerante, NaCl, y NaOH) darán un panorama claro del comportamiento a la corrosión de esta aleación.

Continúa desarrollándose investigación actualmente, por lo que parte de esta estancia ayudó a determinar cómo se comportan estas aleaciones en otros ambientes.

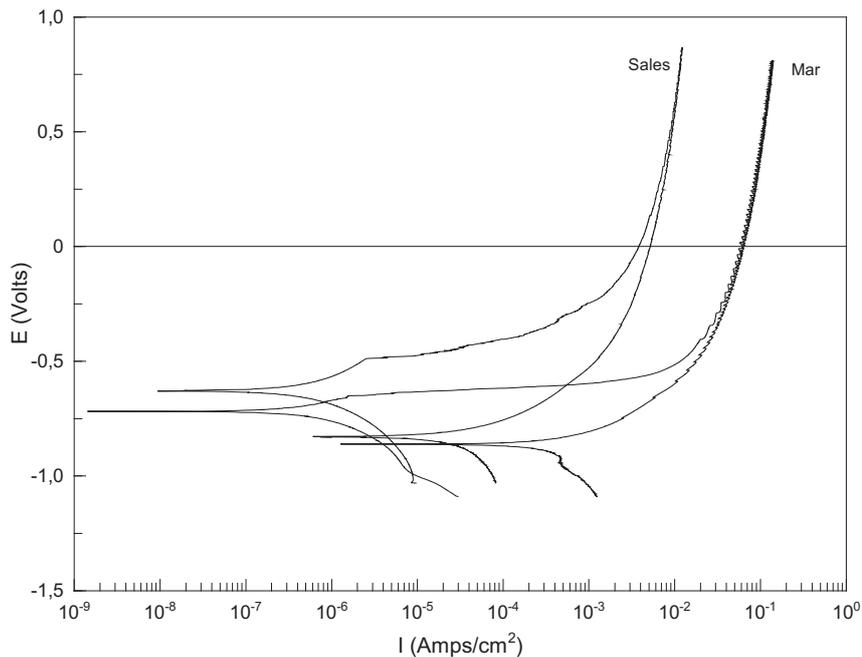
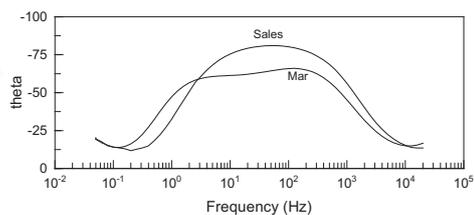
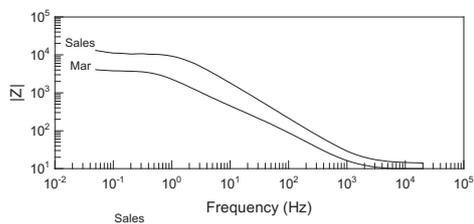
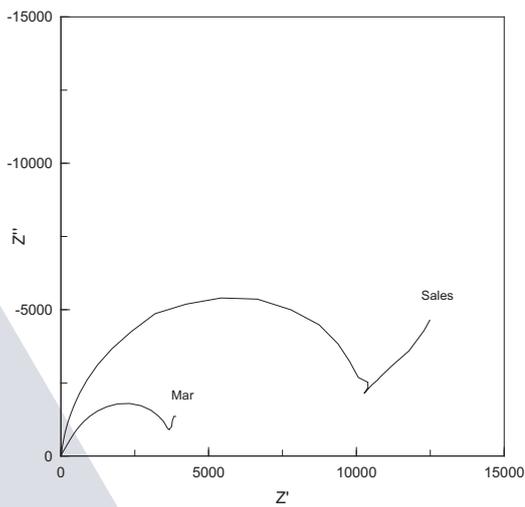


Figura 1. Curvas potenciodinámicas realizadas en la aleación A356 en sales y agua de mar.



BIBLIOGRAFÍA

1. Arrabal, R., et al., Pitting corrosion of rheocast A356 aluminium alloy in 3.5wt.% NaCl solution. *Corrosion Science*, 2013. 73: p. 342-355. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.corsci.2013.04.023>.
2. Mingo, B., et al., 3D study of intermetallics and their effect on the corrosion morphology of rheocast aluminium alloy. *Materials Characterization*, 2016. 112: p. 122-128. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.matchar.2015.12.006>.
3. Park, C., et al., Mechanical and corrosion properties of rheocast and low-pressure cast A356-T6 alloy. *Materials Science and Engineering: A*, 2005. 391(1): p. 86-94. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.msea.2004.08.056>.
4. Tahamtan, S. and A. Fadavi Boostani, Quantitative analysis of pitting corrosion behavior of thixoformed A356 alloy in chloride medium using electrochemical techniques. *Materials & Design*, 2009. 30(7): p. 2483-2489. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2008.10.003>.
5. Tahamtan, S. and A. Fadavi Boostani, Evaluation of pitting corrosion of thixoformed A356 alloy using a simulation model. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 2010. 20(9): p. 1702-1706. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S1003-6326\(09\)60361-7](http://dx.doi.org/10.1016/S1003-6326(09)60361-7).

ANÁLISIS ELECTROQUÍMICO DE LA ALEACIÓN DE AL 2014 CON DIFERENTES TIEMPOS DE SOLUBILIZADO Y ENVEJECIDO ARTIFICIAL.

Cony Lorena Gutiérrez García¹ y Marco Arturo García Rentería²

RESÚMEN

Este proyecto muestra el estudio de la redistribución homogénea del cobre en la matriz de aluminio por efecto del tratamiento térmico T6 con diferentes tiempos de solubilizado. Este tratamiento térmico puede generar una precipitación de la fase de refuerzo Al₂Cu más uniformemente distribuida que le permita mantener las propiedades mecánicas tras el envejecimiento artificial mejorando su resistencia a la corrosión. Cabe mencionar el uso de varias muestras a solubilizadas diferentes tiempos (1, 2, 3, 6, 12 horas) y envejecidas por 18 horas para observar los efectos en cada muestra analizada.

Los resultados se muestran en términos de microdureza y resistencia a la polarización.

Haciéndose notar que en la muestra de 12 horas hubo una mayor dureza, mientras que en la resistencia a la polarización la muestra de 1 hora fue la mejor.

Palabras clave: Envejecido artificial, Aleación, Al2014, Microdureza, Tratamiento térmico

ABSTRACT

This project shows the study of the homogeneous distribution of copper in the aluminum matrix by the effect of the T6 heat treatment with different times of solubilization. This heat treatment can promote the precipitation of the reinforce phase Al₂Cu more uniformly distributed that allows to keep the mechanical properties after artificial aging improving its corrosion resistance. It should be mentioned that the use of several samples at different times (1, 2, 3, 6, 12 horas) and artificial aged during 18 hours to observe the effects in each sample analyzed. The results are showed in terms of microhardness and resistance to corrosion.

It was noted that in the 12 hour sample there was a higher hardness, while in the polarization resistance the 1 hour sample was the best

Keywords: Artificial aging, Corrosion, Aluminum, Microhardness.

INTRODUCCIÓN

La aleación de Aluminio 2014 tiene fuertes características de resistencia a la corrosión y alta conductividad eléctrica. La resistencia de ésta aleación aumenta a temperaturas bajo cero y se pierde fuerza cuando estas aleaciones están expuestas a altas temperaturas. La aleación de Al 2014 es buena a baja temperatura y es sensible a altas temperaturas que oscilan entre 200 y 250 ° C (392 y 482 ° F) [1]. Fácilmente se mecaniza y entre las aleaciones de aluminio es una de las más fuertes, así como tener alta dureza. La aleación 2014 es el segundo más popular de la serie 2000 de aluminio aleaciones, después de la aleación de aluminio 2024 [2].

Comúnmente es extrusión y forjado. Resistencia a la corrosión de esta aleación es particularmente pobre. Para combatir esto, es a menudo revestido con aluminio puro. Si sin revestimiento aluminio 2014 va a estar expuesto a los elementos, debe ser pintado como una medida de protección a la corrosión [2].

La aleación de aluminio 2014 es una aleación rica en cobre con muy alta resistencia mecánica con excelentes características de mecanizado. [2] La aleación 2014 es utilizado en muchas aplicaciones aeroespaciales estructurales debido a su alta resistencia. Otras aplicaciones incluyen vehículos militares, puentes, aplicaciones estructurales y de fabricación de armas. [2]

1

Los tratamientos térmicos de los aluminios son de bastante importancia para modificar sustancialmente sus propiedades, un fenómeno que afecta las aleaciones de aluminio aún a temperatura ambiente, es conocido como envejecimiento natural, si se realiza a una temperatura mayor ocurre un tratamiento térmico de precipitación conocido como envejecimiento artificial.

Los tratamientos de envejecimiento artificial o precipitación generalmente se hacen a relativamente bajas temperaturas entre 110°C y 200°C y tiempos entre 5 y 48 horas. La selección de la temperatura y el tiempo adecuados para obtener las propiedades deseadas dependen las características buscadas, para conseguir una distribución y tamaño adecuados de precipitados; sin embargo, el tratamiento que aumenta una propiedad disminuye las otras, por ejemplo si es necesario aumentar el esfuerzo de tensión disminuye la resistencia a la corrosión. [3]

MÉTODOS Y MATERIALES

Materiales

Se seleccionó una placa de Al2014 de la cual se cortaron muestras de axbxc mm, la Tabla 1 muestra su composición química en % en peso.

ELEMENTO	MAXIMO
----------	--------

¹Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Carretera 57, Los Bosques, CP: 25710, Monclova, Coahuila, connieg746@gmail.com

²Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Carretera 57, Los Bosques, CP: 25710, Monclova, Coahuila, marcoagarent@gmail.com

Tabla 1.
química de Al

	Resto
Al	
Si	0.50 - 0.90
Fe	0.50
Cu	3.9 - 5.0
Mn	0.4 - 1.2
Cr	0.10
Mg	0.2 - 0.8
Ni	0.1
Zn	0.25
Ti + Zr	0.20
Ti	0.15
Otros cada uno	0.05
Otros total	0.15

Composición
2014[2]

Procedimiento experimental

Para el tratamiento térmico de envejecimiento artificial (T6), se expusieron las muestras para solubilizado a una temperatura de 500°C a diferentes tiempos, 1 hora, 2 horas, 3 horas, 6 horas, 12 horas, para posteriormente enfriarlas rápidamente en agua a temperatura ambiente. El tratamiento térmico se realizó dentro de una mufla Carbolite Gero. Enseguida se realizó el envejecido de las probetas a 160°C por 18 horas para posteriormente enfriarlas al aire.



Figura 1. Tratamiento térmico

A las muestras se les realizó una preparación metalográfica convencional utilizando papel abrasivo (hasta granulometría 2000), seguido de pulido a espejo con alúmina. Posteriormente se realizó el ataque químico para realizar observaciones metalográficas con el objetivo de poder observar mejor la microestructura del material, para esto se atacó con el reactivo de Keller (2ml HF, 3ml HCl, 5ml HNO₃ en 100 ml de agua.) [5]. El ataque se realizó sumergiendo la muestra, con la cara pulida hacia arriba, en el reactivo antes mencionado, luego se lava la probeta con agua destilada, se enjuaga con alcohol y se seca en corriente de aire. Para las mediciones de microdureza se utilizó la misma preparación metalográfica, esta se llevó a cabo con una carga de 100 g en un microdurómetro Zwick/Roell semiautomático.

Para las pruebas de corrosión, las muestras se embobieron en resina epóxica y se acopló un cable de cobre por la parte anterior para hacer la conexión eléctrica, previo a cada prueba se llevó a cabo el desbaste con papel abrasivo desde el grado 80 hasta el grado 1500. Las pruebas se realizaron en un potencióstato/galvanostato, dispositivo electrónico que permite controlar una celda electroquímica de tres electrodos (el de trabajo, el contraelectrodo y el electrodo de referencia) y regular el potencial y la corriente en la celda adquiriendo los datos mediante software de control, Sequencer, para ejecutar los experimentos electroanalíticos.

Las pruebas de resistencia a la corrosión se realizaron en una solución acuosa de 3.5 % NaCl. La celda electroquímica de tres electrodos en el experimento consiste de: Electrodo de referencia (AgCl), Electrodo de trabajo (AA2014) y Electrodo auxiliar (grafito).

RESULTADOS

Los resultados que se obtuvieron de las muestras de Al2014 se ubican en las figura 2, donde se aprecian los diferentes tamaños de grano tomadas a 100x en el microscopio Olympus Gx51. La forma del grano se encuentra en dirección longitudinal a la laminación, por lo que los granos tienen forma alargada como resultado del proceso termomecánico en el material cuando es forzado a fluir a través del orificio de rodillos. Se observa en las micrografías que el tamaño de grano y de los precipitados es más basto al incrementar el tiempo de solubilizado.

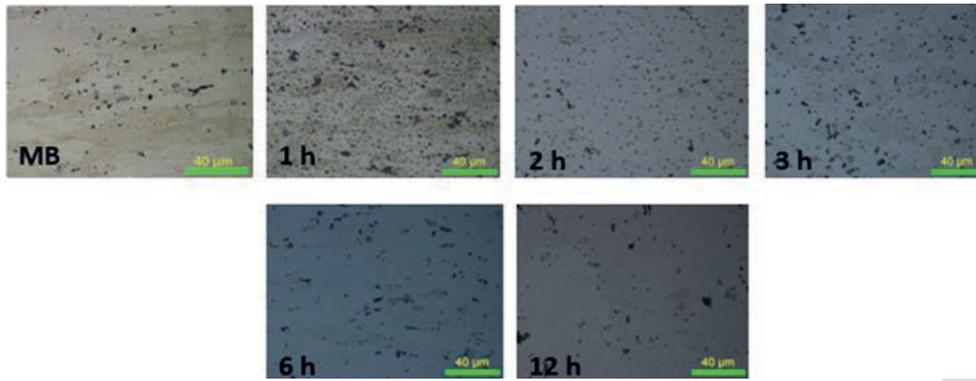


Figura 2. Microestructura de las muestras de MB y tratadas térmicamente.

Microdureza

La dureza sirve para monitorear el efecto del tratamiento térmico en la resistencia de la aleación, en la Figura 3 aparece la variación de la dureza. Se puede apreciar que el metal base tiene una dureza por debajo que algunas de las muestras tratadas térmicamente a poco tiempo, sin embargo las que tienen arriba de 3 horas tratadas térmicamente su dureza es por arriba del metal base, esto se debe a que se logró un precipitado fino disperso, estas partículas restringen el movimiento de las dislocaciones, por lo tanto se produce un aumento de resistencia en el material y en consecuencia un aumento en la dureza.

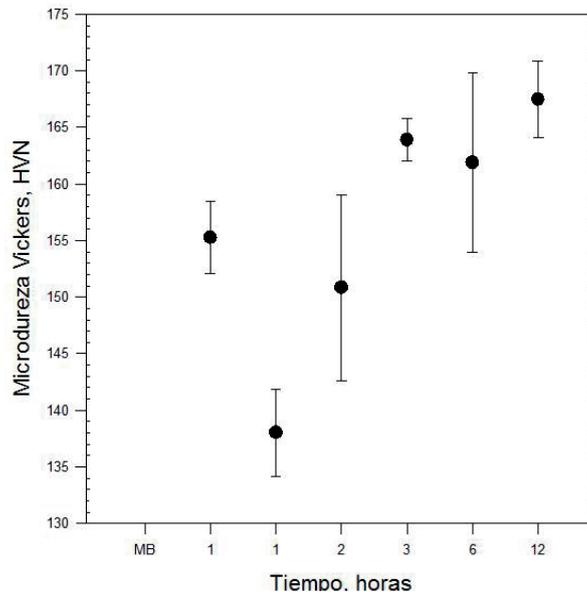


Figura 3. Microdureza de las 7 muestras en diferente tiempo.

Resistencia a la polarización

El método electroquímica es el denominado resistencia a la polarización, esta ha sido utilizada por años para determinar la velocidad de corrosión, generalmente se encuentra expresada en mili-pulgadas por año (mpy). Estas mediciones se pueden obtener rápidamente, normalmente podremos obtener resultados en menos de diez minutos.

Durante muchos años de investigación científicos observaron experimentalmente el grado de polarización en una determinada corriente aplicada fue mayor a una velocidad de corrosión. Además se observó una aparente linealidad en el origen de la curva de polarización por lo tanto, la pendiente de la curva lineal es inversamente proporcional a la velocidad de corrosión [6].

En la Figura 9 se puede notar que en ambas horas tiende a disminuir la velocidad de corrosión.

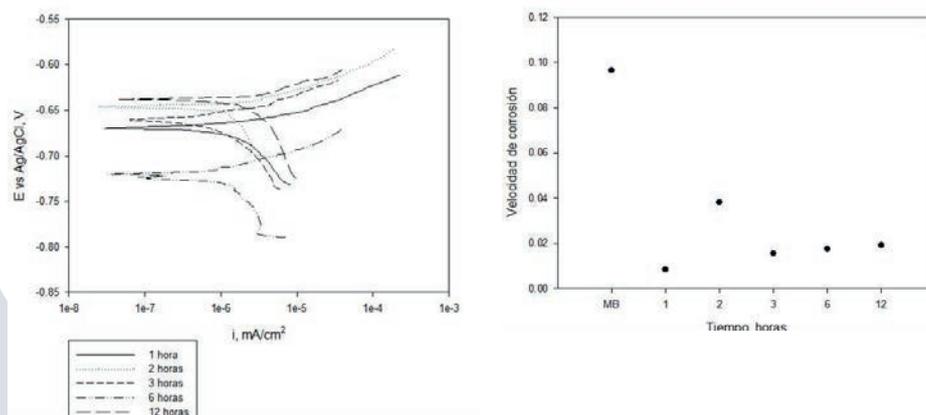


Figura 4. Velocidad de corrosión

CONCLUSIONES

El endurecimiento por envejecimiento o precipitado es uno de los tratamientos que nos pueden ayudar a adquirir ciertas propiedades en este caso aleaciones que son muy importantes para la ingeniería por eso en la experiencia de laboratorio de endurecimiento, se logra concluir que:

La AA2014 puede incrementar su dureza de manera artificial en un menor tiempo que la natural.

La dureza aumenta con el tiempo en el envejecimiento artificial.

En la experiencia del laboratorio se pudo observar que el aluminio es un buen conductor ya que al hacer el temple en las probetas estas se enfriaron de manera rápida.

BIBLIOGRAFÍA

Artículos en línea

- [1] [Metodología%20Tesis/Aluminium-Aluminum-2014-Alloy-\(UNS-A92014\).pdf](#)
- [2] <http://es.aluminumshopala.com/info/2014aluminiumalloy-2172660.html>
- [3] <https://www.google.com.mx/url?sa=t&ret=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKewim7fiypdzVAhWollQKHTe0DBMQFghLMAM&url=https%3A%2F%2Fdialect.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F3705022.pdf&usg=AFQjCNEk6Y4lz7Zi8mvllUdtnhVVUNFh0Q>
- [4] <https://www.nace.org/home.aspx>
- [5] http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1020128457/1020128457_04.pdf
- [6] http://www.academia.edu/18713862/RESISTENCIA_A_LA_POLARIZACION_LINEAL
- [7] <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v77n1%2062/a02v77n162.pdf>

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a Dios porque fue por Él que pude lograr terminar mi reporte, a mis padres José Francisco Gutierrez Trejo y Celia Garcia Lucio que fueron muy conscientes y suplieron cada una de mis necesidades, a mi asesor Marco Arturo Garcia Rentería que tuvo el tiempo y la disposición para explicarme, a mis hermanas que jamás me dejaron sola y a Leonardo de Jesús Gallegos de la Torre por tener la paciencia y disponibilidad de esperar cada momento y no dejarme sola.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE RIEGO INTELIGENTE A BASE DE SISTEMAS EXPERTOS

Cristina Alejandra Arriaga Pecina¹ y M.C.Omar Alejandro Cervantes Gloria²

RESUMEN

El presente proyecto se basa en la creación de un sistema inteligente que permita al usuario conocer de manera fácil y práctica la respuesta a como cubrir las necesidades respecto al cuidado de sus plantas, en este caso desde amas de casa o cualquier persona de edad indistinta pero que tenga la oportunidad de contar con una computadora, interactuar con la interfaz del programa mediante la selección de ciertas características para que el mismo arroje la solución adecuada.

El trabajo realizado es de tipo básico y de campo, es por esta razón que se llevaron a cabo diversas visitas a viveros locales observando y colectando información con expertos en el tema para lograr de manera objetiva aplicar conocimiento botánico básico.

ABSTRACT

The present project is based on the creation of an intelligent system that allows the user to know in an easy and practical way the answer to how to cover the needs regarding the care of his plants, in this case from housewives or any person of indistinct age but Which has the opportunity to have a computer, interact with the interface of the program by selecting certain features so that it throws the right solution.

The work carried out is of a basic and field type, and for this reason a number of visits to local nurseries were carried out, observing and collecting information with experts on the subject, in order to objectively apply basic botanical knowledge.

Palabras Clave: Sistema de riego, Sistemas expertos, Toma de Decisiones, Conocimiento, Programación.

INTRODUCCIÓN

Entendemos por conocimiento a la facultad del ser humano para comprender por medio de la razón la naturaleza, cualidades y relaciones de las cosas, por ésta razón es uno de las posesiones más importantes para cualquier individuo, ya que con esto se desarrolla la capacidad de tomar decisiones y de generar una idea u opinión.

Debido a innovación de la tecnología y las necesidades surgidas a lo largo de las generaciones, fueron creados los Sistemas expertos es decir, sistemas que simula personas especializadas y la evaluación de las mismas a través del estudio de ciertas situaciones.

Los sistemas expertos forman parte de la ciencia de la computación y dentro de ésta se ubican en la rama de la inteligencia artificial.

Un programa de computadora inteligente que usa el conocimiento y procedimientos de inferencia para resolver problemas que son lo suficientemente difíciles como para requerir la intervención de un experto humano para su resolución.

El riego proporciona a la planta el agua imprescindible para su crecimiento y desarrollo; para garantizar el riego adecuado, pero aprovechando al máximo el agua disponible, se pueden utilizar sistemas de riego con la ayuda de un sistema experto, para asegurar el suministro cuando y en la cantidad que la planta necesite, para evitar el desperdicio de agua.

MARCO TEORICO

Antes de la aparición de la computadora, el hombre ya se preguntaba si se le arrebataría el privilegio de razonar y pensar. En la actualidad existe un campo dentro de la inteligencia artificial al que se le atribuye esa facultad: el de los Sistemas Expertos. Estos sistemas permiten la creación de máquinas que razonan como el hombre, restringiéndose a un espacio de conocimientos limitado. En teoría pueden razonar siguiendo los pasos que seguiría un experto humano (médico, analista, empresario, etc.) para resolver un problema concreto. Este tipo de modelos de conocimiento por ordenador ofrece un extenso campo de posibilidades en resolución de problemas y en aprendizaje. Su uso se extenderá ampliamente en el futuro, debido a su importante impacto sobre los negocios y en la industria.

A partir de la aparición de las computadoras hasta nuestros días, la gente ha invertido grandes esfuerzos por tratar de dar una cierta capacidad de decisión a estas máquinas, incluso un cierto grado de inteligencia.

Estos esfuerzos se han visto reflejados en los Sistemas Expertos (SE), los cuales, en sí no tienen una verdadera inteligencia artificial, más bien, es un sistema basado en el conocimiento que, mediante el buen diseño de su base de información y un adecuado motor de interferencias para manipular dichos datos proporciona una manera de determinar resoluciones finales a ciertos criterios.

¹Universidad Autónoma De Coahuila, Facultad De Sistemas Carretera a México Km 13 Arteaga, Coahuila, México, cristina.arriaga@uadec.edu.mx

² Instituto Tecnológico de Querétaro, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Av. Tecnológico s/n, Centro, 76000 Santiago de Querétaro, Querétaro. ocervantes@mail.itq.edu.mx

Los SE son una herramienta poderosa en el apoyo o guía de los usuarios en los procesos que tienen una secuencia de pasos definida, pero que puede ser configurable.

El presente trabajo aborda el tema de SE, debido a que son una herramienta cuya utilidad ya está comprobada, y que sin embargo, muchas personas desconocen y otras más no las aceptan todavía. Se desean presentar los aspectos generales de un Sistema Experto, sus orígenes, componentes, construcción y utilización primordialmente, con el fin de crear conciencia en las empresas de que los SE representan una oportunidad innegable de modernización y mejoramiento de sus procesos.

COMPONENTES:

Interfaz de usuario: El usuario interactúa con el SE a través de una interfaz, la cual puede contener menús, procesamiento del lenguaje natural u otro tipo de interacción. Debe ser amigable en la entrada y salida de información.

Adquisición de conocimiento: Se corresponde con el proceso de crear y actualizar la base de conocimientos

Base de Conocimiento (BC) Memoria Activa(Hechos) y Reglas: Almacena toda la información, datos, reglas, casos y relaciones importantes que utiliza el SE. Para cada aplicación única se tiene que desarrollar una base de conocimientos. Puede incluir conocimientos genéricos provenientes de teorías generales que se han establecido con el tiempo y conocimientos específicos que provienen de experiencias más recientes y de reglas prácticas.

Es similar a la suma total de los conocimientos y experiencias de los expertos humanos que se obtienen a través de años de trabajo en un área o disciplina específica.

Una BC que contiene información proporcionada por diversos expertos humanos puede ser extremadamente eficiente y exacta desde el punto de vista de sus sugerencias y pronósticos.

El uso de reglas: una regla es una instrucción condicionada que enlaza determinadas condiciones con acciones o resultados. La regla se crea por medio de construcciones de SI – ENTONCES.

Un SE puede usar casos al desarrollar la solución a un problema o situación actual. El proceso incluye:

- 1) Encontrar casos almacenados en la base de conocimientos, que sean similares al problema,
- 2) Modificar las soluciones a los casos para adaptarlas, o ajustarlas, al problema o la situación actual.

Mecanismo de Inferencia. Conocido como Motor de Inferencia, usado para buscar información y relaciones en la base de conocimientos, y proporcionar respuestas, pronósticos y sugerencias en la misma forma en que lo haría un experto humano. En otras palabras es el que proporciona el consejo experto. El conocimiento se representa como un conjunto de reglas y hechos.

Se asocia con un modelo o paradigma para resolver problemas.

• Modelo que utiliza métodos de encadenamientos de reglas SI – ENTONCES para formar una línea de razonamiento.
• Si el encadenamiento comienza de un conjunto de condiciones y se mueve hacia las conclusiones entonces el método es denominado encadenamiento hacia adelante.
Si la conclusión es conocida pero la ruta de la conclusión no es conocida entonces el método que se utiliza es el encadenamiento hacia atrás.

El motor de inferencia contiene implementado estos métodos de razonamiento y controla la ejecución de las reglas. Busca a través de la BC, intentando asociar el conocimiento almacenado en forma de hechos el antecedente de una regla (condición).

Si el antecedente de una regla es satisfecho, entonces la regla ejecuta la acción de la conclusión o el consecuente.

Medio de Explicación: Permite explicar el proceso de razonamiento seguido para tomar una decisión. Responderá a la pregunta: ¿Cómo? O ¿Por qué? Cuando ha efectuado una conclusión.

SISTEMA DE RIEGO

Se denomina Sistema de riego o perímetro de riego, al conjunto de estructuras, que hace posible que una determinada área pueda ser cultivada con la aplicación del agua necesaria a las plantas. El sistema de riego consta de una serie de componentes, aunque no necesariamente el sistema de riego debe constar de todas ellas, ya que el conjunto de componentes dependerá de si se trata de riego superficial (principalmente en su variante de riego por inundación), por aspersión, o por goteo. Por ejemplo, un embalse no será necesario si el río o arroyo del cual se capta el agua tiene un caudal suficiente, incluso en el período de aguas bajas o verano.

Para este sistema en específico se sugiere el uso del riego por goteo que consiste en aportar el agua de manera localizada justo al pie de cada planta. Se encargan de ello los goteros o emisores. Estos pueden ser integrados en la propia tubería y de botón, que se pinchan en la tubería. Lo goteros que se pinchan resulta más prácticos para jardineras o zonas donde las plantas estén más desperdigadas y se pincha ahí donde se necesiten.

El riego por goteo tiene las siguientes ventajas:

- Ahorra agua.
- Se mantienen un nivel de humedad en el suelo constante, sin encharcamiento.
- Se pueden usar aguas ligeramente salinas, ya que la alta humedad mantiene las sales más diluidas. Si usas agua salina, aporta una cantidad extra de agua para lavar las sales a zonas más profundas por debajo de las raíces.
- Con el riego por goteo se puede aplicar fertilizantes disueltos y goteros de productos fitosanitarios botón directamente a la zona radicular de las plantas.

El riego proporciona a la planta el agua necesaria para su crecimiento y desarrollo. Dada la importancia del agua, es conveniente para la planta pero también para la protección del medio ambiente, que el riego se aplique con la mayor eficiencia. Una de las alternativas para lograr este objetivo es la utilización de sistemas de riego con programación de autocontrol: se trata de sistemas que establecen la ejecución automática de riegos mediante la valoración continua de

uno o varios parámetros de control, en general, variables que permitan determinar, en forma continua el momento y cantidad de agua necesaria para un cultivo, de tal forma que el sistema tome decisiones con el apoyo en estos indicadores en tiempo real. Es importante resaltar que la aplicación del agua en términos de cantidad y oportunidad, se debe realizar con precisión en tiempo real.

El conocimiento y uso de las plantas nativas de la localidad es de suma importancia ya que muchas de las comunidades vegetales en el estado y sus municipios se ven afectadas por la agricultura, la ganadería, los asentamientos, las industrias, las obras hidráulicas, vías de comunicación y la contaminación ocasionada por el hombre, así como también por la extracción y destrucción de las plantas o de sus partes, estas son algunas de las causas que están ocasionando que haya pérdida de diversidad y la desaparición de ciertas especies que pueda llegar a convertirse en extinción total de ciertos organismos, tanto de la planta como de los hongos o insectos que forman asociaciones biológicas.

MÉTODOS Y MATERIALES

Inicialmente se realizó una investigación exhaustiva en distintos viveros de la comunidad para que la información recabada fuera a partir del conocimiento de los expertos, y así nuestro sistema tuviera la mejor exactitud posible.

Las personas entrevistadas fueron:

- Fidel Hernández García con 15 años de experiencia.
- Víctor Villaseñor Castillo con 20 años de experiencia.
- Ángel Rivera con 5 años de experiencia.
- Margarita Zavala con 4 años de experiencia.

Después con la información obtenida se elaboró un listado de los tipos de plantas que comúnmente tienen las personas en la Ciudad de Querétaro en sus hogares, de lo cual se pudo hacer una clasificación: Flor, Fruto, Cactus y Helecho.

Se definió qué componente estructural de la planta presenta un valor estético. Los componentes tomados en cuenta fueron: flores, follaje (hojas y ramas), fruto y planta completa.

Dichos valores se establecieron mediante el análisis de la descripción y la observación de las características morfológicas de cada tipo de planta.

Se establecieron las medidas para la clasificación del tamaño de las macetas donde el usuario tiene sus plantas, esto conforme a la información recabada con anterioridad.

ESPECIFICACIONES:

PEQUEÑA: < 20 cm

MEDIANA: 20 – 60 cm

GRANDE: > 65 cm

Se considerará las **Variables de Entrada**, ya que son los datos el cuál el usuario proporcionará al programa, mediante una selección de botones, las cuales se encuentran como:

- TIPO DE PLANTA
- TAMAÑO DE LA MACETA
- UBICACIÓN DE LA PLANTA

Por otro lado, las **Variables De Salida** será la respuesta que el programa ofrecerá al usuario después de analizar los datos recabados con sus selecciones anteriores, en este caso serán:

- FRECUENCIA SUGERIDA
- CANTIDAD DE AGUA SUGERIDA

Se procedió a la realización de un diagrama de árbol que agrupara la información recabada para un mejor análisis de una manera más organizada.

Se continuó con la programación del código capaz de procesar la información, además del diseño de su interfaz. La herramienta de desarrollo de software fue el entorno "NetBeans IDE 8.1" (plataforma de desarrollo de aplicaciones Java, Marca registrada de Sun Microsystems), que permitió la creación del software riego inteligente automático (RAI) para la comunicación y el control del riego. Además de una computadora portátil para el desarrollo e instalación del RAI.

Los conocimientos requeridos para el desarrollo de este programa fue "Programación Orientada a Eventos" debido a que tanto la estructura como la ejecución de los programas van determinados por los sucesos que ocurran en el sistema, definidos por el usuario o que ellos mismos provoquen.

Para entender la programación dirigida por eventos, podemos oponerla a lo que no es: mientras en la programación secuencial (o estructurada) es el programador el que define cuál va a ser el flujo del programa, en la programación dirigida por eventos será el propio usuario —o lo que sea que esté accionando el programa— el que dirija el flujo del programa. Aunque en la programación secuencial puede haber intervención de un agente externo al programa, estas intervenciones ocurrirán cuando el programador lo haya determinado, y no en cualquier momento como puede ser en el caso de la programación dirigida por eventos.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos de esta investigación brindan la posibilidad de generar un software de fácil manejo, donde el usuario mediante una respuesta en tiempo real logra conseguir la información final sobre de la frecuencia y la cantidad de agua necesario para sus plantas.

Se consideró incluir algunas imágenes que sirvieran de ayuda visual para que el usuario hiciera la selección de opciones de una manera más acertada.

En el siguiente apartado se podrá observar un ejemplo de las ventanas que presenta el programa y las respuestas generadas después de la selección de parámetros.



Figura 1. Inicio del programa

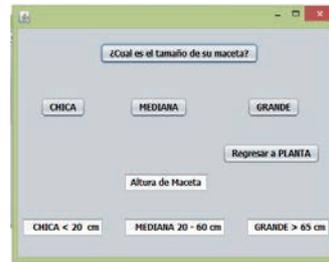


Figura 2. Especificación de tamaño



Figura 3. Selección de ubicación



Figura 4. Resultado de flor.

CONCLUSIONES

Dicho proyecto es un claro ejemplo de las ventajas que tiene el uso de las tecnologías para facilitar nuestras tareas diarias, ya que la respuesta rápida y precisa en el programa generó un apoyo importante para que los usuarios puedan identificarse y utilizarlo sin ningún inconveniente, brindando de esta manera la facilidad de uso para cualquier interesado sin la necesidad de contar con conocimientos previos de programación, sólo contar con una computadora.

Es importante destacar que el usuario puede tener la seguridad de las respuestas obtenidas en el programa son en base a la información recabada por expertos en el tema, para así tener un mayor cuidado de las necesidades que con lleva al tener alguna planta.

BIBLIOGRAFIA

- Corporation, O. (2017). *NetBeans*. Obtenido de netbeans.org/index_es.html
- Darwin, I. F. (2005). *Curso de Java*. Anaya Multimedia.
- Inteligente, I. I. (2007). *Informatica Integral Inteligente*. Obtenido de www.informaticaintegral.net/index.html
- Hidalgo Granados, Métodos Modernos de Riego por Superficie Editorial Aguilar 1a. Ed. 1971

EVOLUCIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DE UNA ALEACIÓN DE ALUMINIO A319 A PARTIR DE UN TRATAMIENTO TÉRMICO T6

Cristina Monserrat Valadez Hernández¹ y Ma. De Jesús Soria Aguilar²

RESUMEN

La evaluación del efecto del tiempo de envejecido sobre la evolución de la microestructura y propiedades mecánicas de una aleación A319, se realizó a 190°C con tiempos entre 1-3.5 horas, a muestras tratadas previamente en solución a 505 °C durante 4 horas con temple en agua a 60°C. La caracterización microestructural, de microdureza y el empleo de las técnicas de potenciodinámica de polarización (3.5% NaCl) permitió determinar que el tiempo óptimo de envejecido está en el rango de 1.9-2.3 horas. Por otro lado, la presencia de fases de naturaleza catódica tales como CuAl₂, causan la formación de microceldas galvánicas (CuAl₂) lo que ocasiona la disminución de las propiedades de resistencia a la corrosión de la aleación.

ABSTRACT

Palabras clave: Aluminio, Tratamiento Térmico, Microestructura, Corrosión.

INTRODUCCIÓN

La primera presentación pública del Aluminio fue en 1855 en la Exposición Universal de París. A principios de siglo, el aluminio era poco empleado, ya que era ligero, muy blando, dúctil y sobre todo mecánicamente poco resistente. No obstante, en 1915 la industria intentó abrir mercados con el aluminio comercialmente puro y varias aleaciones más de colada y forja. Fue hasta la aparición de la aleación conocida como "duraluminio" cuando la industria del aluminio empezó a expandirse. El duraluminio experimentaba un envejecimiento natural a temperatura ambiente que producía un aumento considerable de la resistencia mecánica. Esta aleación era la base para la construcción de aviones y dirigibles. A partir de ese momento el empleo del aluminio y sus aleaciones ha ido en auge ⁽¹⁾.

Las aleaciones de fundición de aluminio tienen baja densidad, alta resistencia a la corrosión y buena ductilidad. También son fácilmente fundidos, fabricados, formados, mecanizados y soldados ⁽²⁾. Presentan una relación entre la resistencia mecánica y su peso que las hace ideales para la industria automotriz, así como la aeronáutica y aquellas en que se requiere altos desempeños y bajos consumos energéticos.

La adición de Mg, Cu y Zn permite que estas aleaciones sean tratables térmicamente, proporcionando los medios para mejorar sus propiedades con el uso de tratamientos térmicos apropiados ⁽³⁾. El tratamiento térmico en las aleaciones de aluminio generalmente consiste en un tratamiento de solubilización, temple y envejecido artificial ⁽⁴⁾.

Una de las aleaciones más importantes en la industria automotriz es la A319 al tener diversas aplicaciones y ser utilizada en la fundición de cabezas de motor y monobloques entre otras piezas ⁽⁵⁾.

Este trabajo partió de un tratamiento térmico de solución y se enfocó en evaluar los cambios en las propiedades mecánicas, electroquímicas y tribológicas de la aleación A319 a diversos tiempos de tratamiento térmico de envejecido.

MÉTODOS Y MATERIALES

Tratamientos térmicos

Para estudiar la evolución de las propiedades mecánicas del material de estudio se inició con seccionar probetas de 20 cm, obtenidas por vaciado en molde permanente, a probetas de 7 mm de espesor utilizando una cortadora de precisión marca STRUERS modelo MINITOM. Se cortaron 21 probetas en total.

Posteriormente, se le dio tratamiento térmico T6 a 20 probetas en un horno LINDBERG BLUE M marca THERMO SCIENTIFIC a una temperatura de 505° C durante un tiempo de 4 horas con un posterior temple en agua a 60° C.

Después se aplicó un envejecido con diferentes rangos de tiempo entre 1 hora a 3.5 horas y con un enfriamiento al aire.

Metalografía

Las muestras después de haber sido sometidas a sus respectivos tratamientos térmicos se trataron metalográficamente incluyendo al metal base bajo la norma ASTM E3-11 ⁽⁶⁾. Se desbastaron las muestras con papel lija de SiC con granulometrías de 120 a 2000µm y para pulir las muestras, se emplearon paños con adición de Alúmina (0.3 µm) en

¹Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia; Carretera 57 Kilómetro 5° C.P: 25710, Monclova, México, cmvaladezh_95@outlook.com

²Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia; Carretera 57 Kilómetro 5, C.P: 25710, Monclova, México ma.soria@uadec.edu.mx

una pulidora convencional de doble plato marca Struers modelo Rotopol-25. Posteriormente cada probeta fue atacada con una solución de Keller (ASTM E407-07) que permitió revelar la microestructura (7). La observación de las muestras se realizó por medio de un microscopio óptico marca Olympus modelo GX41 para identificar la estructura metalográfica de cada una de las muestras.

Microdureza

Se realizaron 11 indentaciones a una distancia de 0.5mm a cada muestra en un microdurómetro marca Zwick Roell modelo ZHV μ . La escala de dureza se realizó en VICKERS con una carga de 0.5 kg. Una vez obtenidos los valores se sacó un promedio de dureza de cada una de las piezas.

Corrosión

Las muestras se cortaron de 1x1 cm², a las cuales se les colocó alambre de cobre para su conductividad. El procedimiento para montar las muestras fue preparar una mezcla de resina y catalizador. La mezcla se depositó en un molde cilíndrico de plástico (previamente al molde se le colocó vaselina hasta observar una película que rodea el contorno del cilindro. La mezcla se secó durante 8 horas a temperatura ambiente, posteriormente la pieza se retiró del molde.

Las muestras se prepararon metalográficamente y con acabado espejo, sin añadir Alúmina. Se lavaron en un equipo de limpiador ultrasónico marca Branson, modelo 1510-MT.

Finalmente, se realizaron las pruebas electroquímicas, las cuales se llevaron a cabo con ayuda de un potenciostato marca Gill AC. La celda electrolítica empleada fue de un arreglo de tres electrodos: empleando como electrodo de referencia (Ag/AgCl), como electrodo auxiliar grafito y como electrodo de trabajo se emplearon muestras de 1x1 cm² de la aleación A-319. El medio corrosivo fue una solución salina de NaCl de 3.5% M que simulaba agua de mar (pH 8.41). Al finalizar la prueba se observaron con un microscopio marca Olympus modelo GX41.

RESULTADOS

La aleación A319 presentó la típica estructura dendrítica conformada en su mayoría por Al- α (región gris) y la fase eutéctica Al-Si (región negra). En la **Figura 1** se pueden observar las micrografías de una muestra tratada y otra sin tratar térmicamente.

La **Tabla 1** muestra los valores promedio de microdureza HV de las muestras tratadas térmicamente en solución a 505°C por 5 horas con temple en agua y posteriormente envejecido artificialmente a 190°C con tiempos de 1 a 3.5 horas.

Tabla 1. Valores de microdureza en HV.

Muestras	MB	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tiempo de envejecido (hrs.)	-	1.00	1.07	1.14	1.22	1.30	1.38	1.47	1.57	1.70	1.82
Microdureza (HV)	99	122	122	128	136	136	149	148	146	148	146
Muestras	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Tiempo de envejecido (hrs.)	1.93	2.10	2.25	2.40	2.53	2.67	2.83	3.00	3.25	3.50	
Microdureza (HV)	148	149	149	146	145	148	148	146	141	143	

Tomando en consideración que la dureza inicial del material base fue de 99 HV, se observa de acuerdo a los valores de la Tabla I el incremento significativo que se logra por la aplicación del tratamiento térmico hasta de un 50%, específicamente en la muestra 11, que corresponde a las condiciones de 1.93 horas de envejecido posterior al tratamiento de solubilizado de 505°C. Sin embargo se puede apreciar que el comportamiento de esta propiedad obedece a una campana de Gauss, es decir de inicio se tiene un incremento abrupto, seguido de un estado de permanencia y finalizando con la disminución de la propiedad. Estos cambios se deben específicamente a la modificación microestructural que se genera por el proceso de solubilizado y cristalización de fases. Como se puede ver en la **Figura 1a**, la microestructura de la aleación de Aluminio 319 antes del tratamiento consiste de las fases Al α , Al₂Cu, Fe β , eutéctico Al α - Si mientras que en la **Figura 1b** después del tratamiento se encuentra la fase Al y la fase eutéctica con un Silicio esferoideizado, al cual se le puede atribuir el cambio de la microdureza que se aprecia en la **Tabla 1**. En este contexto Michael F. Ashby y David R. H. Jones, establecen que el compuesto CuAl₂ es duro y no puede ser atravesado fácilmente por dislocaciones y que cuando se dispersa finamente en la matriz puede dar lugar a un gran aumento en la resistencia (8).

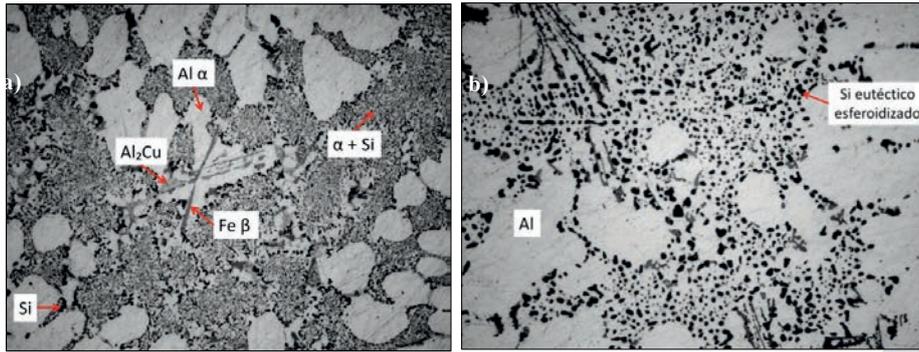
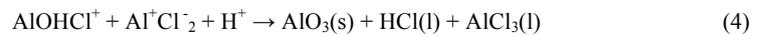


Figura 1. a) Muestra con tratamiento, b) muestra con tratamiento.

Propiedades electroquímicas

Las propiedades de resistencia a la corrosión de la aleación 319 en un medio salino se evaluó por polarización Tafel, en donde como se puede apreciar en la **Figura 2a**, se muestran las curvas características de esta aleación. Se puede observar, que este proceso consta de dos etapas, la fase anódica y la fase catódica, así como se presenta un proceso totalmente activacional, lo que conlleva a una gran cantidad de corrosión libre y por consiguiente una pasivación provocada por los desechos de corrosión (AlO_3). En la **Figura 2b**, se encuentra la micrografía de una muestra tratada térmicamente después de la inmersión en NaCl 3.5 M la cual presenta corrosión por picadura.

La corrosión por picadura representa la forma más común de corrosión del aluminio particularmente en soluciones que contienen cloruros. Ocurre cuando la capa pasiva no es completamente protectora. A continuación se presentan las reacciones que ocurren.



a)

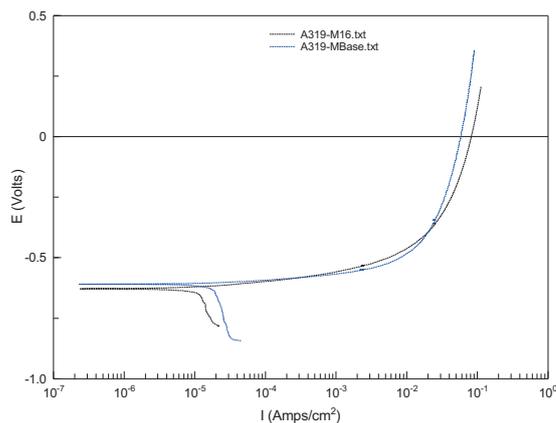
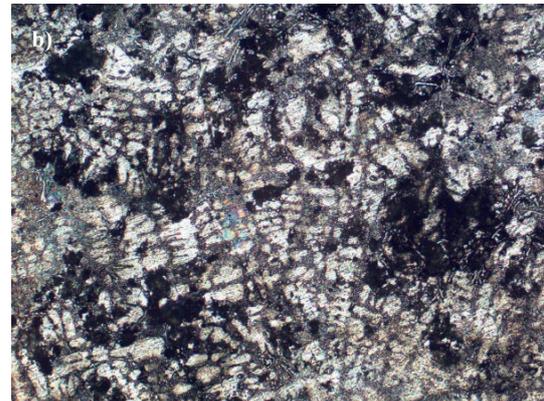


Figura 2. a) Comparación de curvas de polarización muestra base vs muestra con tratamiento, b) Imagen de corrosión por picadura de muestra tratada.

El **Tabla 2** muestra los valores de parámetros electroquímicos que se obtuvieron con la gráfica de polarización de la curva Tafel. Se puede apreciar que el sustrato M-2 obtuvo los menores valores Ecorr (potencial de corrosión) mientras que el Metal Base obtuvo los mayores. Sin embargo también mostro los menores valores de Icorr (intensidad de corriente) la cual está directamente relacionada a la velocidad de corrosión. Por lo tanto, el sustrato M-2 será la que se gradara a menor velocidad.

ESPECÍMEN	BA (MV)	BC (MV)	ICORR (Amp/cm2)	ECORR (VOLTS)	VELOCIDAD DE CORROSIÓN
Metal Base	-	-926.04	1.82E-05	-0.60979	-
M-2	94.791	81.068	3.88E-06	-0.69842	0.017585
M-11	86.492	113.7	4.2701E-06	-0.70494	0.019358

Tabla 2. Datos obtenidos de la curva de polarización Tafel

CONCLUSIONES

- El rango de tiempo entre 1.38 a 3 horas, es donde las muestras presentan mejores propiedades.
- La más alta dureza se obtuvo con las siguientes condiciones: Temperatura de solubilizado: 505°C, tiempo de solubilizado: 4 horas, temperatura de envejecido: 190°, tiempo de envejecido: 1.38 hrs.
- Un tratamiento térmico puede llegar a modificar la resistencia a la corrosión ya que disminuye su Icorr y por lo tanto la velocidad de corrosión disminuye, lo que permite incrementar su resistencia a la corrosión, haciendo el proceso más lento.

BIBLIOGRAFÍAS

- (1) Ibars, J. (2007). "ALUMINIO Y ALEACIONES DE ALUMINIO" (review).
- (2) Chang Kai, W. (2012). "Predicting the Response of Aluminum Casting Alloys to Heat Treatment". Facultad Worcester Polytechnic Institute. [p.p. 1].
- (3) Tillová, E. y Chalupová, M. (2011). "Solution treatment effect on microstructure and mechanical properties of automotive cast alloy". Materials Engineering. 19. 39-46.
- (4) Mondolfo, L. F., "Aluminum Alloys: Structures & Properties", Ed. Butterworth & Co Ltd, England, 1976, pp. 771.
- (5) Sanchez, J. (2001). "Estudios de deformación cíclica en una aleación Al-Si tipo A319". Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. [p.p. 2].
- (6) American Society for Testing and Materials E3-11. (2011) "Standard Guide for Preparation of Metallographic Specimens".
- (7) American Society for Testing and Materials E407-07. (2011) "Standard Practice for Microetching Metals and Alloys".
- (8) Ashby, M. F. & Jones D. R. (2009). "Materiales para ingeniería 2: Introducción a la microestructura, el procedimiento y el diseño". Barcelona, España. Ed. Reverté. [p.p. 20].

ESTUDIO DEL BENEFICIO DE UN MINERAL COMBUSTIBLE PROCEDENTE DE LA REGIÓN CENTRO DE COAHUILA

Cynthia Abigail Guerra Linare¹ y Griselda Escalante Ibarra², Juanita Yazmín Guevara Chávez².

RESUMEN

En este reporte escrito se redactan los resultados obtenidos por medio de análisis próximos y últimos, utilizando carbón como protagonista de estos ya que es uno de los principales minerales utilizados en la región centro de Coahuila. Estos análisis comprenden la medida del contenido en, humedad total, materia volátil, cenizas e índice de hinchamiento libre. Dichos análisis fueron seleccionados para así poder evaluar la aplicación de carbón en la industria siderurgia, ya que juega un papel importante dentro de esta, debido a que es esencial para llevar a cabo la mayoría de sus procesos.

ABSTRACT

In this written report the results obtained by means of next and last analyses are written, using charcoal as the protagonist of these as it is one of the main minerals used in the central region of Coahuila. These analyses include the measurement of the content in, total moisture, volatile matter, ashes and free swelling index. These analyses were selected in order to evaluate the application of coal in the steel industry, since it plays an important role within this, because it is essential to carry out most of its processes.

Palabras Clave: Beneficio, Minería, Carbón, Análisis próximos, Siderurgia.

INTRODUCCIÓN

La expresión explotación de minas se utiliza en el sentido amplio, es decir, incluye la extracción y beneficio de sustancias minerales en su estado natural: sólidos –por ejemplo *carbón*, minerales metalíferos y no metalíferos, y rocas de aplicación; líquidos –petróleo crudo y soluciones mineralizadas; y gaseosos –gas natural. Abarca a la minería subterránea y a cielo abierto y la explotación de pozos, dependiendo de qué manera se desarrolló el material naturalmente, y así poderlo utilizar posteriormente para su estudio y beneficio.

Los minerales y yacimientos naturales que se encuentran en Coahuila la hacen inmensamente rica en comparación a otras partes del país y del mundo; posee una riqueza amplia por explotar en Barita, oro, plomo, carbón, y gas natural, entre otras cosas.

Pero el mineral más explotado es el carbón ya que se usa como generación de energía en plantas carboeléctricas, y por otra parte el uso del carbón coquizable es más común para la industria siderúrgica.

Hablar de la minería del carbón en México es hablar del estado de Coahuila, en particular de su región centro-oriental, que surgió y evolucionó alrededor de los yacimientos de carbón de la Cuenca de Sabinas, explotados para abastecer a la industria siderurgia de Monclova, Monterrey y Piedras Negras.

El carbón es un mineral compacto, cuyo color va del pardo oscuro al negro, que procede de la fosilización de restos orgánicos vegetales. Está compuesto principalmente por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Arde fácilmente y es uno de los combustibles para uso doméstico e industriales.

Existen diferentes tipos de carbón, pero básicamente todos se pueden clasificar en dos clases muy concretas; El *carbón mineral* es el procedente de las minas o los pozos y es utilizado en estufas, fraguas, industrias, etc..., sirve solo para producir calor, y no es considerado biomasa, se divide en cinco tipos, la antracita, la hulla, lignito, la turba y coque; por otro lado se encuentra el *carbón vegetal* que se produce mediante la carbonización de leña, donde esta y otros residuos vegetales se calientan en un horno a temperaturas que oscilan entre 400 y 700 °C, en ausencia de aire. Es biomasa vegetal, ya que no contamina y es ecológico. Se puede clasificar por su calidad, ya que existen muchas diferencias dependiendo de la forma en que se fabrica y la materia prima que se utiliza. Es por eso que existen técnicas para poder determinar cuál es mejor de utilizar dependiendo de los resultados deseados, y la aplicación a la que estará destinado el producto final de su proceso.

MATERIALES Y MÉTODOS

▪ Muestreo

El muestreo se llevó a cabo tomando parte del volumen del mineral total de tal modo que sea representativa del total. Esta gran responsabilidad recae en una muestra muy pequeña. Así que es esencial que esta sea verdaderamente representativa, por lo que es muy importante llevar a cabo una técnica de muestreo definida y realizarla con precaución para que pueda considerarse como un promedio seguro de las variaciones que se encuentran en cualquier material.

Los pasos típicos a seguir para llevar a cabo este procedimiento son tres:

- El material se extiende en una placa lisa de hierro o una superficie de concreto fácil de limpiar. Se apila en forma cónica colocando cada palada exactamente en el ápex. Esta operación se repite 2 o 3 veces con el propósito de dar a las partículas una distribución homogénea respecto a un eje de revolución, esto es, homogeneidad giratoria o simetría respecto al eje vertical.
- El material se distribuye por medio de una pala para formar, primero, un cono truncado y, después, un pastel circular plano, respetando lo más posible la simetría lograda en el primer paso.

¹ Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Carretera 57 Km 5, Los Bosques, C.P: 25750, Monclova Coahuila. (866)639 03 30. e-mail: cynthialinares65@gmail.com.

² Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Carretera 57 Km 5, Los Bosques, C.P: 25750, Monclova Coahuila. (866)639 03 30.

- El pastel circular se divide en 4 partes a lo largo de dos diagonales perpendiculares entre sí. Dos cuartos opuestos se separan como muestra (por ejemplo: A y C o B y D) y el par restante es el rechazo. El muestreo es importante para conocer las condiciones de operación en las diferentes secciones del proceso y así poder controlarlas. En una planta de beneficio, P.Ej. en quebradoras, molinos, clasificadores, etc.

- Análisis por Tamizado

El tamizado es un método de separación de partículas de diferentes diámetros basado esencialmente en el tamaño de dicha partícula, los tamices se identifican por el número de malla por centímetros (o pulgadas).

Materiales y aparatos requeridos:

- Tamices (No.12,70,230,270,400)
- RO-TAP
- 1 kg de muestra de mineral de partícula heterogénea (Carbón)
- 1 balanza

El procedimiento se lleva a cabo apilando los tamices uno sobre otro de tal forma que cada tamiz tenga aberturas mayores que el que le sigue abajo, bajo el tamiz inferior se coloca el colector.

Entonces se vierte la muestra en el tamiz superior, el cual se tapa, y se fijan rígidamente los tamices al RO-TAP, que tiene un movimiento rotatorio horizontal mientras que una diapositiva lo golpea en la parte superior. Conforme se agitan los tamices las partículas caen a través de ellos, hasta que llegan a un tamiz en el cual las aberturas son suficientemente pequeñas para evitar el paso de ellas.

Los tamices se remueven y el material contenido en cada uno de ellos se recolecta y pesa.

Después de realizar este proceso se escogió el material con la partícula adecuada para realizar los siguientes análisis deseados.

- Análisis de Humedad Total en el Carbón:

Este método es aplicable para todo tipo de muestras de carbón y coque, para determinar el contenido de humedad.

Requiere una balanza electrónica con sensibilidad de 0.1gr. Una Mufla que alcance los 999°C así como una espátula, los crisoles necesarios para la prueba (en este caso son 5), y el equipo de seguridad personal.

El desarrollo de esta prueba consiste en los siguientes pasos:

- Pesarse el crisol vacío y anotar el peso en un formato de identificación de muestras.
- Agregar 5gr. de la muestra a el crisol (Esto se identificará como PM.)
- Tomar el peso del crisol con el material para anotar en el formato de identificación. (Esto se identificará como PH.)
- Colocar los crisoles en la mufla a una temperatura de $107\pm 3^{\circ}\text{C}$ durante un periodo de 2 horas.
- Sacar la muestra de la mufla y dejarla enfriar de 5 a 10 minutos.
- Pesarse el crisol con la muestra seca y anotar el peso en el formato de identificación. (Esto se identificará como PS.)

- Análisis de Ceniza en el Carbón

Este método es aplicable para todo tipo de muestras de carbón y coque, para determinar el contenido de cenizas en el carbón.

Requiere de un tamizador o Ro Tap, una balanza analítica con sensibilidad de 0.1mg. Una mufla con temperatura de 700 a 750°C así como una espátula, los crisoles necesarios para realizar la prueba (en este caso 5) y unas pinzas largas para sujetar los crisoles, y el equipo de seguridad personal.

El desarrollo de dicha prueba consiste en lo siguiente:

- Pesarse el crisol vacío y anotar el peso en un formato de identificación (se identificará con la letra B).
- Sobre el crisol se agrega 1gr de la muestra que debe estar seca y pulverizada pasada por la malla 60 (se identificará con la letra C).
- Se colocan los crisoles con la muestra dentro de la mufla la cual debe estar a una temperatura de 700 a 750°C durante 2 horas (No olvide usar guantes como pinzas de seguridad).
- Sacar los crisoles y dejar enfriar durante 15 minutos para posteriormente pesar la muestra calcinada y anotar en un formato de identificación (se identificará con la letra A).

- Análisis de Materia Volátil en el Carbón

Este método es aplicable para todo tipo de muestras de carbón y coque, para determinar el contenido de la materia volátil en el carbón.

Requiere de una balanza analítica con sensibilidad de 0.1mg. Crisoles de platino o cromo níquel con tapas adecuadas a cada crisol. Una mufla que alcance 999°C, así como la espátula y pinzas largas para sujetar los crisoles, sin olvidar el equipo de protección personal.

Para realizar esta prueba se seguirán estos pasos:

- Pesarse el crisol de platino o níquel con tapa y anotar el peso en un formato de identificación.
- Sobre el crisol de platino o níquel se agrega 1gr. de la muestra que debe estar seca y pulverizada pasada por la malla 60. (se identificará con la letra A)
- Tapar los crisoles e introducirlos dentro de la mufla a una temperatura de $950\pm 20^{\circ}\text{C}$ durante 7 minutos.
- Sacar la muestra de la mufla sin quitar la tapa del crisol para posteriormente dejarla enfriar por no más de 15 minutos. (Si la tapa se abrió causando pérdida en la muestra, se repetirá el análisis)
- Anotar el peso del crisol más la muestra calcinada. (se identificará con la letra B)

- Análisis del Índice de Hinchamiento Libre del Carbón

Este método cubre el análisis de muestras de carbón, determinando el índice de hinchamiento libre en una muestra de carbón pulverizada por la malla 60.

Se requiere de una balanza analítica con sensibilidad a 0.1mg. Crisoles con tapas adecuadas a cada crisol. Dos muflas que alcance los 999°C, una tabla de perfiles estándar, así como una espátula y el equipo de protección personal.

Los pasos a seguir para el desarrollo de dicha prueba consiste en lo siguiente:

- Colocar 1gr. de la muestra que debe estar seca y pulverizada pasada por la malla 60 en un crisol limpio y seco. (Nivelar la muestra con ligeros golpes antes de poner la tapa del crisol)
- Colocar el crisol en la primera mufla que debe tener una temperatura de $800\pm 10^{\circ}\text{C}$ en un tiempo de 6.5 minutos.
- Al transcurrir el tiempo sacar el crisol y con mucho cuidado introducirlo en la otra mufla que debe tener una temperatura de $820\pm 5^{\circ}\text{C}$ en un tiempo de 10.5 minutos.
- Sacar el crisol, remover el botón de coque con las pinzas cuidadosamente para posteriormente compararlo con el número de perfil que se le parezca más en la tabla de perfiles. (Reporte como cero si el residuo no es coherente.)

RESULTADOS

Los resultados de la caracterización fisicoquímica del carbón se muestran en la tabla 1, dichos resultados permiten apreciar que los carbones estudiados cubren el intervalo de los parámetros de calidad en dichos materiales lo cual se considera adecuado para desarrollar materiales carbonosos de calidad para la industria siderúrgica.

Muestra	Análisis Próximo (% peso base seca)			Análisis Último (% peso base seca)					I.H.
	Humedad	Cenizas	M.V	C	H	O	N	S	
1	0.8	43.65	15.45	90.4	4.4	3.2	1.31	0.69	6 ½
2	0.86	45.95	19.61	88.3	4.1	4.4	2.3	0.90	7
3	1.2	41.65	17.07	90.2	3.9	3.7	1.4	0.80	6 ½
4	0.8	46.29	15.39	89.1	3.4	3.4	2.41	1.69	5
5	0.6	44.98	14.36	88.9	4.3	4.2	1.1	1.5	4 ½

Tabla I. Resultados de los análisis de Porcentaje de Humedad, de Cenizas y de Materia Volátil individuales.

A continuación, se muestra la tendencia de cada análisis donde se puede observar con mayor claridad el rango de pertinencia donde se encuentran las muestras y para lo cual son útiles en la industria siderúrgica ya que se encuentran dentro de los rangos de calidad establecidos.

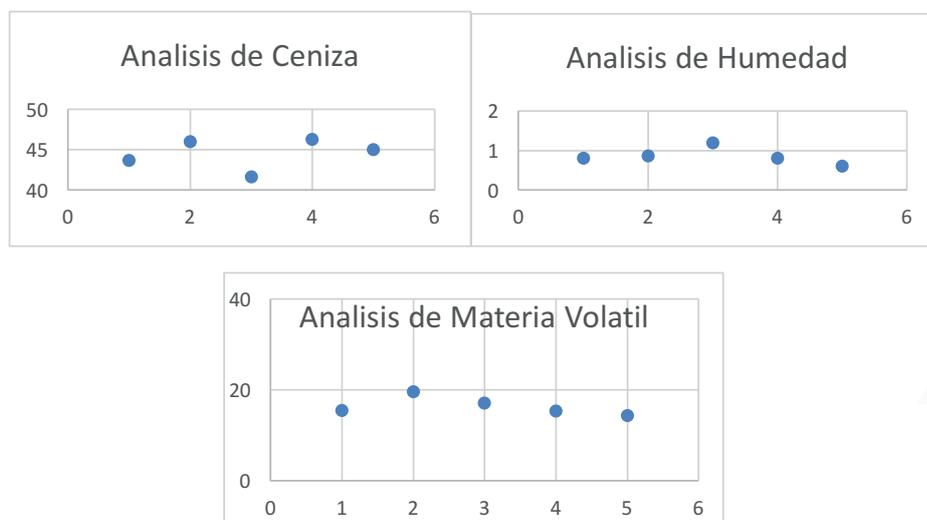


Figura 1. Gráficos de dispersión de los resultados de los análisis de Porcentaje de Humedad, de Cenizas y de Materia Volátil individuales.

CONCLUSIONES

Los análisis próximos y últimos realizados a muestras de carbón procedentes de la región carbonífera de Coahuila arrojan que las muestras de carbón analizadas se encuentran dentro de los parámetros de calidad óptimos para su utilización como materia prima en la obtención de productos derivados del carbono tales como un material combustible de uso en la industria siderúrgica entre otros.

BIBLIOGRAFIA

- ENCINAS M. (1979). Energéticos y desarrollo tecnológico, México: Limusa Editorial.
- Flores García, E. (1988). "Geología y reservas de los yacimientos de carbón de la República Mexicana", en *Salas, G. P. (1988), Geología económica de México*, FCE, México.
- Martines Santana, V. (2016). Ciencia del carbón, Venezuela: Antonio Madrid Editorial.
- Cortes V. (2009). "Carbón", pp.11-20. Consultada en <http://www.fabrica3.com/documentos/CARBON.pdf> (fecha de consulta 12-07-2017)
- Rojas González, A. (2007). "Efecto de las condiciones de desvolatilización de carbones pulverizados sobre las características físicas de carbonizados". En *Ingeniería e Investigación*, abril-Sin mes, [pp, 32-40].

PRUEBAS EN PLANTA PILOTO PARA BENEFICIO DE ARENA SÍLICE

Daisy Carolina Hernández Martínez¹ y Nancy Verónica Pérez Aguilar²

RESUMEN

La arena sílice que se extrae de depósitos sedimentarios presenta una textura superficial muy rugosa, que puede suavizarse gradualmente por un proceso de atrición, que consiste en desgastar o erosionar la superficie de los granos por medios mecánicos. En este trabajo se evaluaron diferentes condiciones de velocidad y tiempo para la atrición de dos muestras de arena sílice, con el objetivo de identificar las condiciones de operación que permitan reducir la rugosidad de los granos de arena sin romperlos. El sistema de atrición consistió en un recipiente de acero conteniendo una suspensión de arena en agua (30% sólidos), un mezclador de acero con recubrimiento de neopreno y un motor de velocidad variable. Al terminar cada prueba, los granos se analizaron por microscopía óptica y se midió su granulometría. Se concluye que la atrición puede realizarse a 900 rpm durante 120 min sin fracturar o romper los granos de arena.

ABSTRACT

Silica sand extracted from sedimentary deposits presents a very rough surface texture, which can be gradually smoothed by attrition, a process for abrading or eroding the surface of the grains by mechanical means. In this research, different velocity and time conditions were evaluated for the attrition of two samples of silica sand, to identify the operating conditions that allow to reduce the roughness of the sand grains without breaking them. The attrition system consisted of a steel vessel containing a suspension of sand in water (30% solids), a steel mixer with neoprene coating and a variable speed motor. At the end of each test, the grains were analyzed by optical microscopy and their grain size was measured. It is concluded that the attrition can be carried out at 900 rpm for 120 min without fracturing or breaking the sand grains.

Palabras Clave: Arena sílice, Atrición, Granulometría, Velocidad de atrición

INTRODUCCIÓN

La arena sílice es un material muy estable químicamente, constituido por un átomo de sílice y dos átomos de oxígeno (SiO₂). En estado natural se encuentra como un conjunto de sedimentos que combina gran variedad de minerales. Los usos industriales de la arena sílice derivan de sus importantes propiedades físicas y químicas, destacando especialmente su dureza, resistencia química, alto punto de fusión, piezoelectricidad, piroelectricidad y transparencia. La arena sílice es la principal arena empleada para la fabricación de moldes y corazones utilizados en las fundiciones, debido a que es un material muy abundante en la naturaleza, es fácil de extraer de depósitos minerales naturales, se encuentra en gran variedad de tamaños, es altamente refractaria y resistente al calor y al ataque químico, es compatible con la mayoría de los aglutinantes orgánicos e inorgánicos. Para que una arena sílice pueda utilizarse en la industria de fundición, debe cumplir una serie de especificaciones físicas y químicas, entre las más relevantes se tienen la distribución del tamaño de partícula, la cantidad de finos, la densidad, la humedad, el pH y las pérdidas por ignición [1]. De estas características, se ha dado especial importancia a la morfología de los granos, que se prefieren sean redondeados o subangulares, además de contar con una superficie suavizada con baja rugosidad. Generalmente, las arenas que se extraen de los yacimientos de arena sedimentaria se caracterizan por ser de granos subangulares y angulares, con superficies muy rugosas. Es por ello que se han desarrollado procesos de beneficio que incluyen varias operaciones unitarias para la limpieza y acondicionamiento de los granos de arena a las características deseadas. Una de estas operaciones es la atrición, que consiste en erosionar o desgastar la superficie de los granos para reducir su rugosidad, utilizando medios mecánicos o físicos en condiciones húmedas o en seco. El proceso de desgaste de la superficie de los granos de arena ocurre por la fricción entre los mismos granos cuando chocan unos contra otros, provocando la abrasión de las irregularidades de la superficie, aunque si el impacto es demasiado intenso, puede provocar la desintegración o fragmentación de la partícula matriz [2]. En este trabajo se procesaron dos muestras de arena sílice por un proceso de atrición; se han evaluado diferentes condiciones de velocidad de agitación, así como el tiempo de agitación, para determinar las condiciones que reducen la rugosidad de los granos in que éstos se quiebren o se fragmenten.

MARCO TEORICO

El proceso de atrición es una parte fundamental del beneficio de la arena; consiste en un agitador rotatorio cuya función es forzar el impacto entre los mismos granos de arena, y a su vez, contra las superficies del recipiente y de las aspas del agitador, a través de todo el volumen interno. Este es un método efectivo para obtener un material particulado de superficie suave, al eliminar las irregularidades de los granos de arena, modificando así sus características de textura y morfología. En la atrición, el impacto que experimentan los granos está determinado por la velocidad de trabajo que puede ser de baja velocidad (60-350 rpm) o de alta velocidad (320-1700 rpm); otros factores importantes son el grado de dureza de los minerales y el tipo de aspas del mezclador. Se recomienda utilizar aspas tipo hélice, que proporcionan un flujo vertical con movimientos aleatorios, los mismos que permiten el desarrollo de esfuerzos de corte y de impacto. Su función es impulsar el líquido hacia

¹ Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas. Departamento o dependencia; Ing. Cárdenas Valdez, República, 25280 Saltillo, Coahuila, daisy.hernandez@uadec.edu.mx

² Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas, Departamento o dependencia; Ing. Cárdenas Valdez, República, 25280 Saltillo, Coahuila, nancyperez@uadec.edu.mx

el fondo del tanque, desde donde la corriente se desplaza por las paredes y retorna hacia la hélice. Este tipo de aspas generalmente se utilizan cuando se presentan fluidos con alta viscosidad y densidad, con partículas sólidas suficientemente pesadas para mantenerse en suspensión. Dentro de un tanque de atrición se distinguen cuatro zonas principales: (1) Zona de difusión limitada, es la región con menor actividad debido a la baja velocidad de circulación; (2) Zona de impacto y mezclado, es el lugar de máxima actividad dentro del tanque; (3) Zona de corte, es la región en la que se producen partículas muy finas debido al impacto. (4) Zona muerta, es la región interior del tanque que acumula material molido, la circulación de sólidos es prácticamente nula [3]. Es deseable establecer los parámetros de operación de la atrición, para controlar la eficiencia del proceso. La ecuación que rige la velocidad de trabajo de la atrición es:

$$V_T = \frac{\pi Da N}{60} \quad (1)$$

Dónde: V_T (m/s), es la Velocidad de trabajo en función de la velocidad de agitación; Da (m), es el diámetro del agitador; y N (rpm), es la velocidad angular del agitador.

MÉTODOS Y MATERIALES

Dos muestras de arena sílice previamente lavadas y secadas, procedentes de dos yacimientos al noreste de México, se identificaron como AS-01 y AS-02; estas muestras estaban constituidas principalmente por cuarzo. Las muestras se cuartearon con un divisor de acero inoxidable, para obtener una muestra representativa para las pruebas de atrición y su caracterización. A estas muestras se midió su distribución del tamaño de partícula por tamizado, utilizando los tamices US std no. 18, 40, 50, 70, 100, 140, 200, 270 y fondo, para conocer su granulometría antes del proceso. Para esta prueba, una masa inicial de muestra se colocó en el tamiz superior y se agitó durante 15 min con un rotap, de acuerdo con la norma AFS 1105-00-S [4]. Posteriormente, se pesó la masa de arena retenida en cada tamiz y se reportó como % peso retenido.

Las pruebas de atrición se realizaron con suspensiones de arena-agua con 30% de sólidos. Las suspensiones se depositaron en un recipiente rectangular de acero inoxidable de 8" de lado y 12" de profundidad, el volumen de trabajo fue de 1 L. Las suspensiones se agitaron con un mezclador de dos aspas tipo hélice con cuatro álabes cada una, con inclinación de 30°. El agitador con recubrimiento de neopreno tenía 8cm de diámetro x 19cm de altura; el agitador se impulsó con un motor de velocidad variable (Caframo Stirrer BDC6015) (Figura 1). Las pruebas de atrición se realizaron en dos etapas, en la primera etapa se probaron tres velocidades agitación: 500, 700 y 900 rpm, durante un tiempo de 5 min; las velocidades utilizadas equivalen a 2.1, 2.9 y 3.8 m/s respectivamente. Al terminar cada prueba, la arena se secó en estufa (Felisa) durante 24h a 60°C. Posteriormente se determinó la granulometría de una muestra representativa como se describió previamente, para comparar con la granulometría inicial de la muestra. Adicionalmente, se observaron alrededor de 120 granos de arena a 200X de magnificación con un microscopio óptico digital (Dino- Lite Basic Digital Microscope AM2111). Las imágenes se procesaron con el software Dino Capture 2.0 v.1.5.15. Las imágenes permitieron observar si hay cambios en la morfología y la textura de los granos de arena antes y después de la atrición.

La segunda etapa de la atrición se realizó con una suspensión de arena de 30% de sólidos, agitando a 900 rpm durante tiempos de 5, 15, 30, 60 y 120 min. En cada tiempo se tomó una muestra de área para observar los granos con el microscopio, como se describió previamente. Finalmente, se determinó la granulometría de la muestra de arena que se procesó durante 120 min.



Figura 1. Sistema para la atrición de arena sílice: motor de velocidad variable (izquierda), recipiente de atrición y mezclador para atrición (centro) y atrición de una suspensión de arena (derecha).

RESULTADOS

Las muestras de arena AS-01 y AS-02 mostraron granos con contornos subangulares y angulares, las micrografías permitieron identificar partículas con formas irregulares y ángulos pronunciados. La granulometría de estas muestras mostró que AS-01 tenía una distribución de tamaños concentrada principalmente en los tamices 50, 70 y 100. Por su parte, la muestra AS-02 mostró una granulometría más gruesa, concentrada en los tamices 40, 50 y 70 (Tabla 1).

	Inicial	Atrición 120 min	Inicial	Atrición 120 min
Tamiz	MUESTRA AS-01	MUESTRA AS-01	MUESTRA AS-02	MUESTRA AS-02
18	0.10	0.05	0.03	0.00

40	2.94	1.14	26.27	23.32
50	10.20	8.87	46.72	46.72
70	61.41	64.08	20.90	19.31
100	21.54	22.06	6.57	8.01
140	2.84	3.07	1.50	1.50
200	0.80	0.67	0.10	0.03
270	0.15	0.06	0.03	0.00
FONDO	0.01	0.00	0.03	0.00
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00

TABLA 1. Porcentaje de retención en las muestras AS-01 y AS-02 inicial y después de un proceso de atrición de 120 min

La primera etapa de las pruebas de atrición se realizó únicamente con la muestra AS-01 utilizando velocidades de agitación de 500, 700 y 900rpm. La observación en el microscopio de los granos de arena procesados demostró que el usar mayor velocidad de agitación modificó el contorno de los granos de manera evidente. Este efecto se observó en las micrografías de las Figura 2 incisos B, C y D, respectivamente, en los que se identifican bordes más suaves en los granos procesados a mayor velocidad. De esta prueba se seleccionó utilizar una velocidad de atrición de 900rpm para las pruebas de la segunda etapa.

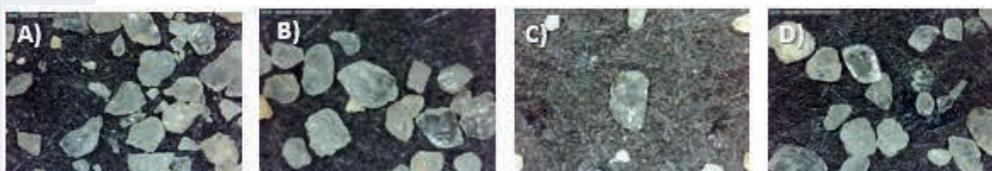


Figura 2. Micrografías a 200X de granos de arena AS-01 sin atrición (A); arena con atrición durante 5min a 500rpm (B); 700rpm (C); y 900rpm (D).

En la segunda etapa de las pruebas de atrición, se utilizaron diferentes tiempos de agitación, pero con velocidad constante de 900rpm. Esta prueba se realizó con las muestras AS-01 y AS-02; las Figuras 3 y 4 incluyen imágenes de los granos en cada tiempo de atrición, en los que se observaron contornos más suaves a mayor tiempo de tratamiento.



Figura 3. Micrografías a 200X de granos de arena AS-01 sin atrición (A); y con atrición a velocidad constante de 900rpm durante 15min (B); 30min (C); 60min (D); y 120min (E).



Figura 4. Micrografías a 200X de granos de arena AS-02 sin atrición (A); y con atrición a velocidad constante de 900rpm durante 15min (B); 30min (C); 60min (D); y 120min (E).

Para complementar la información que proporcionan las micrografías, se han incluido las gráficas de la distribución del tamaño de grano de las muestras de arena. En la Figura 5 se presenta la granulometría de AS-01 sin tratamiento y con atrición de 5 y 120 min a 900rpm. El cambio más evidente ocurrió en la cantidad retenida en los tamices 50, en el que la arena retenida se reduce desde 20% hasta 10% después de la atrición. Esto se complementa con el incremento de la cantidad retenida en los tamices 70 y 100, en cada uno aproximadamente 5%. Debe mencionarse que no ocurrió un incremento significativo en el %retenido en los tamices 140 y restantes, lo que podría sugerir que la atrición con las condiciones seleccionadas de velocidad y tiempo no fragmenta los granos de manera significativa, solamente favorece la abrasión de los ángulos sobresalientes del contorno.

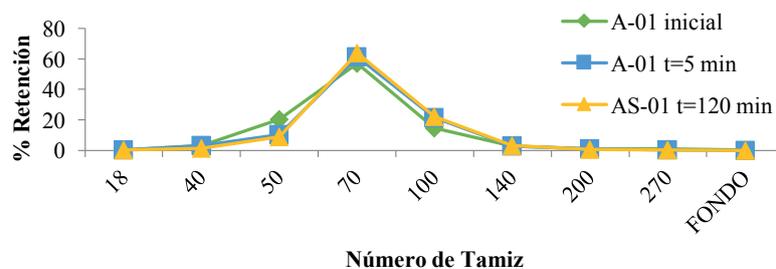


Figura 5. Muestra AS-01 tratada a velocidad constante de 900 rpm con diferentes intervalos de tiempo.

Un efecto semejante se observó con la muestra AS-02 (Figura 6), un cambio significativo ocurrió con la reducción del 5% retenido en el tamiz 40, que correspondió con el incremento en el 5% retenido del tamiz 50. También se observó una reducción en el %retenido en el tamiz 100, pero sin correspondencia significativa con un incremento en los tamices 140 y restantes. Por lo anterior, puede considerarse que la atrición no fragmentó los granos de manera importante, lo que se refleja en que la arena retenida en los tamices 140 y restantes no mostraron incremento en la masa retenida.

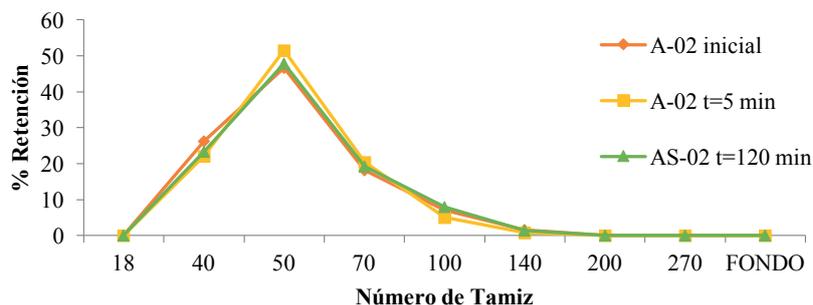


Figura 6. Muestra AS-02 tratada a velocidad constante de 900 rpm durante 5min.

CONCLUSIONES

La arena sílice tuvo un cambio en su granulometría, ya que al inicio de cada experimento esta presentaba mucha variedad en la forma de sus granos, y con el proceso de atrición se logró suavizar el contorno de los granos y reducir su rugosidad. Las condiciones en el proceso de atrición son fundamentales para lograr modificar las características de morfología y textura, se recomienda utilizar una velocidad de atrición de al menos 900 rpm durante 120 min.

BIBLIOGRAFIA

- [1] CANALES, C. (2011). "Efecto de aglutinantes orgánicos e inorgánicos sobre arenas angulares para la fabricación de corazones de fundición"(Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma de Nuevo León, Ciudad Universitaria.
- [2] FERNANDEZ, A., MAKIBAR, J., ALAVA, I., DIAZ, L., CUEVA, F., AGUADO, R., LOPEZ, G. & OLAZAR, M. (2012) "Sand attrition in conical spouted bed". *Particuology*, 10 (5): 592-599.
- [3] ALVAREZ, C & DAVILA, J. (2011) "Diseño y construcción de un molino de atrición para moler materiales cerámicos" (Tesis de licenciatura). Escuela Politécnica Nacional, Quito.
- [4] American Foundry Society "MOLD & CORE TEST HANDBOOK". American Foundry Society; USA. 2001, Section 1.

TECNOLOGIA CRISPR/CAS9 EN LA INGENIERIA DEL GENOMA DE *DANIO RERIO*

Daniel Rodríguez Rico¹ y Luis Roberto Rodríguez Ortiz²

RESUMEN

Se analizó la eficacia de las guías de ARN para el gen de la tirosinasa del pez cebra sintetizadas *in vitro*, las cuales fueron microinyectadas en embriones del pez para la modificación genética por la técnica de CRISPR/Cas9. Se cuantificó la pigmentación en los ojos de los peces silvestres y los microinyectados, así como la tasa de mortandad de los embriones. Además, se evaluó la frecuencia cardíaca del pez microinyectado y se comparó con respecto a los latidos del corazón del pez silvestre.

ABSTRACT

We analyzed the effectiveness of the tyrosinase RNA guides synthesized *in vitro*, which are microinjected in zebrafish embryos for the genetic modification by the CRISPR/Cas9. This analysis will be done by measuring the pigmentation in the eyes of microinjected and non-microinjected fish, as well as the mortality rate of the embryos. Additionally we evaluated the heart rate, of microinjected fish compared to the heart beats of the non-microinjected.

PALABRAS CLAVES

CRISPR/Cas9, tirosinasa, microinyeccion, GFP (Proteína verde fluorescente), pez cebra, heteroduplex

INTRODUCCION

Por edición genómica se entiende un tipo de ingeniería genética en la que el ADN es insertado, eliminado o reemplazado en el genoma de un organismo utilizando enzimas del tipo nucleasas (tijeras moleculares). Las nucleasas producen roturas de doble cadena de ADN (DSB) en lugares precisos del genoma que pueden ser reparadas por dos mecanismos: unión de extremos no homólogos (NHEJ) y recombinación homóloga (HR). En la actualidad se dispone de cuatro tipos de nucleasas: meganucleasas, nucleasas de dedo de zinc, talen (*transcription Activator-like Effector-based Nuclease*) y la nucleasa Cas9 del sistema CRISPR. El origen del sistema CRISPR/Cas9 lo encontramos en el sistema inmune de las bacterias. Forma parte de un mecanismo natural de inmunidad para degradar y eliminar secuencias de ADN invasoras, que se encuentran en aproximadamente el 40% de los genomas bacterianos y en el 90% de los genomas secundarios de las arqueas. El vocablo CRISPR es el acrónimo de repeticiones palindrómicas cortas regularmente interespaciadas, mientras que Cas se refiere a CRISPR *associated*. La tecnología CRISPR/Cas es una herramienta molecular capaz de editar el genoma de una célula añadiendo o eliminando secuencias de ADN. La tecnología CRISPR funciona en asociación con las nucleasas Cas; estas utilizan secuencias de ARN como guías para realizar cortes en el ADN en sitios específicos con enorme precisión y permitiendo la introducción de cambios en la secuencia genómica. Esta técnica también permite la inserción eficiente y precisa de una secuencia de nucleótidos determinada a la correlación de una ya existente en el genoma del organismo. La secuencia de ARN funciona como guía de la enzima Cas9 y localizadora de la secuencia de ADN de interés en el genoma. Cas9 puede cortar la doble hebra o una sola o, incluso, inhibir la expresión genética. En los últimos años, el pez teleosteo *Danio rerio*, conocido como pez cebra, se ha convertido en el organismo modelo preferido para el estudio del desarrollo de los vertebrados. Los peces cebra tienen grandes camadas, se reproducen durante todo el año, son fácilmente mantenidos, tienen embriones transparentes que se desarrollan fuera de la madre (una característica importante para la microscopía), y pueden criarse de modo tal que los mutantes pueden ser fácilmente investigados y propagados. Además, se desarrollan rápidamente, de manera que 24 horas después de la fecundación el embrión tiene formados la mayor parte de sus tejidos y órganos primarios.

¹Facultad de Ciencias Biológicas, Sierra de Santa Gertrudis #704, Residencial Nazas, C.P: 27083, Torreón, Coahuila, danyrrico@live.com.mx

²Instituto de Neurobiología, Neurobiología Celular y Molecular; Bouvard Juriquilla #3001, C.P: 76230, Querétaro Querétaro rodriguez.ortiz.lr@gmail.com

MÉTODOS Y MATERIALES

Microinyección

Los embriones se colocan en una caja Petri que tiene carriles formados con agarosa y se observan estereoscópicamente. Las puntas de microinyección se elaboran utilizando un capilar de vidrio y un puller (PUL-100 World Precision Instruments) para generar una punta fina. La punta se carga con 3 µL de la mezcla de ARNm/Cas9. La punta se coloca en la salida de aire del microinyector y se procede a microinyectar los embriones. El ángulo de penetración debe ser 45°, la cantidad inyectada es el 10% del volumen total del embrión.



Figura 1. Secuencia de microinyección de embriones de pez cebra. A) Capilar penetrando el corión. B) Capilar penetrando la célula. C) Microinyección dentro de la célula, el colorante rojo indica una correcta microinyección

Síntesis de gARN, ARNm Cas9 y cantidades a microinyectar

El primer paso para la síntesis es la unión de 2 oligonucleótidos: el primero contiene la secuencia del promotor T7 para la ARN polimerasa y una secuencia homologa a la región que se pretende modificar y el segundo contiene una región de unión a la endonucleasa Cas9, se efectúa en un termociclador utilizando los reactivos de PCR (dNtp's, Taq polimerasa, Mg²⁺), las condiciones serán 98°C por 2 minutos de desnaturalización, 50°C por 10 minutos de alineamiento de primers y 72°C por 10 minutos de extensión. La generación de ARNm se realiza incubando a 37°C por 16 horas la siguiente mezcla: 10uL de dNtp's, 3uL del ensamble de los oligos, 1uL de ARN polimerasa y 11uL de agua. La mezcla se purificó por el método de isopropanol/acetato de sodio. Para la elaboración de ARNm SpCas9, se utiliza el plásmido purificado pT3TS-nCas9n digerido con la enzima Xba1. La síntesis se lleva a cabo de igual forma que las guías de ARN con la diferencia que se utiliza un promotor T3 de la ARN polimerasa. Los ensambles y la síntesis de ARN se observan en geles de agarosa y se cuantifican en nanodrop.

Para el cálculo de la concentración de las guías de gARN y ARNm de Cas9 se utilizara el nanodrop. El nanodrop nos dará resultados en ug/uL. La cantidad microinyectada para cada embrión deberá ser gARN 0.05 ng y Cas9 0.3 ng.

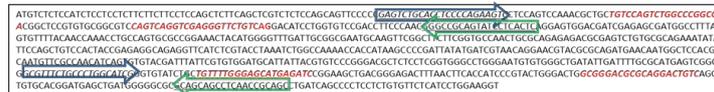


Figura 2. Secuencia del exón 1 del gen de la tirosinasa de pez cebra (825pb/1608pb). En color rojo cada una de las guías de ARN utilizadas. Las flechas indican la dirección y secuencia de los primers utilizados para la amplificación del gen (en color azul los directos y en verde los reversos)

Extracción y purificación de ADN

Extracción por método limpio (Fenol/Cloroformo):

Se coloca la larva en 100uL de buffer de lisis (10mM TRIS-HCl, 2mM EDTA, 200ug/mL Proteinase K y 0.2% Triton X-100) y calentar la muestra a 56°C por 2 horas, disuelta la larva añadir 200uL de agua y 300uL de fenol-cloroformo-alcohol isoamilico 25:24:1, mezclar por inversión y centrifugar por 5 minutos a 12k rpm. Transferir la parte acuosa a otro tubo y añadir 300uL de cloroformo, mezclar por inversión, centrifugar por 5 minutos a 12 k rpm. Transferir nuevamente la parte acuosa a otro tubo y añadir a 30uL de acetato de sodio al 3M y 600uL de isopropanol, mezclar por inversión e incubar la muestra por 2 horas a -20°C, centrifugar por 30minutos a 12k rpm, tirar el sobrenadante y lavar con 500uL de etanol al 70%, centrifugar a 4°C por 5 minutos a 12k rpm, tirar el sobrenadante y dejar evaporar el etanol al aire para resuspender el ADN con 30uL de agua.

Para la purificación de ARN se usó el método isopropanol/acetato de sodio:

Añadir 75uL de agua a la muestra, 100uL de isopropanol, 20uL de acetato de sodio 3M, incubar 30 minutos a -20°C, centrifugar por 15 minutos a 12k rpm a una temperatura de 4°C. Lavar con 200uL de etanol al 70%, centrifugar por 5 minutos a 12k rpm, tirar el sobrenadante y dejar secar al aire, resuspender en 20uL de agua.

PCR (reacción en cadena de la polimerasa)

Esta técnica permite amplificar una región específica de un genoma. Consta de 3 temperaturas con un tiempo específico, la temperatura inicial es de 94°C para la desnaturalización de la cadena de doble hélice, seguido una temperatura de alineamiento en donde los primers se unen a un sitio específico (en nuestro caso 52-54°C), por último, la extensión a 72°C. Los componentes que necesita la reacción de PCR son: dNtp's, Mg²⁺, buffer 1X, Taq polimerasa (invitrogen), primers directo y reverso y ADN.

Electroforesis

Es una técnica que permite la separación y visualización de moléculas que pueden ser de ADN, ARN o proteínas según su tamaño. Dependiendo el tamaño de la molécula es la concentración de agarosa en el gel. El tamaño de las guías de ARN es de 120pb, también las amplificaciones de las guías Tyr en el ADN genómico es de 104 pb, por lo cual ambos se visualizan en un gel de 2.5% de agarosa. El ADN extraído de larva o cola de pez cebra se observó en un gel de agarosa al 1.5%.

Heteroduplex

Este ensayo sirve para la detección de mutaciones utilizando una mezcla de ADN de un posible mutante con uno silvestre y su diferencia de movilidad en un gel de poliacrilamida, si hay un mutante en el gel se observaran 2 o más bandas en lugar de solo una. EL ensayo se llevó a cabo en un gel de poliacrilamida al 13% (TBE 1X, APS 0.07%, acrilamida/bisacrilamida al 13%, agua desionizada, teniendo un volumen final de 10 mL. Para polimerizar se agrega 4uL de TEMED). Utilizando el equipo de Western Blot (Mini-PROTEAN tetrasystem) programándolo con los parámetros: 100V por 3 horas.

Observación de fenotipos y latidos del corazón

El fenotipo Tyr se observa en los ojos de los embriones a las 24 y 48 hrs. En este tiempo se tomaron fotografías para posteriormente analizarlas utilizando el programa ImageJ. Para analizar el ritmo cardiaco se toma video de 1 minuto de duración a las 72 horas después de la microinyección.

RESULTADOS

Ensamble de oligos y generación de ARN

El ensamble de oligos y la síntesis de gARN se realizaron de acuerdo a los materiales y métodos y se muestran en la figura 3.

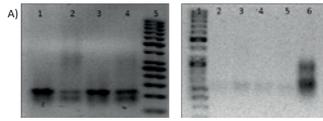


Figura 3. Ensamble de oligonucleótidos y síntesis de gARN y ARNm Cas9 A) carriles 1-4 ensamble de guías tyr, carril 5 marcador molecular de 50pb, carriles .B) carril 1 marcador molecular de 50pb, generación de ARN Carriles 2-5, 6 ARNm Cas9

Cálculos de guías

Las concentraciones de la purificación de las guías del gen de la tirosinasa 1, 2, 3 y 4 fueron cuantificadas usando nanodrop, las concentraciones fueron de 30ng/ul para las cuatro guías y de 1000 ug/uL de Cas 9. Para la microinyección todas las guías deben tener una concentración final de 12.5 ng/uL (50pg por embrión y se calcula para 250 embriones/ul), aplicando la fórmula 1) en un volumen final de 10 uL. Se realizaron las siguientes mezclas:

Tabla. 1. Componentes y cantidades que conforman cada mezcla

Mezcla	gARN(uL)	ARNmCas9(uL)	Rojo-Fenol(uL)	Agua(uL)
1	4.16	.75	1	4.09
2	4.16	.75	1	4.09
3	4.16	.75	1	4.09
4	4.16	.75	1	4.09
5	2.8 Tyr 1/2.8Tyr 2	.75	1	4.09
6	2.8 Tyr 3/2.8Tyr 4	.75	1	4.09

$$C_1 V_1 = C_2 V_2 \quad (1)$$

Latidos de corazón

Se analizaron 7 embriones de un total de 42, dando una media de 218 latidos por minuto +/- 13 latidos por minuto, para los embriones microinyectados se analizaron 28 con un total de 186 embriones dando un promedio de 170. +/- 7.24 latidos. Planteando como Ho: $\mu = 218$ y Ha: $\mu \neq 218$, utilizando una distribución normal "Z" 2) con un 95% de confianza determinamos que $Z = -12.03$

$$Z = (x - \mu) / (s / \sqrt{n}) \quad (2)$$

Análisis de muertes

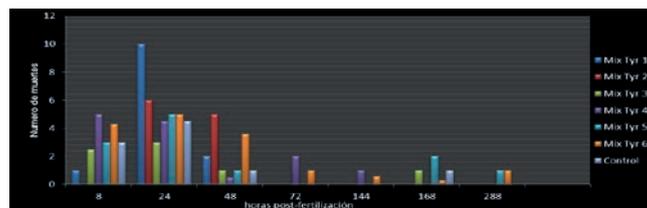


Figura 4. Mortalidad de los embriones en los primeros días de desarrollo. Número de muertes de embriones que se registraron según la guía de ARN microinyectada, también se muestra el número de muertes de los embriones utilizados como control (sin microinyectar).

El análisis se efectuó por porcentaje haciendo prueba de hipótesis "Z" en porcentaje 3), tomando como Ho $P_o = .4523$ (45.23%) y Ha $P_o > .4523$ (45.23%) (El control muestra un porcentaje de mortalidad del 45.23%)

Tabla. 2. Resultados de prueba de hipótesis "Z"

GUIA DE Tyr	Z obtenida	Z calculada	Diferencia mayor que el control
Mix 1	1.64	3.74	Si
Mix 2	1.64	2.18	Si
Mix 3	1.64	-.98	No
Mix 4	1.64	2.34	Si
Mix 5	1.64	1.32	No
Mix 6	1.64	6.25	Si

$$Z = (P - P_o) / \sqrt{(P_o * (1 - P_o)) / n} \quad (3)$$

Efectividad de guías de ARN de tirosinasa y observación de fenotipos.

Se analizaron 7 imágenes del control sin microinyectar de 42 embriones, dando una media normalizada de 1 +/- de 0.257, para el mix1 fue 0.714 +/- 0.067, para el mix2 fue de 0.574 +/- 0.086, para el mix3 fue de 0.316 +/- 0.068, para el mix4 fue de 0.268 +/- 0.111, para el mix5 fue de 0.725 +/- 0.044, para el mix6 fue de 0.84 +/- 0.067. Con estos datos se realizaron comparación de cada guía con el control en prueba de hipótesis (T-student 3)) tomando como Ho u= 240,657.25 y Ha u<240657.25 para todas las guías analizadas, se mostraron lo siguiente:

Tabla. 3. Resultados de prueba de hipótesis T-student

GUIA DE TYR	T obtenida	T calculada	Diferencia con el control
Mix 1	-2.35	-7.23	Si
Mix 2	-6.31	-9.44	Si
Mix 3	-2.92	-19.09	Si
Mix 4	-2.92	-9.19	Si
Mix 5	-1.77	-12.28	Si
Mix 6	-1.81	-4.27	Si

$$T = (x-u)/(s/\sqrt{n}); \text{ Grados de libertad: } (n-1)$$

(3)

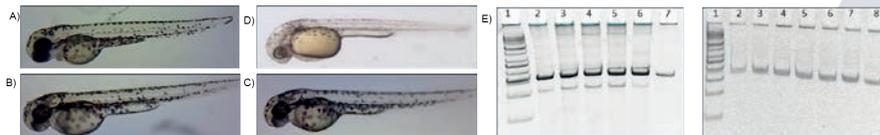


Figura 5. Fenotipo Tyr y ensayo de heteroduplex. A) Larva de 72 hpf sin microinyectar. B-C) larvas de 72 hpf con guías de ARN de gen Tyr. D) Larva 72 hpf positivo para la inhibición de la tirosinasa (esta imagen fue tomada de internet). E) carril 1 marcador molecular de 50pb, carriles 2-6 muestras de PCR de ADN extraído de larva microinyectado con guía Tyr 6, carril 7 muestra control. F) carril 1 marcador molecular de 50pb, carriles 2 muestra control, carriles 3-8 muestras de PCR de ADN extraído de larva microinyectada con guía Tyr 5

DISCUSIONES

Utilizar el sistema CRISPR/Cas9 resulta ser simple con la desventaja que se trabaja con ARN, el cual tiende a degradarse con facilidad, esto se trató de evitar limpiando todos los equipos que tuvieran contacto con las muestras así como disminuir el tiempo de manipulación. El ojo está conformado por muchas células esto implica la posibilidad de que algunas tenga la mutación y otras no. La cuantificación del color en los ojos se realiza utilizando un programa, pero en la comparación de datos puede haber cierto error ya que las condiciones de las fotografías analizadas no son las mismas exactamente. El ensayo heteroduplex es eficaz, sencillo y con alta resolución, pero hay ocasiones que se presenta el mismo patrón en todas la muestras incluyendo el control (falsos positivos) en este caso los resultados fueron descartados. Una recomendación sería realizar el ensayo dos veces para confirmar.

CONCLUSIONES

Se estima que todas las guías usadas en la microinyección presentan una disminución de pigmentación en el ojo del pez cebra con respecto al control, siendo más efectiva en la guía Tyr 3. El porcentaje de muerte de la guía Tyr 6 indica que es la más letal, mientras que la guía Tyr 3 obtiene un porcentaje menor o igual que el control. La media de latidos del corazón en el pez cebra silvestre a las 72 hpf es de 218 latidos por minuto +/- 13 latidos, mientras que el latido promedio de los peces microinyectados es de 170.61 +/- 7.24 latidos, lo cual se confirma que la microinyección genera un efecto en el ritmo cardiaco en etapas subsecuentes. El ensayo heteroduplex indicó que si hay mutación con la guía Tyr 6 mostrando una efectividad del 7.27%, las demás guías no presentaron mutación.

BIBLIOGRAFIAS

TEZANOS., (2016). Tendencias científico-tecnológicas. Retos, potencialidades y problemas sociales, Madrid: universidad nacional de educación a distancia editorial CAPEL, J. & YUSTE, F., (2016). *Manual de prácticas de bioinformática*, Almería: universidad de Almería editorial CORTINA, A. & SERRA, M., (2016). *Humanidad infinita: desafíos éticos de las tecnologías emergentes*, Madrid: ediciones internacionales universitarias editorial GILBERT, S., (2005). *biología del desarrollo*, Madrid: médica panamericana editorial

OBTENCIÓN, PURIFICACIÓN Y ESCALADO DE COMPUESTOS DE EXTRACTOS BIOACTIVOS CON VALOR INDUSTRIAL, OBTENIDOS USANDO TECNOLOGÍAS AVANZADAS DE EXTRACCIÓN Y A PARTIR DE CULTIVOS, SUBPRODUCTOS Y RECURSOS NATURALES POCO VALORADOS: APROVECHAMIENTO DEL AGUAMIEL.

Daniel Tobías Soria¹, Ángela M. González² y Raúl Rodríguez Herrera³

RESUMEN

Durante la estancia de investigación se trabajó con la miel de agave, este producto es un edulcorante natural obtenido de la concentración de azúcares contenidos en el aguamiel, savia extraída de la piña de la planta (Colunga & Itze, n.d.) conocida como maguey, en este caso se utilizaron dos distintas especies de agave (*Agave atrovirens* y *Agave salmiana*). Debido a escasa comercialización y producción del aguamiel, los productores buscaron desarrollar distintos productos y subproductos elaborados a partir de este, donde encontraron la miel de agave producto que se obtiene al calentar a cierta temperatura el aguamiel fresco e ir midiendo y verificando el líquido hasta alcanzar una consistencia más espesa a los 60°Brix. Al elaborar la miel de agave los productores se enfrentaron a ciertas dificultades o problemas, esto debido al mal diseño del proceso y un control deficiente del mismo. Para esto se hicieron entonces los análisis bromatológicos correspondientes donde se determinarían las características deseables que debe tener el producto terminado, que se elaboró a distintas temperaturas como variable controlada de nuestro proceso. Estas características se utilizarán posteriormente para la elaboración de un escalamiento a planta piloto o industrial y que sirva el proceso establecido para los productores de la miel de agave de la región.

ABSTRACT

During the present investigation we worked with agave honey, which is a natural sweetener obtained as it name says from the extraction of sugars from inside the agave, in this case from two species of agave (*Agave atrovirens* and *Agave salmiana*). Because the actual agave production, conservation and low cost, the producers looked for different products and sub products elaborated from agave, where was discovered the usefulness of agave syrup, product obtained from heating the fresh aguamiel (sap formed inside the agave) and stay measuring and verifying the liquid until it reach thicker consistency at 60°Brix. At the elaboration of agave syrup, producers deal with certain difficulties or problems, this because the wrong design of the process and a deficient control of the same. For this we made then the corresponding bromatological analysis where we determine the desirable characteristics for the finished product, which was elaborated at different temperatures as controlled variable of our process. This characteristic will be used later for the elaboration of an industrial scale up or a major scale up than the laboratory one and make this stablished process for the agave honey producers.

Palabras Clave: Miel de agave, Diseño de proceso, Análisis, Escalamiento.

INTRODUCCIÓN

En México, la silvicultura es un proceso muy importante y complejo que forma parte de nuestra cultura desde la época prehispánica hasta la actualidad ya que de ella se obtienen y producen alimentos y muchos otros productos considerados para nuestra subsistencia. Ha significado para nosotros una actividad vital, debido a que aparte de la alimentación, puede ser aplicable como sustento para familias que se dedican a ella actualmente dando un ingreso para poder seguir con el día a día (Muñiz-márquez, Rodríguez-jasso, Rodríguez-herrera, Contreras-, & Aguilar-gonzález, 2013). Dentro de las diversas plantas que hay en el país y que forman parte de las distintas aplicaciones industriales y de investigación se encuentra el maguey pulquero o también se conoce como Agave, planta perteneciente a la familia *Agavaceae* y de la cual existen distintas especies, de esta planta se derivan distintos productos y subproductos como lo son el tequila, mezcal, pulque, aguamiel, bagazos empleados como fibra dietética o para la elaboración de artesanías típicas mexicanas (López y Mancilla, 2007). Sin embargo, de todos estos subproductos, hasta ahora el aguamiel ha sido uno de los menos aprovechados tecnológicamente hablando, ya que el principal uso que se ha dado es para la elaboración de pulque, una bebida alcohólica tradicional mexicana que resulta del fermento de este líquido que emana de la capación central del maguey adulto (Sánchez y Hope, 1953). Dentro de la región noreste de nuestro país se encuentran dos especies de agave, las cuales producen aguamiel y por ende la miel de agave, estas son agaves pulqueros de especies *Agave atrovirens* y *Agave salmiana*.

En la actualidad no se tiene una metodología estandarizada y por lo tanto controlada para la producción de la miel de agave, es por eso que se realizaron los análisis bromatológicos de las muestras de miel de agave producidas a diferentes temperaturas para las dos especies y, de esta manera, determinar cuál es el mejor tratamiento o proceso de producción, en este caso se varió y controló la temperatura, en el cual obtenemos las mejores propiedades para nuestro producto final que es la miel de agave. Una vez identificado el mejor

¹Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas, Departamento de Ingeniería Química; Ing. J. Cárdenas Valdez, Colonia Republica, C.P. 25280, Saltillo, Coahuila, daniel-tobias@uadec.edu.mx

²Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas, Departamento de Investigación en Alimentos; Ing. J. Cárdenas Valdez, Colonia Republica, C.P. 25280, Saltillo, Coahuila, angelagonzales@uadec.edu.mx

³Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas, Departamento de Investigación en Alimentos; Ing. J. Cárdenas Valdez, Colonia Republica, C.P. 25280, Saltillo, Coahuila, rrh961@hotmail.com

tratamiento, será llevado a un escalamiento que sea útil o aplicable para los productores de dicho producto en la región, y de esta manera tengan mayor calidad en su producción.

MÉTODOS Y MATERIALES

Se usaron muestras de miel de dos especies obtenidas empleando 4 diferentes temperaturas. A las cuales se les analizaron diferentes variables:

Determinación de lípidos. (Método Soxhlet)

Colocar de 2 a 5 g de muestra en papel filtro o en un cartucho de celulosa de poro mediano, se coloca dentro del sifón del aparato de extracción. Secar un matraz bola de fondo plano y boca esmerilada de la estufa (que esté a peso constante), enfriar por 30' y pesar, adicionar el solvente (éter etílico, éter de petróleo o hexano) hasta la mitad del matraz, acoplar el refrigerante del depósito soxhlet. Extraer por un periodo de 4 a 5hr, al finalizar la extracción poner a peso constante nuevamente el matraz bola en una estufa a 100°C por 12h, transcurrido el tiempo enfriar, pesar y calcular con la siguiente formula.

$$\% \text{ lipido} = \frac{m_2 - m_1}{m} * 100 \quad (1)$$

Dónde: m=Peso de muestra, m₁=Peso del matraz y m₂=Peso del matraz con el extracto (grasa).

Determinación de proteínas. (Método kjeldahl)

Digestión. Pesar de 15 a 40 mg de muestra (desengrasada). Agregar de 300 a 400 mg de catalizador, CuSO₄ y K₂SO₄ (1:7) (600mg y 4200mg respectivamente). Agregar 2.5ml de H₂SO₄ concentrado. Realizar la digestión de 1.5 a 2 h (hasta que la muestra cambie a color verde claro), junto con las muestras poner un blanco solo con catalizador y ácido. Dejar enfriar en tubos grandes e un baño de agua fría.

Destilación. Agregar 5ml de H₂O a los tubos después de la digestión. Agregar muy despacio 10ml de NaOH 60%. En matraz Erlenmeyer agregar 5ml de H₃BO₃ al 5% y después 3 gotas del indicador (rojo de metilo y azul de metileno). Comenzar la destilación y detener cuando se tenga aproximadamente 75ml de muestra.

Titulación. Titular el recuperado con HCl 0.01N hasta que vire de color verde a violeta.

$$\%N = \frac{(V_2 - V_1) * EqN * N}{W_{muestra}} * 100 \quad (2)$$

Dónde: V₂= volumen de HCl gastado (ml), V₁= Volumen gastado para titular el blanco (ml), N=Normalidad del HCl (0.01N), EqN=14.007, W=peso de muestra.

$$\% \text{ proteina} = (\%N) * F \quad (3)$$

Dónde: F=Factor de conversión (6.25)

Determinación de Fibra Cruda.

Pesar 2 g de muestra (desengrasada). Poner en un vaso de precipitado. Agregar 100 ml de solución de H₂SO₄ al 0.225N y 4 gotas de alcohol octílico. Colocar a reflujo por 30 min a ebullición suave. Transcurrido el tiempo sacar y filtrar a través de la tela de lino y lavar con 3 porciones de 100 ml de H₂O destilada caliente (escurrir por la tela). Pasar la fibra, que es el residuo atrapado en la tela, a un vaso de precipitado con 100 ml de NaOH al 0.313 N y conectar el sistema de reflujo por 30 minutos. Transcurrido dicho tiempo sacar y filtrar a través de la tela de lino y lavar con 3 porciones de H₂O destilada caliente. Escurrir el exceso de agua. Poner a peso constante en la estufa a 100°C por 12h. sacar de la estufa, enfriar y pesar. Incinerar en una mufla a una temperatura de entre 550 y 600 °C por un tiempo de 2 a 3 horas. Sacar, enfriar y pesar.

$$\% \text{ fibra cruda} = \frac{(\text{peso del crisol con fibra seca}) - (\text{peso del crisol con cenizas})}{\text{gramos de muestra}} * 100 \quad (4)$$

Determinación de humedad.

Pesar cajas de Petri limpias y secas, una vez conocido el peso de la caja, pesamos ahora dentro de la caja una cantidad conocida de muestra, conocido el peso de muestra dentro de la caja se colocan en un horno de secado a calor a 100°C por 24 hr para eliminar casi en su totalidad la humedad de las muestras. Una vez secas las muestras se sacan del horno y se dejan enfriar a temperatura ambiente para después pesarlas y tener los datos suficientes para la siguiente formula con la que determinaremos el porcentaje de humedad de la muestra.

$$\% \text{ humedad} = \frac{(\text{peso de caja con muestra humeda}) - (\text{peso de caja con muestra seca})}{\text{peso de la muestra}} * 100 \quad (5)$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para cada muestra de miel de agave se realizaron 3 repeticiones, para cada temperatura de tratamiento, en donde las temperaturas 1, 2, 3 y 4 corresponden a 70, 80, 90 y 95°C respectivamente, así como para las especies 1 y 2 que corresponden al *Agave salmiana* y *atrovirens* respectivamente.

En la **tabla 1**, podemos observar los porcentajes de humedad de las distintas muestras, dando como resultado una menor cantidad de humedad en la especie de agave 1 (*salmiana*), específicamente en el tratamiento térmico de 95°C. En el caso de la humedad es importante saber la cantidad de la misma ya que a mayor cantidad o contenido de humedad es más factible el desarrollo de microorganismos en nuestro producto, mermando de esta manera la calidad del mismo.

Tabla 1. Cantidad, en porcentaje, de humedad de las muestras analizadas para las dos especies (*Agave atrovirens* y *Agave salmiana*), así como para los distintos tratamientos térmicos (70, 80, 90 y 95°C).

HUMEDAD= peso humedad-peso seca/peso muestra *100

Especie de agave	Temperatura	Repetición	Muestra húmeda	Muestra seca	% Humedad
1	1	1	88.56	88.19	36.63
1	1	2	81.59	81.14	43.33
1	1	3	75.99	75.45	50.67
1	2	1	87.40	86.98	39.67
1	2	2	72.15	71.77	37.58
1	2	3	83.14	82.72	40.52
1	3	1	90.93	90.52	40.66
1	3	2	81.01	80.67	33.04
1	3	3	82.63	82.24	38.89
1	4	1	90.20	89.84	35.48
1	4	2	90.11	89.76	34.99
1	4	3	91.55	91.14	40.05
2	1	1	89.64	89.22	39.43
2	1	2	92.01	91.55	44.44
2	1	3	85.42	84.93	47.62
2	2	1	86.62	85.17	71.26
2	2	2	78.50	78.07	42.11
2	2	3	87.33	86.98	34.48
2	3	1	82.76	82.39	35.95
2	3	2	85.59	85.21	38.57
2	3	3	87.58	87.19	37.50
2	4	1	90.00	89.54	44.28
2	4	2	83.11	82.72	38.77
2	4	3	90.68	90.21	44.28

La determinación de lípidos o grasas en las muestras se realizó con el fin de obtener información nutricional de las muestras procesadas y con dicha información poder determinar cuál es la mejor opción como tratamiento para la producción de la miel de agave, dependiendo de la o las características que se pretenden destacar en el producto final.

Tabla 2. Determinación del porcentaje de lípidos o grasa presente en las muestras de miel de agave procesadas de ambas especies (*Agave atrovirens* y *Agave salmiana*), en sus distintos tratamientos térmicos (70, 80, 90 y 95°C).

Especie de agave	Temperatura	Repetición	GRASAS= mgrasa-m/peso muestra*100			
			Matraz	Matraz grasa	Muestra	Grasa
1	1	1	157.23	157.27	2.13	1.88
1	1	2	148.00	148.02	1.94	1.03
1	1	3	105.21	105.23	1.82	1.10
1	2	1	157.23	157.26	2.26	1.33
1	2	2	157.23	157.24	1.82	0.55
1	2	3	148.00	148.01	1.57	0.64
1	3	1	157.43	157.43	1.62	0.00
1	3	2	105.21	105.21	2.49	0.00
1	3	3	151.52	151.55	2.12	1.42
1	4	1	157.23	157.24	2.54	0.39
1	4	2	148.00	148.00	2.52	0.00
1	4	3	130.60	130.60	1.06	0.00
2	1	1	157.23	157.26	2.62	1.15
2	1	2	130.60	130.60	2.24	0.00
2	1	3	157.43	157.43	1.46	0.00
2	2	1	151.52	151.53	1.56	0.64
2	2	2	148.00	148.02	1.27	1.58
2	2	3	105.21	105.22	2.40	0.42
2	3	1	148.00	148.01	1.82	0.55
2	3	2	105.21	105.22	2.44	0.41
2	3	3	130.60	130.60	2.51	0.00
2	4	1	157.43	157.44	1.92	0.52
2	4	2	151.52	151.55	2.03	1.48
2	4	3	130.60	130.60	1.27	0.00

Tabla 3. Determinación del porcentaje de proteínas presente en las muestras de miel de agave procesadas para ambas especies (*Agave atrovirens* y *Agave salmiana*) en sus distintos tratamientos térmicos (70, 80, 90 y 95°C).

Especie de agave	Temp.	Repetición	PROTEINA=%N*F							
			Peso muestra	Vol ac muestra	Vol ac blanco	Normalidad HCl	EqN	%Nitrógeno	Factor conversión	Proteína
1	1	1	17.00	0.60	0.40	0.01	14.01	0.16	6.25	1.03
1	1	2	15.00	0.60	0.40	0.01	14.01	0.19	6.25	1.17
1	1	3	16.00	0.70	0.40	0.01	14.01	0.26	6.25	1.64

1	2	1	16.00	1.20	0.40	0.01	14.01	0.70	6.25	4.38
1	2	2			0.40	0.01	14.01		6.25	
1	2	3			0.40	0.01	14.01		6.25	
1	3	1	29.00	1.60	0.40	0.01	14.01	0.58	6.25	3.62
1	3	2			0.40	0.01	14.01		6.25	
1	3	3	17.00	0.50	0.40	0.01	14.01	0.08	6.25	0.51
1	4	1	16.00	0.70	0.40	0.01	14.01	0.26	6.25	1.64
1	4	2	17.00	0.60	0.40	0.01	14.01	0.16	6.25	1.03
1	4	3			0.40	0.01	14.01		6.25	
2	1	1			0.40	0.01	14.01		6.25	
2	1	2			0.40	0.01	14.01		6.25	
2	1	3			0.40	0.01	14.01		6.25	
2	2	1			0.40	0.01	14.01		6.25	
2	2	2			0.40	0.01	14.01		6.25	
2	2	3			0.40	0.01	14.01		6.25	
2	3	1			0.40	0.01	14.01		6.25	
2	3	2			0.40	0.01	14.01		6.25	
2	3	3			0.40	0.01	14.01		6.25	
2	4	1			0.40	0.01	14.01		6.25	
2	4	2			0.40	0.01	14.01		6.25	
2	4	3			0.40	0.01	14.01		6.25	

Como podemos observar en la tabla 3, hacen falta algunos datos, los cuales no pudieron ser determinados debido a una descompostura en el equipo que se estaba empleando para la determinación del porcentaje de proteína, sin embargo, en base a los datos obtenidos se pueden hacer algunas conclusiones acerca de un procedimiento para la producción de miel con una de las especies de agave analizadas.

CONCLUSIONES

Como conclusión, teniendo ya resultados de los análisis bromatológicos realizados a las muestras de miel de agave de ambas especies y en sus distintos tratamientos térmicos, podemos decir que los análisis proximales ayudan a clasificar un producto en cuanto a su contenido nutricional y así mismo conocer los posibles beneficios que puede tener el producto o para dirigirlo a un consumidor específico. También se tomarán en cuenta estos resultados para las posteriores pruebas de escalamiento.

BIBLIOGRAFIA

- López, M. G. y N. A. Mancilla. (2007). The nature of fructooligosaccharides in Agave plants. *Recent Advances in Fructooligosaccharides Research*. 2: 47-67.
- Sánchez, A. y P. H. Hope. 1953. Fermentation and chemical composition studies of some species. *Agr. Food Chem*. 1: 246-249.
- Colunga, T., & Itze, K. (n.d.). Diseño de tanque hidrólisis a nivel planta piloto para la producción de miel de agave.
- Muñiz-márquez, D. B., Rodríguez-jasso, R. M., Rodríguez-herrera, R., Contreras-, J. C., & Aguilar-gonzález, E. C. N. (2013). Producción Artesanal del Aguamiel : Una Bebida Tradicional Mexicana Artesanal Production of Aguamiel : A Traditional Mexican Beverage, (10), 12–19.

LA INNOVACIÓN ORGANIZACIONAL EN LAS AGENCIAS AUTOMOTRICES DE LA CIUDAD DE TORREÓN, COAHUILA.

Acosta Pérez Daniela ¹y Mendoza Wong Lilibet²

Facultad de Administración Fiscal y Financiera³

Universidad Autónoma de Coahuila

RESUMEN

El siguiente artículo trata del nivel de conocimiento que las agencias automotrices de Torreón Coahuila tienen sobre los términos: innovación y sustentabilidad, así como el uso que les dan a estos tratando principalmente la innovación organizacional. De qué manera y en qué grado ha sido positivo o negativo el resultado del uso de estas, así como la utilidad que les ha traído. El artículo permite conocer en que áreas se aplican las innovaciones y de que manera esto ha funcionado favorablemente, la importancia del conocimiento de estas y el provecho que se puede obtener de ellas.

ABSTRACT

The following article deals with the level of knowledge that the automotive agencies of Torreón Coahuila have about the terms: innovation and sustainability, as well as the use they give to these mainly dealing with organizational innovation. In what way and to what degree has the result of the use of these been positive or negative, as well as the utility that has brought them. The article allows to know in which areas the innovations are applied and how this has worked favorably, the importance of the knowledge of these and the profit that can be obtained from them.

PALABRAS CLAVE:

INNOVACIÓN, SUSTENTABILIDAD, INNOVACIÓN ORGANIZACIONAL, TORREON.

INTRODUCCION

Torreón es una ciudad mexicana perteneciente al estado de Coahuila, está ubicada al norte del país, en conjunto con las ciudades vecinas de Gómez Palacio, Ciudad Lerdo, Matamoros, entre otros 4 municipios del estado de Coahuila y 12 del estado de Durango conforman la denominada Comarca Lagunera. La economía de la ciudad se basa en la industria agrícola, la industria textil, metalúrgica, química, el comercio y los servicios. En los últimos años se ha mostrado crecimiento de la industria y el comercio en el sector automotriz en la zona, hablando de agencias de autos aplicamos encuestas a algunas de ellas para saber el conocimiento y la aplicación que le dan a la innovación organizacional en estas, la cual es fundamental para la estabilidad y crecimiento de estas. Según Pavon y Goodman (1981) la innovación “es el conjunto de actividades inscritas en un determinado periodo de tiempo y lugar que conducen a la introducción con éxito en el mercado, por primera vez, de una sea en forma de nuevos o mejores productos, servicios o técnicas de gestión y organización”. Baumol (2002) introduce el concepto de “máquina de innovar”, definiendo a la innovación como un proceso permanente, recurrente y continuo, que resulta de vital importancia para la supervivencia de la empresa en un entorno extremadamente competitivo, de economía globalizada.

El entorno se ha vuelto mucho más exigente, incierto y cambiante, por lo que las organizaciones deben desarrollar su capacidad para aprender, y adaptarse a los cambios del mercado y, de este modo, poder mantener su posición competitiva. En estas condiciones, la innovación permanente se convierte en la principal fuente de ventaja competitiva. El objetivo de este artículo es dar a conocer que tanto las agencias automotrices de Torreón utilizan la innovación organizacional como medio de crecimiento competitivo.

MARCO TEORICO

Se entiende por innovación la concepción e implantación de cambios significativos en el producto, el proceso, el marketing o la organización de la empresa con el propósito de mejorar los resultados. Los cambios innovadores se realizan mediante la aplicación de nuevos conocimientos y tecnología que pueden ser desarrollados internamente, en colaboración externa o adquiridos mediante servicios de asesoramiento o por compra de tecnología. Las actividades de innovación incluyen todas las actuaciones científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales que conducen a la innovación. Se consideran tanto las actividades que hayan producido éxito, como las que estén en curso o las realizadas dentro de proyectos cancelados por falta de viabilidad.” (Director OTRI UNED, septiembre 2010).

¹ Acosta Pérez Daniela, danyyacosta@gmail.com

² M.C. Mendoza Wong Lilibet; lilibetmendoza1@hotmail.com

³ 19º Verano de la Ciencia Región Centro. Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Administración Fiscal y Financiera. Carretera Torreón matamoros Km 7.5, Ciudad Universitaria. C.P: 27276, Coahuila, Torreón, Teléfono (871) 7-12-28-58. 2

Según Sánchez Gutiérrez, (2015) la innovación es el uso del conocimiento (ya sea nuevo o existente) para crear nuevos productos o servicios o procesos que se pueden utilizar para traer beneficios, ya sea económica o de otra manera. Pero la innovación en los negocios se hace para obtener beneficios financieros para las empresas a través de la creación de productos o servicios valiosos para los clientes y por lo tanto se pueden comercializar con ellos. También implica la creación de procesos dentro de una organización, con los que se permite un mejor uso de los recursos existentes y la mejor es la forma en la que actualmente se hacen las cosas.

Según Schumpeter, la innovación consiste no solo en desarrollar nuevos productos e introducir cambios en los procesos, sino también en nuevas formas de organización.

Gee (1981) sostiene que la innovación “es el proceso en el cual a partir de una idea, invención o reconocimiento de necesidad se desarrolla un producto, técnica o servicio útil y es aceptado comercialmente”.

El club de excelencia en gestión y COTEC (2006) afirman que “innovar ya no es solo desarrollar o aplicar tecnología con la que hacer las cosas mejor, más barato y más de rápido que otras empresas. Ahora, el reto es innovar para crear valor haciendo las cosas de forma diferente e, incluso, haciendo cosas verdaderamente nuevas: la innovación en los procesos operativos, en la mejora de la eficiencia en las operaciones de las organizaciones, en el modo en que se relaciona con su ecosistema de socios y proveedores, en los productos y servicios que ofrecen y en como los ofrecen a sus clientes”. La capacidad de innovación se fundamenta en dos elementos: la creatividad, entendida como la habilidad para encontrar o desarrollar nuevas ideas, y el riesgo asumido, es decir, la capacidad para poder llevar a la práctica nuevas ideas.

Existen cuatro tipos de innovación dentro del Manual de Oslo (2005):

- Innovación del producto
- Innovación del proceso
- Innovación organizativa
- Innovación de marketing

De acuerdo con el Manual de Oslo, los procesos de innovación en las empresas presentan las siguientes características:

- La innovación está asociada a la incertidumbre sobre los resultados que se podrán obtener de las actividades realizadas por la organización, es decir, se desconoce en qué medida se podrá beneficiar la empresa de la realización de estas actividades.
- La innovación requiere de un esfuerzo e inversión por parte de la empresa.
- La innovación requiere de la utilización de nuevo conocimiento o de una nueva utilización o combinación del conocimiento ya existente.
- La innovación está sujeta al efecto spillover, mediante el cual otras organizaciones podrán beneficiarse de la difusión del nuevo conocimiento generado como consecuencia de las actividades de innovación.
- La innovación tiene como objetivo final mejorar la posición competitiva de la empresa (o simplemente mantener su competitividad en un entorno económico y tecnológico cada vez más exigente), ya sea mediante un incremento de la demanda de sus propios productos (por mejora en la calidad de los productos, lanzamiento de nuevos productos, apertura a nuevos mercados, etc.), por medio de la reducción de la estructura de costes (costes de producción, costes fijos de estructura, costes de comercialización, etc.), o gracias a la mejora de la capacidad de la organización para desarrollar nuevos productos o procesos explotando el conocimiento acumulado.

Batle et al. (2000) tratan de distinguir entre innovación como proceso e innovación como valor y principio asentado en la cultura organizativa. En su opinión, mediante la innovación como proceso de la empresa se propone ofrecer al mercado nuevas soluciones a sus necesidades, o bien satisfacer necesidades nuevas o incluso ocultas y no claras. Pero también se puede analizar la innovación como valor y principio asentado en una cultura organizativa, de tal modo que se pueda crear una cultura en el seno de la organización que fomente la conducta innovadora de sus miembros.

Según Michael Porter. “La competitividad de una nación depende de la capacidad de su industria para innovar y mejorar. Las empresas consiguen ventajas competitivas si consiguen innovar”.

Se entiende que cuando se genera una innovación en la empresa o cuando se pretende que esta sea generadora de novedades, debe de estar consciente que esto implica una gran cantidad de cambios en la organización, como en su forma de producir, de comercializar, entre otras, donde se debe de crear una nueva cultura organizacional adaptándola a los nuevos cambios que la empresa experimentara.

Kuczarski, (1997) nos dice que la innovación es una disposición mental, una nueva forma de pensar las estrategias y prácticas de las empresas.

Así las empresas deben estar en constante cambio junto con el mercado ya que se sabe bien que este no permanece constante, las organizaciones tienen que estar innovando continuamente en diversos aspectos organizacionales apoyados de herramientas como las tecnológicas o el mismo conocimiento.

Las actividades sobre innovación incluyen el conjunto de actuaciones científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales que realmente, o pretendidamente, conducen a la introducción de innovaciones. Algunas de estas actividades pueden ser innovadoras en sí mismas, mientras que otras pueden no ser novedosas pero sí necesarias para la introducción de las restantes.

Castellanos, (2003) menciona que la innovación es considerada por las empresas como una estrategia de mejora en todos sus departamentos, no solo como algo de supervivencia, si no ya es visto como una manera de crear fortalezas futuras que las vuelvan competitivas.

METODOLOGIA

La presente investigación tiene un enfoque mixto, utilizando una muestra no probabilística a conveniencia tomando como criterio las agencias más representativas de torreón y utilizando la técnica de entrevista a través de un instrumento cuestionario guía, como en uno de los casos siendo el departamento de recursos humanos en el área de innovación.

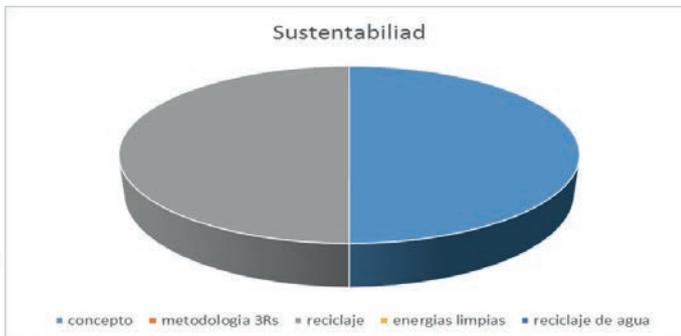
RESULTADOS

En la gráfica 1 podemos observar que las actividades principales que se realizan dentro de la empresa son: outsourcing a través del área de administración, capacitación a través de diferentes medios, reingeniería en cambios de los procedimientos administrativos, el uso de redes sociales para comunicación interna y externa con proveedores y clientes. La actividad que no se realiza con frecuencia como podemos observar que no aparece en la gráfica es el cambio en el organigrama.



Gráfica 1. Actividades de innovación organizacional en agencia automotriz

Como podemos observar en la Gráfica 2 en las agencias automotrices conocen el concepto de sustentabilidad y una de las acciones que realizan es el reciclaje, cabe mencionar también que desconocen algunas otras como, la metodología de las tres R, el uso de energías limpias, el reciclaje de agua por lo tanto no la aplican.



Gráfica 2. Conocimiento de sustentabilidad en agencia automotriz

CONCLUSIONES

Dentro de esta investigación encontramos que no se realizan todas las actividades de innovación organizacional dentro de las empresas más sin embargo consideramos importantes las acciones que si se realizan, ya que esto lleva, como lo mencionan varios autores a lograr una mejor competitividad a través de la innovación. Por otra parte la sustentabilidad juega un papel crucial en la globalización por lo que las acciones que han tomado estas empresas son importantes e impactaran de manera significativa en su entorno y en la sociedad. Por lo tanto podemos concluir que tanto la innovación como la sustentabilidad han adquirido relevancia ya que se consideran herramientas para lograr una mejor competitividad. Como se observa el conocimiento de los términos nos es suficiente en las agencias, aun cuando si hay actividades que se realizan en ellas, el uso que se le da es poco comparado a las muchas actividades que se pudieran realizar y con las cuales podrían obtener beneficios tanto económicos como competitivos para ellas, en esto se observa la importancia de la información, creatividad o capacitación que podría diferenciarlas de otras.

BIBLIOGRAFIA

Batle et al. (2000) citado por: José Luis Calvo Gonzalez, libro: La innovación: factor clave del éxito empresarial, editorial RA-MA

Baumol (2002) citado por: José Luis Calvo Gonzalez, libro: La innovación: factor clave del éxito empresarial, editorial RA-MA

Calvo J.L. (2010), La innovación: factor clave del éxito empresarial, editorial RA-MA

Castellanos, (2003) citado por: José Sánchez Gutiérrez, Libro: Sustentabilidad e innovación como detonantes de la competitividad

Kuczarski, (1997) citado por: José Sánchez Gutiérrez, Libro: Sustentabilidad e innovación como detonantes de la competitividad

Gee (1981) citado por: José Luis Calvo Gonzalez, libro: La innovación: factor clave del éxito empresarial, editorial RA-MA

Gutiérrez, J. (2015) Libro: Sustentabilidad e innovación como detonantes de la competitividad

Manual de Oslo (2005) Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, Eurostat, Grupo Trasca, Tercera Edición, España

Pavon y Goodman (1981) citado por: José Luis Calvo Gonzalez, libro: La innovación: factor clave del éxito empresarial, editorial RA-MA

Schumpeter, (1934) citado por: José Luis Calvo Gonzalez, libro: La innovación: factor clave del éxito empresarial, editorial RA-MA

<http://www.webandmacros.com/innovacionconceptos.htm> última fecha de consulta 10 de junio.

ESTUDIO SOBRE LA INCORPORACION DE NANOPARTICULAS DE Nb, Mn, Ni, EN ELECTRODOS PARA SOLDADURA DE ACERO INOXIDABLE FERRITICO

Denisse Sanchez Leyva¹, José Arturo Toscano Giles² y Alfredo Flores Valdes³

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue encontrar la técnica más eficiente de adherir nanopartículas de niobio, manganeso y níquel a los electrodos ESAB E-6031 utilizados para soldar aceros inoxidable ferríticos, con la finalidad de obtener una soldadura eficaz, gracias a la capacidad de estos elementos de inhibir el crecimiento de grano en la pieza tratada. Se estudiaron 3 técnicas de incorporación de partículas, esto es flexión-baño ultrasónico, rayado-baño ultrasónico y lijado-brocha.

De acuerdo a las observaciones realizadas con el microscopio metalográfico se logró adherir nanopartículas de niobio, manganeso y níquel por los 3 métodos, siendo lijado-brocha el método que en el que se logró adherir mas partículas.

ABSTRACT

The objective of the following work is to find the most efficient technique to join together nanoparticles of niobium, manganese and nickel to the ESAB E-6031 electrodes used to weld stainless ferritic steel, with the purpose of obtaining a more efficient welding, thanks to the capacity of the elements to inhibit the growth of the grain in the treated piece. Three techniques of particle incorporation were studied, namely ultrasonic bath-bending, ultrasonic bathing and sanding-brushing.

According to the observations made with the metallographic microscope, nanoparticles of niobium, manganese and nickel were adhered by the 3 methods, being sanding-brush the method that was able to adhere more particles.

Palabras Clave:

Acero Inoxidable ferrítico, Soldadura, Nanopartículas.

INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas, un esfuerzo significativo de investigación ha sido dirigido hacia el desarrollo de tecnologías avanzadas en soldadura para aceros inoxidables. Esta investigación fue impulsada principalmente por las necesidades de la industria para la reducción de defectos en las piezas tratadas, como fallas ocasionadas por el crecimiento de grano que se presenta después de aplicar soldadura. Uno de los mecanismos de mejora de propiedades es precisamente por control del tamaño de grano. Numerosos autores han estudiado el efecto de los precipitados y la microestructura inicial sobre el tamaño de grano y, también, han hecho estudios acerca de la anomalía observada en el crecimiento.

En este reporte se presenta la revisión sobre distintos métodos de adición de nano partículas de manganeso, níquel y niobio, a electrodos de código ESAB E6013 empleados en la soldadura de acero inoxidable.

Los efectos de la soldadura resultan determinantes para la utilidad del material soldado. El metal de aporte y las consecuencias derivadas del suministro de calor pueden afectar a las propiedades de la pieza soldada. Deben evitarse porosidades y grietas añadiendo elementos de aleación al metal de aportación, esto se logra mediante la adición de las nanopartículas, realizada con la finalidad de modificar la composición de los electrodos mismos que serán utilizados posteriormente para el proceso de soldadura por arco eléctrico, para evaluar fundamentalmente el desempeño físico y mecánico de las piezas soldadas. Se encontró que la mejor técnica para la adición de nano partículas resultó ser el lijado de superficie de los electrodos y la aplicación de nanopartículas suspendidas en metanol con brocha.

Así también, en este documento se presenta un análisis sobre los efectos que causan los diferentes elementos aleantes en el acero como el níquel, manganeso, y niobio. Se mencionan los cambios en propiedades mecánicas como la dureza, resistencia a tensión, compresión, desgaste y tenacidad, además sus efectos en la templabilidad y maquinabilidad.

MARCO TEORICO

El término soldadura lo podemos definir como la unión mecánicamente resistente de dos o más piezas metálicas diferentes. El calor necesario para unir dos piezas metálicas puede obtenerse a través de distintos medios. Podemos definir dos grandes grupos. Los sistemas de calentamiento por combustión con oxígeno de diversos gases, y los de calentamiento mediante energía eléctrica. Rodríguez Claudio (2001, p.5)

Tipos de soldadura

Soldadura blanda: En la soldadura blanda, al metal de aporte se le llama soldadura de bajo punto de fusión y se funde a temperaturas relativamente bajas, las fuentes de calor para aplicar la soldadura suelen ser caudales o sopletes. Kalpakjian y Schmid (2002, p.844)

Soldadura fuerte: Es un proceso en el que se coloca un metal de aporte en o entre las piezas de unión y se eleva la temperatura lo suficiente para fundir el metal de aporte pero no las piezas. Kalpakjian y Schmid (2002, p.840)

Soldadura oxiacetilénica: Gaxiola (2004) afirma que es un proceso que permite unir metales, utilizando calor producido por la combustión de los gases oxido-acetileno u oxígeno-propano.

Soldadura de arco sumergido: En este tipo de soldadura el arco está completamente oculto por el flux de protección. No se utiliza gas protector gracias al flux granulado. Giachino y Weeks (2007 p.244)

¹Uadec Facultad de Sistemas, Ciudad Universitaria, Carretera a México Km 13, C.P: 25350, Arteaga, Coahuila, leyva@uadec.edu.mx

²Instituto Tecnológico de Querétaro. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Av. Tecnológico s/n esq. Gral. Mariano Escobedo. Colonia Centro Histórico. C.P. 76000, Querétaro, Querétaro. Tel. +52 (442) 227 44 00. jtoscano@mail.itq.edu.mx

³Centro de Investigación y Estudios Avanzados. Avenida Industrial Metalúrgica No. 1062, Parque Industrial Saltillo. Tel: +52 (844) 438 9600. alfredo.flores@cinvestav.edu.mx

Soldadura TIG: En este procedimiento, el arco de soldadura salta desde un electrodo de tungsteno que no se consume durante el proceso de soldeo. Un chorro de gas inerte suministrado por una boquilla que rodea al electrodo, evita la oxidación. Giachino y Weeks (2007 p.169)

Soldadura MAG: Se refiere a la soldadura por arco con hilo electrodo fusible y protección gaseosa, utiliza como material de aportación un hilo electrodo continuo y fusible. Giachino y Weeks (2007 p.200)

Tipos de electrodos

Un electrodo es una varilla metálica, de composición aproximada al metal a soldar y recubierta con una sustancia que recibe el nombre de revestimiento.

Los electrodos se clasifican en desnudos o revestidos.

Algunos ejemplos son: E 6010, E-6011, E6012, E6013, E7010-A1, etc. Giachino y Weeks (2007 p.72)

Efectos de los elementos aleantes

Carbono: Tiene una moderada tendencia a la segregación. Principal elemento endurecedor en todos los aceros. La resistencia a tensión en una condición de laminado aumenta como el contenido de carbono crece.

Fósforo: Segrega a un grado menor que el carbono y azufre. Incrementa la resistencia y dureza, decrece la ductilidad y tenacidad en laminado. Alto contenido de fósforo en aceros maquinables de bajo carbono para mejor maquinabilidad.

Azufre: Reduce la ductilidad transversal y tenacidad, tiene poco efecto en las propiedades mecánicas longitudinales. Es perjudicial para la calidad de la superficie de aceros de bajo carbono y bajo manganeso.

Silicio: Incrementa menos dureza y resistencia en laminados que el manganeso. Tiene una suave tendencia a la segregación. En aceros de bajo carbono es dañino para la calidad de la superficie.

Molibdeno: Induce endurecimiento secundario durante el temple de aceros inactivos y mejora la resistencia a la fluencia de aceros de baja aleación a elevadas temperaturas.

Niobio: Adiciones pequeñas de niobio incrementan la resistencia a fluencia y, en menor grado, la resistencia a tracción de aceros al carbono. Este incremento en la resistencia puede ser acompañado de un considerable deterioramiento de la tenacidad de la muesca.

Manganeso: Tiene la menor tendencia hacia la macro segregación que cualquier otro de los elementos comunes. Aceros por debajo del 0.60% Mn no pueden ser fácilmente rimados. El manganeso es benéfico para la calidad de la superficie en todos los rangos de carbono y es particularmente beneficioso en aceros resulfurados. Esto contribuye en dureza y resistencia, pero a un menor grado que el carbono. Incrementando el contenido de manganeso decrece la ductilidad y soldabilidad, pero en menor proporción que con el carbono. El manganeso tiene un efecto fuerte sobre el incremento de la templabilidad el material.

Níquel: Es un fortalecedor de ferrita. Así mejora la resistencia y la tenacidad de la fase de ferrita. Reduce la velocidad crítica de enfriamiento. Evita el crecimiento del grano en los tratamientos térmicos, lo que sirve para producir en ellos gran tenacidad. Hace descender los puntos críticos. Se observa que con los aceros aleados con níquel se obtiene para una misma dureza, un límite de elasticidad ligeramente más elevado y mayores alargamientos y resistencias que con los aceros al carbono o de baja aleación. Es el principal formador de austenita, que aumenta la tenacidad y resistencia al impacto. Molano (2016, p.1-6)

Importancia del control del crecimiento de grano

El siguiente texto seo obtuvo de un documento sin autor pero titulado “Medida del tamaño de grano” (2017)

El tamaño de grano tiene considerable influencia en las propiedades mecánicas de los metales y aleaciones, por eso es de gran interés conocerlo. Así pues, podemos entender que la realización de los diferentes tratamientos térmicos tenga como principal objetivo obtener el tamaño de grano deseado.

Los metales de grano pequeño tienen mayor resistencia a la tracción, mayor dureza y se distorsionan menos durante el temple, así como también son menos susceptibles al agrietamiento.

Todos los metales experimentan crecimiento de grano a altas temperaturas. Sin embargo, existen algunos aceros que pueden alcanzar temperaturas relativamente altas con muy poco crecimiento de grano, pero conforme aumenta la temperatura, existe un rápido crecimiento de grano. Estos aceros se conocen como aceros de grano fino. En un mismo acero puede producirse una gama amplia de tamaños de grano.

MÉTODOS Y MATERIALES

Acondicionamiento de electrodos

Antes de aplicar las nanopartículas en los electrodos, estos tienen que ser preparados; como primer paso, se realizó la limpieza por medio de un baño ultrasónico por 15 minutos, utilizando una tina ultrasónica modelo AS7240B. Los electrodos tipo ESAB E6013 utilizados medían en promedio 3.5mm de diámetro, 135mm de longitud y pesaban aproximadamente 11.80g. La cantidad utilizada como medio para producir ondas ultrasónicas fue 500mL de etanol, suficiente para cubrir los electrodos.

Esta operación de limpieza, se realizó antes y después de la técnica aplicada de flexión, lijado y rayado.

Flexión

Con la finalidad de inducir grietas microscópicas en la superficie del electrodo y posteriormente depositar las nanopartículas de Nb, Mn, y Ni, se realizó flexión de los electrodos con la finalidad de inducir micro grietas. Con ayuda de un tornillo de banco Marca Craftsman se realizan manualmente movimientos cíclicos uniformemente a lo largo de todo el electrodo. Posteriormente, se limpiaron los electrodos en un sonicador por 15 minutos usando etanol. Finalmente, la incorporación de las nanopartículas se llevó a cabo utilizando un baño ultrasónico mezclando estas en etanol a razón de 5 partes de nanopartículas por 100 de etanol.

Rayado

Como segunda técnica para la preparación de electrodos, se realizó uniformemente el rayado de la superficie utilizando una cuchilla, se realizaron cortes de 1 mm de profundidad y 2mm de largo, en toda la superficie del electrodo sobre el revestimiento que en este caso los electrodos ESAB E-6013 contienen C 0.11%, Mn 0.40%, Si 0.22%, P 0.015%, S 0.010%. Los electrodos se limpiaron por 15 minutos en un sonicador. Finalmente, la incorporación de las nanopartículas se llevó a cabo utilizando de la misma técnica descrita en flexión.

Lijado

En el tercer método estudiado, se eliminó el recubrimiento de los electrodos para notar así mejor su apariencia en el microscopio e identificar las partículas adheridas en el electrodo. Esto se logró aplicando presión por medio de una prensa manual misma que se utilizó en la técnica de flexión para que el recubrimiento se vaya desprendiendo poco

a poco. Una vez teniendo el electrodo sin recubrimiento, se realizó la operación de lijado, utilizando una lija de agua 211Q, P220, de tal manera que se eliminaron los restos de revestimiento que pudieron quedar unidos a la superficie metálica del electrodo, y con la finalidad también de que se formen pequeñas grietas en la superficie. La adición de nanopartículas a los electrodos se realizó aplicándolas con un previo mezclando en etanol a razón de 5 partes de nanopartículas por 100 de etanol. Con la brocha se realizaron movimientos a lo largo de todo el electrodo, como un barrido suave, sin aplicar demasiada fuerza, solo para “pintar” el electrodo con la mezcla.

Posteriormente, para cada una de los métodos, se realizó un baño ultrasónico como se indicó en el apartado de acondicionamiento, la limpieza se llevó a cabo por 15 minutos para cada electrodo en etanol y agua, y posteriormente para ser observados en el microscopio, se realizó el secado de cada uno de ellos durante 30 minutos a 80°C en una estufa marca FELISA.

RESULTADOS

Análisis de las nanopartículas

El análisis de tamaño se consideró de acuerdo a las especificaciones del proveedor

Niobio:

<45nm, 99.8%. CAS: 7440-03-1 Nb MW: 92.91 g/mol. Temperatura de fusión: 2468° C. Temperatura de ebullición: 4742° C. densidad: 8.57 g/ml a 25°C.

Níquel:

Nano polvo, <100µm, ≥99%. CAS: 7440-02-0 028-002-01-4 Ni. Temperatura de fusión: 1453°C. Temperatura de ebullición: 2732°C. densidad: 8.9 g/mol a 25°C.

Manganeso:

Polvo, -325 mesh, ≥ 99%. CAS: 7439-96-5 Mn MW: 54.94 g/mol. Temperatura de fusión: 1244° C.

En las Figuras 1 a 3 se muestran imágenes por microscopía óptica de las nanopartículas utilizadas:

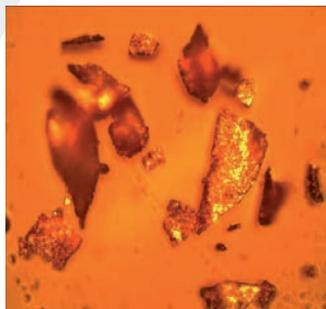


Figura 1. Microscopía 400x de nanopartículas de manganeso

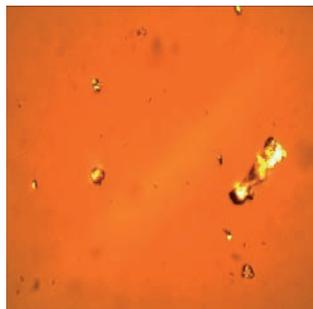


Figura 2. Microscopía 400x de nanopartículas de niobio

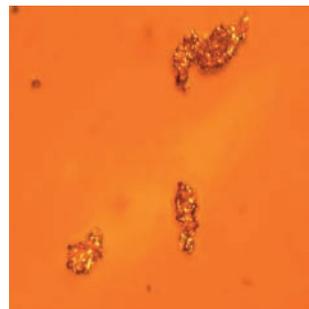


Figura 3. Microscopía 400x de nanopartículas de níquel

En el primer método, flexión-baño ultrasónico, no se observó la adición de las nanopartículas de ningún elemento, Se observó una disminución de 0.001g, se concluye que esto es debido a que el revestimiento y otros residuos se van desprendiendo poco a poco del núcleo del electrodo, llevándose consigo las nanopartículas. En la Figura 4 se muestra el electrodo siendo observado en el microscopio óptico a 50x.



Figura 4. Electrodo E-6013 con revestimiento observado antes de realizar la flexión

El segundo método, rayado-baño ultrasónico, si se contó con grietas a lo largo de todo el electrodo, tuvo una adición mayor de nanopartículas que el flexionado, ya que la sustancia se unía en la superficie pero mayormente en las grietas ocasionadas por la cuchilla y no el resto de la superficie, siendo esto una desventaja debido a que no era uniforme la adición de las nanopartículas. En la Figura 5 se muestra el electrodo dentro de una báscula Explorer Ohaus después de haberlo sometido al rayado de la superficie, así como al baño ultrasónico con Niobio, disminuyendo el peso de 11.7582 a 11.7096g. Mientras que la Figura 6 muestra el electrodo sobre papel aluminio, con la finalidad de no contaminarlo, en la parte superior se encuentra el recipiente utilizado en la tina ultrasónica con etanol a razón de 5 partes de nanopartículas por 100 de etanol.

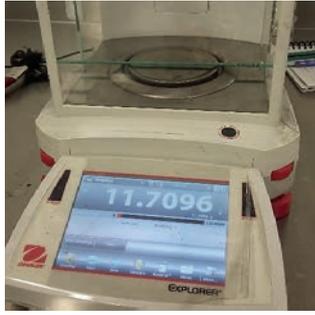
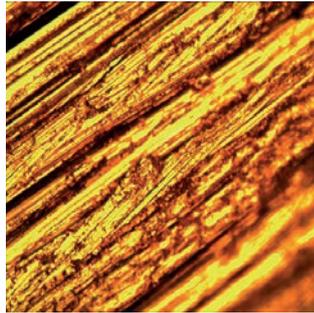


Figura 5. Electrodo E-6013 dentro de una báscula Ohaus



Figura 6. Electrodo E-6013 después de haber sido sometido al baño ultrasónico con 2g de Niobio

Los resultados obtenidos en el método de lijado-brochado, fueron los siguientes, en la Figura 7 se puede observar el electrodo lijado antes de aplicarle el barrido con brocha y las nanopartículas de niobio, visto desde el microscopio



metalográfico a 400x, la Figura 8 muestra claramente la presencia de nanopartículas de niobio adheridas más uniformemente en la superficie, a lo largo de todo el electrodo.

Figura 7. Microscopía 400x de electrodo E-6013 lijado y limpio

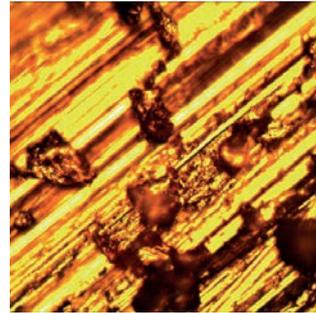


Figura 8. Microscopía 400x de electrodo E-6013 sometido a técnica de lijado y brochado con 2g de Niobio

CONCLUSIONES

Como resultado de la investigación presentada, es posible concluir que existen diversas maneras de adición de nanopartículas de elementos como el niobio, manganeso, y níquel, sin embargo presentan características que pueden ser comparables, la técnica más eficiente que obtuvimos, fue lijado-brochado. Después de conseguir la óptima adición de las nanopartículas, se puede pensar en el siguiente proceso, la soldadura, para así realizar estudios del mejoramiento de propiedades mecánicas de las piezas a soldar.

BIBLIOGRAFIA

Libros

- RODRÍGUEZ, CLAUDIO (2001). *Manual de soldadura*, Argentina: Librería y editorial Alsina
- KALPAKJIAN, SEROPE Y SCHMID, STEVEN R. (2002). *Manufactura, ingeniería y tecnología*, México: Pearson Education
- GAXIOLA, JOSÉ Y GARCÍA VICENTE (2004). *Curso de capacitación en soldadura*, México: Editorial Limusa
- GIACHINO, JOSEPH Y WEEKS, WILLIAM (2007). *Técnica y práctica de la soldadura*, Michigan: Editorial Reverté

Artículos en línea

- MOLANO, CRISTHIAN. (2016). "Efectos de los elementos aleantes en los aceros" en Academia.edu, pp.1-6. Consultada en http://www.academia.edu/22723813/Efectos_de_los_elementos_aleantes_en_los_aceros (20-06-2017)

- KALPAKJIAN SEROPE Y SCHMID STEVEN. (2002). "Manufactura, ingeniería y tecnología", pp.844 Consultada en https://books.google.com.mx/books?id=gilYI9_KKAoC&pg=PA844&dq=soldadura+blanda&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiYIMeqsNfVAhVjrFQKHS0JAI4Q6AEIJzAA#v=onepage&q&f=false (20-06-2017)

- "Medida del tamaño de grano", pp.1 Consultada en

- <https://www.uam.es/docencia/labvformat/labvformat/practicas/practica4/grano.htm> (20-06-2017)

EFFECTO DEL TRATAMIENTO TÉRMICO T6 SOBRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS, MICROESTRUCTURALES Y DE CORROSIÓN DE UNA ALEACIÓN DE ALUMINIO A356

Diana Sanchez¹ y Dra. Ma de Jesús Soria Aguilar.²

RESUMEN

En este reporte se incluyen los resultados de tratamiento térmico sobre las propiedades mecánicas de aleación A356 sometida a un tratamiento térmico T6. La experimentación constó de una serie de pasos sistemáticos para incrementar sus propiedades mecánicas, el ensayo aplicado para la medición de propiedades mecánicas fue el de dureza Vickers (HV) y está relacionada con las propiedades elásticas y plásticas del material, al total de las muestras se le realizó un perfil de dureza, obteniendo 10 indentaciones de cada muestra, obteniendo un promedio el cual fue graficado mostrando la evolución de la micro dureza con respecto al tiempo. Los resultados muestran valores de 100.7 y 100.6 (HV) para los tiempos 0.36 y 3.6 horas respectivamente.

ABSTRACT

This report includes the results of heat treatment on the mechanical properties of A356 alloy subjected to a T6 heat treatment. Experimentation consisted of a series of systematic steps to increase its mechanical properties, the Vickers hardness (HV) test applied to the mechanical properties measurement was related to the elastic and plastic properties of the material. Made a profile of hardness, obtaining 10 indentations of each sample, obtaining an average which was plotted showing the evolution of micro hardness with respect to time. The results show values of 100.7 and 100.6 (HV) for the times 0.36 and 3.6 hours respectively.

Palabras Clave: T6, micro dureza, Aleación A-356, tratamiento térmico.

INTRODUCCIÓN

El aluminio y sus aleaciones ocupan desde hace más de tres décadas un lugar destacado en la industria del transporte y la automoción, pues las aleaciones de aluminio cuentan con características especiales de buen moldeo, dureza, ligereza, resistencia mecánica y conductividad térmica, entre otras, convirtiéndose en una opción viable para la utilización en la industria automotriz.

Si se centra la aplicación en la industria automotriz, las aleaciones hipoeutécticas Al-Si-Mg han ganado aceptación a lo largo de los años en aplicaciones automotrices y aeroespaciales, esto ha sido impulsado por una serie de cuestiones, en particular la reducción de peso, la eficiencia del combustible y rendimiento mecánico (Abdulwahab M. et. al. 2012). En una aleación A356 su aumento en la resistencia es por la precipitación de Mg₂Si en la matriz de aluminio. Sus principales características son una buena capacidad de moldeo y resistencia a temperaturas relativamente altas, bajo coeficiente de expansión y buena resistencia al desgaste (Mohamed et al., 2009). Con la ventaja de su ligereza, traduciendo a un bajo costo de combustible.

La composición química es de suma importancia por las características microestructurales adquiridas, y son potenciadas cuando son tratadas térmicamente, es decir, por ciclo de tratamiento térmico de solución, enfriamiento rápido (temple), y un envejecimiento natural o artificial, con el objetivo de obtener fuerza y ductilidad por las fases eutécticas de silicio, Mg₂Si, Al₂Cu, Al₅Cu₂Mg₈Si₆ y otros compuestos intermetálicos complejos (Mohamed et al., 2012).

En este proyecto de verano se evaluará la micro dureza Vickers (HV) de una aleación A-356 T6 tratada térmicamente para evaluar el comportamiento de la dureza Vickers conforme al tiempo de exposición.

MARCO TEORICO

Ensayos de dureza. La dureza es una condición de la superficie del material, no representa ninguna propiedad de la materia y está relacionada con las propiedades elásticas y plásticas del material. Si bien, es un término que da una idea de solidez o firmeza, no existe una definición única acerca de la dureza y se la suele definir arbitrariamente en relación al método particular que se utiliza para la determinación de su valor. De esta manera algunas definiciones son (Davis, Mc Graw Hill 1964)

- 1) Resistencia a la indentación permanente bajo cargas estáticas o dinámicas (dureza por penetración)
- 2) Absorción de energía bajo cargas de impacto o dinámicas (dureza por rebote)
- 3) Resistencia a la abrasión (dureza por desgaste)
- 4) Resistencia al rayado (dureza por rayado).

En general se puede utilizar la medición de dureza para:

- Evaluar la efectividad de un tratamiento térmico.
- Evaluar la resistencia al desgaste de un material
- Evaluar la maquinabilidad del material.
- Obtener una idea de la resistencia a la tracción de un material.

Los ensayos de dureza son junto con el tracción son los más utilizados en la selección y control de calidad de los materiales (Santos et al., 2001).

¹Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Carretera 57 km 5, C. P. 25710, Monclova, Coahuila, laurasan123@hotmail.com

²¹Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Carretera 57 km 5, C. P. 25710, Monclova, Coahuila, ma.soria@uadec.edu.mx

MÉTODOS Y MATERIALES

Corte. Probetas cilíndricas de aluminio A356 previamente obtenidas por fusión y vaciadas en molde permanente, fueron cortadas para obtener un total de 20 muestras de 7 mm de espesor con ayuda de una cortadora STRUERS con disco de diamante a 200 RPM, posteriormente se marcaron como M# y el número que le correspondía.

Tratamiento Térmico. En un primer paso, las muestras fueron sometidas a un tratamiento térmico de solubilizado en una mufla FELISA, a tiempos y temperaturas regidos por un diseño de experimentos.

Posteriormente, el tratamiento térmico de envejecido se realizó en una mufla CARBOLITE 1300 con condiciones de temperatura de 190° C a un tiempo de 0 horas hasta 10 horas.

En la **Tabla 1** se muestra el diseño de experimentos en el cual se basó este trabajo.

Tabla 1 Diseño de experimentos de Tratamiento T6 para una aleación A356.

# M	Tratamiento térmico de solución		Temple en agua (60 °C)	Tratamiento térmico de envejecido	
	Temperatura (°C)	Tiempo (hrs)		Temperatura (°C)	Tiempo (min)
1	505	4	60	190	6
2	505	4	60	190	12
3	505	4	60	190	18
4	505	4	60	190	24
5	505	4	60	190	30
6	505	4	60	190	36
7	505	4	60	190	42
8	505	4	60	190	48
9	505	4	60	190	54
10	505	4	60	190	60
11	505	4	60	190	72
12	505	4	60	190	84
13	505	4	60	190	96
14	505	4	60	190	108
15	505	4	60	190	120
16	505	4	60	190	180
17	505	4	60	190	240
18	505	4	60	190	360
19	505	4	60	190	480
20	505	4	60	190	600

Una vez concluidos los tratamientos térmicos se procedió a realizar la caracterización de las muestras. Para esto, fue necesario preparar metalográficamente las muestras.

Desbaste. El desbaste se realizó en una pulidora STRUERS con lijas de carburo de silicio con tamaños de grano de 500, 600, 800, 1000, 1200, 1500 y 2000, utilizando un refrigerante para no calentar la superficie de la muestra.

Pulido. El pulido se realizó en una pulidora STRUERS con paño de lana, se hizo un pulido preliminar y uno final, usando pasta de diamante de 3 y 1 µm y alúmina de 1 µm, RPM de 150, 200 y 300.

Ataque químico. Se usó solución Keller para revelar las fases, sumergiendo la muestra por un minuto, lavando posteriormente con agua destilada y secada con aire caliente.

Estos pasos son importantes ya que el ensayo de micro dureza pide acabado espejo para realizarlo.

Micro dureza Vickers. El ensayo de micro dureza fue realizado en un equipo Zwick Roell N° de serie 165230.



Figura. 1 Equipo de indentación ZWICK Roell N° de serie 165230

Se realizaron 10 indentaciones a cada muestra con una carga de 500 gf, se calculó el promedio para cada muestra, el perfil de dureza se realizó del centro hacia fuera en una probeta cilíndrica con acabado espejo.

RESULTADOS

La Figura 2 muestra los valores obtenidos de micro dureza Vickers (HV) para cada uno de los especímenes, En esta figura, se graficaron los valores promedio de las 10 indentaciones realizadas a cada una de las muestras. Como se puede observar, la dureza se incrementa ligeramente a medida que aumenta el tiempo de tratamiento, disminuyendo gradualmente a tiempos cercanos a 8 horas de tratamiento de envejecido. Se puede observar que el incremento en el valor de dureza es de aproximadamente 28.8 (HV) en promedio con respecto a la muestra en el tiempo 0, el pico de los valores se obtuvo en los tiempos 0.36 h y 3.6 h con valores de 100.7 y 100.6 respectivamente, estos valores son

elevados con respecto a los reportado por (Zuluoga et. al., 2107), donde se reporta el trabajo con una aleación similar en composición a una temperatura menor de envejecido. Al tiempo 3.6 horas la dureza disminuyo muy probablemente por el sobrevejecido.

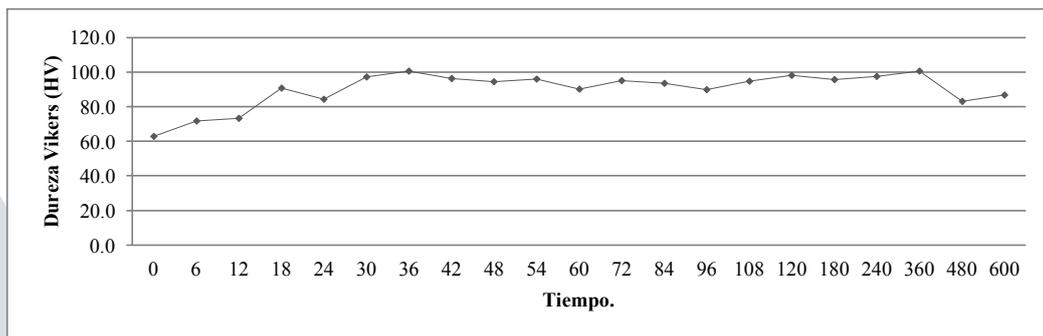


Figura. 2 Gráfico del promedio de Micro dureza Vickers HV 0.5

Microestructura. La microestructura de la aleación A356-T6 reportada por (Fernández et. Al, 2008) presentaba partículas correspondientes a las fases de Si, Mg₂Si, Fe₂Si₂Al₉ y Fe₃SiAl₁₂ dentro de una matriz de solución sólida rica en aluminio, reconociendo en morfología y color las fases presentes. La Tabla 2 muestra las fases, morfología y color característica de cada una de ellas.

Tabla II Fases, morfología y color de una aleación A356 T6 (Fernández et. Al, 2008).

Fase.	Morfología.	Color.
Si	Partículas gruesas, placas angulares	gris
Mg ₂ Si	Partículas pequeñas	negro
Fe ₂ Si ₂ Al ₉	Escritura China	Gris pardo
Fe ₃ SiAl ₁₂	Escritura China	Obscuro

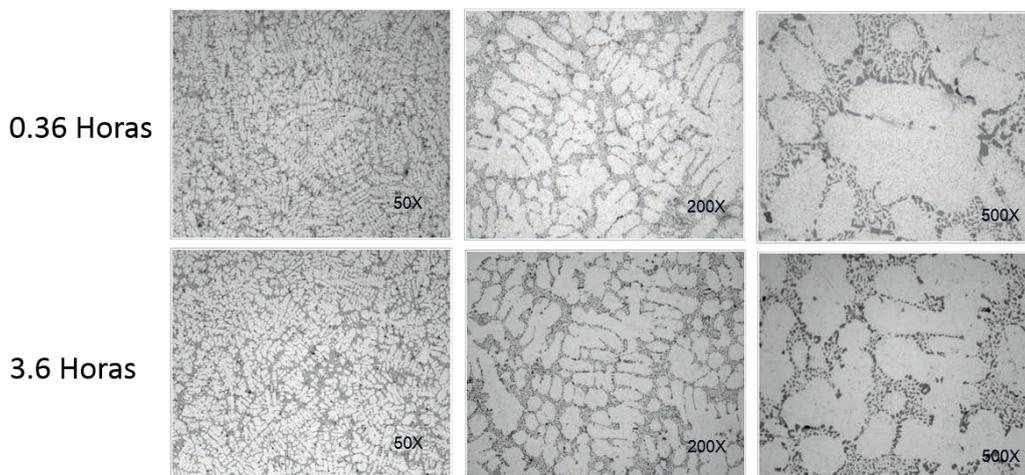


Figura. 3 Micrografías de las muestras señaladas sometidas a un envejecido de 190°C a 0.36 y 3.6 horas.

En las micrografías de la Figura 3 se observa la fase blanca rica en aluminio y el eutéctico producto de la afinidad química de los elementos de aleación y el aluminio, la distribución del eutéctico se observa uniforme, y su morfología está presente en forma de placas pequeñas no tan angulares y en su mayoría esférica favoreciendo su dureza.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten concluir que se alcanzó un incremento en la micro dureza Vickers con respecto al material base o con poco tiempo de tratamiento de envejecido.

Los valores más altos los obtuvieron las muestras a los tiempos 0.36 horas y 3.6 horas.

A partir de 4.8 horas la dureza cayó significativamente, muy probablemente por el sobrevejecimiento.

BIBLIOGRAFIA

- ABDULWAHAB, M., Madugu, I., Yaro, S., & Popoola, A. (2012). "Effects of Temper Conditions and Step-Quenching-Ageing on the Hardness Characteristics and Yield Strength of A356.0-type Al-Si-Mg Alloy. Silicon" 4(2), [pp.137-143]. <http://dx.doi.org/10.1007/s12633-012-9111-5>
- DAVIS, H. E, Troxell, G. E y Wiskocil, C. W, (1964) Ensayo e Inspección de los Materiales en Ingeniería. McGRAW-HILL.
- FERNÁNDEZ P., Restrepo O.J.(2008). "Microstructural analysis of A356-T6 aluminum alloy on high tension connectors". *Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia* N.º 44. [pp. 20-29].
- MOHAMED A.M.A., Samuel A.M., Samuel F.H. & Doty H.W. (2009). "Influence of additives on the microstructure and tensile properties of near-eutectic Al-10.8%Si cast alloy". *Materials and Design*, Vol. 30, [pp. 3943-3957].
- MOHAMED A.M.A., Samuel F.H. & kahtani S. A.I. (2012). "Influence of Mg and solution heat treatment on the occurrence of incipient melting in Al-Si-Cu-Mg cast alloys". *Materials Science and Engineering A*, Vol. 543, [pp. 22-34].
- SANTOS E, Yenque D., J. Rojas O., Rosales U., V., 2001, "Acerca del ensayo de dureza". *Notas Científicas. INDUSTRIAL DATA* (4) Vol. 2, [pp 73-80]
- ZULUAGA D., Colorado, J., Gómez J., Suárez C., Serna P., Aristizábal R. (2017). "Influencia del tratamiento térmico de envejecimiento sobre la microestructura de una aleación aluminio silicio". *Revista Colombiana de Materiales.*, 10, [pp. 23-30].

BIOPROSPECCIÓN GENÓMICA DE BACTERIAS EXTERRMOFILAS DEL ALTIPLANO DE SAN LUIS POTOSI

ERIKA PAOLA RAMOS IRACHETA ¹ SANDRA PEREZ MIRANDA ²

RESUMEN

En este escrito se reportan las actividades realizadas durante el 19° Verano de investigación científica en el proyecto “Bioprospección genómica de bacterias extremófilas del altiplano de San Luis Potosi” donde se trabajó aislando la Actinobacteria *Streptomyces* de suelo de diferentes puntos estratégicos del altiplano de San Luis Potosi, como lo son: Salinas, Cerro de San Pedro y Sierra de Alvarez. Como objetivo principal fue encontrar actinobacterias (*Streptomyces*) para secuenciar y estudiar genes específicos para aplicaciones industriales en un futuro en el Instituto Potosino de Investigación, Ciencia y Tecnología (IPICYT).

Así como también se trabajó al lado del Dr. Pablo Delgado Sánchez de la Facultad de Agronomía de La Universidad Autónoma de San Luis Potosí colaborando en sus proyectos con cactáceas de la región, de las cuales también se adquirieron muestras de suelo de raíz de *Opuntia Megarhiza*.

ABSTRACT

In this writing the activities are brought realized during 19 ° Summer of scientific investigation in the project “Genomic Bioprospect of Actinobacterias of the plateau of San Luis Potosi” where one worked isolating the actinobacteria *Streptomyces* of soil of different strategic points of the plateau of San Luis Potosi, like it are: Salinas, Hill of San Pedro and Saw of Alvarez. As main target was to find actinobacterias (*Streptomyces*) for secuenciar and to study specific genes for industrial applications in a future in the Institute Potosino of Investigation, Science and Technology (IPICYT).

As well as also one worked next to Dr. Pablo Delgado Sánchez of the faculty of Agronomy of The Autonomous University of San Luis Potosí collaborating in its projects with cactaceous of the region, of which also there were acquired samples of soil of root of *Opuntia Megarhiza*.

INTRODUCCIÓN

La clase *Actinobacteria* es un grupo de bacterias Gram positivas, comúnmente conocidos como Actinomicetos debido a que una de sus características es la formación de micelios ramificados similar al de los hongos. Este grupo de microorganismos se encuentran en diversos ambientes tales como es el suelo, agua, plantas e incluso realizan interacciones con algunos insectos o animales.

Las Actinobacterias realizan funciones biológicas importantes de degradación de compuestos orgánicos como celulosa y quitina, que pueden ser aprovechadas por otros organismos. Otra característica importante de esta clase de bacterias es la producción de metabolitos secundarios que han sido aprovechados en la industria farmacéutica por su función antibacteriana, antifúngica o antitumoral. Los actinomicetos son cosmopolitas, están distribuidos en los ecosistemas naturales en todo el mundo y juegan un papel importante en el reciclaje de la materia orgánica, dicho grupo microbiano ha recibido considerable atención de las industrias farmacéutica y alimentarias, en la Biorremediación y últimamente en la agricultura, debido a que son fuente importante de sustancias con actividad biológica de gran utilidad para el hombre.

Los actinomicetos han jugado un papel importante en el desarrollo de la biotecnología, con impactos positivos en distintos ámbitos; desde la medicina, la industria y hasta la agricultura. En este trabajo se pretende el aislar cepas del suelo potosino para por medio de la ingeniería genética y la biología molecular estudiar con herramientas de bioinformática genes específicos claves para darle una aplicación industrial, ya sea el desarrollo de un producto o algún servicio. Con forme al avance de éste proyecto se definirá la aplicación industrial a la cual sea más viable realizar.

MÉTODOS Y MATERIALES

Tabla 1. Medios de cultivo Actinobacterias

MÉTODOS

1. Inocular por normal y/o suelo obtenidas diferentes
2. Aislamiento de resultantes de técnica de puras.
3. Tinciones de estructura de las encontradas.
4. Lavados de raíz para verificar la esta cactácea e Actinobacterias de medios de

RESULTADOS

Se obtuvieron cepas de de coordenadas de San Luis Potosí con los de medios de cultivos de parámetros específicos estas. Cabe señalar que estancia no se pudieron avanzados en cuanto al gran trabajo de campo cepa. Se hicieron largos recorridos y excavaciones para tomar muestras de suelo de los diferentes puntos de Salinas, Cerro de San Pedro y Sierra de Álvarez.

Medio de cultivo	Componentes
1.MMM (g/L)	Bactotripton 5g CaCo3 1g Glucosa 10g Almidón 20g Extracto de Levadura 5g Agar bacteriológico 18g
2.SFM(g/L)	Harina de Soya 20 g Manitol 20g Agar Bacteriológico 20g
3.MM (g/L)	Ácido Bórico 0.022g CaCl2 0.4g KCl 0.2g MgSO ₄ .7H ₂ O 10 g Na ₂ CO ₃ 0.1g Na ₂ SO ₄ 1g Na ₂ HPO ₄ 0.08g NaCl 5g NH ₄ NO ₃ 0.06g Peptona 5g Extracto levadura 1g Agar Bacteriológico 18g
4.CMM1(g/L)	Casaminoacid 4g LiCl 5g MgSO ₄ .7H ₂ O 0.25g NH ₄ Cl 1g Sacarosa 10g Trisbase 1.2g Extracto Levadura 2g Agar Bacteriológico 18g
5.GLICEROL ASPARAGINA(G/L)	Asparagina 1g Glicerol 10g KH ₂ PO ₄ 1g Sol'n traza de sal 1ml pH 7.2 Agar bacteriológico 10g
6. ISP4(g/L)	Almidón 10g K ₂ HPO ₄ 1g MgSO ₄ 1g NaCl 1g (NH ₄) ₂ SO ₄ 2g CaCO ₃ 2g FeSO ₄ 1g MgCl 1g ZnSO ₄ 1g pH 7
7.AGAR EXTRACTO SUELO(g/L)	Peptona 5g Extracto de carne 3g Extracto de suelo 1 L Agar Bacteriológico 20g

GENERALES

técnica de estriado cruzado las muestras de de cada sitio en los medios de cultivo. Actinobacterias los medios de cultivos por resiembra hasta quedar Gram para identificar morfológicamente la Actinobacterias de *Opuntia Megarhiza* microbiota proliferante en identificación de por medio de las técnicas cultivo selectivos.

Actinobacterias aisladas estratégicas del altiplano métodos antes planteados selección con nutrientes y para la reproducción de por el corto tiempo de la tener resultados proyectado, pero si hubo un detrás de lograr aislar una

CONCLUSIONES

El proyecto concluye, en lo que corresponde a la estancia, en que efectivamente los suelos potosinos son muy aptos para la proliferación de Actinobacterias resistentes a altas temperaturas entre otras más características de su genoma, del cual se puede por medio de técnicas de ingeniería genética y bioinformática secuenciar y obtener copias de un gen específico para obtener aplicaciones industriales para un servicio o un producto de valor comercial. En cuanto a la cactácea *Opuntia Megarhiza*. se encontraron coordenadas ubicadas en el Cerro de san Pedro ,San Luis Potosí en las cuales se pudo observar la presencia de alrededor de 20 individuos aproximadamente en cada sitio muestreado.

BIBLIOGRAFIA



Alexander M (1980). Introducción a la microbiología del suelo. Traducción al español por J. J. Peña-Cabriales (491 pp.). AGT Editor, México.

Prescott LM, Harley JP y Klein DA (2004). Microbiología. Traducción al español por C. Gamazo de la Rasilla y Lasa U. I., 5ª ed. (1240 pp.). Ed. Interamericano, España.

Valdés M, Pérez NO, Estrada-de los Santos P, Caballero-Mellado J, Peña-Cabriales JJ, Normand P and Hirsch AM (2005). Non-Frankia actinomycetes isolated from surface-sterilized roots of Casuarina equisetifolia fix nitrogen. Applied and Environmental Microbiology 71:460-466.

AGRADECIMIENTOS

En especial a la Dra. Anfitriona Sandra Pérez Miranda por haberme recibido con mucho entusiasmo y hacerme parte de su interesante proyecto.

Al Instituto Potosino de Investigación, Ciencia y Tecnología (IPICYT) y a la Facultad de Agronomía de la UASLP por estar al pendiente de los estudiantes de verano con los apoyos de transporte y localización de casas de asistencia seguras para los estudiantes foráneos.

PRODUCCION DE BIOETANOL DE SEGUNDA GENERACION

Fernanda Daniela Pérez Vertti Rodríguez¹ y Aldo Amaro Reyes²

RESUMEN

Los biocombustibles constituyen una alternativa importante para la demanda actual energética a nivel nacional y mundial. La fermentación tradicional requiere de 50-70 horas para producir la concentración máxima de etanol del 7-8% (v / v). Se puede demostrar con un método de fermentación electrostática que se es capaz de acelerar la fermentación de la glucosa utilizando *Saccharomyces cerevisiae* como el microorganismo de fermentación para producir etanol. El método, cuando se aplica a la fermentación por lotes de 1 litro de mezcla de fermentación que contiene levadura seca sin precultivo, es capaz de lograr el rendimiento de etanol en el nivel de gravedad alta (12,3% v / v) en 24 horas.

ABSTRACT

Biofuels are an important alternative to current energy demand at the national and global levels. Traditional fermentation requires 50-70 hours to produce the maximum ethanol concentration of 7-8% (v / v). It can be demonstrated by an electrostatic fermentation method that is able to accelerate the fermentation of glucose using *Saccharomyces cerevisiae* as the fermentation microorganism to produce ethanol. The method, when applied to 1-liter batch fermentation mixture containing unprepared dry yeast, is capable of achieving the ethanol yield at the high gravity level (12.3% v / v) in 24 hours.

Palabras clave: Electro-fermentación (EF), Inmovilización, micro cápsulas.

INTRODUCCION

Con la globalización de la creciente demanda de energía, la escasez de energía es un problema mundial común. El bioetanol es considerado como el combustible renovable alternativo con mayor potencial para reemplazar los combustibles derivados de los combustibles fósiles, y con un potencial para una reducción significativa de las emisiones de gases de efecto invernadero. Las mezclas de agua y etanol son importantes en todo el proceso del bioetanol. El conocimiento de los puntos de inflamación de la mezcla, son necesarios para su manipulación, almacenamiento y transporte seguros. (Baeyens et al., 2015)

La fermentación de materias primas azucaradas se refiere al bioetanol de "primera generación", mientras que el uso de materias primas lignocelulósicas se llama "bioenergía de segunda generación". La "tercera generación" de bioetanol de algas está en sus primeras etapas de investigación. (Baeyens et al., 2015)

ELECTRO-FERMENTACION

La electro-fermentación (EF) consiste en controlar electroquímicamente el metabolismo fermentativo microbiano con electrodos. Los electrodos pueden actuar como sumideros de electrones o fuentes que permiten la fermentación desequilibrada. También pueden modificar el medio cambiando el balance redox. (Moscovitz, Toledo-Alarcón, Trably & Bernet, 2016)

INMOVILIZACION DE LEVADURAS

Entre las principales ventajas que presentan los sistemas biotecnológicos que utilizan células inmovilizadas se encuentra su facilidad para el manejo de una mayor densidad celular comparado con los procesos tradicionales, un mejor control en sistemas continuos y la posible recuperación de la biomasa para su posterior reutilización.

La floculación es un proceso que muchas cepas sufren de manera natural (Stewart y Russel, 1986). La adsorción consiste en la adhesión de las levaduras a la superficie externa de un soporte. La incorporación de células a matrices sólidas se realiza por el atrapamiento de las mismas en el seno de un material polimérico. Las matrices más adecuadas son polímeros naturales como el alginato.

METODOS Y MATERIALES

Preparación de DNS

¹ Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Biológicas. Carretera Torreón Matamoros Km. 7.5, Ejido el Águila, 27275 Torreón, Coahuila. fpv.0794@gmail.com

² Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Química. C.U., Cerro de las Campanas, Centro Universitario, 76010 Santiago de Querétaro, Querétaro. aldo.amaro@uaq.edu.mx

-Se preparo 50mL

-Pesar: 0.05g de Acido 3,5 dinitrosalicilico

15g de Tartrato sodio potásico

0.8g de NaOH al 2M

16g – 200mL

0.8g – 10mL

- Guardar en frasco obscuro en el refrigerador.

Preparación de preinóculo

Se realizo un medio YPD 100mL para dividirlo en 2 matraces de 50mL cada uno y ahí se sembraron las 2 levaduras, las cuales son: *Saccharomyces Cerevisiae SP500* y *P5300*.

El medio YPD contenía (para 50 ml):1g de Dextrosa, 1g de Peptona, 1g de Glucosa y 0.5g de Extracto de Levadura. Se esterilizo y se dejó enfriar.

Medio para alta producción de bioetanol

Se realizo un medio para inocular los 50mL de levadura que previamente se habían preparado. Se preparo 1L por cada cepa, en total 2L.

El medio contenía: 236g/L de Sacarosa $C_{12}H_{22}O_{11}$, 1g/L de Fosfato Na_2HPO_4 y 28g/L de Sulfato $(NH_4)_2 SO_4$

Inmovilización de levaduras

Se preparo 1 medio para la alta producción de bioetanol (ya realizado). Posteriormente se preparó Alginato de Sodio al 1.5% (400mL de volumen final; se pesaron 6g). Se puso agua a hervir y durante la ebullición y con agitación se agregaba el alginato. Esto creaba una consistencia gelatinosa.

Después de esto se preparo $CaCl_2$ al 3% (1 L de volumen final; se pesaron 30g). Al tener todo listo se agregó el Alginato a temperatura ambiente a la biomasa. Se deja caer la mezcla final, gota a gota, en la solución de cloruro de calcio (Imagen 1). Con el intercambio de iones calcio (del medio) y sodio (del alginato) se forma una matriz de alginato de calcio que retiene las levaduras. Se peso 100g de la levadura y por último estas levaduras inmovilizadas se sembraron en los medios previamente preparados como se muestra en la imagen 2.

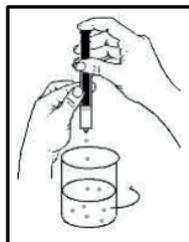


Imagen 1. Representación de cómo se deja caer gota a gota el Alginato y se van formando las micro cápsulas.



Imagen 2. Levaduras inmovilizadas (*Saccharomyces Cerevisiae SP500* y *P5300*), sembradas en medio para alta producción de bioetanol.

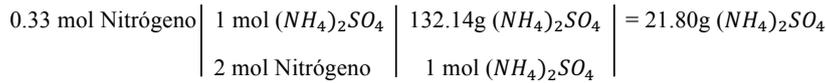
Electro-fermentación

Se realizaron 2 electrodos caseros (imagen 3) para realizar una electro-fermentación con una relación C/N =20 (200g de glucosa es mejor).

$$200g \text{ Glucosa} = \left| \begin{array}{l} 1 \text{ mol Glucosa} \\ 180g \text{ Glucosa} \end{array} \right| \left| \begin{array}{l} 6 \text{ mol Carbono} \\ 1 \text{ mol Glucosa} \end{array} \right| = 6.6 \text{ mol Carbono}$$

$$6.6 \text{ mol Carbono} = \left| \begin{array}{l} 342g \text{ Sacarosa} \\ 1 \text{ mol Sacarosa} \end{array} \right| = 188g \text{ Sacarosa}$$

1 mol Sacarosa 12 mol Carbono



Fosfato de Sodio 1g/L

La electro-fermentación duro 20 horas y se tomó muestra (5mL) cada 2 horas y media, se etiqueto y se congelaron.



Imagen 3. Electroodos caseros

RESULTADOS

Determinación de porcentaje (%) de etanol en base a densidades

Densidad de la mezcla (ρ_m) = 0.80381

ρ_m = Volumen total (10mL)

ρ_{agua} = Volumen $\rightarrow V_T - X$

ρ_{EtOH} = Volumen $\rightarrow X$

1 atm = 760 mmHg

Presión = 1.001 atm en Querétaro

Temperatura = 20°C en Querétaro

Etanol = $\rho = 0.791 \text{ g/cm}^3$

Agua = $\rho = 998.2 \text{ kg/m}^3$

$$W_{mez} = W_{EtOH} + W_{H_2O} \quad (1)$$

$$\rho = \frac{w}{v} \quad \longrightarrow \quad w = \rho * v \quad (2)$$

$$\rho_m V_T = \rho_{EtOH} * X + (\rho_{agua} * (V_T - X)) \quad (3)$$

Despejando la ecuación 3) la X queda de este modo:

$$X = \frac{\rho_m V_m - \rho_{agua} V_T}{\rho_{EtOH} - \rho_{agua}} \quad (4)$$

Resultado

$$X = \frac{(0.80381 \text{ g/mL})(10 \text{ mL}) - (0.9982 \text{ g/mL})(10 \text{ mL})}{0.791 \frac{\text{g}}{\text{mL}} - 0.9982 \frac{\text{g}}{\text{mL}}}$$

$$X = 9.381 \text{ mL}$$

El resultado en la inmovilización de levaduras fue que la levadura *Saccharomyces Cerevisiae SP500* produce más alcohol en menos tiempo.

CONCLUSION

En conclusión, entre las ventajas de las levaduras inmovilizadas se destaca la fermentación sin necesidad de alimentación, lo que puede ser una ventaja ante las levaduras libres, aparte de que son de fácil manejo.

La EF es una tecnología reciente que puede utilizarse para superar algunas de las limitaciones de la fermentación convencional. Se espera para un futuro que esta tecnología pueda mejorar y aparte controlar mejor las fermentaciones microbianas aumentando la especificidad de las rutas metabólicas y superando los límites termodinámicos.

BIBLIOGRAFIA

Baeyens, J., Kang, Q., Appels, L., Dewil, R., Lv, Y., & Tan, T. (2015). Challenges and opportunities in improving the production of bio-ethanol. *Progress In Energy And Combustion Science*, 47, 60-88. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pecs.2014.10.003>

Moscoviz, R., Toledo-Alarcón, J., Trably, E., & Bernet, N. (2016). Electro-Fermentation: How To Drive Fermentation Using Electrochemical Systems. *Trends In Biotechnology*, 34(11), 856-865. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tibtech.2016.04.009>

Stewart, G. G., y Russell, I. 1986. One hundred years of yeast research and development in the brewing industry. *Journal of the Institute of Brewing*. 92: 537–558.

Marañón, I., Elejalde, E., Chavarri, M., López de Armentia, I., & Villarán, M. (2017). INMOVILIZACIÓN DE LEVADURAS POR MICROENCAPSULACIÓN PARA LA FERMENTACIÓN DE MOSTOS. Barcelona: CIMNE. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/269629071_Inmovilizacion_de_levaduras_por_encapsulacion_para_la_fermentacion_de_mostos

Mathew, A., Wang, J., Luo, J., & Yau, S. (2015). Enhanced ethanol production via electrostatically accelerated fermentation of glucose using *Saccharomyces cerevisiae*. *Scientific Reports*, 5(1). <http://dx.doi.org/10.1038/srep15713>

MEDICION DE PARAMETROS DE CALIDAD EN MUESTRAS DE CARBON

Francisco Andrés Treviño Borrego¹, Griselda Escalante Ibarra², Juanita Yazmin Guevara Chavez²

Facultad de Metalurgia de la Universidad Autónoma de Coahuila

RESUMEN

En este artículo se muestran los resultados obtenidos durante una serie de pruebas a un carbón metalúrgico mediante varios análisis, estas operaciones son el análisis de ceniza en el carbón, el análisis de materia volátil, el análisis del índice de hinchamiento libre, y el análisis de humedad total, así como para ver su composición química en porcentajes de carbón (C), hidrogeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N) y azufre (S). Se estudió el comportamiento del carbón a distintas temperaturas, en diferentes lapsos de tiempo para llegar al objetivo de poder aplicar los diferentes métodos a todo tipo de muestras de carbón y coque.

ABSTRACT

In this article it shows the results obtained during a series of tests for a metallurgical carbon through various analyzes, these operations are the analysis of ash in carbon, volatile matter analysis, the analysis of the free swelling index. And the total moisture analysis, as well as to see their chemical composition in percentages of carbon (C), hydrogen (H), oxygen (O), nitrogen (N), sulfur (S). It was studied behavior of carbon At different temperatures, at different times to reach the objective of being able to apply the different methods to all kinds of samples of carbon and coke.

Palabras Clave: Carbón Coquizable, Análisis inmediato, Análisis elemental

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la normatividad ambiental y dinámica de la economía mundial exige un mejor aprovechamiento de las materias primas involucradas en los diferentes procesos industriales, especialmente en aquellos en los que se involucran combustibles de origen fósil como el carbón. El carbón juega un papel fundamental en la demanda industrial y en el desarrollo del país por su abundancia y distribución. En México el 95 por ciento del carbón es obtenido en el norte del país. Aquí empieza a tomar demasiada importancia el coque, ya que es un derivado del carbón.

Para obtener los parámetros de calidad del coque se cuarteo la muestra, para después proceder a distintos análisis, en los cuales todos se pesaban las muestras, y después se calentaban a diferentes temperaturas, para posteriormente dejarlas enfriar, y en algunos casos pesar la muestra enfriada, o comparar las muestras con la serie de perfiles estándar.

El carbón es una roca sedimentaria compuesta principalmente por una fracción orgánica (macérales), o en menor proporción, por sustancias minerales, que contiene asimismo agua y gases en poros submicroscópicos.

Los cambios que sufre el carbón a medida que se va formando proporcionan un enriquecimiento de carbono, puesto que éste permanece mientras que el resto de elementos que lo componen (oxígeno y nitrógeno) van desapareciendo. La composición y estructura de un carbón dependen del proceso particular de carbogenesis que este ha sufrido. En este sentido, para la caracterización de un carbón se hace referencia a su composición petrográfica, es decir, a la proporción y distribución de sus respectivos macérales y minerales constituyentes.

De esta manera se distinguen, por ejemplo, los carbones húmicos, compuestos fundamentalmente de vitrinita y que dan lugar a la denominada serie ligno-hullera o natural, y los carbones sapropélicos, con una alta proporción de extinitas, como las ampelitas y bogues.

Además de esta clasificación inicial por tipos, se debe establecer el rango del carbón, o magnitud de la alteración metamórfica que éste ha experimentado, para la caracterización de su composición y estructura.

Los carbones son clasificados para definir sus rendimientos en sus utilidades en determinadas áreas o aplicaciones y, por tanto, para establecer sus precios.

Según su grado de carbonificación creciente, se pueden distinguir los siguientes tipos generales de carbones:

- Turba: el de peor calidad y por tanto el que menos proporción de carbono tiene (apenas el 50-55%). Es el primer carbón que se forma tiene un color verde parduzco y en el momento de su extracción todavía contiene mucho agua, por eso debe ser secado antes de usarse como combustible.
- Lignito: Cuando la turba se va comprimiendo se va formando el lignito. Es de color negro y suele tener una textura similar a la de la madera de la que procede. Tiene un porcentaje en carbono entre el 55% y el 75%. Es un combustible de calidad media.
- Hullas: La hulla contiene entre el 75% y el 90% en carbono y es duro, negro, opaco y graso. Se forma cuando se comprimen las capas de lignito en la era primaria y es el tipo de carbón más abundante y el llamado carbón de piedra más utilizado.
- Antracita: Procede de la transformación de la hulla. Es el mejor de todos los tipos de carbones con un porcentaje en carbono que va del 90% en adelante.

El carbón metalúrgico, también conocido como carbón coquizable, es considerado como un ingrediente vital en el proceso de producción del acero. Casi el 70% del acero producido depende directamente de este tipo de carbón.

El principal uso del carbón mineral, especialmente la hulla y carbones bituminosos (carbones coquizables), es en la producción de coque metalúrgico, usado para la obtención de arrabio (material fundido que se obtiene en el altos hornos mediante reducción del mineral de hierro, utilizado como materia prima en la obtención del acero) y en otras industrias metalúrgicas.

MÉTODOS Y MATERIALES

¹ Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad De Metalurgia, Carretera 57 Km 5, C.P: 25710, Monclova, Coahuila, andrestrevino0904@gmail.com

Muestreo y clasificación del carbón

El carbón estudiado se muestreó manualmente, ya que es probablemente el más viejo de todos los métodos de muestreo probabilístico. También se le llama cuarteo de cornisa, ya que se originó en las minas de estaño de Cornwall.

Se llevó a cabo con los siguientes pasos:

1. El material se extiende en una placa lisa de fierro o una superficie de concreto, se apila en forma conica colocando cada palada exactamente en el ápex. Esta operación se repite 4 o 5 veces con la finalidad de dar a las partículas una distribución homogénea respecto a un eje de revolución, esto en simetría respecto al eje vertical.
2. El material se distribuye por medio de una pala para formar, primero, un cono truncado y, después, un pastel circular plano, respetando lo más posible la simetría lograda en el primer paso.
3. El pastel circular se divide en 4 partes a lo largo de dos diagonales perpendiculares entre si y dos cuartos opuestos se separan entre sí.

Ro Tap:

Reproducen el movimiento circular y de golpeo del tamizado manual, pero mediante una acción mecánica reproducible. La tamizadora realiza un movimiento circular de la pila de tamices y un brazo mecánico hace un movimiento de golpeo sobre la parte superior de la pila de tamices, imitando así perfectamente y de forma reproducible la agitación manual con golpes adicionales de los tamices en un lateral. En este método usamos cinco tamices distintos de malla número:

- #12
- #60
- #230
- #270
- #400

Análisis de Humedad Total en el Carbón:

Este método es aplicable para todo tipo de muestras de carbón y coque, para determinar el contenido de humedad. Requiere una balanza electrónica con sensibilidad de 0.1gr. Una Mufla que alcance los 999°C así como una espátula, los crisoles necesarios para la prueba (en este caso son 5), y el equipo de seguridad personal.

El desarrollo de esta prueba consiste en estos 6 pasos:

1. Pesar el crisol vacío y anotar el peso en un formato de identificación de muestras.
2. Agregar 5gr. de la muestra a el crisol (Esto se identificará como PM.)
3. Tomar el peso del crisol con el material para anotarlo en el formato de identificación. (Esto se identificará como PH.)
4. Colocar los crisoles en la mufla a una temperatura de $107\pm 3^{\circ}\text{C}$ durante un periodo de 2 horas.
5. Sacar la muestra de la mufla y dejarla enfriar de 5 a 10 minutos.
6. Pesar el crisol con la muestra seca y anotar el peso en el formato de identificación. (Esto se identificará como PS.)

Análisis de Ceniza en el Carbón

Este método es aplicable para todo tipo de muestras de carbón y coque, para determinar el contenido de cenizas en el carbón.

Requiere de un tamizador o Ro Tap, una balanza analítica con sensibilidad de 0.1mg. Una mufla con temperatura de 700 a 750°C así como una espátula, los crisoles necesarios para realizar la prueba (en este caso 5) y unas pinzas largas para sujetar los crisoles, y el equipo de seguridad personal.

El desarrollo de dicha prueba consiste en lo siguiente:

- Pesar el crisol vacío y anotar el peso en un formato de identificación (se identificará con la letra B).
- Sobre el crisol se agrega 1gr de la muestra que debe estar seca y pulverizada pasada por la malla 60 (se identificará con la letra C).
- Se colocan los crisoles con la muestra dentro de la mufla la cual debe estar a una temperatura de 700 a 750°C durante 2 horas (No olvide usar guantes como pinzas de seguridad).
- Sacar los crisoles y dejar enfriar durante 15 minutos para posteriormente pesar la muestra calcinada y anotarla en un formato de identificación (se identificará con la letra A).

Análisis de Materia Volátil en el Carbón

Este método es aplicable para todo tipo de muestras de carbón y coque, para determinar el contenido de la materia volátil en el carbón.

Requiere de una balanza analítica con sensibilidad de 0.1mg. Crisoles de platino o cromo níquel con tapas adecuadas a cada crisol. Una mufla que alcance 999°C, así como la espátula y pinzas largas para sujetar los crisoles, sin olvidar el equipo de protección personal.

Para realizar esta prueba se seguirán estos pasos:

- Pesar el crisol de platino o níquel con tapa y anotar el peso en un formato de identificación.
- Sobre el crisol de platino o níquel se agrega 1gr. de la muestra que debe estar seca y pulverizada pasada por la malla 60. (se identificará con la letra A)
- Tapar los crisoles e introducirlos dentro de la mufla a una temperatura de $950\pm 20^{\circ}\text{C}$ durante 7 minutos.
- Sacar la muestra de la mufla sin quitar la tapa del crisol para posteriormente dejarla enfriar por no más de 15 minutos. (Si la tapa se abrió causando pérdida en la muestra, se repetirá el análisis)
- Anotar el peso del crisol más la muestra calcinada. (se identificará con la letra B)

Análisis del Índice de Hinchamiento Libre del Carbón

Este método cubre el análisis de muestras de carbón, determinando el índice de hinchamiento libre en una muestra de carbón pulverizada por la malla 60.

Se requiere de una balanza analítica con sensibilidad a 0.1mg. Crisoles con tapas adecuadas a cada crisol. Dos muflas que alcance los 999°C, una tabla de perfiles estándar, así como una espátula y el equipo de protección personal. Los pasos a seguir para el desarrollo de dicha prueba consiste en lo siguiente:

- Colocar 1gr. de la muestra que debe estar seca y pulverizada pasada por la malla 60 en un crisol limpio y seco. (Nivelar la muestra con ligeros golpes antes de poner la tapa del crisol)
- Colocar el crisol en la primera mufla que debe tener una temperatura de $800 \pm 10^\circ\text{C}$ en un tiempo de 6.5 minutos.
- Al transcurrir el tiempo sacar el crisol y con mucho cuidado introducirlo en la otra mufla que debe tener una temperatura de $820 \pm 5^\circ\text{C}$ en un tiempo de 10.5 minutos.
- Sacar el crisol, remover el botón de coque con las pinzas cuidadosamente para posteriormente compararlo con el número de perfil que se le parezca más en la tabla de perfiles. (Reporte como cero si el residuo no es coherente.)

RESULTADOS

La tabla 1 muestra los resultados de los análisis próximos realizados a las cinco muestras de carbono los cuales fueron calculados a partir de estándares de materiales de carbono regidos por normas AIST en base a la literatura analizada, se puede observar que el porcentaje de humedad se encuentra en los parámetros óptimos ya que, el valor más alto abarca índices de 1.3% lo cual indica un factor importante para sus caracterizaciones posteriores, así como el análisis de materia volátil y de cenizas mostrando valores de 18.53 y 52 % respectivamente.

Tabla I. Resultados de los análisis de Porcentaje de Humedad, de Cenizas y de Materia Volátil individuales.

Muestra	Análisis Próximo (% peso base seca)		
	Humedad	Cenizas	M.V
1	0.936	41	17.53
2	1.06	51	13.37
3	1.30	49	18.03
4	.90	52	18.53
5	.64	40.4	15.04

Una vez analizadas las muestras por análisis próximos y arrojando resultados favorables se analizan las tres principales muestras y cada uno de los resultados del análisis elemental: Carbono, Hidrogeno, Oxigeno, Nitrógeno y Azufre se muestran a continuación en la tabla II. Mostrando un bajo contenido de azufre y altas concentraciones de carbono indica que favorablemente nuestro carbón analizado puede convertirse en un producto solido grafitizable aplicable en la industria del acero y el aluminio.

Tabla II. Resultados de los análisis ultimo (análisis elemental)

Muestra	C	H	O	N	S
1	90.2	3.9	3.7	1.4	0.80
2	89.1	3.4	3.4	2.41	1.69
3	88.9	4.3	4.2	1.1	1.5

CONCLUSIÓN

La importancia de los análisis que se llevaron a cabo, es mostrar los rangos en los cuales es factible trabajar con el carbón, para ver los parámetros de calidad, compararlos y saber el uso que se le dará posteriormente dependiendo de los grados de alcance de los mismos. En la región el carbón es una fuente de material muy basta, e importante para la siderurgia. La hulla es una roca sedimentada orgánica que contiene entre un 45 y 90% de Carbón y 17% de materia volátil factores de vital importancia para determinar la aplicación industrial, entre ellas está el ser usado como combustible en altos hornos de las acerías, así como gamma de aplicaciones que deriva en su capacidad altamente aromática, para lo cual es necesario contar con los parámetros adecuados de análisis próximos y análisis últimos. Lo que, puede observarse en nuestras muestras expuestas, los análisis muestran resultados favorables por lo cual se considera que el carbón metalúrgico analizado es útil para la industria del acero y aluminio a partir de su tratamiento térmico y de la generación de subproductos.

BIBLIOGRAFIA

ENCINAS M. (1979). Energéticos y desarrollo tecnológico, México: Limusa Editorial.

Flores García, E. (1988). “Geología y reservas de los yacimientos de carbón de la República Mexicana”, en *Salas, G. P. (1988), Geología económica de México*, FCE, México.

Martines Santana, V. (2016). Ciencia del carbón, Venezuela: Antonio Madrid Editorial.

Cortes V. (2009). “Carbón”, pp.11-20. Consultada en <http://www.factoria3.com/documentos/CARBON.pdf> (fecha de consulta 12-07-2017)

Rojas González, A. (2007). “Efecto de las condiciones de desvolatilización de carbones pulverizados sobre las características físicas de carbonizados”. En *Ingeniería e Investigación*, abril-Sin mes, [pp, 32-40].

EFFECTO DEL TRATAMIENTO TERMICO SOBRE LAS PROPIEDADES MICROESTRUCTURALES DEL COMPÓSITO AlN/AZ91E

Gonzalo Villarreal Mata¹ y Josefina García Guerra ²

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación comprende la caracterización de compósitos de matriz metálica AlN/Mg mediante la técnica de infiltración espontánea llevada a cabo a una temperatura de 850°C. Para la fabricación de los compósitos se empleó como matriz una aleación comercial de magnesio AZ91E y como refuerzo partículas cerámicas de AlN. El nitruro de aluminio contenido en los compósitos fue de ~48% volumen; los compuestos obtenidos se trataron térmicamente en condiciones de tratamiento térmico T6. La caracterización se llevó a cabo por medio de técnicas de difracción de rayos X, microscopía óptica y dureza Vickers.

ABSTRACT

In the present research work the characterization of composites of metallic matrix AlN / Mg by the technique of spontaneous infiltration carried out at a temperature of 850 ° C. For the fabrication of the composites, a commercial alloy of magnesium AZ91E was used as matrix and as a reinforcement ceramic particles of AlN. The aluminum nitride contained in the composites was ~ 48% volume; The obtained compounds were heat treated under T6 heat treatment conditions. The characterization was carried out by means of X-ray diffraction techniques, optical microscopy and Vickers hardness.

Palabras Clave: material compuesto AlN/Mg, caracterización, tratamiento térmico

INTRODUCCIÓN

Actualmente, ha incrementado el uso de materiales estructurales de baja densidad, resistentes a la corrosión y al desgaste. En este contexto los materiales compuestos de matriz metálica (MMC) han sido ampliamente estudiados y empleados por sus excelentes y específicas propiedades logradas. Específicamente el magnesio y sus aleaciones presentan bajo punto de fusión, buena maquinabilidad, estabilidad dimensional y bajo requerimiento de energía para su procesamiento lo que lo hace más atractivo para ser empleado como matriz en MMC; esto aunado a que es 40% más ligero que el aluminio, lo que contribuye a la fabricación de materiales compuestos con excelentes propiedades específicas (1-4). Puesto que tanto la velocidad de desgaste como los mecanismos implicados en el mismo dependen, no solo de la cantidad de partículas de refuerzo, sino también de otros factores tales como: el proceso de obtención de los materiales, la naturaleza de la interfase matriz- refuerzo, el tamaño de partículas, etc. Con estos materiales se han realizado investigaciones para determinar las propiedades de los mismos, pues el su comportamiento depende de sus propiedades microestructurales, de la aplicación de la carga y del sistema de contacto (5), y han sido objeto de múltiples estudios de caracterización de sus propiedades estructurales y funcionales.

MÉTODOS Y MATERIALES

El material compuesto AlN/Mg fue obtenido empleando la técnica de infiltración sin presión externa de la aleación Mg-AZ91E en preformas porosas (48%) de AlN ($D_{50} = 5 \mu\text{m}$) a temperatura de 850 °C y tiempo de 2 horas. Adicionalmente los compósitos AlN/Mg fueron sometidos al tratamiento térmico (T6) a 530°C durante 2.5 h, seguido de un templado en agua y finalmente un envejecido artificial a 190°C por 12 h. Todos los procesos fueron llevados a cabo en atmósfera controlada de Argón. Tal como se muestra en la figura 1.

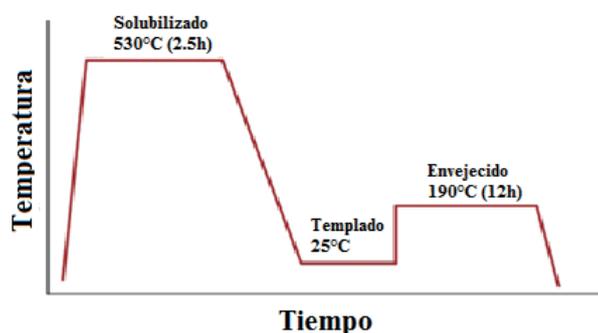


Figura 1 Representación del tratamiento térmico (T6) aplicado

La preparación de los sustratos, después de realizar el tratamiento térmico T6, se llevó a cabo cortando, las muestras en una cortadora BUEHLER IsoMET (figura 2a) de baja velocidad obteniendo de cada muestra 6 cortes en total 6 muestras de dimensiones finales de 1 x 0.5 x 1 cm como se muestra en la figura 2b. Posteriormente se utilizaron lijas de 220, 400, 600, 1000 en para devastar manualmente las muestras hasta un acabado espejo

a)

b)

¹Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Carretera 57 km 5, C.P: 25710, Monclova, Coahuila, gonz_9426@hotmail.com

²Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Carretera 57 km 5, C.P: 25710, Monclova, Coahuila, Josefinagarcia@uadec.edu.mx

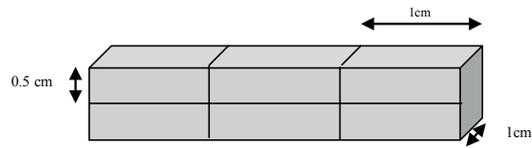


Figura 2 Imagen de Cortadora de diamante, de baja velocidad, ISOMET (a), (b) Representación esquemática de los cortes de las probetas

La caracterización microestructural del compuesto AlN/Mg se llevó a cabo empleando técnicas de difracción de RX (Siemens D5000, con una aceleración de voltaje de 40 keV y una intensidad de corriente de 20 mA. El rango de detección fue de 20° a 80° con un tamaño de paso de 0.02 y una velocidad de barrido de 2°/min. Para esta técnica se utilizó un difractor SIEMENS D5000. La microestructura de los compuestos finales, fueron observadas en un microscopio electrónico marca OLYM PUS GX 51 (Fig 3) de barrido JEOL JSM-6400 a una aceleración de voltaje de 15 kV.

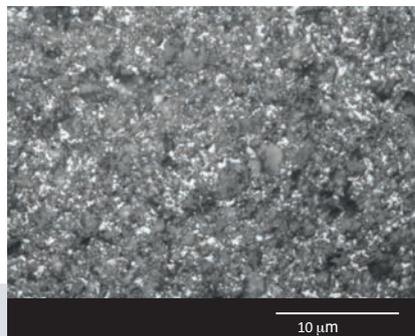


Figura 2 Imagen del Microscopio óptico OLYMPUS GX 51

RESULTADOS

La figura 3a muestra la imagen del microscopio óptico en donde se puede ver la dispersión de las partículas (región gris oscura) dentro de la matriz (gris claro), así como la existencia de poros en el material. La micrografía SEM de la Figura 3b muestra la microestructura del compuesto AlN/Mg obtenido por infiltración a 850°C durante 2h. Se aprecia la dispersión homogénea de las partículas cerámicas (fase clara) que se encuentra en una proporción aproximada del 52% de partículas de AlN en relación con un 48% de la matriz metálica (fase oscura). Se exhibe que el compuesto presenta una baja porosidad remanente. En los materiales compuestos el origen de los poros pueden tener diversas fuentes, por ejemplo, el entrapamiento de gases durante la infiltración y la contracción de la aleación de la matriz durante la solidificación, la cual aparte de generar poros también puede generar esfuerzos residuales o grietas en las zonas entre las partículas de refuerzo. Cabe mencionar que en esta imagen no se alcanza apreciar reacción interfacial entre el refuerzo y la matriz. Lo cual coincide con lo reportado por Taheri-Nassaj (3) el cual menciona que la reactividad de este refuerzo en contacto con una aleación metálica fundida no es tan alta como la del SiC.

a)



b)

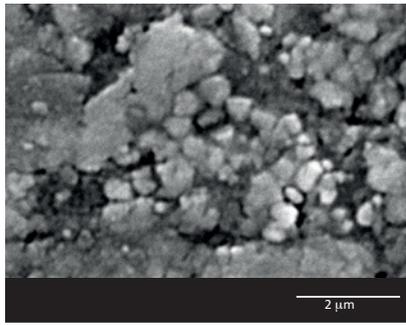


Figura 3 Micrografías del compuesto AlN/Mg : a) óptico y b) SEM

Por otro lado, el patrón de difracción de los compósitos Mg-AZ91E/AlN mostrado en la figura 4 presenta el difractograma DRX de los compuestos fabricados a 850°C en el que se pueden identificar las fases de AlN, Mg y una fase de $Mg_{17}Al_{12}$, dicha fase es característica de esta aleación y no un producto de reacción durante la infiltración del material compuesto. Así, se puede decir que por medio de esta técnica de rayos X no se detectaron productos de reacción interfaciales entre el refuerzo y la matriz.

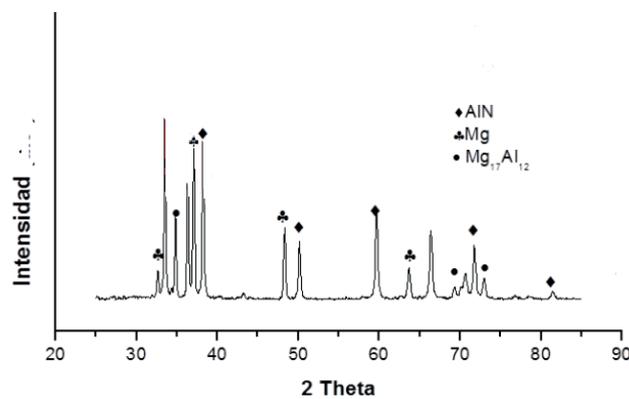


Figura 4 patrón de difracción de RX del compuesto AlN/Mg

La dureza de los compósitos se midió utilizando el ensayo de dureza Vickers, en la tabla se muestran los valores promedio de dureza de los materiales compuestos Mg-AZ91E/AlN y de la aleación base. Al introducir una fase dura como el AlN incrementa la resistencia a la penetración de la superficie metálica. Este efecto se corrobora al comparar los valores de dureza del compuesto con la aleación de magnesio AZ91E monolítica, lo cual también permite corroborar que la distribución de las partículas de nitruro de aluminio fue homogénea, así mismo el efecto del tratamiento térmico T6 se observa en los valores de microdureza. El endurecimiento por precipitación involucra la formación de finas partículas (precipitados) que actúan bloqueando el movimiento de las dislocaciones, mecanismo que provoca un aumento en la dureza del metal. En general, el efecto que pueden producir las partículas de refuerzo sobre las propiedades de la matriz es tan importante como el efecto de los precipitados de segunda fase en endurecimiento por precipitación en la aleación metálica (6)

Tabla 1 Dureza Vickers de los materiales evaluados

Material	Dureza (HV)
Aleación	68
AlN/Mg	240
AlN/Mg-T6	298

CONCLUSIONES

Se concluye que la presencia de partículas cerámicas de nitruro de aluminio en una matriz suave de la aleación de magnesio, así como la aplicación de tratamientos térmicos T6, genera un efecto benéfico en las propiedades mecánicas del material. Generando mayor resistencia al desgaste y la corrosión.

BIBLIOGRAFIA

- (1) D.R. Askeland. (2003) Ciencia e Ingeniería de los Materiales 3ª Ed, Ed. I.T. Ediciones,
- (2) B. Ashok Kumara, N. Muruganb. (2012). Metallurgical and Mechanical Characterization of Stir Cast AA6061-T6–AlNp Composite. Materials & Design, Volume 40 52-58
- (3) Taheri-Nassaj, Kobashi. (1995). Fabrication of an AlN particulate aluminium matrix composite by a melt stirring method. Dept. of Materials Processing Engineering, Nagoya Univ, Japan.
- (4) M. Zheng, K. Wu, and C. Yao.(2001) Effect of Interfacial Reaction on Mechanical Behavior of SiCw/AZ91 Magnesium Matrix Composites. Materials Science and Engineering A, 318(1-2): Pag. 50-56
- (5) C. A. León , Y Arroyo, E. Bedolla, E. A. Aguilar, R. A. L. Drew.(2006). Properties of AlN-Based Magnesium-Matrix Composites Produced by Pressureless Infiltration. Materials Science Forum, 509: Pag. 105-110.
- (6)L. Salvo, M. Suéry, D. Towle, C. M. Friend. (1996). Age-Hardening Behaviour of Liquid-Processed 6061 Alloy Reinforced With Particulates and Short Fibres. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing. 27(12): Pag. 1201-1210.

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UN ACERO GRADO ESTRUCTURAL MEDIANTE TRATAMIENTOS TERMICOS DE NORMALIZADO

Ilse Daniela Sánchez López¹ y Evelyn Rodríguez Reyna²

RESUMEN

La aplicación de tratamientos térmicos de normalizado a un acero de grado estructural (SPE 448 EOL) a temperaturas y tiempos establecidos de acuerdo a un diseño de experimentos, permite analizar los cambios inducidos en las propiedades mecánicas, los cuales se obtendrán mediante la caracterización por pruebas físicas y metalográficas, con la finalidad de observar las variaciones de fase ferrita-perlita, dureza, tamaño de grano, límite elástico, % de elongación, energía absorbida mediante pruebas de impacto y cantidad de óxidos presentes en el acero. El análisis de los resultados obtenidos, permitió determinar la temperatura y el tiempo óptimo para llevar a cabo el tratamiento térmico de normalizado y obtener las mejores propiedades del acero antes mencionado.

ABSTRACT

The application of normalized thermal treatments to a structural grade steel (SPE 448 EOL) at temperatures and times established according to a design of experiments, allows to analyze the changes induced in the mechanical properties, which will be obtained by the characterization by tests physics and metallography, with the purpose of observing the variations of ferrite-perlite phase, hardness, grain size, elastic limit, % elongation, energy absorbed by impact tests and quantity of oxides present in the steel. The analysis of the obtained results allowed to determine the temperature and the optimum time to carry out the normalized heat treatment and to obtain the best properties of the aforementioned steel.

Palabras Clave: Tratamiento térmico, normalizado, propiedades mecánicas

INTRODUCCION

El tratamiento térmico, incluye calentar y enfriar la pieza de trabajo para alterar su estructura. Para evitar o minimizar los efectos indeseables de la configuración de la pieza de trabajo, en el acabado de la superficie y en las tolerancias dimensionales, la preparación del trabajo y el tipo de pieza de trabajo antes del tratamiento, son factores que deben considerarse.

El objetivo de los tratamientos térmicos es proporcionar a los materiales unas propiedades específicas adecuadas para su conformación o uso final. Tales tratamientos, no modifican la composición química de los materiales, pero si otros factores tales como los constituyentes estructurales y la granulometría, y como consecuencia las propiedades mecánicas. Se pueden realizar tratamientos térmicos sobre una parte ó la totalidad de la pieza en uno ó varios pasos de la secuencia de manufactura.

Un tratamiento térmico consta de tres etapas que se presentan a continuación:

- Calentamiento hasta la temperatura fijada: La elevación de temperatura debe ser uniforme en la pieza.
- Permanencia a la temperatura fijada: Su fin es la completa transformación del constituyente estructural de partida. En este caso tiempo de permanencia es proporcional al espesor de la muestra.
- Enfriamiento: Este enfriamiento tiene que ser rigurosamente controlado en función del tipo de tratamiento que se realice.

El normalizado es uno de los tratamientos térmicos más fáciles de efectuar. Se utiliza lo mismo para piezas fundidas, forjadas o mecanizadas, y sirve para afinar la estructura y eliminar las tensiones que suelen aparecer en la solidificación, forja o en otras operaciones posteriores. Como el nombre indica, se da este tratamiento a los aceros para que den con los constituyentes y características que puedan considerarse normales o propios de su composición. Se efectúa no sólo después de la forja o laminación, sino también después de ciertos sobrecalentamientos o enfriamientos hechos en malas condiciones y siempre que se quieren eliminar los efectos de cualquier calentamiento o tratamiento anterior. La normalización también puede utilizarse para mejorar la maquinabilidad, modificar y retinar las estructuras dendríticas de piezas de fundición, y refinar el grano y homogeneizar la microestructura para mejorar la respuesta en las operaciones de endurecimiento.

El acero es una aleación de hierro (Fe) y carbono (C). Con una estructura cristalina determinada más o menos deformada, dispuesta de manera más o menos homogénea, con mayor o menor tamaño y forma, que puede estar reforzada por componentes duros.

El acero SPE 448 EOL es acero estructural de alta resistencia y baja aleación. Con una resistencia mínima de 50 ksi, cumple con los requisitos en propiedades químicos y físicos similares al ASTM A572 / 709.

Este acero es utilizado en casi cada faceta de fabricación estructural. Aplicaciones típicas incluyen:

- Componentes estructurales de acero: componentes de puentes, componentes para estructuras mar adentro
- Plantas de energía
- Equipo de minería y movimiento de tierra
- Equipo de manejo de carga (Load-handling equipment)
- Componentes de torres eólica

¹ Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Alberto Braniff #208, Aviación, C.P:25617, Frontera, Coahuila, ilsesanchezlo79@gmail.com

² Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Zenzontle # 2017, Col petrolera, C.P. 25710, Monclova, Coahuila, evrodriguezr@uadec.edu.mx

MÉTODOS Y MATERIALES

De una placa de dimensiones, 20 mm de espesor, 2995 mm de ancho y 12711.9 mm de largo se realizaron once cortes para muestras de impacto y tensión respectivamente. El maquinado de las muestras para las pruebas de tensión se realizó en una maquina Hurco, Para las probetas de impacto se obtuvieron 3 probetas de un cuadro de 6x6 plg, con una ranura con un ángulo de 45°.

Se realizaron pruebas a probetas sin tratamiento térmico para observar el antes y después del normalizado siguiendo posteriormente con los tratamientos; se llevaron a cabo once ensayos, de los cuales, diez se realizaron a nivel laboratorio a probetas de tensión y cuadros de impacto y uno a una placa a nivel industrial de dicho acero.

Normalizado N#0: El tratamiento nombrado N#0 fue llevado a cabo en la línea de normalizado a diferencia de los demás tratamientos se procesó una placa de dimensiones ya mencionadas entrando primero a la unidad de carga de Shot Blast en la cual se eliminan óxidos, grasa, suciedad, escamas de laminación u otras materias por medio de granalla y proporciona una superficie limpia para un calentamiento uniforme. Posteriormente entra al horno, la placa fue calentada a 841°C manteniéndose así en una atmosfera de nitrógeno por 19 minutos, al salir la placa pasa por camaras de enfriamiento que constan de rodillos de acero al carbón.

Los siguientes tratamientos fueron llevados a cabo en una mufla Thermolyne modelo CP53615 cada uno a diferentes condiciones y todos con enfriamiento al aire.

Normalizado N#1: Fue realizado con los mismos parámetros para observar la diferencia entre el horno con atmosfera de nitrógeno y el resultado del tratamiento realizado en una mufla, la temperatura 841°C por 19 min con enfriamiento al aire.

Los tratamientos de normalizado del 2 al 11 se realizaron siguiendo la matriz de experimentos mostrada en la **Tabla 1**.

Después de llevar a cabo todos los tratamientos se procedió a realizar la caracterización de las probetas mediante pruebas de tensión, el cual fue realizado en el laboratorio de pruebas físicas, en una maquina universal de 3000 lb, poniéndose la probeta en dicha maquina conectando el extensómetro que mide el limite elástico y la última tensión, después se retiró y continuó el ensayo hasta llegar a la ruptura de la probeta midiéndose luego el % de elongación.

Posteriormente, se realizaron pruebas de impacto (Charpy), el cual fue llevado a cabo en una maquina Tinus Olsen, las probetas fueron enfriadas con nitrógeno líquido y alcohol hasta llegar de temperatura ambiente a 0°C sometidas a 5 min de empape, posteriormente son impactadas mediante un péndulo, siendo así como se mide la energía absorbida durante el ensayo.

Además de esto, se realizó una caracterización metalográfica, seccionando la probeta de tensión y obteniendo una muestra de cada una las cabezas de tensión según la orientación del laminado de la placa con una sierra vertical Birmingham kV-50A, dichas muestras fueron montadas en baquelita pasando después por el pulido, empezando por un pulido rudo con lija #40 en una pulidora Leco DG-14 seguido por un pulido consecutivo de lijas #320, 1200, 2400 para pasar a un pulido con pasta diamante para el análisis de nivel de inclusiones sin ataque y un pulido con alúmina y ataque con nital para el análisis de porcentaje de fases y tamaño de grano.

Las muestras para el análisis de nivel de inclusiones, tamaño de grano y porcentaje de fases fueron observadas en microscopio Olympus PMg3 a 100 aumentos mediante el software AxioVision at Zeiss Homepage.

La dureza del material fue evaluada en el durómetro Wilson RB200T, siendo antes la cabeza de tensión pulida para llevar a cabo el ensayo de dureza correctamente, en una escala HRB.

RESULTADOS

En la **Tabla 1** se muestra el diseño de experimentos con el que se llevaron a cabo los tratamientos, así como los resultados de las pruebas de caracterización realizadas a cada una de las probetas. En esta tabla se muestran los resultados de la muestra 0, la cual corresponde a una probeta tratada térmicamente por normalizado en planta. La probeta 1 corresponde a una probeta tratada térmicamente por normalizado en condiciones similares al normalizado en planta, pero realizada en laboratorio. Las probetas 2 a la 11, corresponden al diseño de experimentos establecido.

Tabla 1. Diseño de experimentos y resultados obtenidos de pruebas antes y después del normalizado

PLACA	TEMPERATURA	TIEMPO	ESPESOR	UT	LE	% E	DUREZA	PERLITA	FERRITA	TG	OXIDOS
AS ROLLED			0.597	73031	56247	50.1	79.57	16.15	72.96	8.44	1.5
N#0	841	19	0.597	68340	50057	56.6	79	25.57	74.43	8.95	1.5
N #1	841	19	0.597	67146	48008	50	77	7.23	92.77	9.04	1
N #2	841	31.6	0.597	68100	48737	50.2	78	15.21	84.79	9.57	1
N #3	841	26.6	0.597	67215	47149	50	78	12.91	86.63	9.45	1.5
N #4	841	36.6	0.597	67372	48547	49.9	77	16.74	83.26	9.8	1.5
N #5	831	31.6	0.597	67661	48487	48.8	76	8.8	91.2	9.43	1
N #6	831	26.6	0.597	67916	48965	49.6	78	10.24	89.76	9.41	1
N #7	831	36.6	0.597	68011	49192	49.8	76	11.85	88.15	9.17	1.5
N #8	851	31.6	0.597	66603	48157	49.9	76	10.23	89.77	9.18	1.5
N #9	851	26.6	0.597	66495	49268	49.8	76	11.63	88.37	9.33	1.5
N #10	851	36.6	0.597	67375	49430	50	78	13.42	86.58	9.43	1.5

Las Tablas 2, 3 y 4, muestran los análisis MANOVA de la matriz de experimentos con sus resultados. Estas tablas muestran los resultados más relevantes obtenidos. Como se puede ver en la Tabla 2, esta tabla relaciona los valores de última tensión con las variables de tiempo y temperatura, siendo mucho más significativa la respuesta a la variación de temperatura que del tiempo, tal como se puede apreciar en la Figura 1 a y b.

Tabla 2. Resultados de la última tensión respecto a las temperaturas y tiempos

Analysis of Variance Table for UT						
Source		Sum of	Mean		Prob	Power
Term	DF	Squares	Square	F-Ratio	Level	(Alpha=0.05)
A: Temp	2	1712980	856490.1	2.92	0.14426	
B: Tiempo	3	259313.4	86437.8	0.3	0.82803	
S	5	1464825	292965			
Total (Adjusted)	10	3572450				
Total	11					

* Term significant at alpha = 0.05

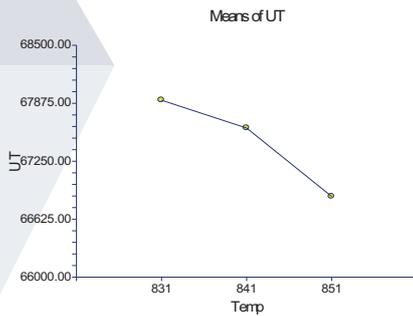


Figura 1a. Valores de última tensión con respecto a la variación de temperatura

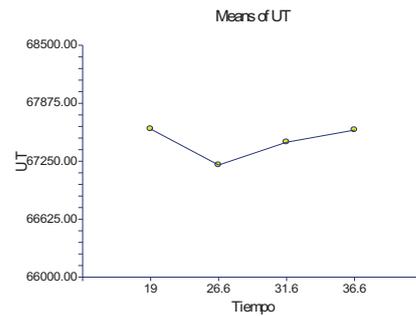


Figura 1b. Valores de última tensión con respecto a la variación del tiempo

La Tabla 3 muestra el análisis de los resultados del % de elongación con respecto a la variación de temperatura y tiempo. Como se puede observar en esta table, la temperatura no parece tener un efecto significativo en los valores obtenidos, sin embargo, el tiempo parece tener mayor efecto sobre los resultados finales de elongación, tal como se observa en la Figura 2 a y b.

Analysis of Variance Table for E						
Source		Sum of	Mean		Prob	Power
Term	DF	Squares	Square	F-Ratio	Level	(Alpha=0.05)
A: Temp	2	0.6688889	0.3344444	0.07	0.928772	
B: Tiempo	3	12.91422	4.304741	0.97	0.477613	
S	5	22.29778	4.459556			
Total (Adjusted)	10	43.37636				
Total	11					

* Term significant at alpha = 0.05

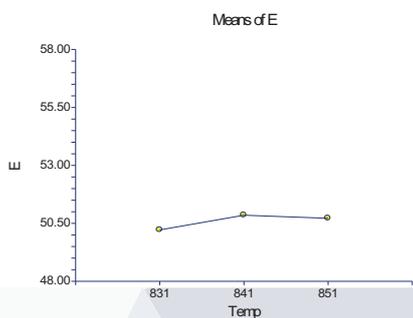


Figura 2a. Valores de % de elongación en función de la temperatura

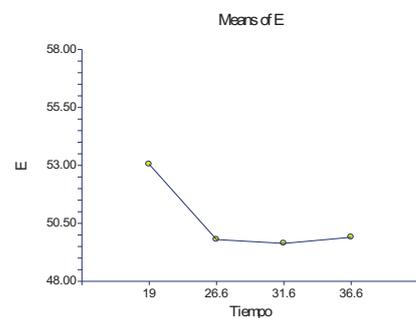


Figura 2b. Valores de % de elongación en función del tiempo

La Tabla 4 muestra el análisis de los valores de dureza con respecto a la variación de temperatura y tiempo. Como se puede observar en esta tabla, el análisis muestra mayor efecto de la temperatura sobre la dureza que el tiempo, tal como se puede observar en la Figura 3 a y b.

Analysis of Variance Table for dureza						
Source		Sum of	Mean		Prob	Power
Term	DF	Squares	Square	F-Ratio	Level	(Alpha=0.05)
A: Temp	2	2	1	0.68	0.54722	
B: Tiempo	3	0.8	0.2666667	0.18	0.904367	
S	5	7.333333	1.466667			
Total (Adjusted)	10	11.63636				
Total	11					
* Term significant at alpha = 0.05						

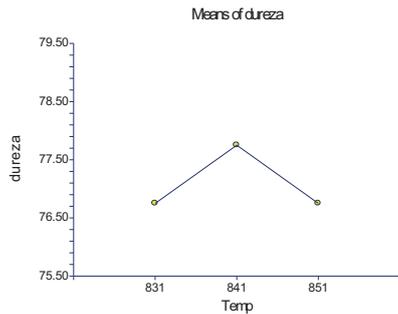


Figura 3a. Valores de dureza en función de la temperatura

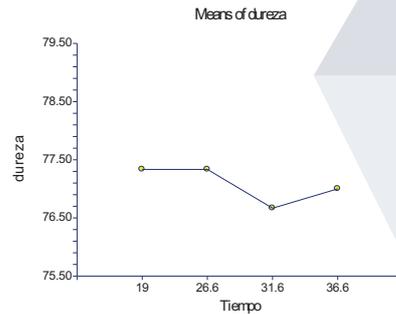


Figura 3b. Valores de dureza en función del tiempo

CONCLUSIONES

Según los datos obtenidos durante las pruebas de tensión, impacto y metalografía de los tratamientos térmicos de normalizado, se pudo observar que el parámetro que modifica y mejora las propiedades del acero es la temperatura, ya que como se pudo observar en las tablas anteriores existe una mayor variación de resultados en función a la temperatura, siendo 841°C la temperatura la cual arroja las mejores propiedades mecánicas mediante las pruebas.

Se obtuvo buena refinación, homogenización de estructura y una gran variación de dureza en comparación a las demás temperaturas. Ayudando todas las mejoras al acero para su posterior aplicación en sus distintas ramas.

BIBLIOGRAFIA

PÉREZ PATIÑO, J. ANTONIO. (1996). "Tratamientos térmicos de los aceros", pp. 42-45. Consultada en <http://eprints.uanl.mx/435/1/1020115008.PDF> (fecha de consulta 01-07-2017).

LEECO, STEEL. (2012). "Lamina de acero S355". Consultada en <https://www.leecosteel.com/es/1%C3%A1mina-de-acero-s355.html> (fecha de consulta 05-07-2017).

MATERIAL COMPUESTO DE ALTO DESEMPEÑO Y LARGA VIDA UTIL

J. A. Carreño Barajas 1, J. E. Camporredondo Saucedo 2. RESUMEN

El presente proyecto se enfoca en el desarrollo de un nuevo material compuesto a partir de materiales de reciclaje como el plástico y residuos de madera, así mismo para optimizar y mejorar el desempeño en aplicaciones de amplio uso como son la fabricación de tarimas para transporte de mercancías. Se aplicaron técnicas de síntesis que incluyen termólisis y prensado para la conformación de un material económico y ecológico con ventajas adicionales con respecto a sus antecesores como los son el HDPE (Polietileno de alta densidad), la viruta de madera y PET (polietileno tereftalato) este material desarrollado con una mejor resistencia a la compresión y la flexión hasta en un 200% con respecto al material original.

Palabras clave: aserrín de madera, polímeros termoplásticos, reciclaje.

ABSTRACT

The present project focuses on the development of a new composite material from recycling materials such as plastic and wood waste, as well as to optimize and improve the performance in applications of wide use such as the manufacture of pallets for freight. Synthesis techniques were applied including thermolysis and pressing for the formation of an economic and ecological material with additional advantages with respect to its precursors such as HDPE (high density polyethylene), wood chips and PET (polyethylene terephthalate) Material developed with a better resistance to compression and flexion up to 200% with respect to the original material.

Keywords: Wood sawdust, thermoplastic polymers, recycling

INTRODUCCIÓN

Aglomerados de polímeros de hdpe con residuos de madera en hojuela

Hoy en día la gran demanda de productos envasados en recipientes de polímeros como lo son el pet y hdpe genera un gran problema ambiental a escala mundial, sin embargo, los procesos para reutilizar los residuos constituyen una oportunidad de generar desarrollos tecnológicos y con un enorme potencial para el desarrollo de nuevos materiales como una ruta alterna al tratamiento de reciclaje de los mismos. Así mismo, el desecho otorgado por los aserraderos suponen un volumen muerto ya que su utilidad es muy pobre, sin embargo con estos desecho se puede lograr el desarrollo de nuevos materiales. El presente proyecto se enfoca en el desarrollo experimental de síntesis de un material compuesto de HDPE con un porcentaje de madera en la forma de viruta, hojuela y aserrín. Se evidenció la viabilidad de obtener un nuevo material mucho más resistente que sus precursores con una larga vida útil, ya que los podemos utilizar para la carga o transporte de materiales pesados de 0 a 800 kg.

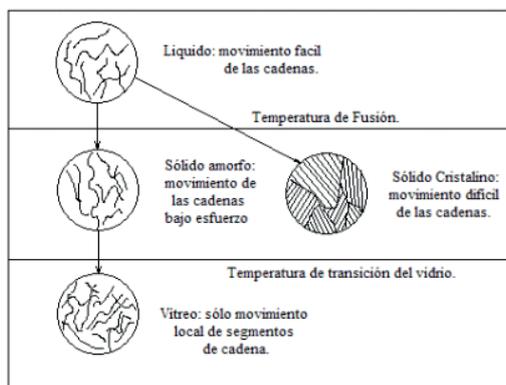
MARCO TEORICO

El polietileno de alta densidad es un polímero de la familia de los polímeros olefinicos (como el polipropileno), o de los polietilenos. Se designa como HDPE (por sus siglas en inglés, High Density Polyethylene) o PEAD (polietileno de alta densidad). Es, con seguridad, el termoplástico con el que estamos más familiarizados en nuestro día a día. El HDPE, o polietileno de alta densidad, está presente en objetos tan cotidianos como botellas, envases, juguetes, cascos, envases de cosméticos y alimentos y topo tipo de objetos domésticos. De hecho, es el polímero sintético con un mayor volumen de producción en todo el mundo. Es inodoro, insipido y no tóxico.

Entre las características del HDPE están su ligereza, su flexibilidad, incluso con temperaturas bajas y su alta resistencia a los impactos. Los productos y agentes químicos, así como los ácidos, no le provocan daño, y también soporta temperaturas del agua por encima del centenar de grados. El HDPE sufre oxidación a 50 °C junto con degradación de las moléculas del polímero. Incluso a temperaturas ordinarias, en presencia de la luz, padece una degradación. Frente a la oxidación térmica, la incorporación de antioxidantes puede reducirla e incluso suprimirla. Respecto a la conductividad eléctrica, en el caso de este termoplástico es baja. Tiene además una alta resistencia dieléctrica y un factor de potencia bajo (9,15). Por añadidura, es reciclable y respetuoso con el medio ambiente.

A diferencia del polietileno de baja densidad, es más duro, fuerte y pesa más, además de ser menos dúctil. Dentro de la familia del polietileno, el HDPE convive con el llamado UHMWPE (Ultra High Molecular Weight Polyethylene), que se usa para fabricar fibras muy resistentes, como las que se usan en los chalecos antibalas, y es hasta 15 veces más resistente que el acero de carbón ante la abrasión.

Residuos de madera: Cada vez es más común la práctica de reciclar y de reutilizar residuos de madera para la fabricación de nuevos productos y aplicaciones. La versatilidad de la madera permite construir una gran variedad de productos. Uno de los productos más populares fabricados con madera reciclada, es el triplex o el tablex que se utiliza especialmente en embalajes y construcción. También se utiliza el aserrín para cubrir los pisos de las pesebreras, la madera triturada para los jardines y como producto para el compost. La madera reciclada continúa conservando sus propiedades naturales y por eso garantiza un buen desempeño, aun cuando es reutilizada. De esta forma se garantiza la madera que resulta en las demoliciones pueda tener una nueva vida, en lugar de dejarla podrir y dañar. Desarrollo de tarimas y materiales a partir de aglomerados de HDPE, UHMWPE y aserrín en hojuela. Tratamiento de HDPE: Cristalización y deformación. La cristalinidad, es importante en los polímeros, ya que afecta sus propiedades mecánicas y ópticas. La cristalinidad se presenta durante el procesamiento de los polímeros como resultados de cambios en la temperatura y de esfuerzos aplicados; alentar la cristalización del polímero también ayuda a incrementar su densidad, resistencia al ataque químico y propiedades mecánicas, incluso a temperaturas más elevadas, debido a la fuerte unión existente entre las cadenas. Además la deformación endereza y alinea las cadenas, produciendo una orientación preferente.



MÉTODOS Y MATERIALES

Efecto de la temperatura sobre los termoplásticos. Las propiedades de los termoplásticos cambian en función de la temperatura. Es necesario saber la forma en que ocurren estos cambios, ya que pueden ayudarnos a:

- El diseño de mejores componentes.
- Guiar el tipo de técnicas de procesamiento que deban utilizarse.

Se pueden observar varias temperaturas y estructuras críticas, las cuales una vez que se hayan enfriado por debajo de la temperatura de fusión, los materiales termoplásticos pueden ser amorfos o cristalinos. Con mayor frecuencia los termoplásticos de ingeniería están formados por regiones amorfas y cristalinas. La cristalinidad de los materiales termoplásticos puede introducirse por temperatura (enfriamiento lento) o mediante aplicación de esfuerzos.

Degradación por efectos térmicos. La degradación térmica consiste en la escisión de cadenas moleculares a elevadas temperaturas. Una consecuencia de esto es que algunos polímeros experimentan reacciones químicas que producen especies gaseosas. Estas reacciones se evidencian por la pérdida del peso del material; la estabilidad térmica de los polímeros es una medida de su resistencia a esta descomposición. La estabilidad térmica se relaciona principalmente con la magnitud de las energías de enlace de los diferentes componentes de un polímero: las energías más elevadas corresponden a los materiales más estables térmicamente.

Temperatura de degradación.

A temperaturas muy altas puede destruirse los enlaces covalentes entre los átomos dentro de la cadena lineal y el polímero puede quemarse o carbonizarse. En los polímeros termoplásticos, la descomposición se presenta en estado líquido esta sería la temperatura de degradación. Algunos materiales agregados a los termoplásticos como, por ejemplo, la piedra caliza, el talco, la alúmina, etc. Actúan como estabilizadores térmicos, es decir, estabilizadores de calor. Absorben el calor protegiendo la matriz polimérica. La exposición a otras formas de productos químicos o de energía por ejemplo, oxígeno, radiación ultravioleta y ataques por bacterias también hace que el polímero se degrade o se envejezca lentamente, incluso a bajas temperaturas.

Datos técnicos del PET:

Propiedad	Unidad	Valor
Densidad	g/cm ³	1.34 - 1.39
Resistencia a la tensión	MPa	59 - 72
Resistencia a la compresión	MPa	76 - 128
Resistencia al impacto, Izod	J/mm	0.01 - 0.04
Dureza	-	Rockwell M94 - M101
Dilatación térmica	10 ⁻⁴ / °C	15.2 - 24
Resistencia al calor	°C	80 - 120
Resistencia dieléctrica	V/mm	13780 - 15750
Constante dieléctrica (60 Hz)	-	3.65
Absorción de agua (24 h)	%	0.02
Velocidad de combustión	mm/min	Consumo lento
Efecto luz solar	-	Se decolora ligeramente
Calidad de mecanizado	-	Excelente
Calidad óptica	-	Transparente a opaco
Temperatura de fusión	°C	244 - 254

Presenta buena resistencia en general a: grasas y aceites presentes en alimentos, soluciones diluidas de ácidos minerales, álcalis, sales, jabones, hidrocarburos alifáticos y alcoholes. Posee poca resistencia a: solventes halogenados, aromáticos y cetonas de bajo peso molecular. Tabla: Resistencia química del PET

DATOS TECNICOS DEL POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE)

Densidad g/cm ³ ISO 1183	0.95
Resistencia a la tracción N/mm ² DIN EN ISO 527	28
Resistencia al alargamiento % DIN EN ISO 527	+8
Alargamiento de la rotura %	300
Módulo-E MPa DIN EN ISO 527	850
Resistencia al impacto KJ/m ² DIN en ISO 179	Sin Rotura
Resistencia al impacto en probeta KJ/m ² DIN EN ISO 179	50
Dureza superficial N/mm ² DIN EN ISO 2039-1	45
Dureza shore D ISO 868	66
Expansión lineal coeficiente K-1 DIN 53752	1'8 · 10 ⁻⁴
Conductividad térmica W/m·K DIN 52612	0.38
Comportamiento ante el fuego	Normal inflamable
Rigidez dieléctrica KV/mm VDE 0308-21	44
Resistencia superficial Ohm DIN IEC 167	10 ¹⁴
Rango de temperatura °C	-100 hasta +80
Resistencia a los productos químicos	Alta resistencia a los ácidos, álcalis y disolventes
Aceptable fisiológicamente	Sí
Soldadura	Sí
Refuerzo fibra de vidrio	-
Laquedo, impresión	-
Moldeado en caliente	Posible

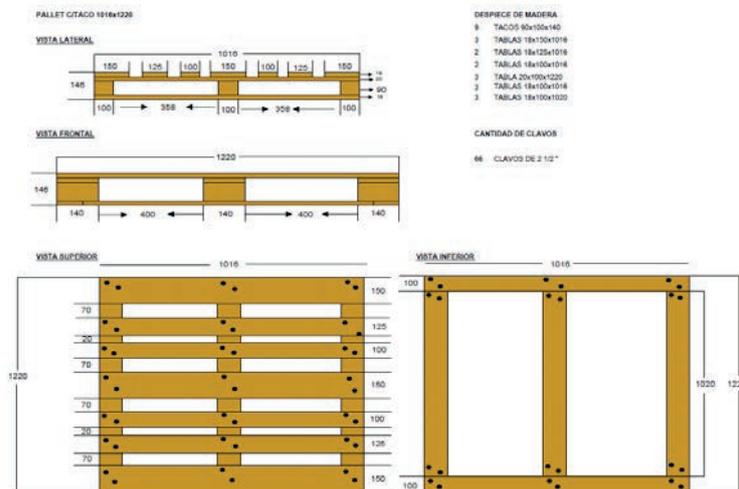
METODOLOGÍA

- 1) Selección de la muestra.
- 2) Obtención y tratamiento de los datos.
- 3) Determinación del diseño de investigación.
- 4) Especificación de las hipótesis
- 5) Organización del trabajo de campo.
- 6) Tratamiento térmico.
- 7) Análisis de los datos e interpretación de los resultados.

RESULTADOS

El resultado de las pruebas obtenidas en este proyecto dio como comparativa a los compósito de madera un mejoramiento en las propiedades de compresión hasta en un 500% es decir la madera soporto una tonelada de presión mientras que el compósito de madera y PET obtuvo un mejor resultado con 5 toneladas de presión y el resultado de la probeta de madera soporto solo una quinta parte.

Preparando los cálculos para obtener la tarima con medidas estandarizadas, se necesitan 36,475 cm³ de material, como lo muestra la siguiente figura.



-densidad de pino de cerro =490kg/m³
 -Tablas anchas
 Volumen = (b)(l)=(bl)(h)
 (15cm)(100cm)=150cm²
 (1500cm)(2.5cm)=3750cm³-Tablas delgadas
 (7cm)(100)=700cm²
 (700cm)(2.5cm)=1750cm³
 -Pilares
 (15cm)(15cm)=225cm²
 (225cm²)(9cm)=2025cm³
 Volumen de tablas total=18,250cm³
 Volumen de pilares total=18,225cm³
 Volumen total de tarima=36,475cm³

CONCLUSIONES

El control de la temperatura sobre la mezcla del compuesto juega un papel primordial para lograr un comportamiento termoplástico óptimo, encontrándose un valor de 280 °C.

Es importante la uniformidad en el calentamiento por lo que la ubicación del molde dentro de la mufla es estratégica, cuando se aplica el calor de forma no uniforme se generaron muestras con partes del polímero degradado por efecto de la temperatura alta, mientras que en las zonas de baja temperatura no ocurre la impregnación de la madera lo que genera una estructura débil. La compresión de la mezcla del compuesto se llevó a cabo en una prensa hidráulica sobre un molde con lo que se logra una consolidación mecánica del compuesto, proporcionando una elevada resistencia mecánica al favorecer la integración de las partículas que los componen.

BIBLIOGRAFIA

<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.mx/2011/06/polietileno-de-alta-densidad.html>

<https://www.aristegui.info/usos-y-ventajas-del-hdpe/>

http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m6/conformado%20de%20plasticos.pdf

www.textoscientificos.com/polimeros/introduccion

www.losadhesivos.com/definicion-de-polimero.html

www.ejemplos.com/10-ejemplos-de-polimeros

<https://curiosoando.com/que-es-un-termoplastico>

ELABORACIÓN DE MATERIALES MICROCELULARES (ESPUMADOS) A BASE DE POLÍMEROS Y MATERIALES RECICLABLES

Joel Amado Salazar Alvarez¹ y José Francisco Hernández Gámez²

RESUMEN

En el presente trabajo, se realizó un estudio sobre la relación entre el grado de entrecruzamiento, distribución de tamaño de celda y densidad celular en compuestos espumados a base de polietileno de baja densidad (LDPE)-Etinilvinilacetato (EVA) y LDPE-EVA-GTR (polvo de llanta). La preparación de los compuestos se realizó en estado fundido en un mezclador interno (GW brabender) a las concentraciones de 3% de agente entrecruzante, 5% de azodicarbonamida (agente espumante) y 10% de GTR (malla 200), todas en por ciento en peso. Como agente entrecruzante se utilizó 2,5 dimethyl-2,5-di (tert-butylperoxy) hexyne-3 (Trigonox 145). La influencia de la temperatura y el tiempo de residencia durante el vulcanizado en el módulo elástico de las espumas fue analizada en un reómetro oscilatorio (RPA elite). Los resultados obtenidos en el reómetro oscilatorio muestran que los tratamientos a altas temperaturas (180 °C) y tiempos de residencia más prolongados (10 y 20 minutos) promueven un mayor grado de entrecruzamiento y con esto se logra una mayor estabilidad en la espuma. Estos resultados fueron corroborados mediante pruebas de contenido en gel y observando la estructura de las celdas en un microscopio óptico (Zeiss Primo Star GmbH).

ABSTRACT

In this work, study was carried out on the relationship between crosslinking degree, cell size distribution and cell density in low density polyethylene (LDPE)- Etinylvinylacetate (EVA) and LDPE-EVA-GTR (Ground Tire Rubber) composites. The preparation of the compounds was done in melt state in an internal mixer (GW brabender) at a content of 3 wt-% of crosslinking agent, 5 wt-% of azodicarbonamide (ADC) and 10 wt-% of GTRP (200 mesh). As a crosslinking agent 2,5 dimethyl-2,5-di (tert-butylperoxy) hexyne-3 (Trigonox 145) by akzo novel was used. The influence of temperature and residence time during vulcanization on the elastic modulus of the foams was analyzed in an oscillatory rheometer. The results obtained in the oscillatory rheometer show that treatments at high temperatures and longer residence times promote a greater degree of crosslinking and this leads to a greater stability in the foam. These results were corroborated by tests of gel content and observing the structure of the cells in an optical microscope.

Palabras clave: material microcelular, grado de entrecruzamiento, densidad celular, tamaño de celda.

INTRODUCCIÓN

Un material celular polimérico es una estructura de dos fases en la cual una fase gaseosa procedente de un agente espumante bien sea físico o químico, se ha dispersado a lo largo de una matriz polimérica sólida [1-3]. Debido al gran número de propiedades tales como aislamiento térmico y acústico, flotabilidad, baja densidad, resistencia a reaccionar químicamente, alta absorbancia a los impactos y una larga durabilidad, los materiales espumados son muy utilizados en estos días por sus potenciales aplicaciones en la industria automotriz, materiales de construcción, médica y deportiva [4-6].

Normalmente en procesos de espumado donde el proceso de expansión del polímero se produce a alta temperatura es necesario entrecruzar el polímero para poder estabilizar las celdillas durante el crecimiento [1]. Un material está reticulado/entrecruzado cuando se introduce una mayor cantidad de puntos de unión entre las cadenas poliméricas [7-9]. El entrecruzamiento de un polímero implica la formación de estructuras tridimensionales que son las responsables del cambio en las propiedades del polímero. Una de las ventajas añadidas de entrecruzar un polímero es que mejora la estabilidad dimensional del producto final, lo que es beneficioso por ejemplo cuando el material espumado debe ser posteriormente termoformado [1, 8].

El proceso de reticulación puede ser de tipo físico o químico. Dentro de los procesos de reticulación química, los más conocidos son la reticulación por peróxidos y la reticulación mediante azufre (en este caso se emplea el nombre de vulcanización). En relación a los métodos físicos de reticulación, uno de los más conocidos y aplicados es la radiación con electrones de alta energía [7-10]. Todos ellos están basados en la formación de radicales libres en la molécula de la poliolefina que posteriormente se recombinan dando lugar a enlaces covalentes entre cadenas [1].

Es de vital importancia tener un mejor conocimiento de las relaciones fundamentales entre la composición, estructura celular, morfología de la matriz polimérica y las propiedades físicas del material espumado con respecto al proceso de entrecruzamiento [3]. Es por eso que el objetivo de este trabajo es relacionar el grado de entrecruzamiento con la densidad celular y la distribución de tamaño de celda a una concentración de agente reticulante (3%) variando tiempo y temperatura con muestras de LDPE-EVA y LDPE-EVA-GTR. Además, se desea conocer el efecto entre la espuma que contiene LDPE-EVA-GTR y la espuma sin polvo de llanta.

¹ Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas; Blvd. Venustiano Carranza esquina con Ing. José Cárdenas Valdés, Colonia República Oriente, C.P: 25280, Saltillo, Coahuila, joelsalazaralvarez@uadec.edu.mx

² Centro de Investigación en Química Aplicada, Dpto. Procesos de Transformación de Plásticos; Blvd. Enrique Reyna H. 140, C.P: 25294, Saltillo, Coahuila, jose.hernandez@ciqua.edu.mx

MÉTODOS Y MATERIALES

Se utilizó polietileno de baja densidad como matriz termoplástica suministrado por PEMEX, cuyo nombre comercial es PX 20020 P, con una densidad de 920 Kg/m^3 , y un índice de fluidez de 5 g/10 min . El EVA fue suministrado por DuPont & Industrial Polymers (USA), con nombre comercial Elvax® 460, con densidad de 941 Kg/m^3 e índice de fluidez de 2.5 g/10 min . El polvo de llanta fue suministrado por soluciones ecológicas S.A de C.V.

Previo a la preparación de los compuestos, se tamizó el polvo de llanta utilizando como equipo un Ro-Tap® y tamices del número 20, 50, 100, 200, 325 y 400. Se trabajó solamente con el polvo obtenido del tamiz número 200 (tamaño de partícula $75 \mu\text{m}$), esto con la finalidad de observar el efecto del polvo de llanta con un tamaño de partícula muy pequeño, no reportado antes en la literatura.

La preparación de los compuestos se realizó en estado fundido empleando un equipo Brabender Plasticorder ATR dispuesto de una cámara de mezclado de 280 cm^3 utilizando un factor de llenado al 95% de su capacidad con rotores tipo CAM (medio shear stress). Las muestras fueron preparadas a una temperatura de $110 \text{ }^\circ\text{C}$ y una velocidad de los rotores 60 rpm. Primero se adicionó el EVA, seguido del polvo de llanta y después el polietileno de baja densidad, para la mezcla de compuestos. Posteriormente se agregó la azodicarbonamida, el ZnO y por último la sílice, esto en un rango de 10 minutos. A los 10 minutos cumplidos, se incorporó el agente entrecruzante, hasta completar los 15 minutos totales de mezclado. Después de obtener la masa fundida, ésta se colocó en placas de acero de $150 \text{ mm} \times 150 \text{ mm} \times 3 \text{ mm}$, las cuales se introdujeron a una prensa marca Carver por un tiempo de 10 minutos, previamente precalentada a una temperatura de $110 \text{ }^\circ\text{C}$. Finalmente los compuestos se dejaron enfriar por 10 minutos más para obtener placas sólidas sin espumar. Para obtener los materiales espumados se utilizó un reómetro oscilatorio en donde se colocaron las muestras en forma de discos de aproximadamente 33 mm de diámetro, previamente cortados por una suajadora automática, y se hicieron 6 experimentos con muestras de LDPE-EVA y 6 más con muestras de LDPE-EVA-GTR. Se trabajó con temperaturas de 170 y $180 \text{ }^\circ\text{C}$, tiempos de 5, 10 y 20 minutos y fue por duplicado.

Para la medición del tamaño de celdas en los 12 experimentos se utilizó un microscopio óptico Zeiss Primo Star, el cual cuenta con el programa computacional Image-ProPlus que permite medir el tamaño de las celdas mediante una fotografía tomada. Se hicieron 100 mediciones de cada experimento con una magnificación del lente de 4x.

Las muestras de espuma se acondicionaron a $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ y $50 \pm 5 \text{ } \%$ de humedad relativa durante 40 horas y se sometieron a medidas de densidad de acuerdo con la norma ASTM D3575.

Para la medición del grado de entrecruzamiento se realizó el procedimiento descrito por el método A en la norma ASTM D2765, también se hizo por duplicado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 muestra el efecto que tiene el tiempo de espumado sobre el grado de entrecruzamiento en las muestras de LDPE-EVA y LDPE-EVA-GTR calentadas a 170 y $180 \text{ }^\circ\text{C}$. En primer lugar, si se analiza una curva de cualquier espuma tratada a cualquier temperatura, se puede observar que cuando el tiempo de tratamiento es mayor, el grado de entrecruzamiento se incrementa notablemente. Esta explicación se puede ver de la siguiente manera: en una reacción química a medida que transcurre dicha reacción, el número de moles de un reactante disminuye mientras que el número de moles del producto aumenta, en este caso el agente entrecruzante juega el rol de reactante teniendo un tiempo de vida mayor por lo que logra formar una mayor cantidad de radicales libres los cuales formarán a su vez un mayor número de enlaces covalentes; siendo el compuesto entrecruzado el producto.

Ahora bien, si se hace una comparación entre espumas de LDPE-EVA se puede observar que las muestras sometidas a $180 \text{ }^\circ\text{C}$ presentan un mayor grado de entrecruzamiento que las tratadas a $170 \text{ }^\circ\text{C}$. El mismo caso se presenta si se comparan solamente las muestras de LDPE-EVA-GTR, apreciándose valores más altos de contenido en gel en las espumas a $180 \text{ }^\circ\text{C}$, a excepción del contenido en gel obtenido a los 20 minutos. Debido a que la temperatura común para alcanzar un grado de entrecruzamiento del 90% se alcanza a $185 \text{ }^\circ\text{C}$, según la hoja de datos Trigonox 145-45B-pd, es correcto afirmar que la eficiencia de la reacción de entrecruzamiento es favorecida a temperaturas altas ($180 \text{ }^\circ\text{C}$).

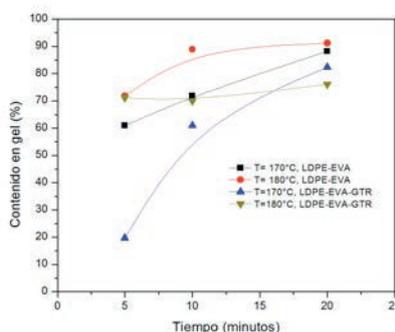


Figura 1. Relación del contenido en gel con respecto al tiempo

Otro dato interesante se presenta al comparar las curvas de las espumas de LDPE-EVA y LDPE-EVA-GTR tratadas a un mismo tiempo y una misma temperatura. Se puede apreciar que el grado de entrecruzamiento es mayor en las muestras compuestas por LDPE-EVA. Existen dos posibles respuestas a este hecho, la primera, puede ser debida a que los grupos funcionales con oxígeno que contiene el polvo de llanta en su estructura, puedan estar actuando como algún tipo de agente oxidante, lo cual disminuye la eficiencia del peróxido [10]. Y la segunda, los radicales producidos por el agente entrecruzante pueden reaccionar preferencialmente con los dobles enlaces de las moléculas de polvo de llanta en lugar de los enlaces de la matriz polimérica. Como se mencionó anteriormente, estas explicaciones pueden ser de hipótesis para un futuro trabajo de investigación.

La Figura 2 muestra los resultados obtenidos del promedio del tamaño de celdas, respecto al tiempo de entrecruzamiento. Se puede apreciar un interesante comportamiento de las curvas LDPE-EVA y LDPE-EVA-GTR a 170°C ya que ambas tienen valores superiores a las curvas de los mismos compuestos presentadas a 180°C. Se ha reportado en la literatura que para compuestos espumados existe una relación directa entre el grado de entrecruzamiento y el tamaño de celda promedio. La explicación es que una espuma al tener una mayor cantidad de enlaces entrecruzados, promueven un incremento la tasa de nucleación [7]. Al haber más puntos de nucleación, y después de las etapas de crecimiento y estabilización en el proceso de formación de las celdas, se espera una mayor cantidad de estas, las cuales deberán estar distribuidas homogéneamente y de un tamaño mucho menor para poder ocupar un determinado espacio. Ahora bien, al comparar espumas a igual temperatura, pero diferente composición, se observa que la tendencia de los valores de las curvas de LDPE-EVA-GTR son en su mayoría inferiores a los de las curvas LDPE-EVA. En un artículo publicado en el 2009, en el cual el autor trabajó con espumas de polipropileno y polipropileno con polvo de llanta, se obtuvieron resultados parecidos. El argumento de éste fue que la presencia de GTR en la matriz de PP incrementa la viscosidad de la mezcla PP-GTR y ésta representa una obstrucción en la etapa de nucleación y crecimiento de las celdillas [11].

Si se analizan las curvas de LDPE-EVA y LDPE-EVA-GTR a 170°C se puede observar que de 0 a 10 minutos existe una tendencia a incrementarse el tamaño de celda y una vez pasados esos 10 minutos la curva comienza a descender, esto debido a un tiempo de exposición más prolongada, la cual produce una mayor inestabilidad de las celdas llevándolas al colapso.

Por otro lado, al comparar las curvas de los compuestos anteriormente mencionados a 180°C, es posible darse cuenta que a tiempos de 5 y 10 minutos, la espuma que contiene GTR presenta un tamaño de celda promedio mayor, pero al llegar a los 20 minutos sufre un ligero decremento llegando a tener un valor menor a la espuma LDPE-EVA. La diferencia de valores es muy pequeña y casi insignificante; y la razón de esto puede ser debido a que, a estas condiciones, la viscosidad de ambas muestras sea muy similar, teniendo poca influencia el carácter nucleante del GTR.

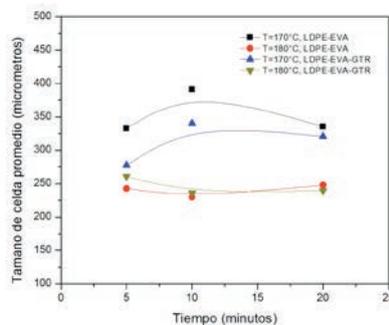


Figura 2. Variación del tamaño de celda promedio con respecto al tiempo de entrecruzamiento

Finalmente se analizó la relación existente entre la densidad celular y el tiempo de entrecruzamiento. La densidad celular de cada espuma se obtuvo por medio de la siguiente ecuación:

$$N_c \cong \frac{1 - \frac{\rho}{\rho_p}}{10^{-4}d} \quad (1)$$

En donde: N_c es el número de celdas por unidad de volumen, ρ es la densidad del sólido espumado, ρ_p la densidad del sólido sin espumar y d es tamaño de celda promedio.

En contraste con los resultados de la gráfica de tamaño de celda, las curvas de LDPE-EVA y LDPE-EVA-GTR que se muestran en la Figura 3, a 180°C, indican una mayor densidad celular que las muestras tratadas a 170°C. Este resultado demuestra que la relación existente entre los parámetros de tamaño de celda y densidad celular son inversamente proporcionales, pero ambos están directamente relacionados con el grado de enlaces entrecruzados en las espumas. En el mismo artículo publicado en el 2009, se menciona que las muestras de PP y GTR al 20% mostraban una mejor morfología celular en términos de densidad celular y distribución uniforme de celdas. Se argumenta que puede ser debido al papel que juega el polvo de llanta como agente nucleante durante la etapa de nucleación [11].

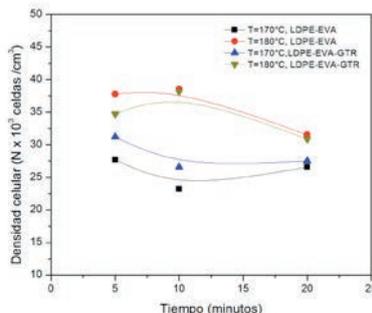


Figura 3. Variación de la densidad celular con respecto al tiempo de entrecruzamiento

RESULTADOS SOBRESALIENTES

Es importante mencionar que los resultados de este trabajo serán presentados en el Congreso Internacional Macromex 2017, el cual se llevará a cabo en Los Cabos, México, los días del 3 al 7 de diciembre del presente año.

CONCLUSIONES

De manera general al incrementar la temperatura durante el proceso de entrecruzamiento, los compuestos espumados presentan un menor tamaño de celda, mientras que la densidad celular se ve incrementada, por el contrario, al prolongar el tiempo de entrecruzamiento la densidad celular decrece. Las espumas compuestas por LDPE-EVA-GTR presentan un menor tamaño de celda debido al efecto que causa el polvo de llanta durante la etapa de nucleación, y por lo tanto favorece a que haya una mayor homogeneidad de las celdillas.

Al final del proceso de entrecruzado y espumado, los compuestos que contienen polvo de llanta presentan un menor grado de entrecruzamiento con respecto a los compuestos sin polvo, probablemente debido a la existencia de oxígeno en las moléculas de polvo de llanta, y la otra posible explicación es debida a que los radicales formados por el agente entrecruzante reaccionan preferencialmente con los enlaces pi (C=C) del polvo de llanta. Cualquiera de las dos hipótesis anteriores podría ser un importante tema de investigación para un proyecto posterior.

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos a los Doctores José Francisco Hernández Gámez y Florentino Soriano Corral por su buena disposición de recibirme en esta institución y su compromiso de ser guías en este tiempo de aprendizaje y trabajo. Además, quiero agradecer a CIQA por brindarme las facilidades de infraestructura necesarias para realizar las actividades experimentales de este proyecto. También a todo el personal que labora en esta institución y que me trató siempre de la manera más atenta; a los estudiantes que estuvieron dispuestos a ayudarme en cualquier cuestión que tuviera. Por último, pero no menos importante, al programa “19° Verano de la Ciencia Región Centro” por darme la oportunidad de participar en este evento y así poder conocer un poco acerca del ámbito científico y tecnológico.

BIBLIOGRAFIA

1. SAIZ ARROYO, C. *Fabricación de materiales celulares mejorados basados en poliolefinas. Relación procesado-composición-estructura-propiedades*. (Tesis doctoral). Universidad de Valladolid, Valladolid.
2. RODRIGUEZ, M. (2005). “Crosslinked Polymer Foams: Production, Structure, Properties, and Applications” en *Advances in Polymer Science*, Vol. 184, July, [pp. 97-126].
3. RODRIGUEZ, M. (1998). *Propiedades térmicas y mecánicas de espumas de poliolefinas*. (Tesis doctoral). Universidad de Valladolid, Valladolid.
4. RODRIGUEZ, M. (1998). “The Recovery Behavior of Crosslinked Closed Cell Polyolefin Foams” en *Polymer Engineering and Science*, Num. 5, Vol. 38, May, [pp. 831-837].
5. RODRIGUEZ, M. (1998). “Effect of Addition of EVA on the Technical Properties of Extruded Foam Profiles of Low-Density Polyethylene/ EVA Blends” en *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 68, October, [pp. 1237-1244].
6. RODRIGUEZ, M. (1998). “Thermal Expansion of Crosslinked Closed-Cell Polyethylene Foams” en *Journal of Polymer Science: Part B: Polymer Physics*, Vol. 36, [pp. 2587-2596].
7. OLIVEIRA, L. (2015). *Cinéticas de espumación y control de la estructura celular en materiales basados en caucho natural y poliolefinas*. (Tesis doctoral). Universidad de Valladolid, Valladolid.
8. CHEN, N. (2012). *The Effects of Crosslinking on Foaming of EVA*. (Tesis doctoral). University of Toronto, Toronto.
9. SEMPERE, F. (2002). *Estudio de los procesos de reticulado, espumado y descomposición térmica de formulaciones industriales de copolímeros de EVA y PE: Métodos cinéticos*. (Tesis doctoral). Universidad de Alicante, Alicante.
10. GEO SPECIALTY CHEMICALS. *DI-CUP and VUL-CUP Peroxide Fundamentals of Crosslinking*. (Technical Information).
11. XIANG, Z. (2009). “Effects of Waste Ground Rubber Tire Powder (WGTR) and Chemical Blowing Agent Content on the Cell Morphology and Physicomechanical Properties of Injection -Molded Polypropylene/WGTR Foams” en *Journal of Vinyl & Additive Technology*, [pp. 275-280].

EFFECTO DEL TRATAMIENTO TERMICO SOBRE LAS PROPIEDADES MÉCANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL COMPÓSITO AIN/AZ91E

José Carlos Silva Ponce¹ y Josefina García Guerra²

RESUMEN

En el presente trabajo se muestran los resultados obtenidos de la caracterización microestructural y tribológica del material compuesto de matriz metálica Mg reforzado con un 52% de partículas cerámicas de nitruro de aluminio (AlN). El material compuesto fue obtenido empleando la técnica de infiltración sin presión externa. Las preformas de refuerzo cerámico (AlN) se obtuvieron a través del prensado en verde de polvos de carburo de titanio de tamaño de partícula de 3µm, en un dado rectangular, las cuales fueron infiltradas a una temperatura de 850°C, por un tiempo de 2 horas en atmósfera controlada de argón. Las pruebas de desgaste en el material compuesto, se llevaron a cabo empleando el ensayo recíproco (pin on disk), empleando como contraparte bolas de alúmina (Al₂O₃) a diferentes velocidades de deslizamiento 5.10 y 15cm/s a una carga constante de 5 N. Los resultados obtenidos indican en general que al incrementar la velocidad de desgaste, el coeficiente de fricción disminuye así como aumenta la tasa de desgaste, específicamente por la presencia de una capa de óxido que suaviza y lubrica a la matriz metálica.

ABSTRACT

In the present work the results obtained from the microstructural and tribological characterization of the Mg metal matrix composite reinforced with 52% aluminum nitride (AlN) ceramic particles are shown. The composite material was obtained using the infiltration technique without external pressure. The ceramic reinforcement preforms (AlN) were obtained by green pressing titanium carbide powders of 3µm particle size, in a rectangular die, which were infiltrated at a temperature of 850 ° C, for a time of 2 hours in a controlled atmosphere of argon. Wear tests on the composite were carried out using the pin on disk, using as counterpart alumina beads (Al₂O₃) at different slip speeds 5.10 and 15cm / s at a constant load of 5 N. Results generally indicate that by increasing the wear rate, the coefficient of friction decreases as the rate of wear increases, specifically by the presence of an oxide layer that softens and lubricates the metal matrix

Palabras Clave: material compuesto, desgaste, caracterización

INTRODUCCIÓN

Los materiales compuestos se obtienen al unir en forma macroscópica dos materiales para conseguir una combinación de propiedades que no es posible obtener en los materiales originales. Están formados por una fase continua llamada matriz, puede ser metálica, cerámica u orgánica, así como una fase de refuerzo dispersa en la matriz y puede ser en forma de fibra o partículas. Los combinaciones en materiales compuestos pueden ser metal/metal, metal/cerámico, metal/polímero, cerámico/polímero, cerámico/cerámico o polímero/polímero. La unión de estos materiales disímiles dará lugar a materiales con propiedades poco usuales como: rigidez, resistencia, densidad, rendimiento a elevada temperatura, resistencia a la corrosión, dureza, o conductividad eléctrica y térmica. En el caso de los compuestos de matriz metálica, los tipos de refuerzo se pueden clasificar en tres categorías: fibras, whiskers o partículas. El uso de partículas como refuerzo tiene una mayor acogida en los materiales compuestos de matriz metálica (CMM), ya que asocian menores costos y permiten obtener una mayor isotropía de propiedades en el producto. Sin embargo, para tener éxito en el desarrollo de CMM se debe tener un control estricto del tamaño y la pureza de las partículas utilizadas. Se ha reportado en la literatura la elaboración de CMM usando como refuerzo AlN utilizando diferentes rutas de procesamiento. Sin embargo, en estos estudios se ha empleado muy poco el magnesio y sus aleaciones, no obstante que el uso de éstas se ha venido incrementando en los últimos años en la industria automotriz debido a su peso ligero. La densidad del Mg es alrededor de (2/3) de la del Al, (1/4) de la del Zn y (1/5) de la del acero.

Los materiales metálicos de uso más común en CMM son las aleaciones ligeras de Al, Ti y Mg. La naturaleza de la técnica en la fabricación de materiales compuestos tiene un efecto marcado sobre las propiedades del material. En el caso de procesamiento en estado líquido para fabricación de materiales compuestos, la mayor dificultad que se presenta es la no mojabilidad de la fase cerámica por los metales líquidos. Las aleaciones Al-Mg-Si (6XXX) se emplean extensamente en productos de forja debido a que presentan una combinación de propiedades que las hacen adecuadas para un gran número de aplicaciones, al poseer una resistencia moderadamente alta después de aplicarles un tratamiento térmico (generalmente T6), una buena resistencia a la corrosión y excelente conformabilidad

MÉTODOS Y MATERIALES

El material compuesto AlN/Mg fue obtenido empleando la técnica de infiltración sin presión externa de la aleación AZ91 En preformas porosas (52%) de AlN (D₅₀= 3 µm) a temperatura de 850°C y tiempo de 2 horas. Adicionalmente los compósitos AlN/Mg obtenidos fueron sometidos a tratamiento térmico (T6) a 530°C durante 150 min, seguido de un templado en agua y finalmente un envejecido artificial a 190°C por 12 h. Todos los procesos fueron llevados a cabo

¹Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Carr. 57 km 5, C.P: 25710, Monclova, Coahuila, caarlos_ponce@hotmail.com

²Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Carr. 57, Km 5, CP: 25710, Monclova Coahuila, Josefinagarcia@uadec.edu.mx

en atmósfera controlada de Argón. La composición química del material empleado como matriz y como refuerzo se muestra en las tablas 1 y 2 respectivamente.

Tabla 1. Aleación de Nitruro de Aluminio (AlN) y su composición.

B	Ca	Cr	Cu	Fe	K	Na	Ni	W	Zn
1.4	3.4	2.8	4.5	20.0	0.6	4.0	5.0	1.6	3.8

Tabla 2. Aleación de Magnesio (Mg-AZ91E) y su composición.

Al	Mg	Zn	Si	Fe	Cu	Mg
8.50	0.23	0.70	0.01	0.001	0.01	90.549

Adicionalmente los materiales compuestos AlN/Mg obtenidos fueron sometidos a un tratamiento térmico T6, el cual consistió en: calentamiento a 530°C durante 2.5 h, seguido de un temple en agua y un envejecido artificial a 190°C durante 12 horas. Cabe mencionar que todo el procedimiento fue llevado a cabo en atmósfera controlada de Argón.

La preparación de los sustratos, después de realizar el tratamiento térmico T6, se llevó a cabo cortando, las muestras en una cortadora BUEHLER IsoMET (figura 2a) de baja velocidad obteniendo de cada muestra 6 cortes en total 6 muestras de dimensiones finales de 1 x 0.5 x 1 cm como se muestra en la figura 2b. Posteriormente se utilizaron lijas de 220, 400, 600, 1000 en para devastar manualmente las muestras hasta un acabado espejo

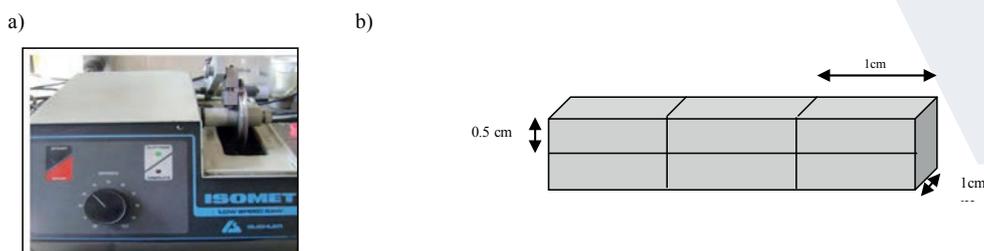


Figura 2 Imagen de Cortadora de diamante, de baja velocidad, ISOMET (a), (b) Representación esquemática de los cortes de las probetas

El estudio del comportamiento al desgaste del material utilizado en el presente trabajo se realizó mediante ensayos de desgaste pin on disk en un tribómetro Anton Para de acuerdo a la norma ASTM G99-5 (Figura 3), sin lubricación y a temperatura ambiente con una humedad relativa de 45 ± 5 a tres diferentes velocidades de 5, 10 y 15 cm/s. (Tabla 3) Como contraparte se empleó un material cerámico de Al_2O_3 , a un valor de carga constante de 5 N y longitud de carrera de 3mm. Seguido a ello se llevo a cabo el análisis de las huellas de desgaste a través de microscopía óptica en un equipo de marca OLYMPUS GX 51.

Tabla 3. Parámetros de desgaste

Carga	Temperatura	Humedad Relativa	Distancia de deslizamiento	Velocidad de deslizamiento
(N)	(°C)	(%RH)	(m)	cm/s
5	25 ± 2	45 ± 2	110	5
5	25 ± 2	45 ± 2	110	10
5	25 ± 2	45 ± 2	110	15

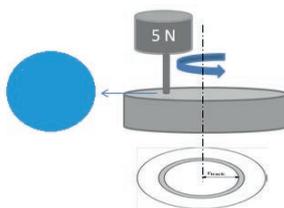


Figura 3 . Esquema experimental del tribómetro.

RESULTADOS

El patrón de difracción de los compósitos Mg-AZ91E/AlN mostrado en la figura 4 presenta el difractograma DRX de los compuestos fabricados a 850°C en el que se pueden identificar las fases de AlN, Mg y una fase de $Mg_{17}Al_{12}$, dicha fase es característica de esta aleación y no un producto de reacción durante la infiltración del material compuesto. Cabe mencionar que por esta técnica no se detectaron productos de reacción interfaciales entre el refuerzo y la matriz.

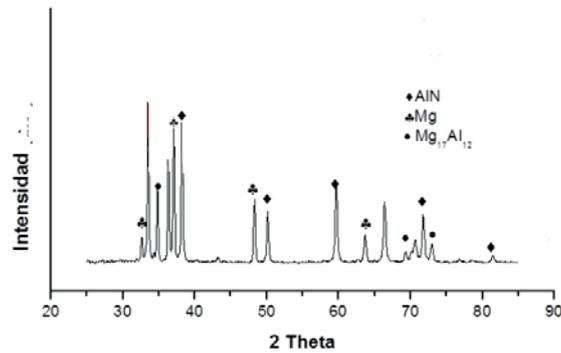


Figura 4 patrón de difracción de RX del compuesto AlN/Mg

El análisis de la dureza es indispensable para definir las propiedades mecánicas, y más aún, cuando se desea analizar el comportamiento de cualquier material al desgaste. La influencia del tratamiento térmico sobre las propiedades mecánicas de los compósitos fue evaluado antes y después del tratamiento térmico (T6). Los valores de dureza HV se muestran en la tabla 4. Se observa que los compuestos tratados térmicamente presentaron una dureza más elevada, tal como se observa.

Tabla 4 Dureza Vickers de los materiales evaluados

Material	Dureza (HV)
Aleación	68
AlN/Mg	240
AlN/Mg-T6	298

La evaluación de la resistencia al desgaste del material, se realizó por el método pin on disk, empleando bolas cerámico (Al_2O_3). La Figura 5 muestra los coeficientes de fricción, como una función de la distancia de deslizamiento. La Figura 5.5a muestra la curva del coeficiente de fricción a una velocidad de 5cm/s y las figura 5.5b y 5.5c muestran las curvas obtenidas del compuesto a 10 y 15 cm/s, respectivamente. En general las curvas nos muestran la respuesta de los materiales cuando interacciona con otra superficie, es posible observar que el coeficiente de fricción, es mayor a la velocidad de 5cm/s, con respecto a las velocidades de 10 y 15 cm/s, lo cual indica que a mayor velocidad, se genera mayor temperatura local y se induce la formación de óxidos o capas que generan que el área de contacto real es menor y las fuerzas de fricción son bajas. Aunque se observa menor estabilidad a lo largo del desarrollo de la curva del coeficiente de fricción, esto tiene relación con el daño superficial por la interacción metal-metal, que se genera durante el deslizamiento. Así mismo, se puede observar un comportamiento similar en la etapa inicial del experimento, es decir un incremento rápido del valor del COF alcanzando su máximo valor de 1,2 aproximadamente, sin embargo entre los 20 y 40 metros tiende a disminuir alcanzando valores de 0,3, distancia a la cual alcanza un estado estacionario. Observando con mayor claridad este efecto en el COF del material compuesto que a mayor velocidad de 15cm/s, esta variación del COF en el inicio del proceso de desgaste comúnmente se le denomina rodaje y tiene que ver específicamente con cambios de composición química en la superficie (principalmente la formación de óxidos) debido a los procesos de fricción y al aumento local de temperatura en la zona de contacto. Obteniendo valores promedio de 0.6micras.

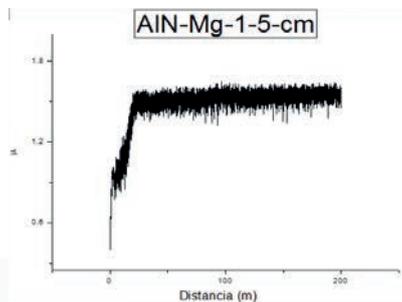


Figura 5a. Se muestra la gráfica de coeficiente de fricción vs la distancia de desplazamiento del AlN-Mg-1-10-cm.

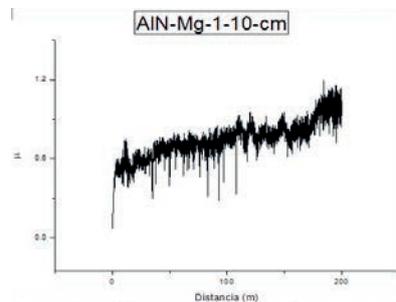


Figura 5b. Se muestra la gráfica fricción vs la distancia de desplazamiento del AlN-Mg-1-5-cm

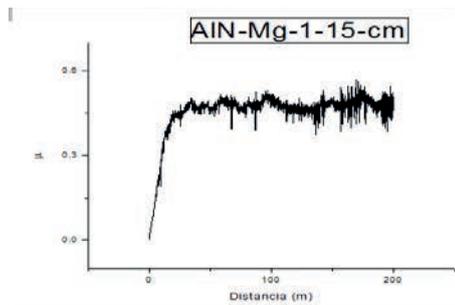


Figura 5c. Se muestra la gráfica del coeficiente de fricción vs la distancia de desplazamientos del AlN-Mg-1-15-cm

CONCLUSIONES

La presencia de partículas cerámicas de AlN en la matriz metálica de magnesio provee de un efecto benéfico en el comportamiento al desgaste contra el cerámico Al_2O_3 al incrementar la velocidad del deslizamiento, esto se asocia con la disminución tanto del coeficiente de fricción como de la tasa de desgaste. La velocidad de deslizamiento es un factor que modifica el mecanismo de desgaste, predominando el mecanismo de abrasión a mayores cargas.

BIBLIOGRAFIA

- (1) C. A. León, Y Arroyo, E. Bedolla, E. A. Aguilar, R. A. L. Drew.(2006). Properties of AlN-Based Magnesium-Matrix Composites Produced by Pressureless Infiltration. Materials Science Forum, 509: Pag. 105-110.
- (2) D.R. Askeland. (2003) Ciencia e Ingeniería de los Materiales 3ª Ed, Ed. I.T. Ediciones.
- (3) E. Bedolla., Síntesis y caracterización de materiales compuestos de matriz metálica MgAZ91E/AlN. Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Mich., México.
- (4) Y. Sik Kim, K. T. Kim, S. J. Kim, J. D. Kim. (2006). Microstructures and Wear Properties of Al Matrix Composites Fabricated by Two Different Processes. Materials Science Forum, 510 - 511: Pag. 202-205.
- (5) ASTM International, G99-05 Standard Test Method for Wear Testing with a Pin-on-Disk Apparatus.

“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ANODIZADO DE UN ALUMINIO COMERCIAL (99% Al), VARIANDO SISTEMÁTICAMENTE EL PARÁMETRO DE TEMPERATURA, CON Y SIN INYECCIÓN DE AIRE”

Juan de Dios Camporredondo Barrón¹ y Adrián Moisés García Lara²

RESUMEN

El aluminio es un material ampliamente utilizado en la industria y se expone a ambientes extremos y esfuerzos que afectan su desempeño. Para evitar tales problemáticas se le aplica un proceso de anodizado, el cual considera la formación de una capa de alúmina en la superficie del material. Para lograr tales objetivos, es importante definir y controlar diversos parámetros de operación: tipo, concentración, temperatura del electrolito, tiempo de tratamiento, tipo de corriente eléctrica y voltaje de aplicación.

El presente trabajo tiene como objetivo realizar el proceso de anodizado sobre electrodos de aluminio comercial, variando sistemáticamente las variables de temperatura del electrolito, con y sin inyección de aire. Las pruebas de caracterización consistirán en análisis por Microscopía Electrónica de Barrido (MEB).

ABSTRACT

Aluminum is a material widely used in the industry, which is why it is exposed to efforts that affect its performance. To avoid such problems a process of anodizing is applied, which considers the formation of a layer of alumina on the surface of the material. To achieve these objectives, it is important to define and control various operating parameters: nature, concentration and electrolyte temperature, treatment time, type of electric current and application voltage.

This work aims to perform the anodizing process on aluminum electrodes, systematically varying the temperature variables of the electrolyte temperature, with and without air injection. Characterization tests will consist of scanning by scanning electron microscopy (MEB).

INTRODUCCION

La mayoría de los materiales metálicos suelen presentar en su superficie cambios al exponerse al medio ambiente, los cambios más comunes son: el color, la textura, el espesor, composición química y las propiedades físicas. Debido a esto, se ha tratado de contrarrestar el fenómeno de la corrosión, utilizando pinturas o algunos métodos electroquímicos que pueden retrasar o impedir la aparición de dicho fenómeno.

En México todavía no se ha hecho algún estudio detallado para estimar los gastos que representa la corrosión, pese a este desconocimiento, se puede palpar los problemas debido a este fenómeno, por lo que es clara entonces la necesidad de instrumentar medidas pertinentes. Varían las razones por las que el fenómeno no se ha controlado de una manera apropiada, que van desde climáticas hasta las políticas, esta situación afecta por igual a países latinoamericanos en que los gobiernos y las condiciones medioambientales son similares. Nuestro país no presta atención suficiente al problema de la corrosión, no por falta de personal capacitado sino por la falta de una política de mantenimiento de obras adecuadas, entre otras razones[1].

El empleo de métodos familiares que promueven la protección del material ante la corrosión son: la electro-depositación y las pinturas o barnices; pero estos procesos son más aplicables a otros metales como el acero, ya que en el aluminio y sus aleaciones resulta complejo la realización de estos procesos. Para recubrir el aluminio con cromo, níquel o cobre es necesario eliminar primero la capa de óxido, lo que complica el tratamiento y aumenta el coste, mientras las pinturas y barnices no adhieren bien, inicialmente, sobre la superficie. [2-3].

Por lo antes expuesto, el Objetivo principal del presente trabajo de investigación es el de “Obtener películas anódicas electrolíticas sobre aluminio comercial (99% Al) en H₂SO₄, variando sistemáticamente los parámetros de temperatura del electrolito y con y sin inyección de aire”.

Para poder cumplir con el objetivo principal planteado, se requieren los siguientes Objetivos particulares:

1. Caracterización de la muestra de aluminio a emplear durante el anodizado por medio de la técnica de Espectrometría electrónica por chispa.
2. Establecer el diseño experimental, especificando las variables fijas y manipulables, los niveles alto y bajo y las variables respuesta a medir.
3. Preparar los electrodos de trabajo de acuerdo a Norma ASTM E3-95.
4. Una vez realizado cada uno de los tratamientos planteados, se caracterizarán cada uno de los electrodos por MEB.

MARCO TEORICO

En condiciones ambientales, la superficie de las piezas de aluminio está naturalmente cubierta por una delgada capa de Al₂O₃ (alúmina). Esta capa tiene un espesor de unas pocas decenas de nanómetros, dependiendo del material, el medio ambiente y el tiempo de exposición. Con una técnica de anodización apropiada, el espesor de la capa puede aumentarse incluso a un valor de algunos micrómetros. Usando este método la superficie es más resistente contra

¹Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, C. Barranquilla S/N, Col. Guadalupe, C.P. 25750, Monclova, Coahuila, dixcroix@hotmail.com

²Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, C. Barranquilla S/N, Col. Guadalupe, C.P. 25750, Monclova, Coahuila, adrian.garcia@uadec.edu.mx

factores ambientales como el agua salada, soluciones ácidas o influencia mecánica externa. La anodización se utiliza comúnmente para la protección contra la corrosión de las partes de aleación de aluminio y por lo tanto existe normas internacionales como ISO 7599 y DIN 17611 para determinar las propiedades y la calidad de las capas de superficies anódicas [4–8].

MÉTODOS Y MATERIALES

La metodología consistió de las siguientes actividades:

- Revisión Bibliográfica.

La recopilación de información se hizo durante todo el tiempo en que se realizó el trabajo de investigación y las fuentes principales fueron artículos de revistas indizadas, tesis y libros impresos y digitales.

- Naturaleza del electrolito.

De acuerdo a la bibliografía investigada se seleccionó como electrolito el ácido sulfúrico (H_2SO_4) debido a los buenos espesores de anodizado alcanzados en estudios anteriores en aleaciones de aluminio de la serie 6XXX, además que se considera menos agresivo que el HNO_3 y viable económicamente.

- Diseño experimental.

Las selecciones de variables de operación durante el proceso de anodizado se muestran en la Tabla 1 y se especifican como fijas o manipulables de acuerdo al diseño experimental propuesto:

Tabla 1. Clasificación de las variables de operación

<i>Variables de operación</i>	<i>Fijas</i>	<i>Manipulables</i>
Voltaje	✓	
Densidad de corriente	✓	
Tipo de celda	✓	
pH	✓	
Distancia interelectrodo	✓	
Electrolito	✓	
Concentración del electrolito	✓	
Tiempo de tratamiento	✓	
Inyección de aire		✓
Temperatura del electrolito		✓

En la Tabla 2 se muestra el rango de valores de las variables de operación.

Tabla 2. Valores de las variables manipuladas durante el proceso de anodizado

<i>Variable</i>	<i>Menor (-1)</i>	<i>Mayor (+1)</i>
Temperatura	40 °C	60 °C
Inyección de aire	Sin	Con

- Tratamiento de los electrodos de trabajo.

Los electrodos de trabajo tuvieron una geometría cuadrada de 4 cm², el cátodo y ánodo trabajado fueron de aluminio comercial (99% Al) y acero inoxidable AISI 304 respectivamente. El espesor de los electrodos fue de 3 mm. El valor de densidad de corriente empleado durante los experimentos fue de 4 A dm⁻², el cual se ajustó a través de la relación entre corriente aplicada y área total expuesta con el electrolito.

Una vez cortados los electrodos se sometieron a limpieza con acetona por dos minutos para la eliminación de aceite y polvo residual, posteriormente se enjuagaron con agua destilada.

Posterior al proceso de limpieza, se desbastaron con papel de carburo de silicio de granulometría 320, 500, 800, 1200 y 2400, esto con el fin último de obtener casi grado espejo (Norma ASTM E3 – 95).

Para eliminar las impurezas adheridas a los electrodos durante la etapa del desbaste se sumergieron cada uno de ellos en solución de NaOH al 10% v/v durante un minuto. La solución se calentó a una temperatura de 60 °C. Se empleó HNO_3 para neutralizar el efecto de la sosa cáustica y después de la neutralización se lavó con agua destilada y por último el secado de los electrodos se hizo con aire fresco. Con el fin de mantener lo mejor posible cada uno de los electrodos se guardaron en un lugar hermético, libre de humedad y polvo.

Caracterización de los electrodos anodizados.

- Espectrometría electrónica por chispa

La composición química exacta de los electrodos de aluminio comerciales se determinó a través de un análisis de espectrometría electrónica por chispa, la cual resultó en un 99% de Al.

¹Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, C. Barranquilla S/N, Col. Guadalupe, C.P. 25750, Monclova, Coahuila, dixcroix@hotmail.com

²Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, C. Barranquilla S/N, Col. Guadalupe, C.P. 25750, Monclova, Coahuila, adrian.garcia@uadec.edu.mx

➤ Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) – Espectroscopía de Energía Dispersiva de Rayos X (EDX)

La técnica de MEB permitió realizar un análisis morfológico de la capa anódica depositada en cada uno de los electrodos procesados.

Mediante la técnica de EDX se determinaron los elementos presentes en las películas obtenidas y sus cantidades relativas, la ventaja que presenta esta técnica es que permite analizar áreas puntuales dentro de la superficie.

RESULTADOS

A título de ejemplo, en la Figura 1 se muestra el análisis representativo de las capas anódicas obtenidas en cada una de las experiencias realizadas, con y sin inyección de aire y variando la temperatura de la solución electrolítica. A partir de la Fig. 1 podemos observar que la capa consistió solamente de óxido de aluminio.

En la Figura 2 se muestran los mejores resultados obtenidos de las experiencias realizadas. La Fig. 2(a) y 2(b) corresponden a las pruebas realizadas bajo condiciones de 40 °C, con y sin inyección de aire respectivamente. Las condiciones de tiempo de tratamiento, densidad de corriente, tipo y naturaleza del electrolito, se hacen mención en la Tabla 1.

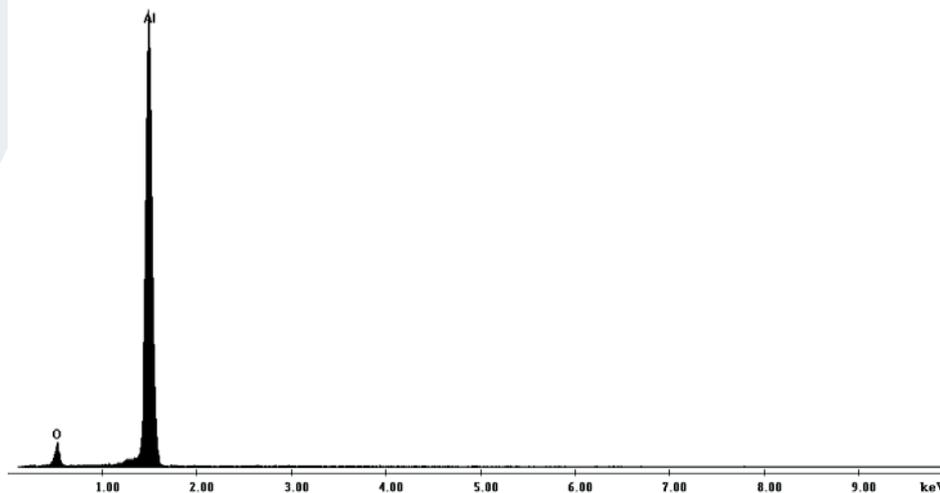


Figura 1. Caracterización por MEB de la capa anódica formada durante cada una de las experiencias realizadas.

Al comparar las imágenes mostradas en la Figura 2(a) y 2(b), las cuales corresponden a las experiencias realizadas bajo condiciones de 40 °C de la solución electrolítica, con y sin inyección de aire, respectivamente, se puede observar que al inyectar aire la formación de la capa anódica es tan densa como el no inyectar aire, con la ventaja de la formación de estructuras porosas de mayor tamaño, lo cual favorece a las propiedades mecánicas finales del material.

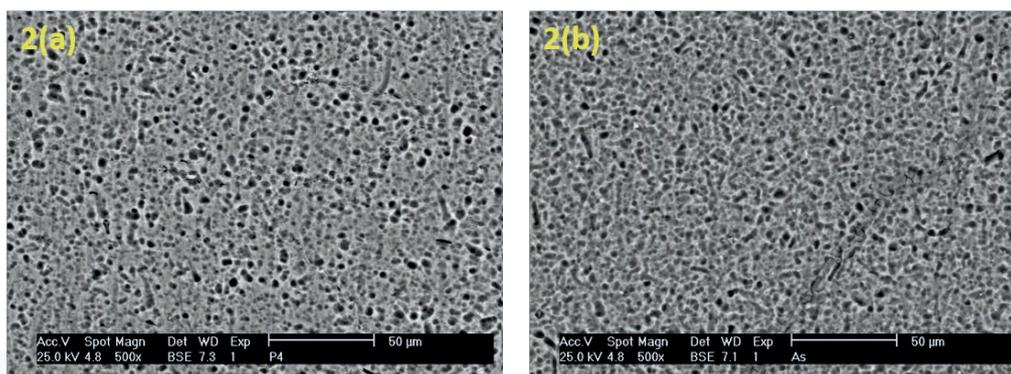


Figura 2. Análisis de la capa anódica a condiciones en Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) bajo condiciones de 40 °C de la solución electrolítica, con y sin inyección de aire, Fig. 2(a) y Fig. 2(b) respectivamente.

CONCLUSIONES

¹Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, C. Barranquilla S/N, Col. Guadalupe, C.P. 25750, Monclova, Coahuila, dixcroix@hotmail.com

² Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, C. Barranquilla S/N, Col. Guadalupe, C.P. 25750, Monclova, Coahuila, adrian.garcia@uadec.edu.mx

Es importante conocer los mecanismos y parámetros que afectan el anodizado, y sus efectos para conseguir las características deseadas. Se recomienda emplear modelos matemáticos y técnicas específicas de caracterización para obtener resultados más precisos.

El parámetro densidad de corriente es un factor importante, el cual incrementa la densidad de la capa anódica; mientras que la inyección de aire favorece considerablemente la formación de la capa de óxido.

BIBLIOGRAFIA

1. OROZCO, R. (2005). "Corrosión fenómeno natural, visible y catastrófico" en Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad de Veracruz, Vol. XX No. 2.
2. LIZARBE, R. (1984). "Oxidación anódica, coloración y sellado del aluminio" en Consejo Superior de Investigaciones Científicas (C.S.I.C), Madrid: Ed. Grafimad. S.A. Madrid.
3. WERNICK, S., PINNER, R., SHEASBY, P. G (1996). "The Surface Treatment and Finish of Aluminium and Alloys" en Surface & Coatings Technology, Vol.2, [pp 112-140].
4. M.H. ROBERT, D. DELBIN (2006). "Production of cellular A2011 alloy from semi-solid state" en Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, 17, [pp. 137-140].
5. M. WIERZBIŃSKA, J. SIENIAWSKI (2006). "Effect of morphology of eutectic silicon crystals on mechanical properties and cleavage fracture toughness of AlSi5Cu1 alloy" en Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, 14, [pp. 31-36].
6. TSANGARAKI-KAPLANOGLU, S. THEOHARI, TH. DIMOGERONTAKIS, Y. WANG, H. KUO, S. KIA (2006). "Effect of alloy types on the anodizing process of aluminum" en Surface & Coatings Technology, [pp. 2634 – 2641].
7. K. P. HAN, J. L. FANG (1996). "Decorative-protective coatings on aluminium" en Surface and Coatings Technology, 88, [pp. 178-182].
8. H. KONNO, K. UTAKA, R. FURUICHI (1996). Two step of anodizing process of aluminium as a means of improving the chemical and physical properties of oxide films, Corrosion Science, 38, (1996), pp. 2247-2256

¹Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, C. Barranquilla S/N, Col. Guadalupe, C.P. 25750, Monclova, Coahuila, dixcroix@hotmail.com

²Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, C. Barranquilla S/N, Col. Guadalupe, C.P. 25750, Monclova, Coahuila, adrian.garcia@uadec.edu.mx

DESARROLLO DE NUEVOS DISPOSITIVOS FOTOVOLTAICOS Y MATERIALES SEMI-SUPERCONDUCTORES

Karina Hernández Rodríguez¹ y Francisco Javier de Moure Flores²

RESUMEN

En este trabajo de investigación se llevó a cabo la síntesis de películas semiconductoras de ZnO obtenidas por la técnica de depósito por baño químico. El propósito es que a partir de la síntesis de estas películas sea posible que presenten una mayor conductividad eléctrica ya que este compuesto es característico por su alta estabilidad térmica y química. Las películas semiconductoras obtenidas mediante la técnica de depósito por baño químico se llevaron a cabo preparando una solución acuosa de Acetato de zinc e hidróxido de amonio como fase oleica, después esta fue sometida a calentamiento a una temperatura de entre 80 a 85° C con agitación constante, se le adicionó inmediatamente una solución de Citrato de sodio, permaneciendo en agitación y temperatura constante por un tiempo establecido.

ABSTRACT

In this research work the films synthesis was carried out semiconducting of ZnO obtained by the skill of deposition by chemical bath. The intention is that from the synthesis of these movies it is possible that they present a major electrical conductivity since it is composed it is typical for its high thermal and chemical stability. The semi-superconducting films obtained by means of the deposition skill by chemical bath were carried out preparing a watery solution of Acetate of zinc and hydroxide of ammonium as phase oleica, later it is being warming to a temperature of between 80 to 85 ° C with constant agitation, is added to it immediately to solution of Citrate of sodium, remaining in agitation and constant temperature in an established time.

Palabras Clave: baño químico, películas semiconductoras, óxido de zinc.

INTRODUCCIÓN

La Actualmente la energía solar es, sin duda, la más importante y abundante de las ya conocidas fuentes energéticas renovables. Al mismo tiempo, la forma más adaptable y prometedora de conversión de esta energía, es la conversión directa por medio del Efecto Fotovoltaico.

Existen varios tipos de celda fotovoltaica y distintas técnicas de fabricación, entre ellas a base de películas delgadas. Las películas delgadas están formadas de capas de materiales delgados que se miden en nanómetros hasta algunos cientos de micrómetros. Las técnicas para la síntesis de las películas delgadas son: depósito físico del vapor, depósito de vapor químico, depósito de baño químico, entre otras. La película delgada con dispositivo fotovoltaico es una de las alternativas más utilizadas para la difusión de este tipo de fuentes energéticas, ya que son más económicas, limpias, renovables y eficientes, y recientemente se están haciendo pruebas con diferentes tipos de compuestos semiconductores que pueden ayudar a hacer esto posible, algunos ejemplos de ellos son CdS, ZnS, ZnO, CuS por mencionar.

El ZnO es un material semiconductor de la familia II-VI, tipo n, con transparencia óptica en el rango visible. Usualmente usado por sus propiedades semiconductoras en conductores transparentes, celdas solares, sensores de gas, entre otros.

Todos estos dispositivos funcionan gracias a la conductividad eléctrica de estas películas a temperatura mayores a la temperatura ambiente por la excitación térmica de los electrones desde los niveles donadores originados por defectos e impurezas. Como existe una gran desigualdad de electronegatividades entre el zinc y el oxígeno se produce un alto grado de ionicidad en su enlace, convirtiéndolo en un compuesto altamente iónico, esto ocasiona una repulsión considerable entre sus nubes de carga, haciendo que su estructura cristalina más estable sea hexagonal tipo wurzita.

Las películas delgadas de ZnO, se han depositado por diferentes técnicas tales como deposición por láser pulsado (Ramírez Vinasco, Vera L., & Landázuri, 2005), deposición de vapor de organometálicos (MOCVD) (E.Chikoidze, 2007) spray pirolisis (Reddy, 2008) sol gel (Min-Chul Juna, 2012) sputerinnng (A. Martin, 2001) de radio frecuencia electrodeposición (Shuxi Dai, 2013) deposición por baño químico (CBD) de acuerdo con (José Santos-Cruz, 2013).

En el presente trabajo se obtuvieron películas de ZnO, por medio de la técnica de Baño Químico, basada en la precipitación controlada que dependió principalmente de la técnica de crecimiento, de los parámetros utilizados en ésta, así, como del grado de pureza de los reactivos utilizados, se empleó esta técnica debido a que presenta las ventajas de ser probablemente el método más simple disponible para este propósito, todo lo necesario es un vaso de precipitado que contenga la solución química, el sustrato en el que se requiere hacer el depósito y un controlador de temperatura. Esta es la técnica más comúnmente reportada en la literatura para el depósito de películas.

MÉTODOS Y MATERIALES

La técnica de depósito por baño químico se parte de una solución acuosa de sales de los elementos de compuesto que se desea obtener. El sustrato es sumergido en esta solución y a la vez la solución es sometida a calentamiento constante por un tiempo determinado, siendo estos los parámetros de depósito y los que proporcionan las propiedades de la película, juntos con las concentraciones de elementos en la solución. En la superficie del sustrato ocurre una reacción química provocando la formación de la película. Los compuestos que pueden ser depositados deben ser relativamente insolubles y químicamente estables en la solución y presentar una precipitación simple en una reacción iónica. Los

¹Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas; Blvd. V. Carranza s/n esq. Con Ing. José Cárdenas Valdez, Col. República Ote, C.P: 25280, Saltillo, Coahuila, k.h.rmajc@gmail.com

²Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Química; Cerro de las Campanas S/N, Las Campanas, Centro Universitario, C.P: 76010, Santiago de Querétaro, Querétaro, fcomoure@hotmail.com

elementos que forman esta solución serían, un compuesto que aporte los iones metálicos, otro que sea la fuente de los iones no metálicos, un agente acomplejante y uno que proporcione OH para regular el pH [9,10]. [A]
 Para el trabajo realizado en el presente estudio por medio de esta técnica se colocaron dos sustratos limpios en un porta sustratos dentro de un vaso de precipitado posteriormente se le agregaron 100 ml de H₂O desionizada seguido se le agregó 20 ml de una solución de Acetato de Zinc (Zn(O₂CCH₃)₂) y 10 ml de Hidróxido de Amonio (NH₄OH).
 El baño químico se calentó en una parrilla eléctrica con agitación constante (figura 1), hasta llegar a una temperatura de entre 80 y 85°C, inmediatamente se le adicionaron 20 ml de una solución de [0.065 M] de Citrato de sodio (Na₃C₆H₅O₇)



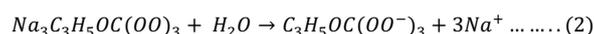
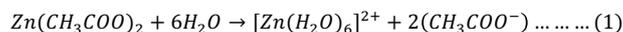
Figura 1. Inicio de la reacción del baño químico.

Se dejó con temperatura y agitación constante durante 2 a 3 horas. El Ph idóneo que se utilizó para llevar a cabo los depósitos fue de entre 10 y 11. En cada depósito se varió la concentración de Citrato de sodio desde 0.065 M a 0.1 M, en la tabla 1 se muestran las condiciones mencionadas.

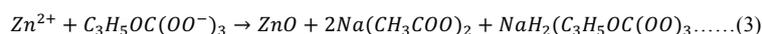
Tabla 1. Condiciones de crecimiento de las películas de Acetato de zinc

Concentración de Acetato de Zinc [M]	Concentración de Citrato de sodio [M]	Muestra	Tiempo
0.1	0.065	KHR-8	2 ½ horas
0.1	0.09	KHR-9	3 horas
0.1	0.115	KHR-10	3 horas

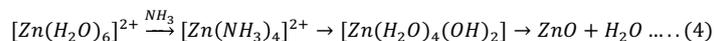
La síntesis de ZnO está dada por las siguientes reacciones 1 y 2 que se presentan a continuación, en donde primeramente se disocian para formar los iones complejos:



De tal manera que el proceso general se expresa con la siguiente reacción 3:



Además de regular el pH el ión amonio provee los iones OH⁻ y actúa como ligando, ya que el ión amonio es menos estable que el ión hidroxilo, a altas temperaturas se lleva a cabo un intercambio de ligandos, dando como resultado la siguiente reacción 4:



Al terminar el tiempo de reacción del baño químico se vació la solución (figura 2) y se enjuagaron los sustratos con agua desionizada para luego colocarlos en ultrasonido, y posteriormente dejarlos secar.

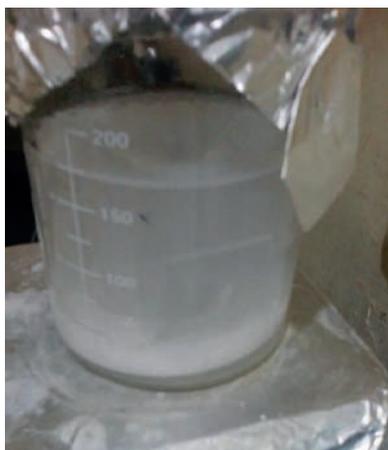


Figura 2. Solución obtenida de la reacción de baño químico de ZnO.

RESULTADOS

Mediante las pruebas realizadas en este trabajo se pudo observar que en la muestra KHR-8 (figura 3) se logró obtener ZnO el cual era nuestro propósito en este estudio, desafortunadamente por falta de tiempo y pruebas no se pudieron llevar a cabo las respectivas caracterizaciones de las muestras, debido a que requiere un tiempo considerable para realizarse, pero se puede decir que si se obtuvieron los resultados esperados que se requería alcanzar. De acuerdo con estudios ya realizados se compararon las concentraciones utilizadas y efectivamente se obtenía ZnO.



Figura 3. Muestras de sustratos obtenidos de ZnO.

CONCLUSIONES

En este trabajo se lograron obtener películas semiconductoras de ZnO, sobre sustratos de vidrio por la técnica de depósito por baño químico utilizando acetato de zinc como fuente de zinc. Las propiedades de los materiales se analizaron en función de la concentración del compuesto citrato de sodio, aunque aún se continúa con pruebas de este compuesto lo ideal es seguir realizando un análisis más exhaustivo de esta síntesis cambiando las condiciones y hasta distintas técnicas de la reacción, para así mejorar y perfeccionar los resultados deseados. Se puede decir que el grado de complejidad de este método se lleva en la selección adecuada de reactivos y de las condiciones adecuadas para que pueda llevarse a cabo esta reacción. También cabe mencionar que el ZnO es un compuesto semiconductor muy prometedor hoy en día, no solo como fuente de energía, sino que es muy importante en diversas áreas como la medicina y la industria alimenticia, por su bajo costo y su gran aplicación en los diversos campos, así que se espera grandes avances tecnológicos con él.

BIBLIOGRAFIA

- C.E Backus, Ed., Solar Cells, IEEE Press, New York, 1976. 2.
- H.J. Hovel, Solar Cells, in R.K. Willardson and A.e. Beer, Ed., S(miconductors and Semimetals, Vol 11, Academic Press, N.Y., 1975.
- J.B. Webb, D.F. Williams, M. Buchanan, J. Appl. Phys. 39, 1981. p. 640. ISSN 0034-6748
- T. Minami, H. Nanto, S. Takata, Thin Solid Films 124, 1985. p. 43. ISSN: 0040-6090
- J.A. Aranovich, D. Golmayo, A.L. Fahrenbruch, R.H. Bube, J. Appl. Phys. 51, 1980. p. 42-60. ISSN 0034- 6748
- Z.-C. Jin, I. Hamberg, C.G. Granqvist, B.E. Sernelius, K.-F. Berggren. Thin Solid Films 164, 1988. p. 381. ISSN: 0040-6090
- S. Pizzini, N. Butta, D. Narducci, M. Palladino, J. Electrochem. Soc. 136, 1989. p. 1945. ISSN: 0013- 4651.

Ramírez Vinasco, D., Vera L., L. P., & Landázuri, R. (2005). PELÍCULAS DELGADAS DE Zn_{1-x}Mn_xO. *Redalyc*, 413-420.

E.Chikoidze, Y. D. (2007). *Journal of Magnetism and Macnetic Materials*. *Redalyc*, 181-184.

Reddy, L. R. (2008). *Current Applied Phycis*.

Min-Chul Juna, S.-U. P.-J.-M.-H. (2012). The microstructure of Al-doped ZnO thin films by a sol-gel dip-coating method. *Journal of Ceramic Processing Research*, 721-724.

A.Martin, J. E.-E. (2001). Preparation of transparent and conductive Al-doped ZnO thin films by. *ELSEVIER*, 151-152.

Shuxi Dai, Y. L. (2013). Electrochemical deposition of ZnO hierarchical nanostructures from hydrogel coated. *Journal of The Electrochemical Society*, 160.

José Santos-Cruz, S. A.-H.-H.-F. (2013). OBTENCIÓN DE SULFUROS METÁLICOS SEMICONDUCTORES POR LA. *Universidad Autónoma de Querétaro Facultad de Química*, 8.

Ramírez Velázquez, L. (2014). *Síntesis y caracterización de películas semiconductoras de Óxido de Cadmio (CdO) y Óxido de Zinc (ZnO) mediante la técnica de baño químico*. Licenciatura. Instituto Politécnico Nacional. Escuela superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas.

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UN ACERO GRADO ESTRUCTURAL (ASME/SA516-70N ED15) MEDIANTE TRATAMIENTO TERMICO NORMALIZADO

Liliana Yaneth Martínez Trejo¹ y Evelyn Rodríguez Reyna²

RESUMEN

En el presente artículo, se estudia el efecto que presenta el tratamiento térmico de normalizado en las propiedades mecánicas de una placa denominada "B" de acero.

Para esta investigación se utilizaron dos placas llamadas (A y B) de las mismas dimensiones, propiedades y grado de acero (ASME/SA516-70N ED15) rolando en caliente por molino Steckel para someterlos a estudios de tensión, elongación, límite elástico y metalografía (tamaño de grano).

La primera placa "A" seleccionada para realizarle los estudios sin tratamiento, se le efectuaron cortes para obtener muestras en distintos puntos (transversales punta, centro, cola, longitudinal y 45°).

Posteriormente la segunda placa denominada "B" fue sometida al tratamiento térmico normalizado a una temperatura de 870°C en un horno industrial de normalizado con tiempo total 14.8 minutos, tiempo de calentamiento 4.7 minutos y empape 10.1 minutos, y posteriormente enfriado a temperatura ambiente. Después del tratamiento térmico en la placa "B" se le realizaron los mismos cortes como en la placa "A" y así someterlos a los mismos estudios y observar la diferencia de resultados.

Obteniendo como resultado en la placa "B" normalizada, en su estructura una recristalización y refinación del tamaño de grano así como también una diferencia de resultado en las propiedades mecánicas de los estudios realizados.

ABSTRACT

In the present article, the effect of the normalized thermal treatment on the mechanical properties of a steel plate called "B" is studied.

For this investigation two plates called (A and B) of the same dimensions, properties and grade of steel (ASME / SA516-70N ED15) hot rolling mill Steckel by studies to be subjected to stress, elongation, yield and used metallography (grain size).

The first "A" plate selected to perform the untreated studies, cuts were made to obtain samples at different points (transverse tip, center, tail, longitudinal and 45°).

Subsequently the second plate called "B" was subjected to standard heat treatment at a temperature of 870 ° C in an industrial oven normalized total time 14.8 minutes, heating time 4.7 minutes soak 10.1 minutes and subsequently cooled to room temperature. After the heat treatment in plate "B" the same cuts were made as in plate "A" and thus subjected to the same studies and observe the difference of results.

Which resulted in the plate "B" normalized, in its recrystallization refining and grain size as well as a difference in mechanical properties results from studie.

Palabras clave: Normalizado, Acero, Temperatura, Enfriamiento, Propiedades.

INTRODUCCION

El acero es una aleación de hierro con carbono (0.03-2%) la cantidad puede variar. Se suele añadir ciertos elementos aleantes con el fin de incrementar las propiedades del producto dependiendo su uso final.

El acero se ha postulado como un producto de alta competitividad en el mercado debido a sus grandes propiedades. La altas especificaciones en los requerimientos en el acero, nos obliga a fabricarlo con mayor calidad. Sin embargo nos encontramos día con día con fallas que llegan a ocurrir con el paso del tiempo y determinado trabajo, para ello se buscan mejorar sus propiedades y así incrementar su periodo de vida útil.

El proceso de fabricación de acero, inicia en reactores de fusión los cuales pueden ser horno de Arco eléctrico (EAF) donde podemos utilizar mezclas de carga 100% chatarra y en ocasiones se utilizan la práctica de chatarra y arrabio 80-20% respectivamente, y/o en los hornos básicos de oxígeno (BOF) a partir de un mezcla

Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Carretera 57 Km 5, Estancias de San Juan 25720, Monclova, Coahuila, e-mail: Liliana_767@outlook.com¹

Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Carretera 57 Km 5, Estancias de San Juan 25720, Monclova, Coahuila, e-mail: Evrodriguezr@uadec.edu.com²

De chatarra y arrabio líquido 20-80%. Estas mezclas pueden tener altos contenidos de impurezas como carbono, silicio, fósforo, azufre entre otras. También se adiciona agentes escorificantes como cal y dolomita. El proceso de refinación de acero también llamado metalurgia secundaria, es una etapa de la fabricación de acero donde este, una vez que es vaciado en la olla, es tratado para refinarlo y hacer ajustes finales en la composición química. La energía requerida para calentar el acero es suministrada a través de los electrodos de grafito, los cuales permiten mantener un control preciso de la temperatura del acero. Los tapones porosos utilizados en la parte inferior del horno, sirven para inyectar argón al metal líquido, lo cual contribuye a mantener homogénea la composición química y la temperatura, además de promover las reacciones químicas metal-escoria con la finalidad de atrapar las impurezas como inclusiones no metálicas y óxidos. Finalmente, la tolva superior permite la adición de las ferroaleaciones y escorificantes que se requieren para el tratamiento del acero.

El método de colada continua se basa en la fabricación de planchones de acero con espesor de 8" a partir de metal fundido, una de sus grandes ventajas es su alta velocidad de enfriamiento y el proceso es sumamente confiable.

El proceso de rodado en caliente se lleva a cabo en el molino Steckel es encargado de transformar la materia prima que son los planchones a productos los cuales pueden ser rollo o placa a distintos espesores, en este caso nuestras placas de investigación fueron reducidas a un espesor del planchón de 8" a placas de 0.500" con una determinada temperatura de control de 1000°C.

El tratamiento de normalizado permite cumplir con las especificaciones que demanda la alta exigencia en los requerimientos de calidad en todos los tipos de acero.

El proceso de normalizado de acero en placas es un tratamiento térmico especial aplicado a la placa y que se emplea para dar al acero una estructura, propiedades y ciertas características tecnológicas que se consideran en estado Natural y Final del material que fue sometido a trabajos de laminación.

Para la fabricación de productos entre los que destacan principalmente la fabricación de recipientes a presión. Actualmente se trabaja con las normas de certificación de ISO 9001-2015.

MÉTODOS Y MATERIALES

El material utilizado fue acero grado (ASME/SA516-70N ED15) en forma de dos placas (A y B) con las mismas dimensiones en espesor (0.500") ancho (96") y largo (240") En la tabla 1. Se muestra la composición química de las placas de acero.

Tabla 1. Composición química de las placas de acero grado (ASME/SA516-70 ED15)

ELEMENTO	C	MN	P	S	SI	CU	CB	V	ALT	NI	CR	ALSOL	TI	MO
MIN	0	0.85	0	0	0.15	0	0	0	0.02	0	0	0.009	0	0
MAX	0.25	1.2	0.025	0.02	0.4	0.2	0.02	0.03	0.15	0.4	0.3	0	0.03	0.12

Para realizar el estudio de las microestructuras, primeramente se cortaron las muestras y se montaron en pastilla de baquelita, posteriormente se desbastaron con lijas de diferentes granos (40, 220, 500, 1000, 2000) y se pulieron a paño con pasta de diamante y alcohol para acabado espejo en una pulidora maraca METKON modelo FORCIPOL N20150916, se atacaron con Nital HNO₃. Finalmente las microestructuras fueron tomadas en un microscopio Óptico NIKON EPIPHOT 200.

El ensayo de ultima tensión, limite elástico y elongación se realizaron con la finalidad de conocer las propiedades mecánicas de nuestras placas de acero (resistencia, rigidez, ductilidad etc.) aplicándoles muy lentamente una fuerza promedio de tensión de (52811 Lbs, fuerza) según las dimensiones de la muestra. El ensayo consiste en alargar nuestra muestra ya maquinada hasta llegar a la fractura a temperatura ambiente.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Se efectúan las primeras pruebas de la placa "A" de acero sin ser Normalizada, se cortaron cinco muestras ubicadas en distintos puntos de la placa (transversales punta, centro, cola, longitudinal y 45°) Figura 1. Posteriormente fueron sometidas a estudios de tensión, elongación, límite elástico y metalografía con la finalidad de ver el comportamiento de las propiedades físicas y metalografías de la placa

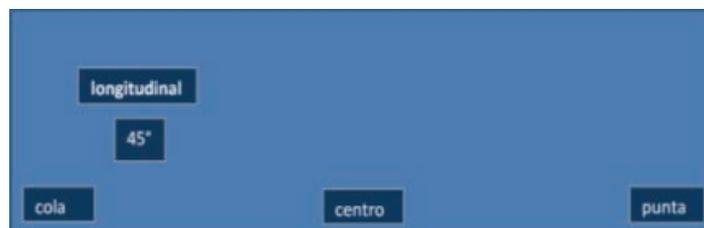


Figura 1. Croquis muestra los distintos extremos tomados de placa "A" sin tratamiento

Se muestran la microestructura tomada de la placa "A" sin tratamiento (Fig. 2)

En la micrografía tomada a 100x se puede observar a distintos puntos del espesor de la placa un tamaño de grano número 8 promedio el cual es más grande así como también una estructura constituida de ferrita (puntos blancos) y bandas de perlita gruesa (puntos negros).

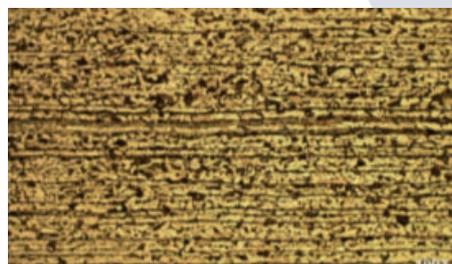


Figura 2. Microestructura a 100X placa "A" sin tratamiento

Tabla 2. Resultados de pruebas mecánicas sin tratamiento

PLACA / ROLLO	LE LBS/PULG ²	MIN	UT LBS/PULG ²	MIN	MAX	% ELONG	% MIN
MUESTRA PUNTA	64956	38000	90574	70000	90000	38.2	22
MUESTRA CENTRO	62407	38000	89900	70000	90000	39.1	22
MUESTRA COLA	61198	38000	90632	70000	90000	41.5	22
MUESTRA TRANSVERSAL	62804	38000	90258	70000	90000	38.0	22
MUESTRA 45°	62222	38000	89876	70000	90000	40.2	22

Tabla 3. Resultados de última tensión sin tratamiento

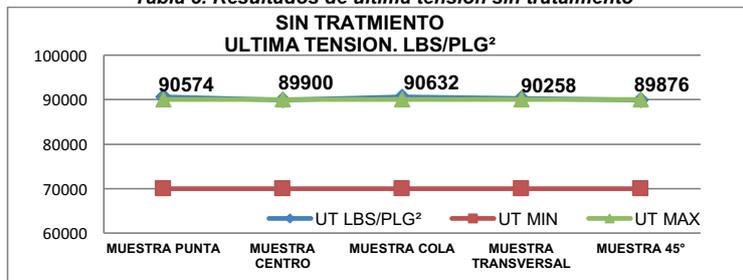


Tabla 4. Resultados de límite elástico sin tratamiento

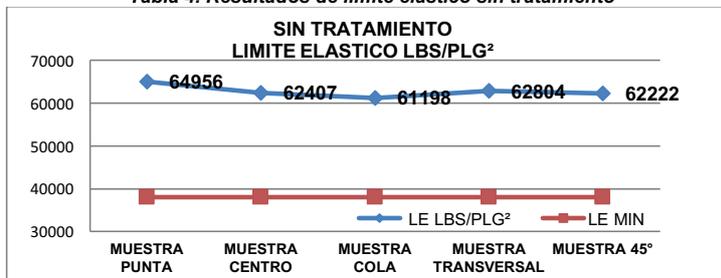
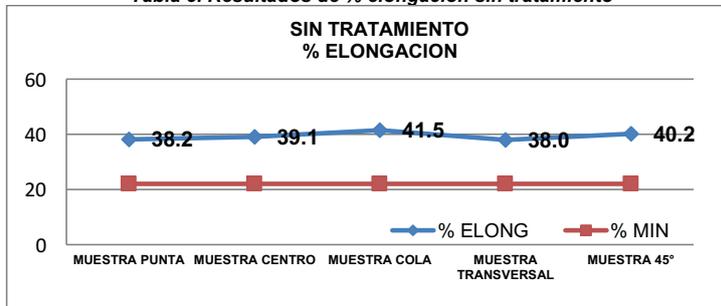


Tabla 5. Resultados de % elongación sin tratamiento



Después de los primeros estudios de la placa "A" sin tratamiento, se sometió la placa "B" al tratamiento térmico de normalizado que fue realizado en un horno industrial de normalizado a una temperatura de 870°C con un tiempo total de 14.8 minutos, con tiempo de calentamiento de 4.7 minutos y un tiempo de empaque de 10.1 minutos y con enfriamiento a temperatura ambiente.

Una vez terminado el tratamiento a nuestra placa "B" se le ubicó los cinco mismos puntos de la placa anterior y además se decidió incrementar el muestreo a toda la placa para observar un poco más a detalle el comportamiento y la variabilidad que presentó la placa a todo su largo y ancho; realizándole de nuevo los mismos estudios hechos anteriormente y así obtener los resultados antes y después del tratamiento.

El muestreo de la placa "B" fue de acuerdo a la siguiente Figura 2.



Figura 3. Croquis muestra los distintos extremos tomados de placa "B" con tratamiento

Se muestran las microestructuras tomadas de la placa "B" con tratamiento (fig. 4). Que también fue tomada a un aumento de 100X.

La figura 4. Con tratamiento de normalizado se observa en su estructura ferrita y perlita más fina. Así como también un tamaño de grano más fino y homogéneo número 10.



Figura 4. Microestructura a 100X placa "B" con tratamiento

Tabla 6. Resultados de pruebas mecánicas con tratamiento

MUESTRA	LE LBS/PLG ²	MIN	UT LBS/PLG ²	MIN	MAX	% ELONGACION	MIN
1	57366	38000	81474	70000	90000	42.2	22
2	58044	38000	81670	70000	90000	40.9	22
3PUNTA	57329	38000	81814	70000	90000	41.6	22
4	55834	38000	81121	70000	90000	41	22
5	56491	38000	81306	70000	90000	41.2	22
6	55495	38000	81403	70000	90000	41.4	22
7	57221	38000	81452	70000	90000	42.5	22
8	57348	38000	81633	70000	90000	38.9	22
9CENTRO	55021	38000	81426	70000	90000	40.2	22
10	58096	38000	81598	70000	90000	43.2	22
11	57551	38000	81776	70000	90000	40.8	22
12	56647	38000	81411	70000	90000	40.2	22
13	58193	38000	81126	70000	90000	42.2	22
14	58355	38000	81985	70000	90000	41.4	22
15COLA	58841	38000	81609	70000	90000	39.9	22
LONG.	55762	38000	81374	70000	90000	42.2	22
45	57930	38000	81218	70000	90000	44	22

Tabla 7. Resultados de última tensión con tratamiento normalizado

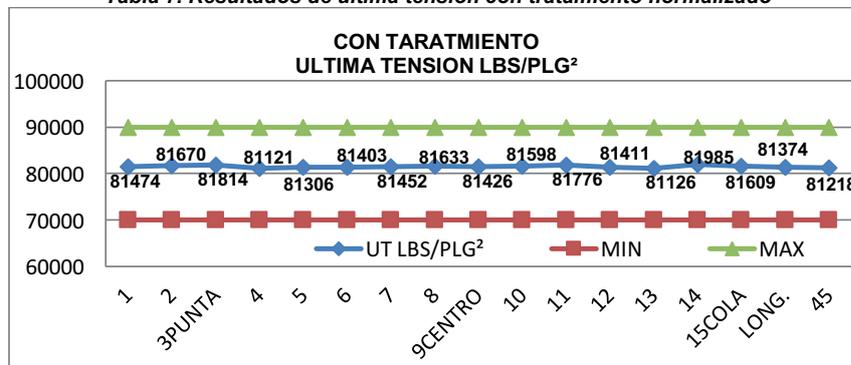


Tabla 8. Resultados de límite elástico con tratamiento normalizado

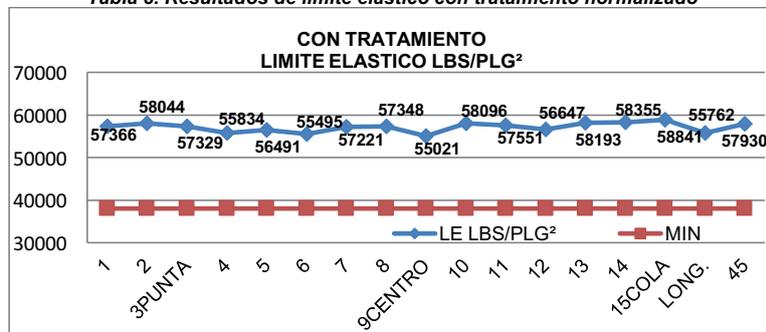
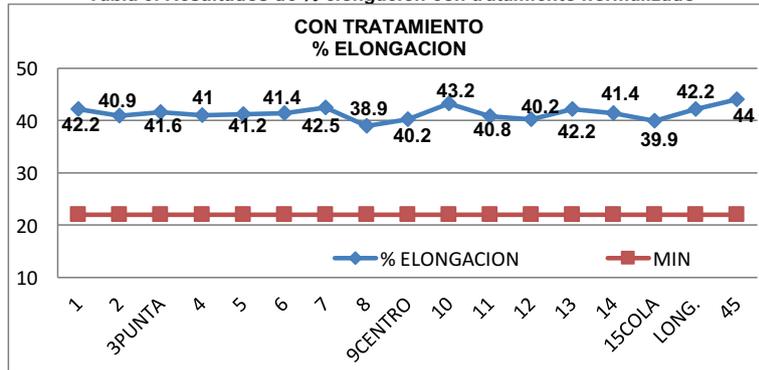


Tabla 9. Resultados de % elongación con tratamiento normalizado



CONCLUSIONES

Se puede concluir que con el tratamiento termico normalizado obtenemos en su estructura una recristalización y refinación del **tamaño de grano** pues este se vuelve más homogéneo. También se observa ferrita y bandas de perlita más fina (figura 4.). Este cambio comparado con la condición original sin tratamiento, era de esperarse ya que el normalizado refina el tamaño de grano, este a su vez homogeniza las propiedades mecánicas del material liberándolo de tensiones y sin alterar su composición química.

Observamos los resultados de las gráficas donde se hace notar el ANTES y DESPUES del normalizado, el comportamiento normal de las físicas de acuerdo al tratamiento térmico de normalizado.

Se puede observar de acuerdo a la tabla 3 (sin tratamiento) y tabla 7 (con tratamiento) que se genera un decremento aproximado de 8760Lbs/plg² en todos los putos que se tomaron para la **última tensión**.

El **límite elástico** también se encuentra en un decremento después del tratamiento. Aproximadamente de 5740Lbs/plg² como se puede observar en las tablas 4 y 8.

También se obtienen los resultados del **%elongación** donde se puede observar un aumento promedio de 2% después del normalizado en todas las muestras tabla 5 y 9.

Cabe destacar que los valores obtenidos se encuentran dentro de los límites permitidos para el grado de acero tratado (ASME/SA516-70N ED15). Al realizar el tratamiento de normalizado, se observó una gran diferencia en el comportamiento de las propiedades y en su microestructura en todo lo largo y ancho de la placa.

BIBLIOGRAFIA

Artículo en línea

FELIX R. MORENO F. / WILMAN J. SALAZAR C. / LAURA A. SAENZ P. (2005). EVALAUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO A LA FATIGA EN ACEROS AISI 4340 Y AISI 4140 TRATADOS TERMICAMENTE CON RECOCIDOS Y NORMALIZADOS. DICIEMBRE 2005, de RED DE REVISTAS CIENTIFICAS DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE, ESPAÑA Y PORTUGAL. Sitio web: <http://www.redalyc.org/pdf/707/70712306.pdf>

Tesis

ING. ROMEO OMAR MARTINEZ PRECIADO. (2016). IDENTIFICACION DE DEFECTOS EN PLANCHON DE ACERO GRADO MICROALEADO MEDIANTE PRUEBAS DE ULTRASONIDO. JUNIO 2016, de UNIVERSIDAD AUTONOMA DE COAHUILA Sitio web: NA

CARBONATACION DE SULFATO DE ESTRONCIO A PARTIR DE MINERAL CELESTITA COMO PRECURSOR PARA LA FORMACION DE FERRITAS

Macías Viramontes Luis Alberto ¹, Treviño Vera Gloria Guadalupe ², Rosales Sosa Ma. Gloria ², García Guerra Josefina², Dávalos Sánchez Aglae ²
Facultad de Metalurgia, Universidad Autónoma de Coahuila, Carretera 57 Kilómetro 5, Estancias de San Juan 25720 Monclova, Coahuila, elihu_enoel@hotmail.com
²Facultad de Metalurgia, Universidad Autónoma de Coahuila, Carretera 57 Kilómetro 5, Estancias de San Juan, Campus Universitario Autónoma de Coahuila, 25720, Monclova, Coahuila, gloriatrevinovera@hotmail.com

RESUMEN

Muestras de mineral de celestita, fueron molidas hasta una malla < 250 mediante el molino de bolas, luego fueron sometidas a una etapa de lixiviación con ácido inorgánico, a diferentes tiempos, después el mineral a se neutralizó con hidróxido de amonio utilizando fenolftaleína como indicador y se dejó reposar para secar a temperatura ambiente, Posteriormente, el mineral de celestita lixiviado se sometió a una etapa de carbonatación, controlando diferentes parámetros, tales como: pH, temperatura, tiempo y velocidad de agitación. Determinando la fracción reaccionada al precipitar con Cloruro de bario al 10%. Después lo que se obtuvo fue analizado en el Difractómetro de Rayos X (DRX).

ABSTRACT

Celestine ore samples, were ground to a mesh of 250 through the mill, then they were subjected to a stage of inorganic acid Leach, at different times, then the mineral Celestine neutralizes ammonium hydroxide with phenolphthalein as indicator and left stand to dry at room temperature, then leached celestite ore underwent a phase of carbonation, controlling different parameters, such as: pH, temperature, time and agitation speed. Then what was obtained was analyzed. X-ray diffraction (XRD).

Palabras claves: Celestita, Molino de Bolas, fenolftaleína, Ácido.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con estudios fisicoquímicos previos de la carbonatación pirohidrometalúrgica del Sulfato de Estroncio (SrSO_4), es factible la carbonatación del SrSO_4 presente en el mineral de celestita ^[1] En este trabajo se utilizó el método cerámico o de conversión directa a partir del cual se llevó a cabo la carbonatación de la celestita en un medio acuoso utilizando una solución de Carbonato de Sodio (Na_2CO_3) en relación estequiométrica. Se partió del mineral previamente lixiviado utilizando Ácido Clorhídrico (HCl) como agente lixivante, a diferentes tiempos y a una concentración del 1 M y 2 M. La carbonatación se llevó a cabo a 90°C, y para asegurar la conversión completa se añadió un exceso de Carbonato de Sodio del 10%, determinando la fracción reaccionada al precipitar el ión sulfato con Cloruro de Bario al 10%. Se obtuvo una eficiencia del 95% de Carbonato de Estroncio (SrCO_3).

La Celestita es un Sulfato de Estroncio SrSO_4 con peso específico de 3.9 a 4.0; dureza de 3.0 a 3.5; su color es ligeramente azul, puede ser blanco, amarillo y raras veces verde o rojizo; a veces es fluorescente. El estroncio produce alta fuerza coercitiva y resistividad térmica y eléctrica, y al quemar produce una flama roja brillante única ^[2].

1.- APLICACIONES DE LA CELESTITA

La celestita se usa directamente en procesos de fabricación de vidrio, de cerámicos arquitectónicos, de pinturas y hules ^[3].

METODOLOGIA

En esta sección se presentan los métodos empleados en la realización de este trabajo de investigación, desde el tratamiento del mineral de celestita con una pureza del 98% de SrSO_4 empleado como precursor del elemento estroncio hasta los tratamientos realizados para la obtención de la fase cristalina del Carbonato de Estroncio SrCO_3

Molienda. Para esta etapa de disminución de tamaño de partícula del mineral se utilizó un equipo pulverizador de alta velocidad con el objeto de obtener un tamaño de partícula menor a 75 mm. El tamaño de partícula inicial del mineral triturado fue de aproximadamente 125 mm de diámetro.

Granulometría. Se realizó un muestreo por cuarteo de mineral molido de celestita. Se colocaron 100 g de muestra en un sistema ROTAP para su análisis granulométrico. El porcentaje de cada malla se realizó por análisis gravimétrico.

Lixiviación se realizó la lixiviación del mineral con malla 250; se tomaron muestras de 50 g. La muestra se colocó en vaso de precipitado de 400 mL Se utilizó Ácido clorhídrico en concentración 1M y 2 M en agua

¹Facultad de Metalurgia, Universidad Autónoma de Coahuila, Carretera 57 Kilómetro 5, Estancias de San Juan 25720 Monclova, Coahuila, lucecitha_27@hotmail.com

²Facultad de Metalurgia, Universidad Autónoma de Coahuila, Carretera 57 Kilómetro 5, Estancias de San Juan, Campus Universitario Autónoma de Coahuila, 25720, Monclova, Coahuila, gloriatrevinovera@hotmail.com

destilada. Las muestras de digirieron durante 15 min cada una de ellas en estufa de agitación magnética; Se añadió 3 gotas de fenolftaleína como indicador y se agregó Hidróxido de amonia concentrado para la neutralización posteriormente se filtraron con papel filtro Whatman No.40 y embudo buchner utilizando filtración rápida y bomba de vacío, en seguida se lavaron con 10 mL de agua destilada caliente, el papel filtro se colocó en un vidrio de reloj y se dejó evaporar el gua en un desecador. Las muestras secas se pesaron y se calculó la cantidad de impurezas eliminadas en el proceso.

Carbonatación. Se adicionó la muestra desecada en un matraz erlenmeyer con una solución de carbonato de Sodio calculada estequiométricamente y con un 10 % de exceso, se midió el pH debiendo estar mayor de 12, posteriormente se colocó en una parrilla de agitación magnética marca LABTECH DAIHAN LABTECH Co. LTD, Model LMS-1003 127V 60 Hz 500W/5ª Serie No. 2016062451

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

A continuación se resumen los resultados obtenidos correspondientes a las diferentes etapas de este trabajo de investigación 1) Trituración y molienda 2) lixiviación del mineral de celestita, 3) carbonatación de mineral de celestita lixiviado

1.- Trituración y molienda

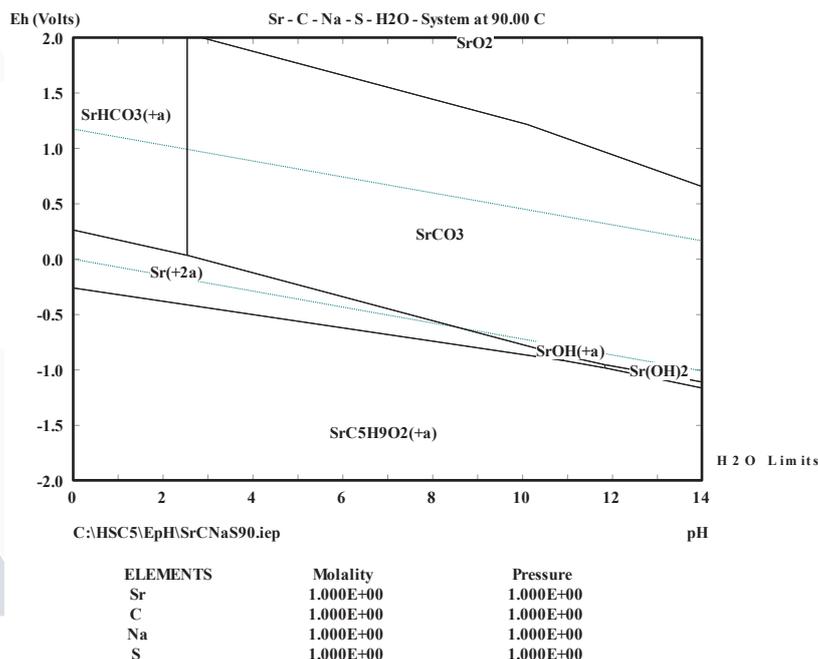
Molienda. Para la etapa de disminución de tamaño de partícula del mineral se utilizó un equipo pulverizador de alta velocidad con el objeto de obtener un tamaño de partícula menor a 270 mallas (75 μ m). El tamaño de partícula inicial del mineral triturado fue de aproximadamente 125 μ m de diámetro.

2.- Granulometría. Se realizó un muestreo por cuarteo de mineral molido de celestita. Se colocaron 100 g de muestra en un sistema ROTAP para su análisis granulométrico. El porcentaje de cada malla se realizó por análisis gravimétrico.

3.- Lixiviación. Como fase inicial y etapa preliminar se realizó la lixiviación del mineral con malla 270, para eliminar impurezas propias del mineral, tales como: iones de calcio, bario, etc. Se llevó a cabo empleando HCl a 1M y 2M,; con tiempos de 15 min y con agitación magnética, se tomaron muestras de 50 g (Se utilizó el diseño de experimentos exponencial o tablas de verdad con las variables a utilizar en el procedimiento y resultado en 8). La muestra se colocó en un vaso de precipitado con 100 mL de HCl 1M y 2M obteniéndose los siguientes resultados:

TABLA y GRAFICA

4.- Carbonatación. El estudio termodinámico para la formación del Carbonato de Estroncio que proporciona el HSC5.1 de Química, según el diagrama Eh-pH muestra los elementos y compuestos que se involucran en el sistema como el Sr, C, Na, y el S y el agua como medio de la disolución, buscando la factibilidad de la reacción entre el sulfato de estroncio y el carbonato de sodio en solución acuosa, a una temperatura de 90°C y a una atmosfera de presión, dando lugar a la gráfica en la que se observa que el potencial del electrodo disminuye conforme aumenta el pH observándose que en el rango de pH que se trató al mineral celestita lixiviado y neutralizado fue entre 10 y 12 por lo que las especies que pueden existir en ese sistema están el Carbonato de Estroncio y el Hidróxido de Estroncio.



¹Facultad de Metalurgia, Universidad Autónoma de Coahuila, Carretera 57 Kilómetro 5, Estancias de San Juan 25720 Monclova, Coahuila, lucecitha_27@hotmail.com

²Facultad de Metalurgia, Universidad Autónoma de Coahuila, Carretera 57 Kilómetro 5, Estancias de San Juan, Campus Universitario Autónoma de Coahuila, 25720, Monclova, Coahuila, gloriatrevinovera@hotmail.com

Para determinar la cinética de la reacción de la obtención del carbonato de estroncio a partir del mineral de celestita lixiviada se determinó la fracción reaccionada tomando como base la pérdida en peso del mineral durante la reacción de carbonatación en un rango de tiempo de 20, 40 y 60 min

TABLA Y GRAFICA
Fig.

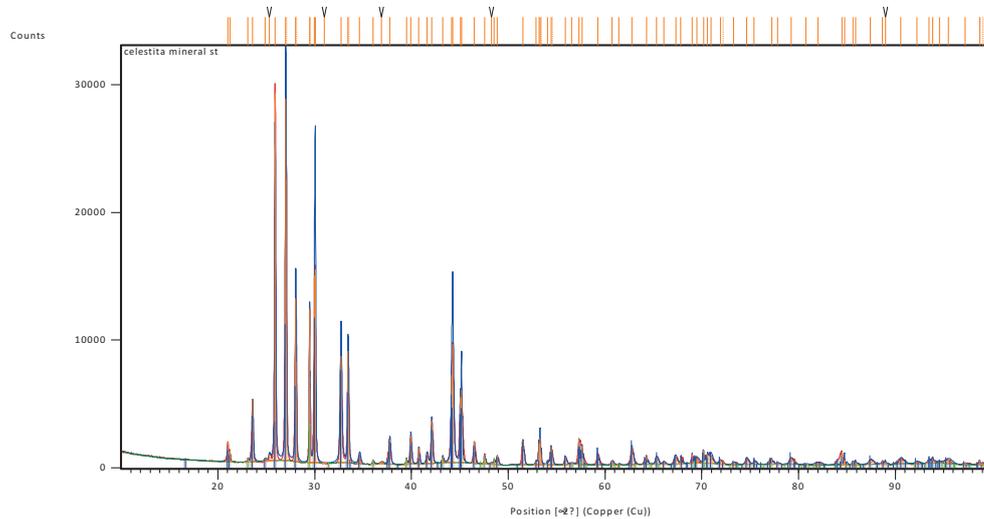
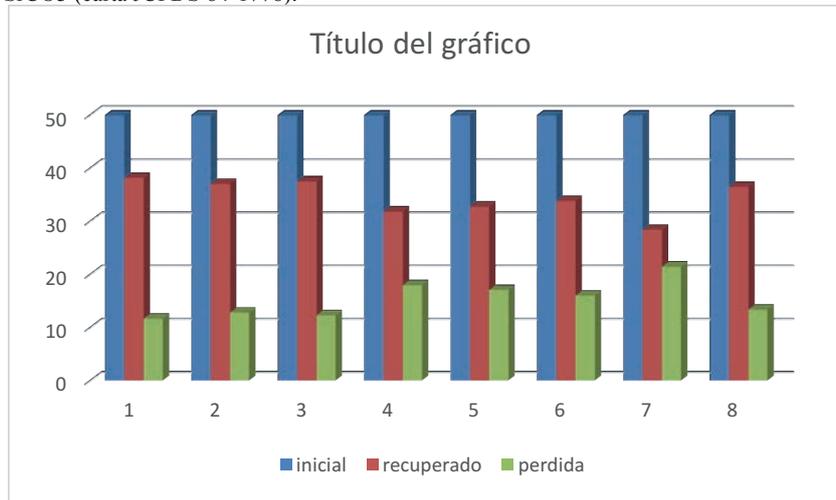


Fig. XXXX Patron de difracción de celestita sin tratar

El patrón de difracción de muestras de celestita sin tratar muestra los picos característicos de la fase cristalina del SrSO₄

Una vez lixiviado el mineral de celestita se prosiguió a carbonatar la misma empleando soluciones de carbonato de sodio (Na₂CO₃), a temperatura ambiente por una hora y se tomaron muestras de avance de la reacción o fracción reaccionada a los 20, 40 y 60 min utilizando Cloruro de Bario al 10% y 1 mL. De HCl concentrado con 3 mL de muestra. De cada una de las ocho muestras originales que se trataron y donde se espera su puedan observar los picos de una nueva fase cristalina que en composición correspondan a la fase cristalina SrCO₃ (carta JCPDS 84-1778).



Grafica 1

Grafica 1 representando la perdida y lo recuperado durante la carbonatacion

Conclusiones

En nuestras conclusiones determinamos que el mineral de celestita es una fuente extraordinario de producción de Carbonato de estroncio, el agente lixivante de ácido clorhídrico al 8% es la concentración optima ya que se obtiene más muestra lixiviada y más carbonato de estroncio al tratarla con carbonato de sodio, la lixiviación con agitación magnética propicia el atrapamiento de partículas de hierro que no llegan a

¹Facultad de Metalurgia, Universidad Autónoma de Coahuila, Carretera 57 Kilómetro 5, Estancias de San Juan 25720 Monclova, Coahuila, lucecitha_27@hotmail.com

²Facultad de Metalurgia, Universidad Autónoma de Coahuila, Carretera 57 Kilómetro 5, Estancias de San Juan, Campus Universitario Autónoma de Coahuila, 25720, Monclova, Coahuila, gloriatreinovera@hotmail.com

precipitar o el agente digestor y que la formación de carbonato de estroncio es factible según el estudio termodinámico obtenido del H5C5.1 de química

BIBLIOGRAFIA

- [1] De la Cruz, B.F., (1992), “Estudio Cinético de la Conversión Hidrometalurgia Directa de Celestita a Carbonato de Estroncio”, p.33
- [2] E.G. Viser, Developments in Soft Magnetic Ferrites for Power Applications. Philips Components, Corporate Innovation Materials.
- [3] Anuario Estadístico de la Minería Mexicana, COREMI y 2002 Dirección General de Minas, DGPM con base a las cifras del Sistema de Información Comercial de México (SICM.) Secretaria de Economía.
- [4] International Journal of Chemical Engineering and Applications, Vol. 2, No. 4, August 2011
- [5] Perry, R.H. “Manual del Ingeniero Químico”, Vol. III Septima Edición, Editorial Mc Graw Hill pp. 28-68 (2003)

EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD TÉRMICA, CITOTOXICIDAD Y GENOTOXICIDAD DE NANOBARRAS DE ORO.

M.d.G. Blanco Domínguez,¹ G.A. Martínez Castañón,² C. Bermúdez Jiménez²

1 Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Coahuila; Carretera Torreón - Matamoros km. 7.5, C.P. 2700, Torreón, Coahuila. maria_blanco.dguez@hotmail.com.

2 Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Lateral Av. Salvador Nava s/n. Col. Lomas. CP. 78290 San Luis Potosí, S. L. P. mtzcastanon@fciencias.uaslp.mx.

RESUMEN

Los beneficiosos atributos de las nanopartículas de oro, tales como su facilidad de síntesis, funcionalización y control de tamaño se destacan demostrando por qué las nanopartículas de oro son un objetivo atractivo para un mayor desarrollo y optimización. En este trabajo, se preparó un hidrogel de quitosán con nanobarras de oro, para su uso y caracterización como agente inhibidor de formación de biopelículas. Se hizo una comparación de diferentes tratamientos los cuales incluían el uso del quitosán solo, el uso de un hidrogel de quitosán con nanobarras de oro y la aplicación del último con irradiación de un láser como terapia fototérmica.

Los análisis mostraron, cualitativamente, una mayor inhibición de formación de biopelículas en el tratamiento que incluía la aplicación de la fototerapia en el hidrogel de quitosán con las nanobarras de oro a comparación de los otros tratamientos.

ABSTRACT

The beneficial attributes of gold nanoparticles, such as their ease of synthesis, functionalization and size control are highlighted by demonstrating why gold nanoparticles are an attractive target for further development and optimization. In this work, a chitosan hydrogel with gold nanorods was prepared for use and characterization as a biofilm formation inhibiting agent. A comparison was made of different treatments which included the use of chitosan alone, the use of a chitosan hydrogel with gold nanorods and the application of the latter with irradiation of a laser as photothermal therapy.

The analyzes showed, qualitatively, a greater inhibition of biofilm formation in the treatment that included the application of the photothermia in the chitosan hydrogel with the gold nanobarras compared to the other treatments.

Palabras clave: oro, nanopartículas, nanobarras, fototérmica.

INTRODUCCION

En años recientes, la aplicación de las nanopartículas (NPs) en diferentes campos se ha expandido de manera considerable. Las nanopartículas han ido utilizadas de manera exitosa en campos médicos y farmacéuticos para la liberación de agentes terapéuticos, en el diagnóstico de enfermedades crónicas y en sensores biomédicos; en específico, las aplicaciones de las nanopartículas de oro pueden ser encontradas en campos como la biomedicina al ser utilizadas como antibacteriales, agentes de contraste y para hipertermia. Las nanopartículas pueden ser sintetizadas en una gran variedad de formas, entre las cuales encontramos nanoesferas, nanobarras, nanocajas, nanoprismas y nanoestrellas [1]. Las propiedades químicas, ópticas y electromagnéticas de éstas están fuertemente relacionadas con el tamaño y forma. Un factor importante para tener en consideración cuando las nanopartículas van a ser utilizadas es el método de transporte hacia el sitio de acción. La combinación de nanopartículas metálicas y polímeros han llamado la atención debido a sus aplicaciones potenciales. El quitosán es uno de los polímeros más utilizados; obtenido de la desacetilación de la quitina, es un polisacárido encontrado en la naturaleza como componente de lo exoesqueletos de crustáceos y algunos insectos. El quitosán ha sido reportado como biodegradable, biocompatible y no tóxico [2].

Las nanopartículas poseen propiedades antisépticas y desinfectantes por si solas o pueden ser activadas con el uso de un láser. La terapia fototérmica plasmónica ha ganado importancia en el campo de la medicina debido a sus aplicaciones. Las nanopartículas de oro en solución, con forma no esférica, como las nanobarras de oro, tienen la capacidad de absorber la luz cercana al infrarrojo (NIR) y gracias a esto una de las posibles aplicaciones de las AuNRs es la hipertermia. La hipertermia puede ser usada como un mecanismo para matar bacterias de manera selectiva por medio de a combinación de láser y las AuNRs [3]. Cuando las nanobarras están en contacto con las células bacterianas, seguido de la irradiación del láser, los efectos del sobrecalentamiento pueden destruirlas rápidamente [4,5].

El aumento de cepas resistentes a múltiples fármacos se ha convertido en uno de los problemas más graves de la medicina en todo el mundo. Grandes avances en la nanotecnología han proporcionado una base sólida para el uso de nanopartículas en la lucha contra los microorganismos patógenos, incluyendo bacterias multiresistentes. [6].

MÉTODOS Y MATERIALES

Materiales. Bromuro de hexadeciltrimetilamonio (CTAB 0.20M), borohidruro de sodio (NaBH₄ 0.1M), ácido ascórbico (0.0778M), ácido tetracloráurico (HAuCl₄ 0.0005M y 0.001M), nitrato de plata (AgNO₃ 0.0040M), quitosán de alto peso molecular (C₁₂H₄N₂O₉), glicerol (C₃H₈O₃), ácido acético (C₂H₄O₂). Infusión y agar cerebro corazón (*).

2.1 Síntesis de nanobarras de oro. Para la preparación de las nanobarras de oro, las soluciones de semillas y de crecimiento fueron llevadas a cabo siguiendo el método reportado por Nikoobakh y El-Sayed (2003) con algunas modificaciones como se describe a continuación. Solución de semillas: se añadieron 5ml de HAuCl₄ 0.0005M a una solución de 5ml de CTAB 0.20M. A esta, la cual se encontraba bajo agitación magnética, se le adicionaron 0.90ml de NaBH₄ previamente disuelto en agua fría, lo cual resulta en la formación de una solución amarilla parduzca. La agitación magnética continuó por un lapso de una hora. Solución de crecimiento: se añadieron 0.50ml de AgNO₃ y 5ml de HAuCl₄ 0.001M a una solución que permanecía en agitación magnética de 5ml de CTAB 0.20M. Se adicionaron

70ul de ácido ascórbico 0.0778M. El ácido ascórbico, como agente reductor suave, cambia la solución de crecimiento de amarillo oscuro a incolora. El último paso en la formación de AuNRs fue la adición de 12ul de la solución de semillas a la solución de crecimiento, el color de la solución cambia gradualmente a lo largo de 10-20 minutos, fue importante controlar que el rango de temperatura se encontrara entre los 27-30° para asegurar la síntesis de las nanobarras. Posteriormente se procedió a centrifugar a 13,000rpm en un lapso de 30 minutos para eliminar los residuos de CTAB y otros subproductos de la reacción.

2.2 Caracterización de AuNRs. Se obtuvo un espectro de absorción UV-Vis usando OCEAN OPTICS CHEMUSB4-VIS-NIR y para conocer la morfología fue usado un microscopio electrónico de transmisión (TEM, JEOL JEM-1230) a un voltaje de aceleración de 100kV.

2.3 Caracterización de la eficiencia fototérmica de AuNRs. Se irradió con el láser IR a 810nm (Quantum IR 810) durante 20 minutos a 200mW de potencia.

2.4 Preparación del gel de quitosán con AuNRs. Se añadieron 0.14g de quitosán de alto peso molecular y 0.016ml de glicerol en una mezcla de 0.16ml de ácido acético en 4ml de solución AuNRs. Esta mezcla se agitó a temperatura ambiente durante 5 minutos hasta que se formó el gel.

2.5 Caracterización de la eficiencia fototérmica del gel de quitosán con AuNRs. Se colocó el hidrogel de quitosán con AuNRs (400ug/ml). Se irradió con el láser IR a 810nm (Quantum IR 810) durante 20 minutos a 200mW de potencia.

2.6 Formación de la biopelícula con *S. mutans* (ATCC 25175) y *E. faecalis* (ATCC 47077). Para la formación de la biopelícula se siguió el protocolo Martínez-Gutiérrez y colaboradores con algunas modificaciones. Se utilizaron membranas de celulosa de 90mm de diámetro con tamaño de poro 0.10µm (Millipore™ PHWP09025) previamente esterilizadas con luz UV durante un lapso de 10 minutos y posteriormente seccionadas y colocadas en una placa con agar BHI. Cada sección fue inoculada con 20µl de cultivo en fase estacionaria de *Streptococcus mutans* (ATCC 25175) y 20µl de cultivo en fase estacionaria de *E. faecalis* (ATCC 47077). Las placas fueron incubadas a 37°C durante 24 horas. La membrana fue cambiada de agar a las 24 horas después de la formación de la biopelícula.

2.7 Evaluación de la actividad anti-biopelículas del gel de quitosán con AuNRs. Se colocó el hidrogel de quitosán con AuNRs (400ug/ml). Se irradió con el láser IR 810 nm (Quantum IR 810) durante dos minutos (tiempo en que el hidrogel estándar alcanza un incremento de temperatura de 10°C) a 200mW de potencia.

RESULTADOS

3.1 Síntesis y caracterización de AuNRs. La figura 1 muestra el espectro obtenido mediante UV-Vis, los plasmones transversal y longitudinal observados de las diferentes síntesis que se llevaron a cabo antes y después de centrifugar.

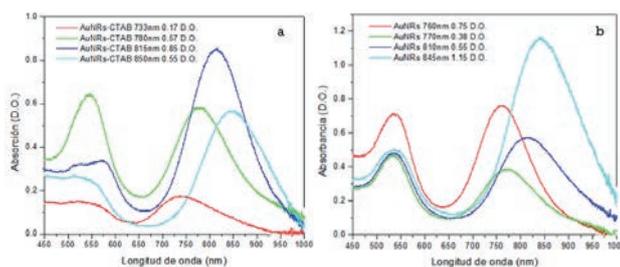


Figura 1: Caracterización de nanobarras de oro. Espectro obtenido mediante UV-Vis-NIR antes y después de centrifugar para la eliminación de CTAB. a) Con CTAB. b) Sin CTAB.

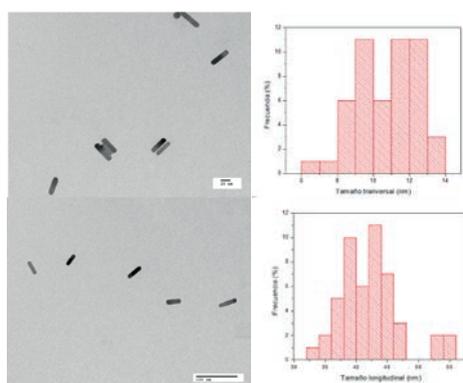


Figura 2: a) y b) imágenes TEM de las AuNRs. La síntesis muestra una distribución de tamaño con un promedio de 42.27 ± 4.85 de longitud y 10.7 ± 1.7 de anchura con un aspecto de radio de 3.95. c) histograma de frecuencia de tamaño transversal d) histograma de frecuencia de tamaño longitudinal.

3.2 Caracterización de la eficiencia fototérmica de las AuNRs.

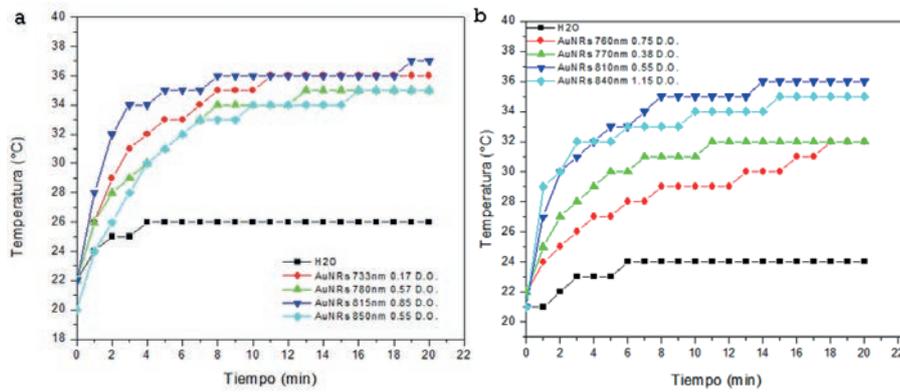


Figura 3: a) AuNRs con CTAB. La temperatura máxima de 37°C fue obtenida a los 19 minutos de la aplicación del láser. b) AuNRs sin CTAB: La temperatura máxima de 36°C fue obtenida a los 14 minutos de la aplicación del láser. Después de ese tiempo la temperatura se mantuvo constante hasta que el experimento fue completado (20 minutos).

3.3 Evaluación de la eficiencia fototérmica en hidrogel de quitosán con AuNRs.

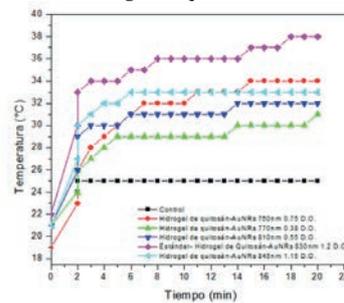


Figura 4: Fototermia aplicada en hidrogel de quitosán con AuNRs. Temperatura máxima alcanzada fue de 34°C a los 15 minutos, después de ese tiempo la temperatura fue constante hasta que el experimento se completó (20 minutos).

3.4 Formación de la biopelícula con *S. mutans* (ATCC 25175) y *E. faecalis* (ATCC 47077).

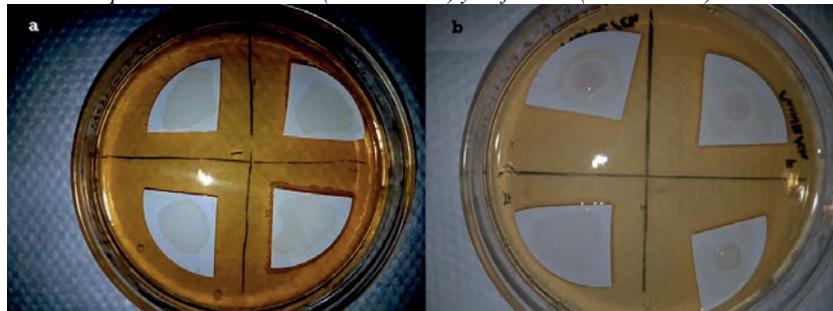


Figura 5: a) biopelícula a las 24 horas. b) aplicación de tratamientos.

3.5 Evaluación de la actividad anti-biopelículas del gel de quitosán con AuNRs

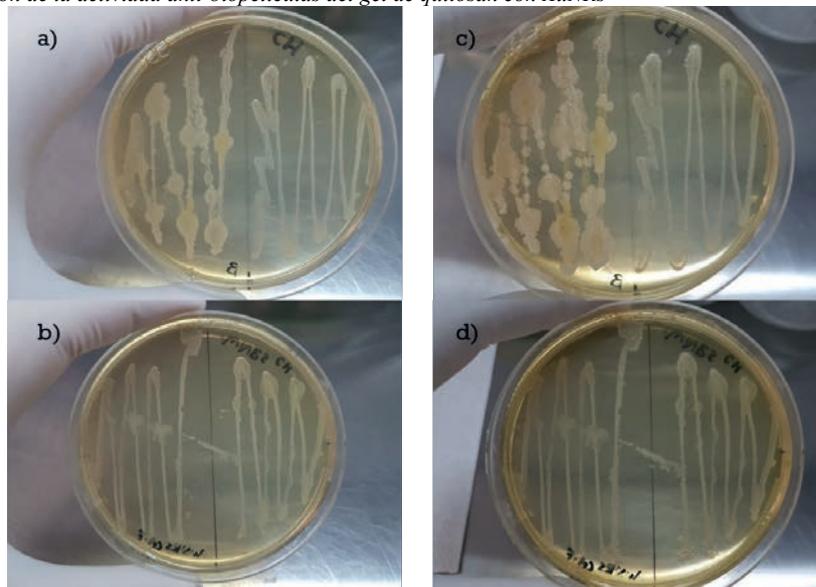


Figura 6. crecimiento de *S. mutans* y *E. faecalis* después del tratamiento con hidrogel de quitosán + AuNRs y aplicación de fototerapia. a) Blanco/Control 24 horas. b) Hidrogel de quitosán + AuNRs/Hidrogel de quitosán + AuNRs con fototerapia 24 horas. c) Blanco/Control 48 horas. d) Hidrogel de quitosán + AuNRs/Hidrogel de quitosán + AuNRs con fototerapia 48 horas.

CONCLUSIONES

La fototerapia aplicada a un tratamiento, el cual contenía el hidrogel de quitosán con las nanobarras de oro, parece ser, cualitativamente, más eficiente al momento de inhibir el crecimiento y formación de las biopelículas en comparación a los otros tratamientos. Sin embargo, ésta es una parte de la investigación que no se ha llevado a cabo de manera cuantitativa, así que no se puede asegurar la afirmación anterior.

BIBLIOGRAFIA

- [1] A. S. Thakor, J. Jokerst, C. Zavaleta, T. F. Massoud, and S. S. Gambhir, "Gold Nanoparticles: A Revival in Precious Metal Administration to Patients" *Nano Letters* 2011 11 (10), 4029-4036. DOI: 10.1021/nl202559p.
- [2] C. Sámano-Valencia, G. A. Martínez-Castañón, F. Martínez-Gutiérrez, et al., "Characterization and Biocompatibility of Chitosan Gels with Silver and Gold Nanoparticles," *Journal of Nanomaterials*, vol. 2014, Article ID 543419, 11 pages, 2014. doi:10.1155/2014/543419
- [3] Juan Carlos Castillo-Martínez, Gabriel Alejandro Martínez-Castañón, Fidel Martínez-Gutiérrez, et al., "Antibacterial and Antibiofilm Activities of the Photothermal Therapy Using Gold Nanorods against Seven Different Bacterial Strains," *Journal of Nanomaterials*, vol. 2015, Article ID 783671, 7 pages, 2015. doi:10.1155/2015/783671
- [4] W.-C. Huang, P.-J. Tsai, and Y.-C. Chen, "Functional goldnanoparticles as photothermal agents for selective-killing of pathogenic bacteria," *Nanomedicine*, vol. 2, no. 6, pp. 777-787, 2007.
- [5] R. Sean Norman, J.W. Stone, A. Gole, C. J. Murphy, and T. L. Sabo-Attwood, "Targeted photothermal lysis of the pathogenic bacteria, *Pseudomonas aeruginosa*, with gold nanorods," *Nano Letters*, vol. 8, no. 1, pp. 302-306, 2008
- [6] H. M. Lode, R. Stahlmann, and M. Kresken, "Multiresistant pathogens—a challenge for clinicians," *Zentralblatt für Chirurgie*, vol. 138, no. 5, pp. 549-553, 2013.

¹EFFECTO DEL TRATAMIENTO TERMICO DE SOLUBILIZADO EN LA RESISTENCIA A LA CORROSION DE LA ALEACION AL2014

M. Fernanda Venegas¹, Marco Arturo García Rentería²

RESUMEN

En el presente trabajo se muestra el comportamiento a la corrosión y en Microdureza de la aleación Al2014 a diferentes tiempos de solubilizado (1, 2, 3, 6, 12 y 24 horas) y envejecidas de forma natural hasta 2 meses. Los estudios realizados se basaron en el análisis de la resistencia a la corrosión en una solución de NaCl 3.5% de peso y su variación en microdurezas. La aleación 2014 se utiliza extensamente para la fabricación de componentes y accesorios aeroespaciales, debido a su alta resistencia. Los resultados muestran que la mejor resistencia a la corrosión después de 2 meses se obtiene con un solubilizado de 3 horas, sin embargo la mayor recuperación en términos de Microdureza se observó en la muestra solubilizada por 12 horas.

ABSTRACT

This work shows the corrosion and microhardness behavior of the Al2014 alloy at different solubilization times (1, 2, 3, 6, 12 and 24 hours.) aging naturally up to 2 months. The study was conducted by of the resistance to corrosion in a solution of NaCl 3.5% of weight and its variation in microhardness. The 2014 alloy is used extensively for the manufacture of components and accessories, due to its high strength. The results show that the best resistance to corrosion after 2 months is obtained with a solubilization of 3 hours, however the greatest recovery in terms of Microhardness was observed in the solubilized sample for 12 hours

Palabras Clave: Solubilizado, micro dureza, corrosión, aluminio, envejecimiento natural.

INTRODUCCION

El Al2014 pertenece a la serie 2xxx aluminio cobre de aleación. Tiene aleaciones complejas de Mg-Mn o de otras adiciones de aleación se agregan por lo general para dar fuerza o resistencia a la corrosión. El cobre es el principal elemento de aleación. Debido a esto se debe tratar térmicamente las aleaciones de estos, cerca de las temperaturas de equilibrio solidus. Resulta en una mayor tendencia a sobrecalentarse y causar fusión incipiente en los límites de grano. Las aleaciones aluminio-cobre contienen de 2% a 10% de Cu. La adición de cobre al aluminio aumenta la colabilidad, disminuye la resistencia mecánica y la dureza de la aleación en bruto, mediante tratamientos térmicos de solubilización. En general, el metal de alta pureza es mucho más resistente a la corrosión que el metal de pureza comercial que, a su vez, es más resistente que las aleaciones de aluminio. Tiene buena resistencia a la corrosión en la atmósfera e incluso a temperaturas relativamente altas y en muchos medios acuosos. Es muy activo, como se deduce de su posición en la serie electroquímica de potenciales normales, pero se pasiva con la exposición al agua o aire. Tiende a atacarse localmente con medios que contengan cloruro, en particular la corrosión de hendidura y en áreas de estancamiento, en las que desaparece la pasividad. La temperatura de solubilización conviene sea la más elevada posible, ya que al aumentar dicha temperatura aumenta el porcentaje de constituyentes endurecedores disueltos y, en su consecuencia, la posibilidad de elevar las características mecánicas. Sin embargo existe un límite superior, que es la temperatura de comienzo de fusión de la aleación empleada, y que en el caso general de aleaciones comerciales vendrá regida por la eutéctica que posea más bajo punto de fusión. Excediendo la temperatura comienza a “quemarse” ya que se funden las zonas donde existía la fase eutéctica. La corrosión electroquímica es un proceso espontáneo que denota siempre la existencia de una zona anódica (la que sufre la corrosión), una zona catódica y un electrolito, y es imprescindible la existencia de estos tres elementos, además de una buena unión eléctrica entre ánodos y cátodos, para que ese tipo de corrosión pueda tener lugar. La infinidad de burbujas que aparecen en la superficie metálica revela la existencia de infinitos cátodos, mientras que en los ánodos se va disolviendo el metal. Estos cambios pueden llegar a generar fallas en los componentes mecánicos fabricados en dichas aleaciones, por lo tanto su predicción es de interés para industrias como la aeronáutica donde se presentan diversas fallas por envejecimiento en los fuselajes fabricados con aluminio.

MÉTODOS

¹Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia; Carr. 57, km.5, C.P: 25710, Monclova, Coahuila, mariavnegas@uadec.edu.mx

²Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia; Carr. 57, km.5, C.P: 25710, Monclova, Coahuila, marcogarciarenteria@uadec.edu.mx

Materiales

En el presente estudio se empleó una barra de AL2014 de 50cm de largo con un alto porcentaje de contenido de cobre se cortó en 12 pedazos en secciones pequeñas de dimensiones: 1cm de ancho y 1_{1/2} utilizados

Cu	Mn	Si	Mg	Fe	Zn	Cr	Ti	Otros c/u	Otros total	Al
5	1.2	1.2	0.8	0.7	0.25	0.10	0.15	0.05	0.15	resto

estratégicamente para la experimentación.

Tabla 1.Composición nominal de la aleación

Metalografía

Se realizaron siete metalografías, una de metal base y las ya mencionadas se realizaron al final de la experimentación para poder apreciar la diferencia y conocer si cambia su tamaño de grano respecto al tiempo de envejecido natural, se desbastaron hasta una granulometría de 240 a 1500, acabado espejo y por último un ataque con Keller durante 5 segundos.

Tratamiento de solubilizado

Utilizando de manera estratégica las probetas se decidió darles diferente tiempo de solubilizado de la siguiente forma:

Probeta 1	1 hora	Probeta 4	6 horas
Probeta 2	2 horas	Probeta 5	12 horas
Probeta 3	3 horas	Probeta 6	24 horas

Se sometieron dichas probetas para darles el tratamiento térmico deseado a un horno Carbolite Gero a 500°C, al tiempo determinado se fueron retirando del horno para posteriormente enfriarse en agua (temple) para obtener estructuras deseadas. Dichas probetas se sometieron a el desbaste para poder atacarlas cada una paso por papel abrasivo de agua de 400 a 1500. Se procedió a montarlas en resina para poder hacer las pruebas de corrosión. Utilizando como electrolito NaCl 3.5%.Se agregó en un vaso precipitado alrededor de 200 ml de solución, grafito como electrodo auxiliar y como electrodo de referencia Ag-Cl. a cada una de las probetas se optó por someterlas en el potencióstato cada mes para poder observar su respuesta, conocer su envejecimiento natural, su respuesta a estos tratamientos.

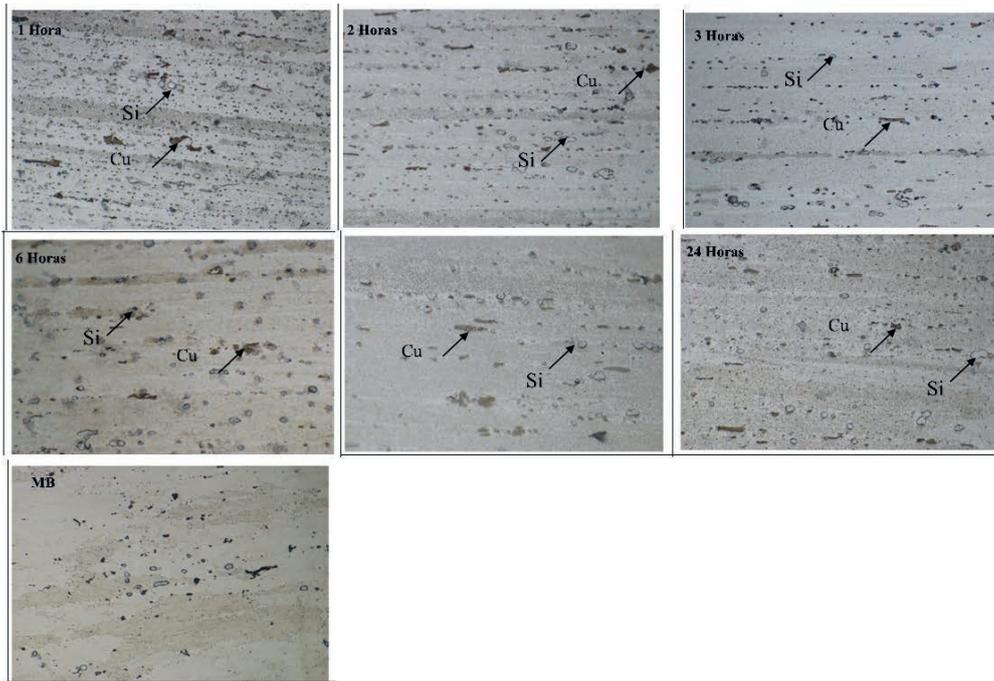
Resistencia a la polarización

El método electroquímico es denominado resistencia a a polarización, esta ha sido utilizado por años para determinar la velocidad de corrosión, generalmente se encuentra expresada en mili- pulgadas por año (mpy). Estas mediciones se pueden obtener rápidamente, normalmente podremos obtener resultados en menos de diez minutos. Durante muchos años de investigación se observaron experimentalmente el grado de polarización en una determinada corriente aplicada fue mayor a una velocidad de corrosión. Además se observó una aparente linealidad en el origen de la curva de polarización por lo tanto, la pendiente de la curva lineal es inversamente proporcional a la velocidad de corrosión.

Microdureza

Las microdurezas se llevaron a cabo en el durómetro zwick / roell indentec en el cual se posicionaban las piezas una por una tomando cinco lecturas de dureza, con una visión de 5x y 40x l, se tomaban cinco lecturas para una microdureza más exacta obteniendo datos muy interesantes. Ya con los datos determinados se emplearon diferentes software c view , z view y sigma plot para la obtención de los valores de resistencia a la polarización.

RESULTADOS Y DISCUSION



Imágenes adquiridas se muestra metal base (MB) y diferentes tiempos de solubilizado.

Se observa en la figura uno las metalografías de nuestras probetas a diferente tiempo de solubilizado y el metal base se observó que encuentran precipitados en las probetas podemos identificar el cobre en algunas de ellas y el silicio en tono gris en todas las metalografías esto indica que se formó una capa pasiva en el material deteniendo de esta forma la corrosión.

40µm

Figura 2. Cuantificación de velocidad de corrosión vs tiempo en horas de solubilizado al finalizar los dos meses.

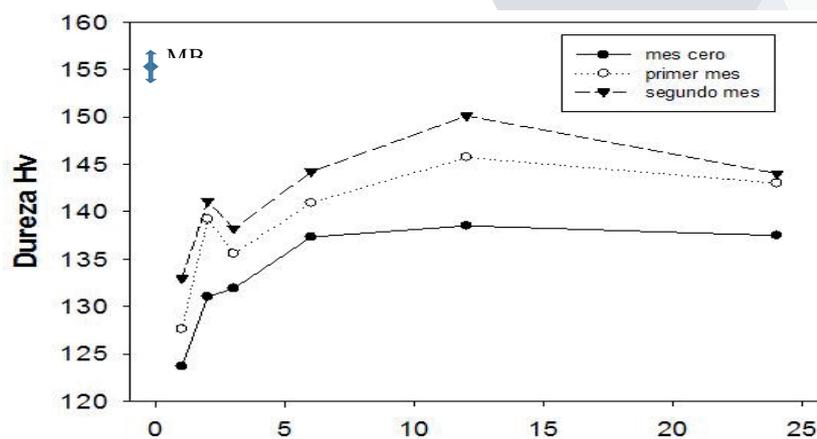


Figura 3. Cuantificación de dureza durante tres meses de acuerdo a el tiempo de solubilizado en horas

En la figura dos da a conocer la velocidad de corrosión contra el tiempo de solubilizado al finalizar los dos meses de pruebas, este da como resultado que el la probeta de 3 horas de tratamiento de solubilizado es la que posee menor velocidad de corrosión por lo tanto es la que posee la capa pasiva más resistente.

Por lo tanto se llegó a la conclusión que el T4 tratamiento de envejecimiento natural logra disminuir la velocidad de corrosión y es económicamente muy viable.

En la figura 3 indica la evolución notable de la dureza respecto al tiempo de solubilizado en horas como se nota en dicha grafica en el mes cero se aprecia un comportamiento casi lineal entre las probetas de 6 horas, 12 y 24 horas, se aprecia que la de 1 hora tuvo un valor de dureza considerablemente bajo. La evolución de la dureza en el segundo mes es notable se aprecia que la muestra de 3 horas de solubilizado no aumento lo esperado al igual que la muestra de 24 horas pero aumentó la de 2 horas. Como es apreciable en el tercer mes la prueba de 12 horas siguió su aumento constante y es el que más se acerca a la dureza precisa del metal base de la aleación 2014.

CONCLUSIONES

El tratamiento térmico de envejecimiento natural mejora la resistencia a la corrosión, ya que el potencial de corrosión se desplaza hacia valores más nobles, debido a la reducción de zonas activas en el material.

El trabajo en laboratorio determino que el aluminio es un buen conductor ya que al hacer el temple en las probetas se enfriaron de manera instantánea.

El endurecimiento por envejecimiento natural tiene las siguientes ventajas:

Al reducirse la temperatura de envejecimiento se incrementa la temperatura máxima.

La aleación conserva su resistencia máxima durante un periodo mayor.

Las propiedades son más uniformes.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a el doctor Marco Arturo García Rentería por el apoyo brindado durante el verano de la ciencia, por su amplio conocimiento de corrosión y sobre todo su paciencia, a mi compañeras de verano Cony Lorena Gutiérrez y María José Esquivel por su colaboración, a mis padres Eduardo Venegas y Josefina Reyes Carranza por su apoyo incondicional y su amor.

BIBLIOGRAFIA

[1] aluminum alloy castings properties, processes, and applications j. gilbert kaufman elwin l. rooy

[2] Envejecimiento natural y comportamiento plástico de una aleación al- mg-si R.Giovachini.

[3]Grigoris E Kfourtsidis, Stefanos M. Skolianos, Eleni G. Pavlidou. "A studyon pitting of AA2024/SiCp composites using the double cycle polarization technique". Corrosion Science 41 (1999) 1185-1203.

EFFECTO DEL GAS DE PROTECCIÓN EN SOLDADURAS DE ACERO INOXIDABLE DUPLEX 2205 EN LA RESISTENCIA A LA CORROSIÓN

María José Esquivel Rojas¹ y Marco Arturo García Rentería²

RESUMEN

Las soldaduras de acero inoxidable dúplex (AID) 2205 se realizaron con una preparación en V simple ajustando el aporte térmico a 1.4 kJ/cm, utilizando como gas de protección tres mezclas de gases diferentes: 95%Ar + 3%N₂ + 2%O₂ (M1), 97%Ar + 3%N₂ (M2), y 98%Ar + 2%O₂ (M3). La resistencia a la corrosión de las juntas soldadas se realiza en una celda electroquímica de tres electrodos y determinando el grado de sensibilización (GDS). En la caracterización metalográfica la zona afectada térmicamente (ZAT) es más grande en las soldaduras con mezcla que contienen oxígeno, sin embargo, el tamaño de la ZAT no se refleja en los resultados de la resistencia a la corrosión intergranular y la que presenta el daño más severo es la junta soldada utilizando la mezcla M1 y M2, por otro lado se observa que el uso del gas de protección conteniendo Ar + 2% O₂ solamente mejora la resistencia a la corrosión intergranular aproximándose a valores similares al metal base.

ABSTRACT

Welds of duplex stainless steel (DSS) 2205 were carried out with a preparation in simple V groove by adjusting the heat input to 1.4 kJ/cm, using as protection gas three different gas mixtures: 95%Ar + 3%N₂ + 2%O₂ (M1), 97%Ar + 3%N₂ (M2), y 98%Ar + 2%O₂ (M3). The corrosion resistance of welded joints was conducted in an electrochemical cell of three electrodes and determining the degree of sensitization (DOS). Metallographic characterization shows that the heat affected zone (HAZ) is larger in welds with mixtures containing oxygen, however, the size of the HAZ is not reflected in the results of resistance to intergranular corrosion and the one that presents the most severe damage is the joint welded using the mixture M1 and M2. On the other hand it is observed that the use of protective gas containing Ar + 2% O₂ only shows better intergranular corrosion resistance with similar values to those observed in the base metal.

Palabras Clave: Duplex 2205, corrosión intergranular, grado de sensibilización

INTRODUCCIÓN

La estructura del Acero Inoxidable Duplex (AID) 2205 contiene aproximadamente 50-50 % de fases ferrita y austenita. La ventaja de la estructura de los AID es que combina las cualidades favorables de los aceros ferríticos (buena resistencia mecánica y a la corrosión uniforme) y de aleaciones austeníticas (alta tenacidad al impacto). El proceso de soldadura por arco metálico consumible y gas protector (GMAW por sus siglas en inglés), es un proceso de soldadura por arco entre un electrodo continuo de metal de aporte y la piqueta de soldadura que se hace bajo un escudo de gas suministrado externamente y sin aplicación de presión. Los gases de protección para GMAW típicamente se suministran en mezclas de dos o tres gases que consisten en argón, dióxido de carbono (CO₂) y helio para aceros convencionales y al carbón. En algunas aplicaciones, se agrega hidrógeno o nitrógeno a una mezcla con uno o dos de los gases básicos [1].

La sensibilización es el fenómeno que ocurre por la precipitación de carburos de cromo en los límites de grano y la creación de una pequeña zona empobrecida de cromo en las regiones adyacentes, con lo cual se generan por un lado micro celdas de corrosión y por el otro regiones en las cuales la capa de óxido pierde sus características protectoras por deficiencias de cromo [2]. Se dispone de técnicas electroquímicas para medir el grado de sensibilización.

Las pruebas de reactivación electroquímica de doble ciclo (DL-EPR por sus siglas en inglés) se usan frecuentemente debido a la cualidad de detectar bajos grados de sensibilización, que no pueden ser detectados por otros métodos, permitiendo obtener una medida cuantitativa, fácil y rápida de realizar. Estas pruebas consisten en la exposición de la superficie a evaluar a una solución de ácido sulfúrico diluido, con tiocianato de potasio como activador o despasivador. El comportamiento de disolución del material durante el retorno del potencial (reactivación) se mide para determinar el grado de sensibilización [3].

MÉTODOS Y MATERIALES

Preparación metalográfica.

Las soldaduras de AID 2205 se realizaron con una preparación en V simple ajustando el aporte térmico a 1.4 kJ/cm, utilizando como gas de protección tres mezclas de gas diferentes: 95%Ar + 3%N₂ + 2%O₂ (M1), 97%Ar + 3%N₂ (M2), y 98%Ar + 2%O₂ (M3). Las muestras obtenidas a partir de las soldaduras se muestran la figura 1a, para posteriormente montarlas en resina epoxi (figura 1b), para quedar como la figura 1c.

¹Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia; Carr. 57, km.5, C.P: 25710, Monclova, Coahuila, mariaesquivelrojas@uadec.edu.mx

²Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia; Carr. 57, km.5, C.P: 25710, Monclova, Coahuila, marcoagarciaenteria@uadec.edu.mx, marcoagaren@gmail.com

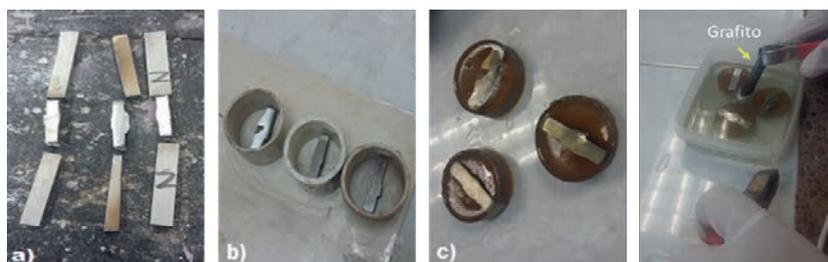


Figura 1. Preparación metalográfica a) Corte de soldaduras, b) Montaje en resina epoxi, c) Muestras montadas, d) electroataque

Las muestras se preparan metalográficamente y se observan en el microscopio óptico con el proceso siguiente: Desbaste. Se hace mediante el fenómeno de la abrasión con papel de carburo de silicio (SiC) de diferente tamaño de granulometría (80, 120, 240, 400, 600, 1200, 1500 y 2000) utilizando agua como elemento lubricante.

Pulido a espejo. Después del desbaste se realiza el pulido donde se utilizan paños de terciopelo con suspensiones de alúmina (Al_2O_3). Las partículas de la alúmina tienen un diámetro de 1 micra.

Electroataque. Este procedimiento se realiza sumergiendo la muestra metálica pulida en una solución de NaOH al 30% utilizando una fuente poder a un voltaje constante 6 V, con tiempos de 8 a 10 segundos y contra electrodo grafito, con el fin de apreciar los bordes de grano y las fases de las soldaduras (figura 1d).

Caracterización. La Microscopía Óptica se utiliza para caracterizar la estructura de las muestras de AID 2205 y revelar los bordes de granos, las fases, corrosión intergranular y corrosión por picadura, para ello se usa un microscopio óptico marca Olympus GX51.

Preparación de celda electroquímica.

La caracterización del comportamiento electroquímico se lleva a cabo en las muestras metálicas en una celda electroquímica de tres electrodos y determinar el grado de sensibilización (GDS) para un análisis como se muestra en la Figura 2.

Las soldaduras de AID se utilizan como electrodo de trabajo, un electrodo de Ag/AgCl como electrodo de referencia y una barra de grafito como electrodo auxiliar. Antes de llevar a cabo cada ensayo, la superficie de las muestras se desbastan con papel abrasivo de carburo de silicio hasta una granulometría 1200, se enjuagan con agua y alcohol, se secan con aire caliente. Para determinar el GDS, se utiliza la técnica DL-EPR. En dicha prueba se mide la relación $(I_r/I_a) \times 100$ donde I_r es el valor del pico máximo de la corriente anódica en la reactivación, mientras que I_a es el valor del pico máximo en la corriente anódica en la activación. Se utiliza como electrolito una solución acuosa de H_2SO_4 2M + HCl 1M. Las pruebas se realizan en superficies con áreas aproximadas a 1.5 x 0.7 cm. La polarización potenciodinámica se lleva a cabo de forma cíclica desde el potencial de circuito abierto hasta 600 mV vs Ag/AgCl con una velocidad de barrido de 50 mV/s utilizando un equipo Potenciostato/Galvanostato Gill ACM. Posterior a la prueba de DL-EPR, las muestras se analizan en el Microscopio Óptico para observar el daño y localizar las regiones donde ocurre.

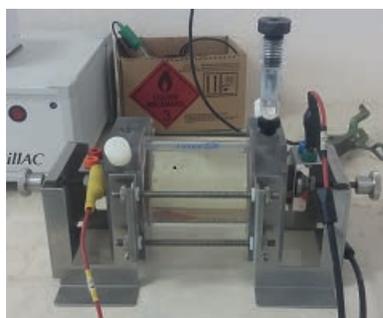


Figura 2. Celda electroquímica

RESULTADOS

Caracterización metalográfica.

En la caracterización puede observarse en la microestructura del MB donde la distribución de fases primarias austenita y ferrita es aproximadamente 50/50, típico en estos materiales (figura 3), que se diferencian por láminas de la fase austenita (blanca) y ferrita (coloración marrón y café). La figura 4 muestra los tipos de soldadura con micrografías a $\frac{1}{4}$, centro y $\frac{3}{4}$ de la soldadura, revelando las zonas de la soldadura que son el metal base, zona afectada térmicamente (ZAT) y metal de soldadura.



Figura 3. Micrografía a 100x del metal base

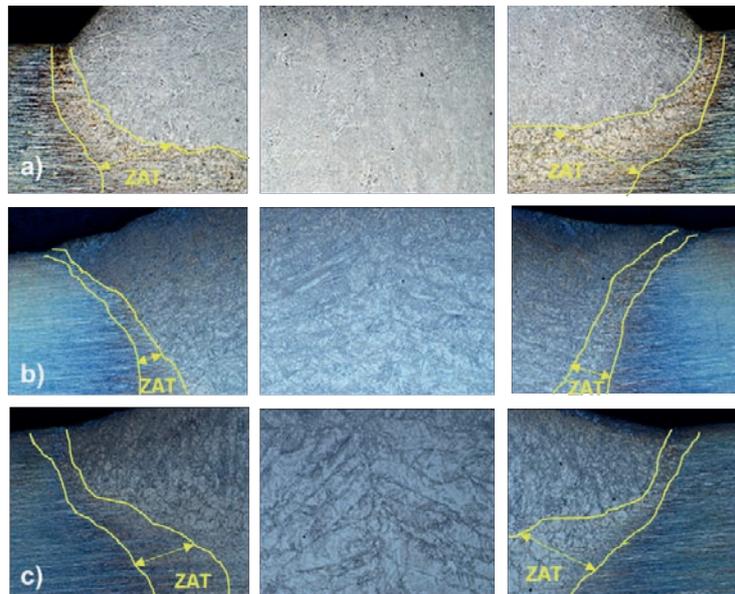


Figura 4. Micrografías a 5x a) M1, b) M2, c) M3

Caracterización electroquímica.

Las curvas de polarización anódica obtenidas de las pruebas DL-EPR de doble ciclo se muestran en las gráficas de la figura 5. Como resultado se obtienen dos curvas, una correspondiente a la polarización anódica y otra resultante de la reactivación y en vez de utilizar la carga integrada bajo la curva, se emplea el radio de las corrientes máximas de reactivación (I_r) y anódica (I_a) obtenidas. Las corrientes I_a e I_r son determinadas por la curva E vs Log (I) en la figura 5 y la relación I_r/I_a obtenida se emplea como criterio de evaluación en la figura 6, habiéndose establecido que la frontera entre un material sensibilizado y uno no sensibilizado esta entre el valor de $I_r/I_a = 0.001$. La gráfica de figura 7 muestra que la mezcla de gases de protección argón, nitrógeno y oxígeno tiene mayor susceptibilidad a la corrosión intergranular.

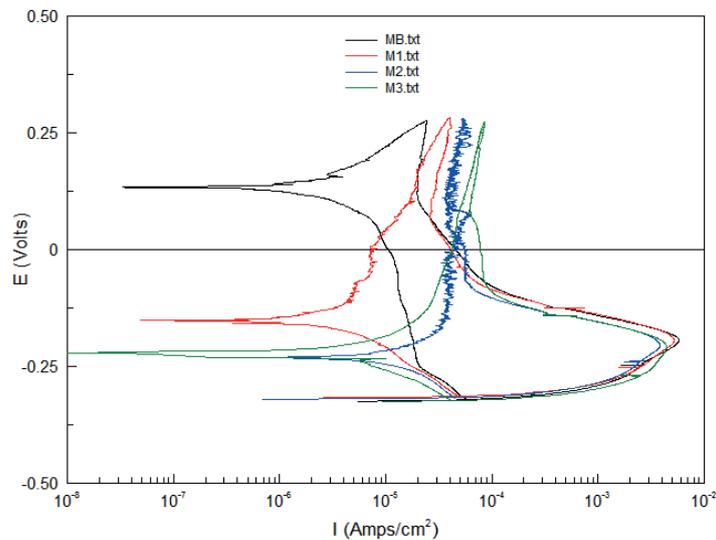


Figura 5. Curvas DL-EPR de doble ciclo

	I_r (A/cm ²)	I_a (A/cm ²)	I_r/I_a (A/cm ²)
MB	0.0000178	0.001809	0.00983969
M1	2.734E-05	0.001346	0.02031254
M2	4.869E-05	0.002446	0.01990543
M3	1.834E-05	0.002117	0.00866410

Figura 6. Criterio de evaluación de grado de sensibilización



Figura 7. Representación de I_r/I_a

La muestra M1 que corresponde a la soldadura con mezcla de 95% Ar + 3% N₂ + 2% O₂ presenta mayor grado de sensibilización por lo que es más susceptible a la corrosión intergranular, así como la muestra M3 (98% Ar + 2%O₂)

es la que representa el menor grado de sensibilización por ello es menos susceptible a este tipo de corrosión. En la caracterización metalográfica después de las pruebas de corrosión intergranular la ZAT es más grande en las soldaduras con mezcla que contienen oxígeno, sin embargo este tamaño de la zona afectada térmicamente no se refleja en los resultados de la resistencia en la corrosión intergranular ya que la que presenta el daño más severo es la junta soldada utilizando la mezcla M1 y M2 (figura 8), por otro lado se observa que el uso del gas de protección conteniendo Ar + 2% O₂ solamente mejora la resistencia a la corrosión intergranular aproximándose a valores similares al metal base.

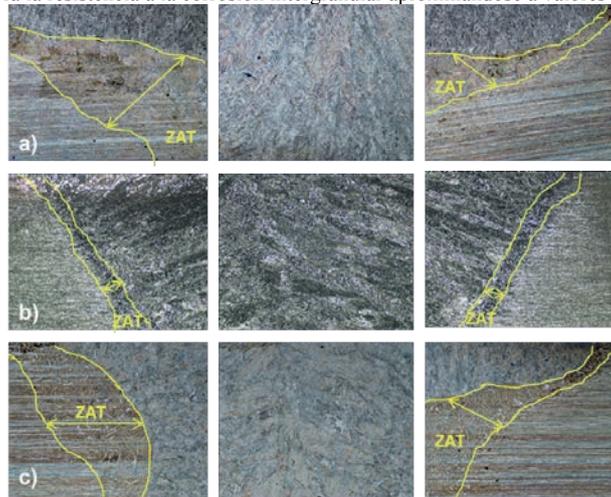


Figura 8. Micrografías a 5x de corrosión intergranular, a) M1, b) M2, c) M3

CONCLUSIONES

Con esto se puede concluir que:

- La microestructura del MB donde la distribución de fases primarias austenita y ferrita es aproximadamente 50/50.
- En la caracterización metalográfica la ZAT es más grande en las soldaduras con mezcla que contienen oxígeno.
- El tamaño de la ZAT no se refleja en los resultados de la resistencia en la corrosión intergranular ya que la de menor tamaño representa el daño más severo.
- Se observa que el uso del gas de protección con oxígeno mejora la resistencia a la corrosión intergranular aproximándose a valores similares al metal base.
- La soldadura conteniendo N₂ presentan mayor grado de sensibilización por lo que son más susceptible a la corrosión intergranular.
- La soldadura (98% Ar + 2%O₂) es la que representa el menor grado de sensibilización por ello es menos susceptible a este tipo de corrosión.

BIBLIOGRAFIA

- [1] ROWE RICHARD, JEFFUS LARRY, "Manual de soldadura" (2008) Págs 122-124.
- [2] M. POURBAIX, ET AL: Corrosion Science 3, (1963), p. 239.
- [3] W. CLARK, VM. ROMERO Y J.C. DANKO, Corrosion Paper 180(1977).
- [4] SHAONING GENG, JUNSHENG SUN*, LINGYU GUO, HONGQUAN WANG "Evolution of microstructure and corrosion behavior in 2205 duplex stainless steel GTA-welding joint" (2015)
- [5] K.W. CHAN, S.C. TJONG, "Effect of secondary phase precipitation on the corrosion behavior of duplex stainless steels", Materials, 7 (2014).
- [6] HOSSEINI, "Nitrogen loss and effects on microstructure in multipass TIG welding of a super duplex stainless steel" (2016)

FABRICACIÓN DE UN NANOGENERADOR TRIBOELÉCTRICO BASADO EN PELÍCULA DE PDMS PARA LA APLICACIÓN DE UNA FUENTE DE ENERGÍA AUTOSOSTENIDA.

Aguilar Valles María Montserrat¹ y González Contreras Gabriel²

¹Facultad de Ciencias Biológicas, Ciudad Universitaria de la Universidad Autónoma de Coahuila, Carretera Torreón-Matamoros Km. 7.5, Torreón, Coahuila, México. C.P. 27000. monseeav@hotmail.com

²Coordinación para la Innovación y Aplicación de la Ciencia y la Tecnología (CIACYT), Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Álvaro Obregón 64, San Luis Potosí, S.L.P. 78000, México. gabriel.gonzalez@uaslp.mx

RESUMEN

En el presente trabajo se detalla el diseño y simulación de un nanogenerador triboeléctrico utilizando una película de PDMS (polidimetilsiloxano) dopado con nanobarras de oro, nanoestrellas de quitosano ambas con semillas de oro y nanoestrellas de óxido de zinc. Se describe la síntesis y caracterización de las nanopartículas de oro con ayuda del SEM Helios C4 CX así como la medición de la fracción de la radiación electromagnética con UV-Vis Ocean Optics USB-650. El propósito principal del nanogenerador es el contribuir a la conversión de energía mecánica a energía eléctrica aumentando su rendimiento con PDMS y nanopartículas, todo esto mediante el efecto triboeléctrico. Se midió el voltaje del nanogenerador con ayuda de un multímetro profesional STEREN usando solamente el PDMS dopado con nanoestrellas de quitosano y óxido de zinc obteniendo como máximo un voltaje de 2.387 V y 2.208 V.

ABSTRACT

With this work we present in detail the design and simulation of a triboelectric nanogenerator using a PDMS (polydimethylsiloxane) film integrated with gold nanorods, chitosan nanostars, both of them with gold seed and zinc oxide nanostars. We describe the synthesis and characterization of the gold nanoparticles with the SEM Helios C4 CX as well as the measure of the fraction of the electromagnetic radiation with UV-Vis Ocean Optics USB-650. The principal purpose of the nanogenerator is to contribute in the conversion of the mechanical energy to electric energy increasing the efficiency with PDMS and nanoparticles, all of this using the triboelectric effect. The nanogenerator voltage was measured using a professional STEREN multimeter using only the PDMS integrated with chitosan and zinc oxide nanostars obtaining a maximum voltage of 2.387 V and 2.208 V respectively

Palabras clave: Nanopartículas, PDMS, triboeléctrico, energía.

INTRODUCCIÓN

Cuando abordamos el tema sobre la generación de energía surge cierta inquietud en cuanto a las diferentes formas en que se puede generar, por ello muchos investigadores se han enfocado en el estudio de fuentes de energía y en el desarrollo de sistemas para aprovecharla, la cual se puede encontrar en el ambiente de forma renovable y no renovable; energía fósil, nuclear, solar térmica, solar, eólica, geotérmica, entre otras [1]. El rápido aumento de las crisis energéticas y el calentamiento global fue lo que atrajo una gran atención en la comunidad científica así como el saber que la “energía verde” puede utilizarse como un dispositivo autoalimentado para el funcionamiento de dispositivos sin uso de batería. Para que esto sea posible se requiere convertir la energía mecánica en energía eléctrica mediante el uso de distintos mecanismos como piezoeléctrico, triboeléctrico, electromagnético y electrostática. Dicha auto-alimentación es llevada a cabo por un nanogenerador, el cual además de eliminar la batería externa de un circuito ayudara a tener carga indefinida y en algunos casos, generar el suficiente voltaje para alimentar un dispositivo móvil tal como un celular, computadora portátil, agenda electrónica, relojes electrónicos, etc. Los nanogeneradores triboeléctricos (TEGns), convierten la energía mecánica aleatoria e irregular en energía eléctrica utilizable [2-4].

Se pretende llevar a cabo la elaboración de un nanogenerador por polímero PDMS (polidimetilsiloxano) aumentando el efecto triboeléctrico al ser dopado por nanopartículas de oro y óxido de zinc. Desde hace cientos de años las nanopartículas se utilizaban, pero no existía una explicación científica en cuanto a sus propiedades, hasta 1908, Gustav Mie desarrolló una teoría que describe la variación de color por la absorción y esparcimiento de luz por partículas suspendidas en agua [5]. Un método sencillo para la fabricación de nanopartículas esféricas de oro por síntesis química es de 1951 realizado por el Dr. John Turkevich de la Universidad de Princeton, se obtenían partículas de entre 12 nm y 20 nm de diámetro. Al seguir estudiando estas partículas se encontró que se podían sintetizar con una forma diferente a la esférica, como eran estrellas, triángulos, cubos, barras, entre otras [6]. Nuestra atención se volvió hacia el caso de la síntesis de nanobarras y nanoestrellas, ambas con semilla de oro, debido a que las nanoestructuras de oro han sido objeto de intensas investigaciones por su fascinante resonancia plasmónica de superficie (SPR) lo cual se trata de un fenómeno óptico que surge de la interacción entre una onda electromagnética y electrones de conducción en un metal. La aplicación para un nanogenerador no sólo es de nanoescala, se pueden llegar a tener arreglos de este nanosistema y en un futuro generar una ayuda a la batería de los dispositivos móviles, logrando así que esta no sea la única en suministrar energía eléctrica a estos artefactos o en el mejor de los casos hasta lograrla sustituir [7].

MÉTODOS Y MATERIALES.

1.1. Reactivos químicos.

Se utilizaron los reactivos bromuro de hexadeciltrimetilamonio (CTAB), cloruro de oro trihidratado ($\text{HAuCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), citrato de sodio dihidratado ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), ácido ascórbico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$), nitrato de plata (AgNO_3), HCl 36%, $\text{CH}_3\text{-COOH}$ al 60% y borohidruro de sodio (NaBH_4). Las nanoestrellas de óxido de zinc fueron otorgadas por Laboratorios nacionales CIACYT.

1.2. Síntesis de nanorods de oro.

Primero es necesario realizar la síntesis de las semillas, se colocó un vaso de precipitado con 10 ml de CTAB 0.1 M y se agregaron 250 μL de la sal de oro ($\text{HAuCl}_4 \times 3\text{H}_2\text{O}$ 0.01 M), y 600 μL del borohidruro sódico (NaBH_4 0.01 M), en orden (primero la sal y después borohidruro) y se dejó 2 minutos en agitación vigorosa a temperatura ambiente (25°C), luego se deja en reposo por 2 horas. Transcurrido el tiempo se preparó la solución de crecimiento que favorece la agrupación estructurada de átomos de Au; se comenzó en un vaso de precipitado al cual se le agregaron 20 ml de CTAB 0.1 M, 1 ml de HAuCl_4 0.01 M y 215 μL de AgNO_3 0.01 M, toda esta reacción llevada a cabo en agitación vigorosa por 1 minuto, luego se dejó en reposo durante 7 minutos (sin agitación). Transcurrido el tiempo establecido se agregó a la solución 160 μL de $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ 0.1 M, 400 μL de HCl al 36% y 48 μL de semillas de oro previamente preparadas. Se dejó reposar durante 24 horas.

1.3. Síntesis de nanoestrellas.

Como primer paso se elaboraron dos soluciones; a la solución 1 se agregaron 5 ml de agua destilada y 50 μL de HAuCl_4 0.1 M, a la solución 2 se le agregaron 5 ml de agua destilada, 0.025 g de quitosano y 300 μL de $\text{CH}_3\text{-COOH}$ al 60% en constante agitación hasta que se observó una solución sin grumos y transparente. Se mantuvo una temperatura de 35°C y agitación moderada, es importante resaltar que entre cada agregación de reactivos se dejó un lapso de 30 segundos. A la solución 2 se agregaron 250 μL de AgNO_3 0.004 M, luego se agregó la solución 1, 800 μL de $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ 0.02 M, 200 μL de semillas de oro y se dejó en agitación durante 5 minutos, transcurrido el tiempo, se dejó en reposo durante 1 hora.

2.1. Lavado de nanobarras y nanoestrellas.

Para las nanobarras se tomaron 500 μL de la solución y 500 μL de agua desionizada y se depositaron en tubos eppendorf sometiendo a centrifugación a 6300 rpm durante 15 minutos. Posteriormente, se sustrajeron aproximadamente 560 μL de sobrenadante transparente dejando sedimentadas las nanopartículas y se diluyeron nuevamente en 500 μL de agua desionizada. Se repitió el procedimiento dos veces más.

Para las nanoestrellas se tomó 1 ml de la solución y se sometió a centrifugación a 12000 rpm durante 5 minutos. Se repitió el proceso de lavado 3 veces y al término de cada uno se retiraron 900 μL de sobrenadante; a la primer lavada se le agregaron 800 μL de agua, a la segunda 600 μL de agua y a la tercer lavada se le agregan 400 μL de agua. Se sonificó hasta una buena dispersión de las nanopartículas.

Para poder realizar el secado de las nanobarras y nanoestrellas y poder observarlas en el SEM (*Scanning Electron Microscope*), se depositó una gota de las nanopartículas sobre sustratos de silicio realizando esto en una placa calefactora para acelerar el proceso de secado. Luego se introdujeron dichos sustratos en el SEM, las imágenes obtenidas nos permitieron determinar las dimensiones reales de las nanopartículas así como identificar su morfología, todo esto fue realizado mediante el cañón de electrones.

3.1. Fabricación de película de MCs@PDMS (microcapacitor)

La solución se preparó en relación 10:1 colocando 1 g de Sylgard elastómero (base) en una placa de cultivo, se añadieron diferentes concentraciones de nanoestrellas de quitosano, nanoestrellas de óxido de zinc y nanobarras de CTAB, la mezcla se realizó con ayuda de una cuchara de plástico durante 30 minutos, luego se agregó el agente curado (0.1 g) y se agitó nuevamente con la cuchara pero ahora durante 10 minutos. Posteriormente se transfirió la mezcla a una plantilla acrílica y se colocó en una placa calefactora durante 2 horas y 30 minutos a 65°C .

3.3. Fabricación de TENG basado en película de MCs@PDMS

Para realizar la fabricación del TENG basado en la película de MCs@PDMS se debe tener una estructura en sándwich; tereftalato de polietileno (PET 40 mm x 40 mm), lámina de cobre (23 mm x 23 mm), película de MCs@PDMS (23 mm x 23 mm y 1 mm de espesor), lámina de cobre, PET (de abajo hacia arriba). Ambas láminas de cobre sirven como electrodos conectándose a la carga externa, por lo tanto las capas de PET sirven como sustratos. Para poder efectuarse el efecto triboeléctrico es necesario tener una separación entre la película de PDMS y la lámina de cobre superior, en este caso utilizamos alambres de metal de aproximadamente 25 mm de alto y 3 mm de ancho, colocándose en las esquinas del PET permitiendo una separación de 15 mm (Figura 1).

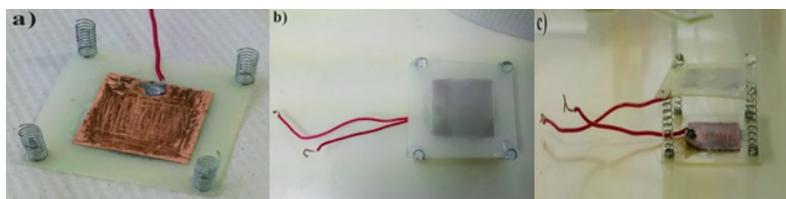


Figura 1. Capa inferior del nanogenerador con alambres de aluminio y electrodo de cobre (a), capa superior colocada sobre los alambres (b), diseño final del nanogenerador (c).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En la figura 1 se muestran las micrografías SEM de las nanobarras (a, b y c) y nanoestrellas (d, e y f) de Au. Este análisis de morfología superficial se realizó en un SEM Helios C4 CX para las muestras mencionadas. En las micrografías a) y d) se pueden observar las medidas de las nanopartículas, siendo aproximadamente de 41-44 nm para nanobarras y 70-112 nm para nanoestrellas.



Figura 2. Micrografías obtenidas de la microscopía electrónica de barrido (SEM) de nanobarras (a, b y c) y nanoestrellas (d, e y f) de Au. La escala de referencia es desde 100 nm hasta 2 μ m.

Las nanopartículas sintetizadas pueden ser identificadas por curvas de absorbancia. En la figura 2 se muestran los resultados del espectro UV-Vis de las nanobarras y nanoestrellas. Ambos espectros nos proveen la información para determinar la presencia de nanopartículas a través de la ubicación de los picos de absorbancia. La figura indica que la longitud de onda a la que se encuentra el plasmón de las muestras, coincide con la longitud de onda teórica del plasmón que presentan las nanobarras y nanoestrellas, con longitud de onda iguales a 550-750 nm y 650 nm.

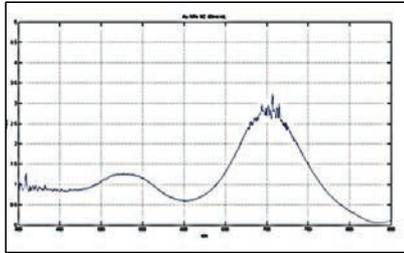


Figura 3. Espectro de absorción UV-Vis de nanobarras de oro

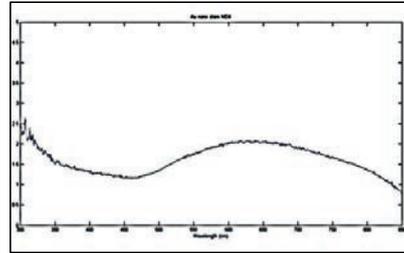


Figura 4. Espectro de absorción UV-Vis de nanoestrellas de oro.

Cuando se lleva a cabo la interacción de nanopartículas con PDMS se obtiene como resultado un mayor número de microcapacitores en el material dieléctrico, por lo tanto esto puede mejorar la capacitancia del condensador, es decir mejorar en gran medida el almacenamiento de energía en el capacitor. El TENG es clasificado como un capacitor debido a que las cargas negativas se acumulan en la superficie del PDMS y las cargas positivas son inducidas en el electrodo inferior cuando el superior no hace contacto con él. Cuando el electrodo superior no tiene contacto o se separa del electrodo inferior, fluye una corriente alterna entre los electrodos a través de un circuito externo. Se utilizó COMSOL para evaluar la capacitancia mejorada del TENG con ayuda de la película de PDMS (Figura 5).

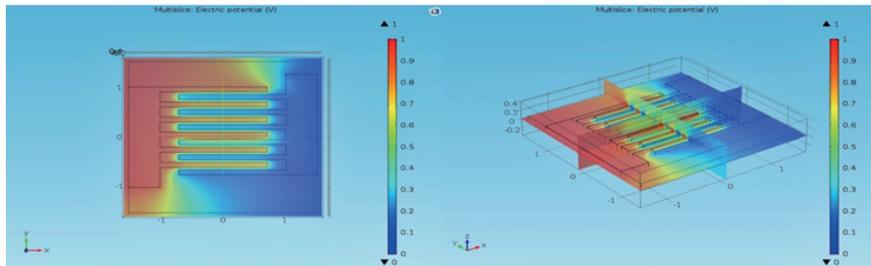


Figura 5. Diagrama esquemático de TENG basado en PDMS. La capacitancia del microcondensador fue de aproximadamente 5 V mediante COMSOL.

Para poder realizar la medición de voltaje con ayuda de un multímetro profesional ESTEREN fue necesario colocar en la capa inferior del nanogenerador una película de PDMS dopada con nanoestrellas de quitosano líquidas y nanoestrellas de zinc secas, las nanobarras se omitieron debido a que el PDMS no las aceptaba y por lo tanto se perdía la resistencia requerida. Se realizaron 4 tipos de PDMS dopado con distintas concentraciones de nanopartículas; para las nanoestrellas de quitosano se colocó el 1, 2, 3 y 4% y para las nanoestrellas de óxido de zinc se colocó el 0.1, 0.2, 0.3 y 0.4%, obteniendo por consecuente distintos voltajes (Figura 5).

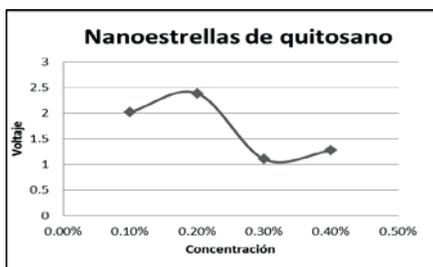


Figura 6. Diferencias de voltaje respecto

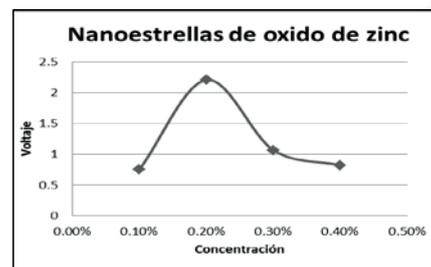


Figura 7. Diferencias de voltaje respecto

a concentración en porcentaje.

Conforme aumentaba la concentración de las nanopartículas su color se tornaba un poco más oscuro. El voltaje más alto en las películas de PDMS dopadas con nanopartículas al colocarlas en el nanogenerador fué en aquellas nanoestrellas que tenían un 0.2% y 2% de concentración (Figura 8).

a concentración en porcentaje



Figura 8. PDMS con distintas concentraciones y voltaje; Nanoestrellas de quitosano (a) y nanoestrellas de óxido de zinc (b).

CONCLUSIONES

La creación de un nanogenerador depende de diversos materiales para poder ejercer su trabajo de conversión de energía; se sintetizaron dos tipos de nanopartículas pero solo se obtuvo éxito con una y también se realizó la elaboración de un polímero para poder aumentar la capacitancia generada. La principal contribución de un nanogenerador triboeléctrico es el comienzo de una solución a la búsqueda por mejorar las fuentes de energía a partir del almacenamiento de energía renovable del mundo que nos rodea y así poder aprovecharla para el funcionamiento de distintos aparatos electrónicos.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer principalmente al Dr. Gabriel González Contreras por haberme elegido para participar en el proyecto de investigación y darme la oportunidad de adentrarme en el mundo de la investigación, a Juan Roberto Moreno García, Rodrigo Cabrera Alonso y Fernando Sebastián Chiwo Glez. (alumnos de maestría y doctorado de CIACyT) que siempre estuvieron apoyándome en todo lo que necesitaba, teniéndome paciencia y transmitiéndome sus conocimientos, a mis compañeros de verano Felipe de Jesús Jaramillo Mtz., Noel Mexia Figueroa y Miguel A. Gómez Cabrera, que en conjunto pudimos lograr que este proyecto tuviera tan buenos resultados, intercambiando ideas y tratando siempre de trabajar como un verdadero equipo y finalmente pero no menos importante, al comité organizador del Verano de la Ciencia por hacer posible que esta estancia fuera la mejor experiencia y aporte de crecimiento tanto académico como personal.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Zhu, G.; Lin, Z. H.; Jing, Q. S.; Bai, P.; Pan, C. F.; Yang, Y.; Zhou, Y. S.; Wang, Z. L. Toward large-scale energy harvesting by a nanoparticle-enhanced triboelectric nanogenerator. *Nano Lett.* 2013, 13, 847–853.
- [2] Wang S, Lin L, Wang ZL. Nanoscale triboelectricity-enabled energy conversion for sustainably powering portable electronics. *Nano Letters* 2012; (pp. 6339–6346).
- [3] Zheng Wei Pan, Zu Rong Dai, Zhong Lin Wang, Nanobelts of Semiconducting Oxides, *Science* 291, page 1947, 2001.
- [4] Turkevich, J., Stevenson, P. C., y Hillier, J. (1951). A study of the nucleation and growth processes in the synthesis of colloidal gold. *Discussions of the Faraday Society*, 11: 55–75.
- [5] J. Perezjuste, I. Pastorizasantos, L. Lizmarzan, P. Mulvaney, Gold nanorods: synthesis, characterization and applications, *Coord. Chem. Rev.* 249 (2005) 1870–1901
- [6] J. Kim, S. Park, J.E. Lee, S.M. Jin, J.H. Lee, I.S. Lee, et al., Designed fabrication of multifunctional magnetic gold nanoshells and their application to magnetic resonance imaging and photothermal therapy, *Angew. Chem. – Int. Ed.* 45 (2006) 7754–7758,
- [7] Zhang, L.; Zhang, B. B.; Chen, J.; Jin, L.; Deng, W. L.; Tang, J. F.; Zhang, H. T.; Pan, H.; Zhu, M. H.; Yang, W. Q. et al. Lawn structured triboelectric nanogenerators for scavenging sweeping wind energy on rooftops. *Adv. Mater.* 2016, 28, 1650–1656.

PRODUCCIÓN DE BIODIESEL MEDIANTE DESTILACIÓN REACTIVA

Oscar Javier Lara Berlanga¹ y José Carlos Cárdenas Guerra²

RESUMEN

Utilizando herramientas de simulación, como la plataforma computacional ASPEN PLUS[®], se establece una configuración base del proceso para analizar la esterificación de ácidos grasos de cadena pesada vía destilación reactiva. Posteriormente, se llevaron a cabo simulaciones rigurosas del proceso bajo condiciones de equilibrio químico y control cinético concluyendo que las regiones de factibilidad para obtener altas conversiones pueden ser garantizadas seleccionando valores mínimos en la relación de relación, por ejemplo. El proceso de separación reactiva bajo equilibrio químico presenta la ventaja de consumir menor energía.

ABSTRACT

Using simulation tools, such as computing software ASPEN PLUS[®], a basic process configuration is established to analyze the esterification of heavy chain fatty acids by reactive distillation. Then, rigorous simulations of the process were carried out under conditions of chemical equilibrium and kinetic control, concluding that the feasibility regions to obtain high conversions can be guaranteed by selecting minimum values in the reflux ratio, for example. The reactive separation process under chemical equilibrium has the advantage of consuming less energy.

Palabras Clave: Aspen Plus[®], Biodiesel, Destilación Reactiva, Esterificación

INTRODUCCIÓN

Actualmente, entre los principales problemas que enfrenta la humanidad, destacan el cambio climático y la crisis energética. Una de las principales causas del acelerado deterioro en la calidad del aire ha sido la combustión de combustibles fósiles, ya que produce grandes cantidades de emisiones de gases de efecto invernadero (CO₂, NO_x), SO_x, hidrocarburos no quemados y cenizas finas. Además, con el déficit en la producción de petróleo se han llevado a cabo el desarrollo de fuentes de combustible alternativas más limpias. Estudios recientes indican que existen otras fuentes energéticas, las cuales presentan emisiones extremadamente bajas y que parecen tener el potencial para convertirse en fuentes de sustitución de energía para la propulsión de automóviles, entre ellas destacan: (bio)alcoholes, hidrógeno, energía nuclear, hidroelectricidad y biodiesel.

El biodiesel, combustible líquido obtenido a partir de fuentes naturales, es una mezcla de ésteres monoalquílicos con cadenas cortas o largas de ácidos grasos, derivados de lípidos tales como aceites vegetales o grasas animales. Este biocombustible puede utilizarse puro (B100) o en mezclas de diferentes concentraciones con el diésel del petróleo. La mezcla más empleada es a 20%, es decir, 20 partes de biodiesel y 80 partes de diésel. Cuando es utilizado como aditivo, sus concentraciones normalmente no superan el 5%.

Tradicionalmente, el biodiesel es producido a través de una transformación química de triglicéridos con alcoholes de bajo peso molecular (llámese transesterificación) en presencia de un catalizador homogéneo o heterogéneo. La transesterificación consiste en tres reacciones reversibles consecutivas (Ma y Hanna, 1999), es decir, el triglicérido se convierte a diglicérido, monoglicérido y glicerol, acompañado de la liberación de un éster en cada paso consecutivo de la reacción química. Durante esta etapa del proceso se pueden generar reacciones secundarias, dependiendo del tipo de catalizador que se utilice:

- Reacción de saponificación: El triglicérido reacciona con el catalizador básico en presencia de agua, dando lugar a la formación de jabones, y a un descenso del rendimiento del catalizador. La saponificación puede ocurrir cuando se utiliza NaOH o KOH, mientras que el uso de metóxidos no produce prácticamente jabones por saponificación. Por ello, en la mayoría de procesos se genera el catalizador como metóxido antes de la reacción. En cualquier caso, se deben utilizar aceites y alcoholes esencialmente anhidros, por lo que se debe eliminar el agua en los aceites con contenidos elevados de humedad antes de llevar a cabo la transesterificación.
- Reacción de neutralización: Los ácidos grasos libres presentes en el aceite vegetal pueden reaccionar con el catalizador básico, produciendo también jabones.
- Reacción de esterificación: Una forma más eficaz de aprovechar el contenido en los ácidos grasos libres del aceite es mediante una reacción de esterificación en presencia de un catalizador ácido, con lo que se forma el éster del alcohol correspondiente. El proceso más comúnmente empleado es el calentamiento de una mezcla de alcohol y de ácido correspondiente con H₂SO₄. El H₂SO₄ sirve en este caso tanto de catalizador como de sustancia higroscópica, absorbiendo el agua formada en la reacción. No obstante, este procedimiento tiene varios inconvenientes. El alcohol puede sufrir reacciones de eliminación formando olefinas, esterificación con el propio H₂SO₄ o de formación del éter, y el ácido orgánico puede sufrir descarboxilación.

A nivel mundial, las exigentes reglamentaciones ambientales acompañadas de un estándar en la calidad del aire han generado como consecuencia la introducción de nuevos procesos catalíticos. Sin embargo, el problema de producir un combustible limpio no solamente consiste en la reducción de emisiones gaseosas, sino en desarrollar un proceso capaz de lograr la total eliminación de contaminantes al menos costo posible. En este sentido, los procesos de separación

¹ Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas, Blvd. Venustiano Carranza s/n, Col. República Oriente, C.P: 25280, Saltillo, Coah., oscarlara@uadec.edu.mx

² Universidad de Guanajuato, Departamento de Ingenierías Química, Electrónica y Biomédica, Loma del Bosque 103, Col. Lomas del Campestre, C.P: 37150. León, Gto., carlos.cardenas@ugto.mx

reactivan han recibido un gran interés como alternativa a los procesos convencionales. La reacción química integra proceso de separación como destilación, cristalización, absorción, extracción líquido-líquido y separación por membranas, para obtener un descenso en la inversión de capital, así como de costos de operación o manipular las limitaciones del equilibrio químico impuestas por las reacciones reversibles, lo que no se puede lograr con los procesos de reacción-separación convencionales. En este ámbito, la *destilación reactiva* es un proceso que conceptualmente integra las operaciones unitarias de reacción química y destilación en un mismo equipo físico representando uno de los ejemplos más sobresalientes de la Intensificación de Procesos (Stankiewicz y Moulijn, 2000)

El beneficio económico más importante de la destilación reactiva (Taylor y Krishna, 2000) es la reducción de inversión de capital y de costos de operación, al ser eliminada una unidad de proceso. Además, gracias a este proceso de separación reactiva es posible manipular la reacción química por medio de las condiciones de la destilación, es decir, el equilibrio químico puede ser desplazado a través de la extracción selectiva de uno de los productos deseados, mejorando de esta forma su selectividad. También, retirar uno de los productos reduce la velocidad de formación de reacciones laterales con el fin de suprimir productos indeseados. Asimismo, la destilación reactiva podría eliminar aquellas separaciones impuestas por la presencia de azeótropos, y el calor generado por una reacción exotérmica puede aprovecharse como fuente de vaporización, lo que conlleva a una disminución de la carga térmica en el rehervidor.

En el marco de desarrollo de tecnología para la producción de químicos finos, Omota y col. (2003a) propusieron un proceso de destilación reactiva para la esterificación de ácido láurico con alcohol metílico y 2-etilhexanol. La factibilidad de este proceso se consiguió usando una combinación inteligente del análisis termodinámico y simulación de procesos; posteriormente, el diseño final fue evaluado en régimen cinético por Omota y col. (2003b). Además, fue posible superar la limitante impuesta por el equilibrio químico debido a que el subproducto (agua) es removido de forma continua y selectivamente. Así, el uso de grandes cantidades de alcohol no es necesario, ya que el proceso pudiera operar a bajas relaciones de reflujo.

Steinigeweg y Gmehling (2003) analizaron vía destilación reactiva, el sistema reactivo de alcohol metílico y ácido láurico para producir laurato de metilo empleando un catalizador heterogéneo (resina de intercambio iónico ácida Amberlyst-15). Los autores descubrieron que conforme aumenta la relación de reflujo, la conversión del ácido disminuye; mientras que, al incrementarse la relación de alimentación de metanol a ácido láurico, la conversión del ácido es mayor. Asimismo, obtuvieron una expresión para la cinética de la reacción que fue implementada y evaluada en ASPEN PLUS®. Los resultados indicaron que dicho modelo cinético fue capaz de describir los perfiles de la columna cuantitativamente.

El objetivo general del presente proyecto de investigación es realizar un estudio sobre la esterificación de ácidos grasos de cadena pesada vía destilación reactiva. En particular, estamos interesados en la influencia de las condiciones de operación sobre las principales variables que pueden ser controladas, como la conversión del reactivo y/o la pureza del producto. En base a un diseño “conceptual” del proceso de destilación reactiva (PDR) se llevarán a cabo simulaciones rigurosas en la plataforma de ASPEN PLUS® revelando los principales parámetros de operación que afectan el comportamiento del proceso respecto a su estado estacionario.

METODOLOGÍA

Banchero y col. (2014) estudiaron la producción de biodiesel por destilación reactiva a partir de ácido oleico con metanol. La simulación del proceso mediante ASPEN PLUS®, a una presión de operación de 101.325 kPa, alcanzó conversiones altas para la producción de oleato de metilo. La configuración obtenida (Figura 1) por los autores consiste en 20 etapas teóricas totales con 1 zona reactiva y 2 zonas de separación. Para esto, el sistema reactivo es modelado como la esterificación de metanol (MeOH) y ácido oleico (AO) como compuesto representativo de una mezcla de ácidos grasos orgánicos. El cálculo del equilibrio de fases se determina utilizando el modelo termodinámico de UNIQUAC. Los parámetros de operación del PDR se muestran en la Tabla 1.

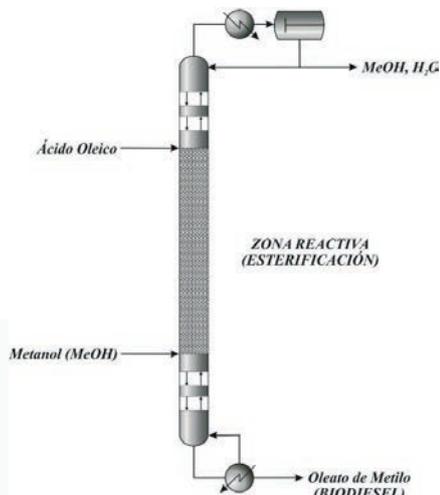
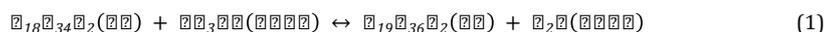


Figura 1. Diseño conceptual de un proceso de destilación reactiva para la producción de biodiesel

Tabla 1. Parámetros de operación

Especificación de etapas en la zona de separación I (rectificación)	2-6
Especificación de etapas en la zona reactiva	7-14
Especificación de etapas en la zona de separación II (agotamiento)	15-19
Etapa de alimentación de AO	7
Etapa de alimentación de MeOH	14
Relación de alimentación MeOH:AO	1:1
Relación de reflujo (molar)	0.01
Flujo de alimentación de AO (mol/hr)	15
Flujo de fondos (mol/hr)	15.2
Concentración del catalizador (kg/l)	0.32
Tipo de condensador	Total

La obtención de oleato de metilo (OM) es realizada por la reacción en fase líquida de AO y MeOH en un intervalo de temperaturas de 50-85°C y utilizando una resina sulfónica ácida (Relite CFS) como catalizador (Tesser y col., 2005). Así la reacción de esterificación es:



Por otro lado, la simulación del DR para la obtención de oleato de metilo, implica necesariamente la disponibilidad de una expresión que revele numéricamente la evolución de las diversas reacciones químicas que se verifican en el proceso con el tiempo. En este sentido, la reacción química está controlada cinéticamente y su velocidad de reacción es determinada suponiendo un equilibrio *pseudohomogéneo* de segundo orden, mediante la siguiente ecuación:

$$r = C_{cat}(k_1x_{AO}x_{MeOH} - k_2x_{OM}x_{Agua}) \quad (2)$$

Donde x_{AO} , x_{MeOH} , x_{OM} y x_{Agua} son las fracciones mol en la fase líquida de ácido oleico, metanol, oleato de metilo y agua, respectivamente, C_{cat} es la concentración (masa/volumen de la reacción) del catalizador sólido y r está expresada como (moles)/(masa de catalizador·tiempo)⁻¹. Los factores pre-exponenciales y las energías de activación para las reacciones directa (k_1) e indirecta (k_2), así como la entalpía de reacción se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Parámetros cinéticos del sistema reactivo

Parámetro	ln (Factor pre-exponencial)	Energía de activación (kcal/mol)	ΔH_r (kcal/mol)
k_1 (mol·cm ³ /g _{cat} ² ·min)	12.93	14.00	-----
k_2 (mol·cm ³ /g _{cat} ² ·min)	8.76	11.32	2.68

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron simulaciones mediante equilibrio químico para determinar la influencia combinada de relación de reflujo (RR) y relación de alimentación MeOH:AO. Para determinar los comportamientos mostrados en las Figuras 2, 3 y 4 fue necesario emplear la herramienta denominada *sensibilidad* de ASPEN PLUS® de manera que los resultados actuales son usados como estimados iniciales en la próxima solución de estado estacionario. En este caso, solamente un parámetro de operación y los estimados iniciales son las variables de entrada. La conversión de AO es la variable de salida para las Figuras 2 y 4; mientras que, la carga térmica se muestra como variable de salida en la Figura 3.

Entre el intervalo de 0.01 < RR < 3 (Figura 2) se muestra un comportamiento caótico inestable para una relación de alimentación de reactivos 1:1; además, debido a la complejidad altamente no lineal de PDR se presentaron una serie de problemas de convergencia en cada simulación efectuada en su mayoría con el secado de algunas etapas de equilibrio, así como el incumplimiento de los balances de materia y energía. Por tal motivo, se llevó a cabo un análisis de las diferentes relaciones de alimentación, en otras palabras, se agregó un exceso de MeOH con el objetivo de manipular la reacción hacia la generación de producto e incrementar la obtención de éster alquílico. La Figura 3 muestra una dependencia lineal entre los parámetros de operación RR y QR (carga térmica del rehervidor). Asimismo, se decidió por utilizar relaciones de alimentación entre 4:1 y 7:1 con la finalidad de no rebasar el posible punto de inundación de la columna de destilación reactiva. Los resultados de simulación presentaron bajas conversiones de AO durante el régimen de equilibrio químico. La influencia de otros parámetros de operación no logró determinar zonas de alta conversión bajo este régimen.

Ahora bien, incorporando un modelo cinético pertinente es posible obtener un diseño en el cual la *cinética* de la reacción controla el proceso. Bajo el régimen de control cinético, fue posible determinar zonas de alta conversión de AO (Figura 4). Al igual que en el régimen de equilibrio químico, fue necesario analizar las diferentes relaciones de alimentación entre los reactivos para evitar problemas de convergencia. Un RR mínimo es requerido para obtener alta conversión del reactivo, mientras que a altos RR no son recomendados ya que, al regresar el agua, el equilibrio químico de la reacción no se favorece. La relación molar óptima de los reactivos es el valor de 6:1. Si esta relación es mayor, el ácido graso se convierte completamente a éster, pero el exceso de alcohol llega a ser una importante impureza en la corriente del domo. Por el contrario, cuando la relación es menor, la pureza del domo es mayor, pero la conversión es incompleta, en consecuencia, el producto de fondos contiene ácidos grasos sin reaccionar, que no puede ser removidos del producto final por simple evaporación instantánea. Así, la separación de ácidos grasos de sus ésteres es más difícil que la separación de ácidos grasos de agua.

Finalmente, por medio de optimización, se planteó una función objetivo que minimice el consumo energético suministrado al rehervidor mediante el uso de las etapas de alimentación de AO y de MeOH como variables de búsqueda (ver Figura 5 y Tabla 3) con el fin de entender su comportamiento y así evitar problemas de operabilidad

Tabla 3. Consumo de energía del proceso de destilación reactiva

Parámetros de diseño y operación	Régimen: Equilibrio químico	Régimen: Control cinético	Banchero y col. (2014) Control cinético
Relación MeOH:AO	6:1	6:1	1:1
QR (kW)	1.5781	1.6466	0.3339
Etapas de alimentación de AO	3	8	7
Etapas de alimentación de MeOH	19	8	14

CONCLUSIONES

El presente trabajo propone un procedimiento integral, eficiente y sistemático para el desarrollo de tecnología para la producción de combustibles limpios. Es importante considerar el punto estratégico que conlleva la producción de

combustibles limpios en el marco de mayores regulaciones internacionales con respecto a la cantidad de contaminantes presentes en los combustibles. A partir de nuestros resultados, es posible considerar que bajo un diseño conceptual óptimo-estable y condiciones de operación apropiadas, la destilación reactiva podría ser considerada como una alternativa tecnológica factible para la producción de biodiesel; sin embargo, la validación experimental es requerida. En la práctica, usar una cantidad muy pequeña de MeOH en exceso (arriba del 1%) o una estructura de control eficiente para garantizar la relación estequiométrica de los reactivos, es suficiente para la conversión completa de ácidos grasos.

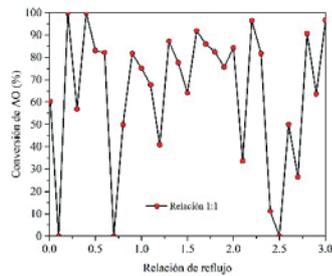


Figura 2. Conversión de AO con la variación de la relación de reflujo y la relación de alimentación de reactivos

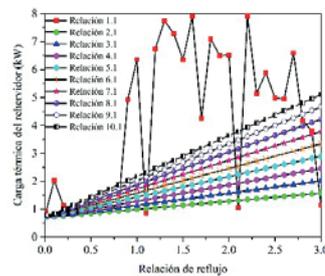


Figura 3. Carga térmica del rehervidor con la variación de la relación de reflujo y la relación de alimentación de reactivos

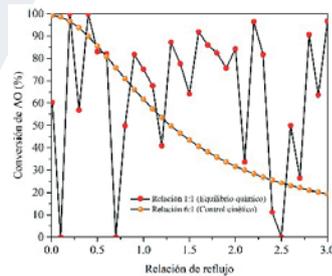


Figura 4. Conversión de AO con la variación de la relación de reflujo y la relación de alimentación de reactivos

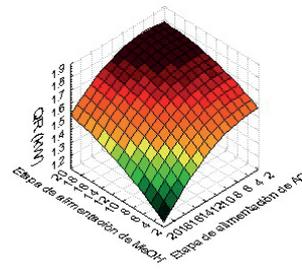


Figura 5. Superficie de optimización del proceso de destilación reactiva para la producción de biodiesel

BIBLIOGRAFÍA

- Banchero, M., Kusumaningtyas, R.D., Gozzelino, G. (2014). "Reactive distillation in the intensification of oleic acid esterification with methanol – A simulation case-study" en *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, Núm. 6, Vol. 20, Noviembre, [pp. 4242-4249].
- Ma, F., Hanna, M.A. (1999). "Biodiesel production: A review" en *Bioresource Technology*, Núm. 1, Vol. 70, Octubre, [pp. 1-15].
- Omota, F., Dimian, A.C., Bliet, A. (2003a). "Fatty acid esterification by reactive distillation Part 1: Equilibrium-based design" en *Chemical Engineering Science*, Núm. 14, Vol. 58, Julio, [pp. 3159-3174].
- Omota, F., Dimian, A.C., Bliet, A. (2003b). "Fatty acid esterification by reactive distillation Part 2: Kinetics-based design for sulphated zirconia catalysts" en *Chemical Engineering Science*, Núm. 14, Vol. 58, Julio, [pp. 3175-3185].
- Stankiewicz, A., Moulijn, J.A. (2000). "Process intensification: Transforming chemical engineering" en *Chemical Engineering Progress*, Núm. 1, Vol. 96, Enero, [pp. 22-34].
- Steinigeweg, S., Gmehling, J. (2003). "Esterification of a fatty acid by reactive distillation" en *Industrial & Engineering Chemistry Research*, Núm. 15, Vol. 42, Junio, [pp. 3612-3619].
- Taylor, R., Krishna, R. (2000). "Modelling reactive distillation" en *Chemical Engineering Science*, Núm. 22, Vol. 55, Noviembre, [pp. 5183-5229].
- Tesser, R., Serio, M.D., Guida, M., Nastasi, M., Santacesaria, E. (2005). "Kinetics of oleic acid esterification with methanol in the presence of triglycerides" en *Industrial & Engineering Chemistry Research*, Núm. 21, Vol. 44, Septiembre, [pp. 7978-7982].

INNOVACIÓN Y SUSTENTABILIDAD DEL CLUSTER AUTOMOTRIZ EN LA COMARCA LAGUNERA

Paula María Ramírez Muñoz¹ y Blanca Gisela Martínez Flores²
Facultad de Administración Fiscal y Financiera, Torreón.
Universidad Autónoma de Coahuila.

RESUMEN

El presente artículo es un análisis sobre el papel que desempeñan las clusters automotriz en la Comarca Lagunera, sobre el desarrollo de la innovación y sustentabilidad dentro de ellas, se realizó una investigación sobre este tema la cual nos permitió conocer más sobre las actividades que se realizan en las empresas de esta rama, por lo que nos permite darnos cuenta de que forma trabajan con respecto a los temas anteriormente ya mencionados.

ABSTRACT

The present article is an analysis of the role of automotive clusters in the Comarca Lagunera, on the development of innovation and sustainability within them, a research was done on this topic which allowed us to know more about the activities that are carried out in the companies of this branch, so that it allows us to realize how they work with respect to the previously mentioned subjects.

PALABRAS CLAVES

Clusters automotriz, Innovación, Sustentabilidad. Automotive Clusters, Innovation, Sustainability

INTRODUCCIÓN

Esta investigación pretende informar si se realizan innovaciones y si se llevan a cabo actividades relativas a la sustentabilidad dentro de las empresas que forman parte del cluster automotriz en la Comarca Lagunera.

Si bien es cierto las empresas del ramo automotriz se ubican de manera principal en Torreón y Gómez Palacio, sin embargo, Lerdo cuenta con pequeñas empresas del ramo metalmecánico, talleres de soldadura o metálicos que pueden ser proveedores de estas grandes empresas que se encuentran ancladas en la región.

Michael Porter (1990), quien definió los Clusters como "Una agrupación de empresas e instituciones relacionadas entre sí, pertenecientes a un mismo sector o segmento de mercado, que se encuentran próximas geográficamente y que colaboran para ser más competitivos".

Innovación: Introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores. (EL CONACYT, 2016)

Diversos autores, expertos en la materia, han definido el **concepto de innovación**, existen múltiples definiciones acerca de un concepto que en apariencia es simple pero a la vez es ambiguo, una gran mayoría de definiciones provienen de la definición promulgada por el economista austriaco Schumpeter en la cual la innovación abarca los 5 casos siguientes:

1. Introducción en el mercado de un nuevo bien o servicio, el cual los consumidores no están aun familiarizados.
2. Introducción de un nuevo método de producción o metodología organizativa.
3. Creación de una nueva fuente de suministro de materia prima o productos semielaborados
4. Apertura de un nuevo mercado en un país.
5. Implantación de una nueva estructura en un mercado.

Existen 2 puntos en el cual todos los autores convergen:

Si los nuevos productos, procesos o servicios no son aceptados por el mercado, no existe innovación.

La innovación es el elemento clave de la competitividad.

"La competitividad de una nación depende de la capacidad de su industria para innovar y mejorar. Las empresas consiguen ventajas competitivas si consiguen innovar"

¹ Facultad de Administración Fiscal y Financiera de la Universidad Autónoma de Coahuila, Carr. Torreón-Matamoros Km. 7.5 C.P. 27087, Torreón, Coahuila, paula.3estrellas@gmail.com

² Facultad de Administración Fiscal y Financiera de la Universidad Autónoma de Coahuila, Carr. Torreón-Matamoros Km. 7.5 C.P. 27087, Torreón, Coahuila, bmartinez@uadec.edu.mx

De acuerdo con porter (1990) existen varios Tipos o clases de innovación:

Según su aplicación

Innovación de **PRODUCTO**: Comercialización de un producto tecnológicamente distinto o mejorado, la innovación se da cuando las características de un producto cambian

Innovación de **PROCESO**: Ocurre cuando hay un cambio significativo en la tecnología de producción de un producto o servicio también ocurre cuando se producen cambios significativos en el sistema de dirección y/o métodos de organización; reingeniería de procesos, planificación estratégica, control de calidad, etc.

Según su grado de originalidad:

Innovación **RADICAL**: aplicaciones nuevas de una tecnología o combinación original de nuevas tecnologías

Innovación **INCREMENTAL**: mejoras que se realizan sobre un producto, servicio o método existente.

De tal forma que cualquier tipo de innovación lo podemos definir según sea su aplicación así como el grado de originalidad, lo veremos mejor con el siguiente ejemplo:

Imaginemos que se ha descubierto la Máquina del tiempo la cual nos permite viajar en el tiempo, podríamos definir la innovación como:

Según su aplicación: Innovación de Producto, puesto que la innovación viene definido por un bien.

Según su grado de originalidad: Innovación Radical, pues antes no existía ningún medio que nos permitiese viajar en el tiempo, es un producto totalmente novedoso el cual nos presta unos servicios que no existían antes.

El concepto desarrollo sustentable es el resultado de una acción concertada de las naciones para impulsar un modelo de desarrollo económico mundial compatible con la conservación del medio ambiente y con la equidad social.

En 1987 cuando la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo (CMMAD) de las Naciones Unidas, presidida por la Dra. Gro Harlem Brundtland, presenta el informe “Nuestro Futuro Común”, conocido también como “Informe Brundtland”, en el que se difunde y acuña la definición más conocida sobre el desarrollo sustentable:

“Desarrollo sustentable es el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”. (CMMAD, 1987:24)

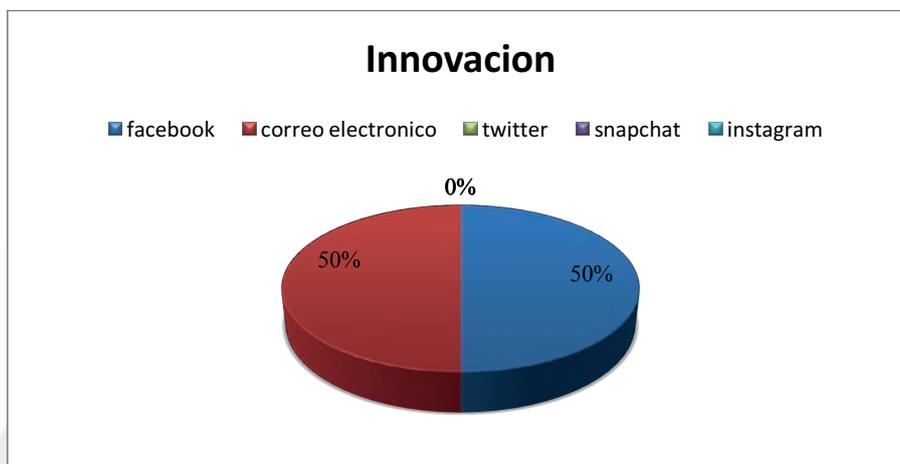
El desarrollo sustentable se ha constituido un “manifiesto político”, es decir, se ha elevado como una poderosa proclama que se dirige a ciudadanos, organizaciones civiles, empresas y gobiernos para impulsar acciones, principios éticos y nuevas instituciones orientadas a un objetivo común: la sustentabilidad.

[Universidad autónoma de Nuevo Leon]

METODOLOGÍA

La presente investigación tiene un enfoque mixto, utilizando una muestra no probabilística a conveniencia tomando como criterio las agencias más representativas de torreón y utilizando la técnica de entrevista a través de un instrumento cuestionario guía, como en uno de los casos siendo el departamento de recursos humanos en el área de innovación y sustentabilidad

RESULTADOS



Grafica No 1 Fuente: propia

En la gráfica número uno están expresados los datos de las redes sociales que se utilizan con más frecuencia dentro de la empresa en este caso el Facebook y el correo electrónico ya que son las populares para poder usarlas para compartir anuncios y de esta forma volverse más virales y tener mas demanda en el mercado y con mayor facilidad de interactuar con el cliente.



Grafica No. 2 Fuente: propia

En la gráfica número dos muestran las razones de cuales funciones son las que realizan las redes sociales dentro de la empresa, una de ellas es la comunicación con los clientes, capacitaciones, ventas, comunicación interna publicidad y comunicación con los proveedores.



Grafica No. 3 Fuente: propia

Hace mención los programas que se utilizan dentro de la empresa para ayudar al medio ambiente y tener un más responsabilidad social con ellos.

Uno de los programas que realizan es la del ahorro de energía este lo hacen por medio de lámparas ahorradores, desconectan aparatos que no se estén utilizando, otro de los programas es el Ahorro del agua no dejan filtros abiertos para que no se desperdicie.

CONCLUSIONES

Posteriormente a la investigación realizada concluimos que este trabajo nos permitió conocer el área de la sustentabilidad e innovación dentro de las clusters automotriz de la laguna y como aplican las estrategias para poder cumplir con las necesidades que tienen las personas en el contorno al área automotriz, esto con lleva tanto a estar más informados de cada una de las funciones que realizan las empresas que están dentro de esta rama ya sea de manufacturera o de venta y que están haciendo para poder fomentar la sustentabilidad en la laguna y como están innovando dentro del sector automotriz, las empresas hacen más conciencia dentro del tema de la sustentabilidad ya que cuentan con programas de ahorro de energía, ahorro de agua y aplican las 3 R's para que haya menos desechos y menos contaminación, la innovación

BIBLIOGRAFIA

<https://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/1142823.promocionan-el-cluster-automotriz-de-la-laguna-con-empresas-de-lerdo.html>

EL SIGLO DE TORREÓN

DIANA GONZÁLEZ Sábado 15 de ago 2015, 9:24am

FINANZAS

LERDO, DGO

Fecha de consulta 11/07/2017

<http://www.trcimplan.gob.mx/blog/el-fuerte-crecimiento-del-sector-automotriz-en-la-laguna.html>

Fuerte crecimiento del sector automotriz en la laguna

IMPLAN

Lic. Alicia Valdez Ibarra, Lic. Adriana Vargas Flores - 06/10/2015 12:15

Fecha de consulta 19/07/2017

<http://www.trcimplan.gob.mx/pet/diagnostico-estrategico-desarrollo-economico-innovacion.html>

IMPLAN

Diagnóstico Estratégico: Desarrollo Económico e Innovación

Por Dirección de Proyectos Estratégicos - 10/10/2016 02:21

Fecha de consulta 27/07/2017

<http://www.trcimplan.gob.mx/sala-prensa/2017-01-19-proyectos-para-tener-un-torreon-atractivo-para-la-inversion.html>

IMPLAN

Proyectos para tener un Torreón atractivo para la inversión

Por IMPLAN Staff - 19/01/2017 11:00

Fecha de consulta 04/08/2017

<http://www.trcimplan.gob.mx/blog/expo-automotriz-detona-a-la-industria-y-a-la-economia-en-la-laguna.html>

IMPLAN

Expo Automotriz detona a la industria y a la economía en La Laguna

Por Lic. Adriana Vargas Flores - 12/05/2016 08:00

Fecha de consulta 04/08/2017

http://www.milenio.com/negocios/IMPLAN_Torreon-Sector_automotriz_laguna-Desarrollo_economico_Torreon_0_604139710.html

MILENIO

Por Alicia Valdez Ibarra/Adriana Vargas flores

05/10/2017 11:27 am

Fecha de consulta 06/08/2017

<https://www.clusterindustrial.com.mx/post/1229/innovacion>

Innovación

cluster industrial

04 de abril del 2017

Desarrollado por QUIMAIRA

Fuente HERALDO LEON

Michael Porter. Autor de "La ventaja competitiva de las naciones

(1990) Edición en español: Javier Vergara Editor SA, Bs.As., 1991 Resumen realizado del prof. Cr. Francisco de León

Fecha de consulta 10/08/2017

<http://sds.uanl.mx/el-concepto-desarrollo-sustentable/>

Desarrollo Sustentable

1 Octubre, 2013

Secretaría de Sustentabilidad, UANL. Av. Manuel L. Barragán 4904 Monterrey, Nuevo León, México CP 64290

Fecha de consulta 10/08/2017

<https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/desarrollo-tecnologico-e-innovacion>

Desarrollo tecnología e innovación

EL CONACYT

Av. Insurgentes Sur 1582, Col. Crédito Constructor • Del. Benito Juárez C.P.: 03940, Ciudad de México. Tel: (55) 5322-7700

Fecha de consulta 15/08/2017

TÉCNICAS ELECTROQUÍMICAS PARA EVALUACIÓN DE LA CORROSIÓN DE MATERIALES EN CONTACTO CON BIODIESEL

Rogelio Enrique Montes Flores¹ y Adrián Sosa Domínguez²

RESUMEN

En este trabajo se depositó Ni-P en acero AISI 1018 en un medio ácido por vía electroless. El recubrimiento Ni-P se atacó con una solución de ácido nítrico 9 M formándose una capa de óxido de níquel. Para determinar la corrosión de los materiales, existen diversas técnicas electroquímicas que nos proveen de información esencial para conocer su desempeño a lo largo del tiempo y en condiciones ambientales sugeridas. Se aplicaron técnicas electroquímicas como curvas de polarización y espectroscopia de impedancia electroquímica a varias muestras de materiales modificados con recubrimientos de Ni-P a fin de determinar el mejor material que se pueda emplear, evitando así el deterioro a largo plazo de los materiales que permanezcan en contacto con biodiesel, como estudio preliminar se pusieron en contacto con una solución de NaCl 0.5 M.

ABSTRACT

In this work Ni-P was deposited in AISI 1018 steel in an acid medium by electroless route. The Ni-P coating was attacked with a solution of 9 M nitric acid forming a layer of nickel oxide. To determine the corrosion of materials, there are several electrochemical techniques that provide us with essential information to know their performance over time and in suggested environmental conditions. Electrochemical techniques such as polarization curves and electrochemical impedance spectroscopy were applied to several samples of materials modified with Ni-P coatings in order to determine the best material that could be used, thus avoiding the long-term deterioration of materials remaining in Contact with biodiesel, as preliminary study were put in contact with a 0.5 M NaCl solution.

Palabras clave: corrosión, electroquímica, Ni-P, EIS, curvas de polarización.

INTRODUCCIÓN

La corrosión es una reacción química y electroquímica entre un material, generalmente un metal, y su entorno que produce un deterioro del metal y de sus propiedades.

Este trabajo tiene como objetivo principal medir analíticamente la corrosión aplicada a ciertos metales y/o materiales en contacto con biodiesel. Se utilizó una prueba de curvas de polarización lineal para determinar en un potenciostato la resistencia de estos materiales al deterioro. Las muestras fueron placas de 1 cm² que previamente se le adicionaron recubrimientos específicos para analizar en el laboratorio.

La polarización lineal es una técnica de monitoreo sobre corrosión. Esta técnica está especialmente diseñada para determinar la resistencia a la polarización de un material y la corriente a través de un potencial alrededor del potencial de corrosión.

METODOLOGÍA

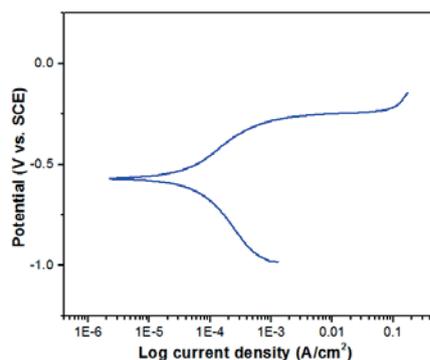
Se utilizó un potenciostato modelo VSP-300 marca Biologic. La celda utilizada fue de tres electrodos: un electrodo de trabajo que fueron cada uno de los recubrimientos Ni-P analizados, un electrodo de referencia de calomel saturado en KCl y un contraelectrodo de placa de grafito.

La celda para realizar las pruebas de corrosión se llenaba con una solución de NaCl 0.5 M hasta que cubriera los tres electrodos; una vez montada la celda se procedía a la aplicación de la técnica de curvas de polarización y espectroscopia de impedancia electroquímica.

Curvas de polarización fueron medidas con una velocidad de barrido de 0.166 mV/s comenzando de -0.5 V a +0.5 V con respecto al potencial a circuito abierto. Para la técnica de espectroscopia de impedancia electroquímica se aplicó un potencial de corriente alterna (onda sinusoidal) con amplitud de 10 mV fue usada como la señal impuesta, y las frecuencias medidas fueron de 1 MHz a 10 mHz.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 muestra la curva de polarización potenciodinámica para una muestra con formación de una capa de Ni P, obtenida a una velocidad de barrido de 0.166 mV/s en NaCl 0.5 M, el valor de velocidad de corrosión fue de 0.04±0.02 mm/año. El potencial de corrosión fue de -568 mV para la capa de Ni-P negra. La resistencia a la polarización fue de 8771±4084 Ωcm².



¹Universidad Autónoma de Coahuila. Facultad de Ciencias Químicas. Blvd. V. Carranza s/n, Col. República Oriente, C.P:25280, Saltillo, Coah., rogelio.montes@uadec.edu.mx

²Universidad Autónoma de Querétaro. Centro de Estudios Académicos sobre Contaminación Ambiental. Cerro de Las Campanas, s/n, Col.Las Campanas, C.P:76010, Santiago de Querétaro, Qro., adrian.sosa@uaq.mx

Figura 1. Curva potenciodinámica para un recubrimiento Ni-P negro en contacto con una solución de NaCl 0.5 M.

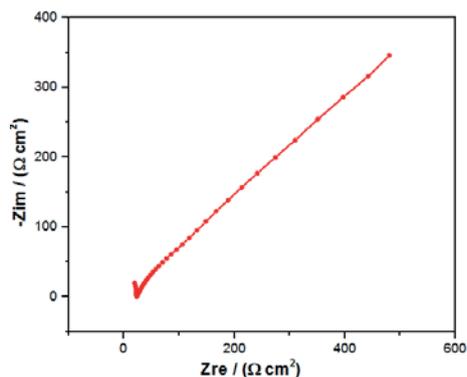


Figura 2. Diagramas de Nyquist para recubrimiento Ni-P negro.

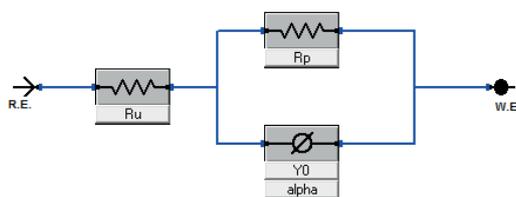


Figura 3. Circuito eléctrico equivalente para capa Ni-P negro.

Una vez realizados el ajuste mediante el circuito equivalente mostrado en la Figura 3, donde R_u es la resistencia de la solución, R_p es la resistencia a la polarización del recubrimiento y Q es la capacitancia. El valor de R_p obtenido del diagrama de Nyquist de la Figura 2 para el recubrimiento Ni-P negro fue de $1224 \Omega/\text{cm}^2$. La Figura 2 se muestra el diagrama de Nyquist para un recubrimiento Ni-P negro, se puede observar que para el recubrimiento se tiene un solo bucle que representa la resistencia a la corrosión de la capa.

Table I. Resultados de ajuste de diagramas de Nyquist de la Figura 2.

	$R_{sol}(\Omega \text{ cm}^2)$	$R_{ct}(\Omega \text{ cm}^2)$	$Q (S^*s^a)$	a
Recubrimiento Ni-P negro	23	1224	$7e-3$	0.6

El valor de resistencia del electrolito fue de $23 \Omega \text{ cm}^2$ y el valor de la capacitancia de la doble capa electroquímica no ideal fue de $7e-3 S^*s^a$ con un valor de a de 0.6. Es importante mencionar que los valores de resistencia a la transferencia de carga y de resistencia a la polarización se encuentran dentro del mismo orden de magnitud siendo de $8771 \Omega \text{ cm}^2$ y $1224 \Omega \text{ cm}^2$ para R_p y R_{ct} , respectivamente. Lo anterior revela que son dos técnicas electroquímicas que pueden otorgar valores comparables de resistencia a la corrosión.

CONCLUSIONES

En este trabajo se pudieron obtener las velocidades de corrosión de un recubrimiento Ni-P negro por medio de la técnica de curvas de polarización y espectroscopia de impedancia electroquímica. Los valores obtenidos para la resistencia a la polarización e impedancia fueron comparables indicando que estas dos técnicas pueden ser utilizadas para evaluar el proceso corrosivo que presenta el recubrimiento.

BIBLIOGRAFIA

A. ABALLE, M. BETHENCOURT, F.J. BOTANA, M. MARCOS, J. PEREZ Y M.A. RODRIGUEZ. (1998).” Protección contra la corrosión en agua de mar de la aleación AA5083 mediante tratamientos basados en sales lantánidas” en Rev. Metal. Madrid, 34(mayo), 1998

BIOLOGIC SCIENCE INSTRUMENTS. (2014).”EC-Lab software. Techniques and Applications Manual”

TÉCNICAS ELECTROQUÍMICAS PARA EVALUACIÓN DE LA CORROSIÓN DE MATERIALES EN CONTACTO CON BIODIESEL

Scarlett Monserrat Tovar Altamirano¹ y Adrián Sosa Dominguez²

RESUMEN

En este trabajo se realizó la preparación de un sustrato de acero al carbono AISI 1018, al cual se depositó Ni-P en un medio ácido por vía electroless. El recubrimiento níquel-fósforo se atacó con una solución de ácido nítrico 9 M formándose una capa de óxido de níquel. En estudios previos se ha demostrado que la capa de óxido de níquel formado y al ser una superficie negra tiene la propiedad de absorción de la energía proveniente del sol. El objetivo de la presente investigación fue obtener la velocidad de corrosión de recubrimientos Ni-P negros en contacto con una solución de NaCl 0.5 M, lo anterior se realizó como un estudio preliminar antes de proceder al contacto con biodiesel. Para evaluar la velocidad a la corrosión se utilizaron las técnicas electroquímicas de curvas de polarización y ruido electroquímico en un medio de NaCl 0.5 M.

ABSTRACT

In this work the preparation of a substrate of carbon steel AISI 1018 was carried out, to which Ni-P was deposited in an acid medium by electroless route. The nickel-phosphorus coating was attacked with a solution of 9M nitric acid forming a layer of nickel oxide. Previous studies have shown that the layer of nickel oxide formed and being a black surface has the property of absorption of energy from the sun. The objective of the present investigation was to obtain the corrosion rate of black Ni-P coatings in contact with a solution of 0.5 M NaCl. This was done as a preliminary study before proceeding to contact with biodiesel. In order to evaluate the corrosion rate, the electrochemical techniques of polarization curves and electrochemical noise were used in 0.5 M NaCl medium.

Palabras Clave: recubrimientos, Ni-P, corrosión, absorción solar, ruido electroquímico.

INTRODUCCIÓN

La electroquímica se dedica fundamentalmente al estudio de las reacciones químicas que dan origen a la producción de una corriente eléctrica o que son producidas por el paso de una corriente eléctrica. También estudia la conductividad eléctrica de las distintas sustancias, particularmente de las disoluciones de electrolitos débiles y fuertes.

Nuestros conocimientos de los mecanismos de los procesos electroquímicos, de la corrosión de los metales, de la transmisión de los impulsos nerviosos y de las interacciones de los iones acuosos entre sí y con las moléculas de agua que los rodean, se basan en gran parte en los resultados de la investigación electroquímica (Libona, 1999).

Las técnicas electroquímicas, tales como curvas de polarización y ruido electroquímico han sido muy exitosas para la evaluación de la velocidad de corrosión y también en el estudio de los fenómenos involucrados en la reacción de corrosión. Este éxito parece lógico si se considera que los procesos involucrados son de naturaleza electroquímica (Bard, J. 1996).

Los metales en general, salvo los metales nobles, se encuentran en estado natural combinados con otros elementos químicos formando minerales como: óxidos, carbonatos, sulfuros, etc. Para obtener los metales en estado puro, se recurre a la extracción a partir de sus minerales, lo que en muchos casos requiere de un gran aporte energético. La tendencia de los metales a volver a su estado natural de óxido metálico es más fuerte, en cuanto mayor es la energía necesaria para extraer el metal mineral (Skoog and West, 1982).

La energía de un determinado sistema puede medirse en los términos de lo que se llama energía libre (G). Se pueden presentar tres casos:

- El cambio de energía libre (AG) es positiva. El metal es activo y puede haber corrosión. Es el caso más frecuente entre los metales de uso común.
- Si es cambio de $AG > 0$, pero el metal en vez de presentar corrosión, permanece aparentemente sin ser atacado. Se dice que el metal está pasivado.
- El cambio de la energía libre (AG) es cero o negativa. El metal es indiferente a los agentes agresivos habituales, no siendo posible ninguna reacción de corrosión. Es el caso de los metales nobles.

Se entiende por corrosión la reacción de un metal o una aleación con el medio o ambientes reactivos teniendo como consecuencia su deterioro o destrucción. A causa de este fenómeno los metales pierden su estado elemental y retornan al estado combinado de origen. Los componentes químicos de los productos de corrosión constituyen la misma composición química de los minerales. En la actualidad el término corrosión se aplica solamente al ataque electroquímico de los metales, aunque algunos autores opinan que no es muy estricto y se puede considerar también a los no metales como cerámica, plásticos, goma, etc.

Los fenómenos de corrosión pueden clasificarse de acuerdo con variados criterios. Por morfología de ataque: ataque uniforme, ataque localizado, ataque intergranular, etc. Por el medio atacante: corrosión por ácidos, corrosión aeróbica,

¹Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Biológicas, Ciudad Universitaria, Carretera Torreón-Matamoros, km 7.5, Ejido El Águila, C.P: 27275, Torreón, Coahuila, scarlents27@gmail.com

²Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Química, Centro de Estudios Académicos sobre Contaminación Ambiental (CEACA); Cerro de las Campanas S/N, C.P: 76010, Querétaro, Querétaro. adrian.sosa@uaq.mx

atmosférica, corrosión por cavitación, corrosión por corrientes vagabundas, etc. Por los mecanismos de reacción: oxidación directa y corrosión electroquímica.

Una reacción de corrosión es el tipo electroquímica y puede expresarse parcialmente por la ionización de un metal, es decir el proceso por el cual un átomo metálico pierde electrones y queda cargado con un exceso de cargas positivas (iguales a las cargas negativas de los electrones que se pierden). Dicha entidad cargada constituye un ion positivo o catión.

La corrosión es un proceso espontáneo irreversible (alejado del equilibrio) de reacciones electroquímicas. Se lleva a cabo en un electrolito con la existencia de una zona anódica y una zona catódica, siendo imprescindible la presencia de estos tres elementos entre el ánodo y el cátodo (Hepler, 2000).

MÉTODOS Y MATERIALES

La resistencia a la corrosión de las capas de Ni-P negras fue evaluada haciendo uso de las técnicas electroquímicas de curvas de polarización y ruido electroquímico. Para la aplicación de las técnicas se utilizó un electrolito de NaCl 0.5 M. Las pruebas electroquímicas fueron realizadas en una celda para corrosión con un electrodo de grafito y de calomel saturado como contraelectrodo y como electrodo de referencia respectivamente. El equipo utilizado fue un potenciostato galvanostato VSP-300 marca Biologic. Curvas de polarización fueron medidas con una velocidad de barrido de 0.166 mV/s comenzando de -0.5 V a +0.5 V con respecto al potencial a circuito abierto. Un tiempo de 30 minutos con la aplicación de la técnica de ZRA para obtener las series de tiempo tanto en potencial como en corriente.

La celda galvánica es una celda electroquímica que obtiene la energía eléctrica a partir de reacciones redox espontáneas que tienen lugar dentro de la misma. Por lo general, consta de dos metales diferentes conectados por un puente salino, o semiceldas individuales separadas por una membrana porosa. Volta fue el inventor de la pila voltaica, la primera pila eléctrica.

El término ánodo se emplea para describir aquella porción de una superficie metálica en la que tiene lugar la disolución (corrosión) del metal y en la cual se liberan electrones, como consecuencia del paso del metal en forma de iones al electrolito. En el ánodo la corriente eléctrica sale del metal para entrar a la solución.

El término cátodo se aplica a la porción de una superficie metálica en la cual los electrones producidos en el ánodo se combinan con determinados iones o moléculas de sustancias presentes en el electrolito.

En el cátodo la corriente eléctrica sale del electrolito para entrar al metal, cerrándose el circuito eléctrico a través de un conductor metálico externo (Brockris, 2003).

En el cátodo la corriente eléctrica sale del electrolito para entrar al metal, cerrándose el circuito eléctrico a través de un conductor metálico externo.

Los ánodos y cátodos involucrados en un proceso de corrosión se conocen como electrodos, que pueden consistir de dos diferentes tipos de metal, o bien en zonas diferentes sobre la superficie de un mismo metal y la solución que conduce la electricidad es un electrolito. Su cualidad para conducir electricidad es un electrolito. Su cualidad para conducir electricidad es debida a la presencia de iones. Para que exista corrosión deben existir las siguientes condiciones:

- Debe existir un ánodo y un cátodo
- Una diferencia de potencial eléctrico entre los dos electrodos.
- Un conductor metálico que conecte eléctricamente los electrodos.
- Los electrodos deben estar sumergidos en un electrolito.

La diferencia de potencial creada entre los electrodos provoca una migración de electrones desde el ánodo al cátodo a lo largo del conductor metálico externo y constituye lo que se conoce como pila galvánica (Vander Werf, 1961).

Algunas de las técnicas electroquímicas que se utilizaron fueron las siguientes:

- Curvas de polarización:

El potencial del metal en contacto con una determinada disolución, además de poderse modificar en función del tiempo, cambia de la misma forma, en función de la densidad de corriente que se aplique, porque se hace actuar de electrodo en una celda electroquímica.

El cambio de potencial a partir del estado de equilibrio, como resultado del flujo de corriente, se conoce como polarización, y la expresión gráfica de la función potencial/densidad de corriente se conoce como curva de polarización.

Las curvas nos dan información muy interesante sobre las zonas de pasivación y activación, formación y destrucción de películas protectoras sobre metales, en diferentes electrolitos de poder oxidante variable (Bilurbina and Liesa, 2003)

- Ruido electroquímico:

Consiste en las oscilaciones estocásticas del potencial o la corriente. Un parámetro estadístico importante es la desviación estándar de las oscilaciones, la cual habla del grado de localización del ataque sobre la superficie del material, por ejemplo, el número de eventos localizados que se llevan a cabo en el tiempo, o sea, el número de rompimientos de la película, el número de picaduras por unidad de área, etc.

Es importante considerar que siempre que se pueda es conveniente obtener ambas mediciones de ruido electroquímico: en potencial y en corriente, debido a que el ruido en potencial es muy sensible en procesos de rompimiento de película y en etapas de iniciación de la corrosión localizada, mientras que el ruido en corriente es más sensible una vez que el proceso alcanza la propagación. También es posible detectar la corrosión uniforme y obviamente estados pasivos del material por la presencia de óxidos y películas protectoras (Libona, 1999).

RESULTADOS

La Figura 1 muestra la curvas de polarización potenciodinámica para una muestra con formación de una capa de Ni P, obtenida a una velocidad de barrido de 0.166 mV/s en NaCl 0.5 M, el valor de velocidad de corrosión fue de 0.04 ± 0.02 mm/año. El potencial de corrosión fue de -568 mV para la capa de Ni-P negra. La resistencia a la polarización fue de $8771 \pm 4084 \Omega \text{cm}^2$

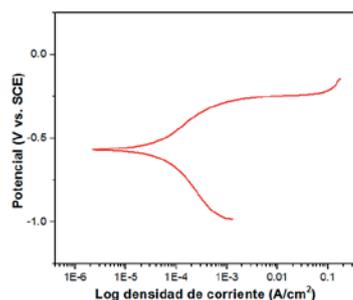


Figura 1. Curva potenciodinámica para un recubrimiento Ni-P negro en contacto con una solución de NaCl 0.5 M.

La Figura 2 muestra las series de tiempo en potencial y corriente para un recubrimiento Ni-P negro, obtenidas por un tiempo de 900 s bajo la técnica de ZRA.

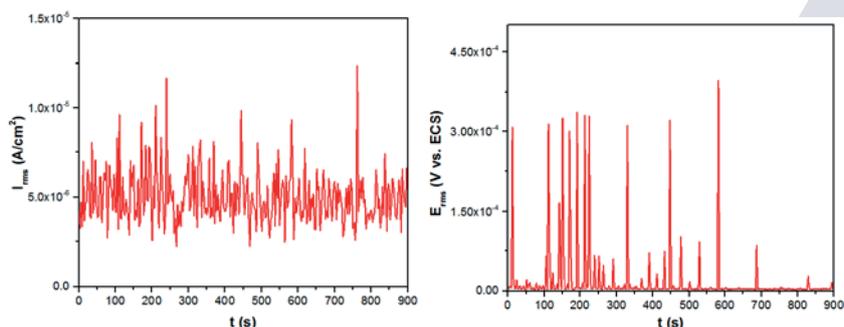


Figura 2. a) Serie de tiempo en corriente y b) serie de tiempo en potencial con remoción de la tendencia para un recubrimiento Ni-P negro en NaCl 0.5 M.

Las series de tiempo tanto en potencial como en corriente muestran una serie de transitorios los cuales están asociados a un proceso de corrosión con nucleación de picaduras metaestables. Lo anterior puede observarse en la Figura 2 representando picos de corriente y potencial de amplitud importante representando esto un transitorio.

Tabla 1. Parámetros electroquímicos y resistencia al ruido electroquímico para recubrimiento Ni-P negro.

Parámetro	Resultado
$R_n (\Omega \cdot \text{cm}^2)$	2157 ± 1013
Velocidad de corrosión (mm/año)	0.08 ± 0.04
Índice de localización (I_L)	$0.08 \pm 9e-3$

En la Tabla 1 se muestran los parámetros obtenidos a partir de las series de tiempo tanto en potencial como en corriente. El valor de resistencia al ruido electroquímico R_n fue de $2157 \Omega \text{cm}^2$ que es del mismo orden de magnitud de la resistencia a la polarización R_p obtenida por la técnica de curvas de polarización. El valor de velocidad a la corrosión fue de 0.08 mm/año comparado con 0.04 mm/año obtenida por la técnica de curvas de polarización mostrando valores muy similares lo cual nos revelan una velocidad de corrosión pequeña lo cual nos indica la capacidad del material para resistir un proceso de corrosión en contacto con NaCl 0.5 M. El índice de localización nos indica el tipo de corrosión que presenta el recubrimiento Ni-P siendo este por el valor de 0.08 asociado a corrosión mixta, es decir corrosión generalizada con nucleación de picaduras.

CONCLUSIONES

En este trabajo se pudieron obtener las velocidades de corrosión de un recubrimiento Ni-P negro por medio de la técnica de curvas de polarización y ruido electroquímico. Los valores obtenidos para la resistencia a la polarización y la resistencia al ruido electroquímico fueron comparables indicando que estas dos técnicas pueden ser utilizadas para evaluar el proceso corrosivo que presenta el recubrimiento. La velocidad a la corrosión obtenida por ambas técnicas también fueron muy similares exhibiendo una velocidad baja de degradación del material. Además de lo anterior la técnica de ruido electroquímico permitió conocer el tipo de corrosión que presenta el recubrimiento Ni-P negro clasificándolo como corrosión mixta.

BIBLIOGRAFIA

- BARD, J. A. (1996). *Chemical Equilibrium*, New York: Harper and Row.
- BILURBINA, L y LIESA, F. (2003). *Corrosión y protección*. Barcelona: Edicions UPC.
- BROCKRIS, J. (2003). *Electroquímica moderna*: Editorial Reverte
- HEPLER, L. (2000). *Principios de Química*. New York: Editorial Reverté
- LATIMER, W. M. *Oxidation Potentials*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs. N. J, 1952 edición.
- LIBONA, M. (1999). *Corrosividad atmosférica*, México: Plaza y Valdés, S.A de C.V Editorial
- SKOOG, D.A y WEST, D.M. (1982). *Fundamental of Analytical Chemistry*, New York: Saunders College publishing.
- SKOOG, A. y WEST, D. M. (2000). *Principios de análisis instrumental*: McGraw-Hill
- VANDER WERF, C.A. (1961). *Oxidation-Reduction*, New York: Van Reinhold.

ANÁLISIS EN LA MEJORA DE PROPIEDADES MECÁNICAS EN UN ACERO DE GRADO ESTRUCTURAL MEDIANTE TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE NORMALIZADO

Víctor Félix Ríos Menchaca ¹ y Evelyn Rodríguez Reyna²

RESUMEN

El presente reporte muestra los resultados obtenidos de un diseño de experimentos a temperaturas y tiempos establecidos, lo que permite examinar los cambios provocados en las propiedades mecánicas, dichos cambios se analizan mediante la caracterización de pruebas físicas y metalográficas, en donde es posible observar la dureza, el tamaño de grano, límite elástico, % de elongación, energía absorbida mediante pruebas de impacto, variaciones de fase ferrita-perlita, así como cantidad de óxidos presentes en el acero. En base a los resultados obtenidos, se determinó la temperatura y el tiempo óptimo para llevar a cabo el tratamiento térmico de normalizado a un acero grado estructural [S-PT-416(A737C)].

ABSTRACT

The present report shows the results obtained from a design of experiments at temperatures and established times, which allows to examine the changes caused in the mechanical properties, these changes are analyzed by the characterization of physical and metallographic tests, where it is possible to observe the hardness, Grain size, yield strength, % elongation, energy absorbed by impact tests, ferrite-perlite phase variations, as well as the amount of oxides present in the steel. Based on the obtained results, the temperature and the optimum time to carry out the heat treatment of standardized steel structural grade [S-PT-416 (A737C)] were determined.

Palabras Clave: Tratamiento térmico, normalizado, propiedades mecánicas,

INTRODUCCION

Un tratamiento térmico consta de dos factores principales como lo son tiempo y temperatura, de estos parten las bases de los resultados que deseamos obtener, otro factor no menos importante es el medio en el cual nuestro metal se enfriará y la velocidad con que este lo hará. Al momento de realizar el tratamiento debemos considerar otros aspectos como lo son forma y tamaño de la pieza así como también superficie. El tiempo que durará el tratamiento depende del grosor de la pieza y la temperatura depende de la composición química que mediante una fórmula que especifica los contenidos de los elementos en el acero se obtiene la temperatura adecuada.

Un tratamiento térmico consta de tres etapas que se presentan a continuación:

- Calentamiento hasta la temperatura fijada: La elevación de temperatura debe ser uniforme en la pieza.
- Permanencia a la temperatura fijada: Su fin es la completa transformación del constituyente estructural de partida. En este caso tiempo de permanencia es proporcional al espesor de la muestra.
- Enfriamiento: Este enfriamiento tiene que ser rigurosamente controlado en función del tipo de tratamiento que se realice y las propiedades que se deseen obtener.

El tratamiento térmico de normalizado se define como un calentamiento hasta una temperatura conveniente, por encima del rango de transformación, un cocido o permanencia a dicha temperatura, seguido de un enfriamiento en el aire hasta una temperatura suficientemente por debajo del rango de transformación.

El acero [S-PT-416(A737C)] es acero estructural de alta resistencia y baja aleación. Con una resistencia mínima de 50 ksi, cumple con los requisitos en propiedades químicas y físicas de la norma ASTM A572 / 709. Este acero es utilizado en casi cada fabricación estructural. Aplicaciones incluyen edificios industriales y comerciales, puentes y muelles.

MÉTODOS Y MATERIALES

Se trabajó con una placa de acero [S-PT-416(A737C)] con las siguientes dimensiones: 30.98 mm de espesor, 3047 mm de ancho y 12610 mm de largo, a dicha placa se le realizaron once cortes, de los cuales a diez se le efectuaron pruebas a nivel laboratorio y a un corte a nivel industrial. Las pruebas realizadas en todos los casos son de impacto y tensión, el maquinado de esta última prueba se llevó a cabo en una máquina Hurco, mientras que para las pruebas de impacto se obtuvieron tres probetas de 6x6 plg. con una ranura con ángulo de 45°. Cabe señalar que se obtuvieron resultados de probetas sin efectuárseles tratamiento térmico de normalizado, esto con la finalidad de analizar la influencia que ejerce el normalizado sobre las propiedades mecánicas.

La prueba de la placa nombrada N#0 se llevó a cabo a nivel industrial en la línea de normalizado, con las dimensiones antes mencionadas, en primer instancia la placa se carga al Shot Blast, cuya función es eliminar óxidos, grasa, suciedad, escamas de laminación entre otros, a través de la granalla, lo cual origina una superficie limpia, indispensable para llevar a cabo un calentamiento uniforme. Posteriormente se introdujo al horno para ser calentada a 830°C durante 24.8 minutos en una atmósfera de Nitrógeno, concluido el tiempo la placa es enfriada al aire en camas que constan de rodillos de acero al carbón.

¹Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Carretera 57 Km 5 C.P. 25710, Monclova, Coahuila, vfrmhmg@gmail.com

²Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Carretera 57 Km 5 C.P. 25710, Monclova, Coahuila, evrodriguezr@uadec.edu.mx

Los tratamientos térmicos llevados a cabo en el laboratorio, se realizaron en una mufla Thermolyne modelo CP53615, con las condiciones mostradas en la **Tabla 1**, y posterior tratamiento al aire.

La prueba de la probeta nombrada **N#1** fue realizada con los mismos parámetros que la **N#0** para observar la diferencia entre el horno con atmosfera de nitrógeno y el resultado del tratamiento realizado en una mufla,

Los tratamientos de normalizado del **N#2** al **N#10** se realizaron siguiendo la matriz de experimentos mostrada en la **Tabla 1**.

Una vez llevado a cabo los tratamientos térmicos, se continuó con el análisis de las probetas mediante pruebas de tensión, las cuales se realizaron en el laboratorio de pruebas físicas, con una máquina universal de 3000 lb, montándose la probeta en la máquina y conectando el extensómetro que mide el límite elástico y la última tensión, posteriormente se realizó el ensayo hasta llegar a la ruptura de la probeta, obteniéndose el % de elongación.

Subsiguientemente se realizaron pruebas de impacto (Charpy), para lo cual las probetas fueron enfriadas con Nitrógeno líquido y alcohol hasta alcanzar de temperatura ambiente a 0°C manteniendo dicha temperatura durante 5 minutos, posteriormente son impactadas mediante un péndulo, de tal manera que se mide la energía absorbida durante el ensayo utilizando una máquina TinusOlsen.

Finalmente se hizo una caracterización metalográfica, con la ayuda de una pulidora Leco DG-14. En primer lugar se seccionó la probeta de tensión, esto dependiendo de la orientación del laminado de la placa, el corte se realizó con una sierra vertical Birmingham kV-50A, las muestra se montaron en baquelita para llevar a cabo el pulido consecutivo de lijas #40, 320, 1200, 2400 y posteriormente con pulido de pasta diamante y llevar a cabo el análisis de nivel de inclusiones para concluir con un pulido con alumina y ataque con nital y observar el porcentaje de fases presente, así como el tamaño de grano. Estos últimos análisis se llevaron a cabo en un microscopio Olympus PMg3 a 100 aumentos mediante el software AxioVision at ZeissHomepage

La dureza del material se evaluó en un durómetro marca Wilson RB200T, para lo cual se utilizó la cabeza de tensión pulida para llevar a cabo el ensayo de dureza correctamente, en una escala HRB.

RESULTADOS

La **Tabla 1** muestra el diseño de experimentos que se llevó a cabo para los tratamientos térmicos de normalizados, así como los resultados obtenidos de cada una de las pruebas realizadas a las probetas. La muestra **N#0** corresponde a una placa tratada térmicamente en el proceso real de la planta, la muestra llamada **N#1** es una probeta tratada térmicamente en laboratorio, utilizando condiciones similares a las que se utilizan en la planta de normalizado. Las muestras llamadas **N#2** a la **N#10** corresponden al diseño preestablecido para el presente estudio.

Tabla 1. Diseño de experimentos y resultados obtenidos de pruebas antes y después del normalizado

PLACA	TEMPERATURA	TIEMPO	ESPOSOR	UT	LE	% E	DUREZA	PERLITA	FERRITA	TG	OXIDOS
AS ROLLED			1.106	80100	58629	52.1	85	28.76	69.94	8.11	1
N#0	830	30	1.106	73308	54935	60.8	84	29.16	59.86	9.40	1
N #1	830	30	1.220	72328	51671	59.3	83	19.58	80.42	9.30	1.5
N #2	853	64	1.220	72712	52035	58.7	79	15.07	84.42	9.06	1.5
N #3	853	59	1.220	72028	51305	58.3	80	21.17	78.83	9.26	1.5
N #4	853	69	1.220	71976	51812	61	80	12.37	86.65	9.06	1
N #5	843	64	1.220	70398	47743	58.8	81	19.24	79.94	9	1.5
N #6	843	59	1.220	70334	47122	56.1	79	24.44	75.56	9.11	1
N #7	843	69	1.220	71153	46924	51	78.97	25.04	74.96	9.26	1
N #8	863	64	1.220	72500	52022	58.8	83	31.15	68.53	9.52	1.5
N #9	863	59	1.220	72355	51440	58.2	80	25.42	74.33	9.23	2
N #10	863	69	1.220	71362	52490	54.1	76	26.43	73.57	9.39	1

En las **Tablas 2, 3 y 4**, se muestran los análisis MANOVA de la matriz de experimentos con sus resultados obtenidos. Las tablas presentadas son las que muestran los resultados más relevantes obtenidos.

En la **Tabla 2** se observa la relación que existe entre los valores de última tensión con las variables de tiempo y temperatura, se puede apreciar que es mucho más significativa la respuesta en variación a la temperatura que el tiempo, tal como se observa en la Figura 1 a y b.

Tabla 2. Resultados de la última tensión respecto a las temperaturas y tiempos

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio	Prob Level	Power (Alpha=0.05)
A: Temperatura	2	4705976	2352988	3.48	0.17192	
B: tiempo	2	233409.6	116704.8	0.40	1.1040	
AB	4	1286343	321585.6			
S	0	0				
Total (Adjusted)	8	6225728				
Total	9					
* Term significant at alpha = 0.05						

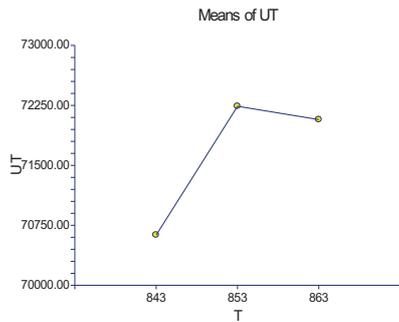


Figura 1a. Valores de última tensión con respecto a la variación de la temperatura

La **Tabla 3** muestra el análisis de los resultados del límite elástico respecto a la variación de temperatura y tiempo. En la tabla es posible observar que la variable de temperatura es la que presenta de igual manera que en el caso anterior, una mayor influencia sobre los valores finales que se obtuvieron de límite elástico, esto se puede corroborar en la Figura 2 a y b.

Tabla 3. Resultados de varianza de Límite Elástico con respecto a las temperaturas y tiempos

Analysis of Variance Table for LE						
Source		Sum of	Mean		Prob	Power
Term	DF	Squares	Square	F-Ratio	Level	(Alpha=0.05)
A: T	2	4.22E+07	2.11E+07	5.5	0.27171	
B: tiempo	2	656982.9	328491.4	1.01	2.10	
AB	4	541527.8	135381.9			
S	0	0				
Total (Adjusted)	8	4.34E+07				
Total	9					
* Term significant at alpha = 0.05						

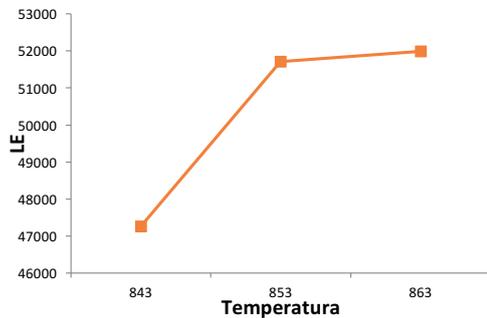


Figura 2 a. Valores de límite elástico con respecto a la variación de temperatura

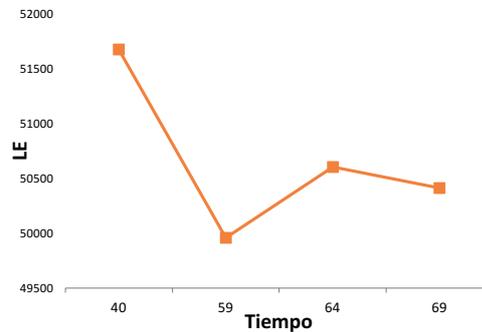


Figura 2 b. Valores de límite elástico con respecto a la variación del tiempo

En la **Tabla 4** se relacionan los valores de porcentaje de elongación con las variables de tiempo y temperatura, en este caso observamos que las dos variables tienen influencia sobre los resultados obtenidos, sin embargo al igual que en los casos anteriores es más significativa la variación de temperatura que del tiempo, lo que se puede constatar en la Figura 3 a y b.

Tabla 4. Analisis de varianza para % de elongación en función de la temperatura y tiempo

Analysis of Variance Table for E						
Source		Sum of	Mean		Prob	Power
Term	DF	Squares	Square	F-Ratio	Level	(Alpha=0.05)
A: T	2	24.56222	12.28111			
B: tiempo	2	17.77555	8.887777			
AB	4	30.93778	7.734445			
S	0	0				
Total (Adjusted)	8	73.27556				

Total	9					
* Term significant at alpha = 0.05						

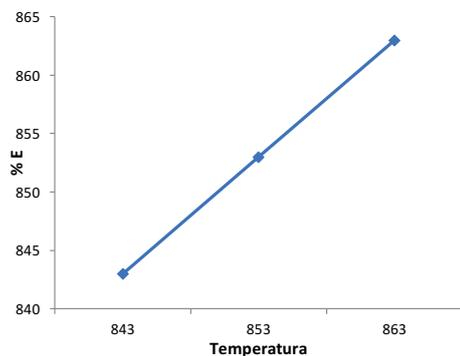


Figura 3 a. Valores de % de elongación con respecto a la variación de temperatura

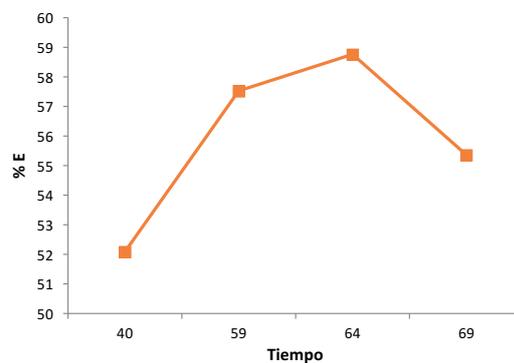


Figura 3 b. Valores de % de elongación con respecto a la variación de tiempo

CONCLUSIONES

Los tratamientos termicos son una forma efectiva para mejorar las propiedades de un acero sin necesidad de añadir otros elementos aleantes mas costosos, se podria decir que es una forma efectiva para conseguir un acero con buenas propiedades mecánicas deseables para su uso en general. En este estudio se da a conocer y comprobar que un tratamiento termico en este caso el normalizado si mejora las propiedades del acero, siendo en este caso específico la temperatura, la que mayor influencia tiene sobre las mejoras en las propiedades mecánicas.

BIBLIOGRAFIA

Libros

- 1.-Verhoven, Jhon D. Fundamentals of physical Metalurgy
Jhon Wiley & Sons. 1975
- 2.- Van Vlack Lawrence H. Materials For Enginneering : concepts and Applications
Addison –Wesley publishing company. 1982.
- 3.-Evans, G.M. and Bailey, N., 1997, "Metallurgy of Basic Weld Metal", Abington Publishing, Cambridge, London, UK.

OPTIMIZACION DEL PROCESO DE ANODIZADO DE UN ALUMINIO COMERCIAL, VARIANDO SISTEMATICAMENTE LOS PARAMETROS DE DENSIDAD DE CORRIENTE, TEMPERATURA Y DISTANCIA INTERELECTRODO.

Victor Manuel Alvarado Ponce y Adrián Moisés García Lara

RESUMEN

La aleación de aluminio de los diferentes componentes de la organización tiene una gran diferencia en la apariencia de la película de oxidación. Si la pureza es más alta, es más fácil conseguir una oxidación decorativa incolora, transparente y brillante, mientras que cuanto mayor es el contenido de aleación, y el brillo de la película de oxidación y el peor de resistencia a la corrosión de la película de óxido el contenido de cobre o silicio de aleación de aluminio es mayor oxidación anódica se convierte en más dificultades. Debido a la organización, más micro agujero defecto y la organización desigual y otros factores de aleación de aluminio fundido, la oxidación anódica debe ser especialmente cuidado, o bien será fácil de disolver. En general, en la gama de la estipulación del proceso, como la reducción de la temperatura, la dureza y la resistencia abrasiva mejorara gradualmente. Con el fin de obtener la alta calidad de la película de oxidación, las fluctuaciones de temperatura de la solución que en el proceso de oxidación debe ser lo más pequeño posible es mejor controlar la temperatura en el rango. Dado que el exceso de electricidad causara calor localizado no se puede perder, hará que la película de oxidación se disuelva en parte o completamente para controlar la temperatura del electrolito, la anodización de aluminio a menudo necesita equipar con tubería de enfriamiento en curva u otro equipo de enfriamiento en la pared del electrolizador.

ABSTRACT

This paper Analyzes the main factors of the dissolved problems arising in the process of aluminium alloy hard anodizing. Combined with the specific problems occurring in products practice, introduce in detail the method and thought to analyze and investigate the causes of dissolving. And puts forward targeted. Improvement technology. This paper is practically instructive and significant for the production practice to effectively solve the problems of the dissolved situations arising in the process of tuve parts hard anodizing.

Two basic reactions occur during the anodizing of aluminium. The aluminium is consumed and oxide grows. By accepting this statment as true, the anodizing process can be viewed as a corrosion process, and anodizing can be modeled using the Tafel Equation Anodizing process parameters of electrolyte chemistry and concentration, temperatura, aluminium oxide structure and properties. Understanding this relationship is consequent in making anodizing an engineering process, one that enables tuning the structure such that it yields distinct characteristics to fulfill design and application requirements.

Fibre metal laminates are multi-componet materials that utilize metals, fibres and matrix resins. These composite laminates are in demand in the market for their stiffness and rigidity for structural application. Their strenght is highly dependent, on the mechanical interlocking mechanism between the metal Surface and the composite laminates therefore, the metal Surface must be well. treated to ensure a good interfacial interaction. Fabricated using aluminium 6061 and carbón fibre laminates. The aliminium Surface was trated using anodizing electrolyties were systematically investigated to obtain the optimum interfacial strenght. The Surface morphology was characterized using atomic forcé microscopy and scanning electron microscopy. The mechanical strenght of these laminate systems was characterized using a universal testing machine via tensile and lab shear techniques. It is predicated that different anodizing eletrolytes Will result in different anodzed Surface morphologies that Will contribute to the interfacial interaction and the strength systems.

INTRODUCCION

El anodizado, también conocido como anodización, es un proceso mediante el cual se modifica la superficie de un material, generalmente el aluminio, para formar una capa protectora. Este es un proceso electrolítico en el que el material con el que se trabaja hace la función de ánodo, de ahí el nombre de anodizado. Se conoce como ánodo al electrodo en el que se produce la oxidación. La forma en la que se lleva a cabo el proceso de anodizado es aumentar el espesor de la superficie del aluminio de manera que se cree una capa densa de óxido de aluminio. La capa de óxido de aluminio que resulta del proceso de anodizado le proporciona al material una mayor resistencia. Cabe destacar que el proceso de anodizado se aplica más comúnmente al aluminio, aunque el titanio también puede ser sometido a anodización. Las principales características que obtienen los materiales tras la anodización son: La capa de óxido que resulta del proceso de anodizado difícilmente logra ser removida. Esto se debe a que forma parte de la propia superficie del material. Es decir, dicha capa está integrada al metal que se trata con el proceso de anodizado y no puede ser pelada o escamada. Una vez que concluyó el proceso de anodizado, el color original de la capa es gris y puede ser pintado en una amplia gama de colores. Existen dos tipos principales de coloración de la capa de óxido de aluminio: coloración por tintes y coloración por sales. Esta última es la más utilizada por la buena calidad de sus acabados y su durabilidad. Una tercera forma de coloración, que es más nueva que las anteriores, es la electrocoloración. Esta se lleva a cabo depositando iones metálicos en los pequeños poros de la capa de óxido de aluminio para que tome la coloración del metal del que se toman los iones. El anodizado es un proceso electroquímico que también puede aplicarse a los útiles de control para darles un mejor acabado estético y de propiedades mecánicas. Este tratamiento superficial **sólo** se

puede realizar al aluminio, y es de oxidación forzada, por medio del cual el aluminio forma una capa protectora de óxido de aluminio (Al_2O_3) sobre la superficie del aluminio base de un espesor variable a voluntad entre algunas pocas micras hasta 25 ó 30 micras en el anodizado de protección y hasta 100 micras en el anodizado duro. Este espesor viene regulado por la norma UNE-38010. El proceso consiste en someter al aluminio a una inmersión de ácido (generalmente sulfúrico). Al pasar corriente se libera el oxígeno que se dirige ánodo que al reaccionar con el aluminio genera una capa de óxido cuyo espesor varía con el tiempo de paso de la corriente. Para cerrar los poros que presenta la superficie del aluminio anodizado se lo sumerge en agua caliente. De esta manera queda finalizado el procedimiento, la vida útil de este acabado es proporcional al espesor de la capa anódica obtenida. Comúnmente se usan procesos propios o patentados para el anodizado duro. Uno de los más comunes usa una solución de 120 a 160 g de ácido sulfúrico (H_2SO_4) y 12 a 20 g de ácido oxálico ($H_2C_2O_4$) por 3.8 litros de agua. Esta solución se opera a $10 \pm 10^\circ C$ y una densidad de corriente de 2.5 a 3.6 A/dm² (el voltaje se incrementa gradualmente de cero a 40-60 V); el tiempo de tratamiento es de 25 min/25 μm de espesor de película de recubrimiento. Dentro de las publicaciones algunos parámetros en los procesos de anodizado duro se mantienen confidenciales. Por tanto, si se requirió implementar este proceso en Pistones Moresa, es necesario el desarrollo de un programa de pruebas de laboratorio para encontrar los parámetros óptimos del anodizado duro, propios para las aleaciones de aluminio-silicio con que se producen los pistones en la planta Moresa

METODOS Y MATERIALES

Para éste proyecto fue necesario realizar una serie de actividades, a través de una metodología que permitió llevar a buen fin los resultados del mismo, por ello primeramente se trabajó en la revisión de toda la documentación del proceso de anodizado y todas sus características y parámetros necesarios para establecer su implementación en la empresa; en segundo lugar se realizó el establecimiento del sistema experimental del proceso de anodizado, luego se trabajó en un periodo de pruebas preliminares a nivel laboratorio en donde se definirán todos los elementos para el proceso, para los cuales se instrumentó un potencióstato, celdas electroquímicas, sistema de adquisición. Esto permitiendo la realización de las pruebas necesarias con un análisis de resultados con el objetivo de establecer el nivel de escalamiento del proceso a nivel industrial. Posteriormente, se trabajó en la generación del layout del proceso de anodizado a nivel planta, considerando los parámetros establecidos en el laboratorio para poder lograr los espesores requeridos en la superficie de la cabeza del pistón. Por último, se realizarán pruebas en la línea establecida con el objetivo de trabajar con al menos un número de parte para pistón de gasolina. Posteriormente se trabajó en las pruebas para medir espesores, dureza y resistencia a la tensión del pistón tratado. Por último, se procedió a evaluar

Preparación de las muestras antes del anodizado. El área de los electrodos fue de 11.56 cm² (3.4 cm por lado). Una vez teniendo las placas, fueron lavadas con etanol en un baño ultrasónico durante 10 minutos. Posteriormente, utilizando una campana de extracción, los pistones recibieron un tratamiento previo a la anodización; se preparó una solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 5% wt (peso) a 50°C y durante 2 minutos fueron sumergidos en dicha solución (proceso conocido como decapado). Después del proceso de decapado fueron lavados con agua destilada para quitar residuos de NaOH. Subsecuentemente, las muestras fueron sumergidas en una solución de ácido nítrico (HNO_3) al 50% v/v (concentración) a temperatura ambiente durante 1 minuto. Después de la inmersión en, HNO_3 las piezas se lavaron con agua destilada a temperatura ambiente y se secaron con aire caliente a 70°C. Proceso de anodizado. Las muestras de aleación AS17 (electrodos) fueron conectadas al circuito mediante caimanos eléctricos, mientras que el contacto eléctrico se estableció por medio de un alambre de cobre de 1.5 mm de diámetro. Como electrodo auxiliar se utilizó una placa de acero. La célula electroquímica fue entonces preparada con los electrodos mencionados y utilizando como electrolito ácido sulfúrico (H_2SO_4), la célula se colocó sobre una parrilla magnética dentro de un recipiente con una solución de metanol con etilenglicol con hielo, como sistema de enfriamiento. La agitación del electrolito permaneció constante en cada uno de los experimentos realizados a 2 r.p.m. Se utilizó una fuente de poder de corriente directa Modelo Tenma 72-7245 con capacidad de 60V y 6 A, según el circuito utilizado. El equipo de experimentación utilizado se muestra en la Figuras 3 (sistema sin enfriamiento).

RESULTADOS

RESULTADOS DEL PROYECTO A continuación se muestran los resultados del análisis de espesor y rugosidad de las muestras analizadas. Las imágenes presentadas en la figura 6 son representativas del estudio de análisis de imágenes para la determinación de espesores de cada una de las muestras anodizadas. Todas las imágenes capturadas para el análisis presentado en dicho reporte fueron tomadas a 3 distintas magnificaciones (5x, 10x y 20x), a continuación se muestran únicamente las imágenes a 20x.

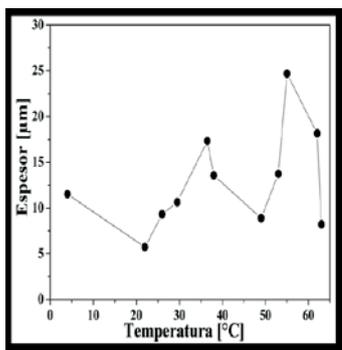


Figura 1. Espesor de anodizado vs temperatura

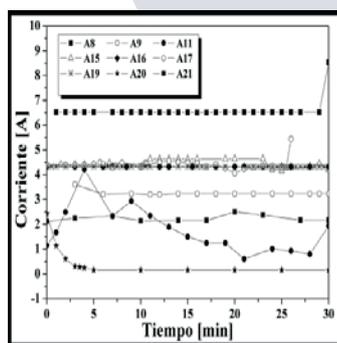


Figura 9. Densidad de corriente vs tiempo de inmersión de la muestra

CONCLUSIONES

Las condiciones de operación reproducibles para la obtención del espesor deseado se reportan en las tablas 1 y 2, respectivamente; para la aleación AS17 muestran capas de óxido con espesores promedio a los esperados.

Las pruebas y resultados obtenidos en las muestras se lograron reproducir en un área más grande que es el pistón, lográndose obtener el espesor requerido para el pistón. Debido a la aleación de la cual está compuesto el pistón se requiere mayor tiempo en comparación con la eutéctica y la hipoeutéctica, ya que por el contenido de silicio en ella se puede decir que la aleación solidificada es más “dura” que las otras dos antes mencionadas.

En base a los resultados obtenidos, la determinación de dureza de este óxido está influenciada por la rugosidad del mismo, lo cual limita la utilización de los métodos convencionales de dureza superficial para caracterizar este tipo de material, como se ha podido ver las cargas usualmente son grandes o las mediciones superficiales no son posibles. Es recomendable utilizar métodos para determinación de dureza no destructivos como la dureza tipo Shore para conocer la dureza real de la capa de óxido formada.

BIBLIOGRAFIA

1. Surface engineering, ASM Metals Handbook, Vol, 5, 1994.
2. Y. Suzuki, Surface modifications of piston and cylinder liners, J. Materials Engineering, 10, pp. 61-67, 1988.
3. J.S. Safrany and M. Santarini, Fast anodizing of aluminum piston heads, Aluminum Pechiney, Voreppe, France, 1992.
4. Lizarbe, R., “Oxidación anódica, coloración y sellado del aluminio”, Teoría y Práctica de la Lucha Contra la Corrosión, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (C.S.I.C.), 1ª Edición, Grafimad.S.A., Madrid, (1984).
5. Wernick, S., Pinner, R. y Sheasby, P. G., “The Surface Treatment and Finishing of Aluminum and its Alloys”, Cap.9 y 11, 5a Edición, Vol. 1, ASM International. Metals Park, Ohio, USA., Finishing Publications Ltd., England, (1987).
6. Asm Specialty Handbook, “Aluminum and Aluminum Alloys”, 1ª Edición, Ed. ASM International, United States, (1998).
7. Scott, B. A., “Decorative and Protective Finishes Produced on Aluminum by Hard Anodizing”, Trans. Institute Metal Finishing, Research Laboratories British Aluminum Co Ltd, Vol 43, pp.1-8, Chalfont Park, Buckinghamshire, (1965).
8. Csokán, P., “Some Observations on the Growth Mechanism of Hard Anodic Oxide Coatings on Aluminum”, 6th International Metal Finishing Conference, Vol. 41, pp. 5156, (1964).

ENCRIPCIÓN DE VIDEO USANDO EL ALGORITMO HILL CIPHER APLICANDO PROGRAMACIÓN PARALELA CONCUDA

Octavio Rodríguez García, Sandra Luz Canchola Magdaleno

RESUMEN

La encriptación es un proceso para protección de los datos mediante un cifrado asociado a una clave para que la información no sea visible, esto con el objetivo de proteger a información de terceros que no estén autorizados para visualizarla, para esto usamos un algoritmo simétrico de encriptación llamado Hill Cipher(HC). El algoritmo HC se acomoda perfecto a la resolución del problema ya que se usa con una matriz de $3 * 3$ para encriptar los canales del pixel de una imagen. Con la estrategia de la programación paralela se obtienen resultados de eficiencia y rapidez de ejecución comparados con el proceso secuencial, esto nos da la posibilidad de crear videos encriptados sin mucho tiempo de ejecución.

ABSTRACT

Encryption is the process of protecting data by means of an encode associated to a key so the information is not visible, this can help us to protect information from third parties who are not authorized to view it, therefore we use a symmetric encryption algorithm called Hill Cipher(HC). The algorithm fits perfect with the problem because we use the encryption in a $3 * 3$ matrix, which can be the 3 channels of a pixel. Using this parallel programming strategy, we obtained more efficiency and speed than with sequential process, this give us the way to create an encrypted video without spending too much processing time.

Palabras Clave: Video, Encriptación, Paralelizacion, Pixeles, Matrix, CUDA

INTRODUCCIÓN

La encriptación es la protección de los datos mediante un cifrado relacionado a una clave para que la información no sea visible, esto con el objetivo de proteger a información de terceros que no estén autorizados para visualizarla, para esto usamos un algoritmo simétrico de encriptación llamado Hill Cipher(HC), Se genera una N matrices de $3 * 3$ que sean compatible con el algoritmo HC, despues se aplica cada matriz por cada canal (RGB) del pixel que contenga la imagen para esto se genera un proceso paralelo con CUDA.

MARCO TEÓRICO

Primero, generamos una matriz 3×3 compatible con el algoritmo Hill Cipher(HC), que es nuestra llave. Para saber si es compatible tenemos que conseguir el mayor comun divisor entre la determinante de la matriz y 256 [$MCD(DET(MAT), 256)$], y si el resultado es 1, entonces la llave es compatible. Luego, tomamos un pixel que esta formado por 3 canales RED, GREEN, BLUE(RGB) y lo multiplicamos por la llave.

Con la finalidad de limitar el resultado entre los rangos 0..255, es necesario aplicar un modulo Euclidiano de 256 al resultado anterior. Con los valores nuevos de los canales RGB del pixel, se crea un pixel encriptado. Este proceso se aplica para cada pixel de la imagen, con lo que se obtiene la imagen encriptada (Fig.01).

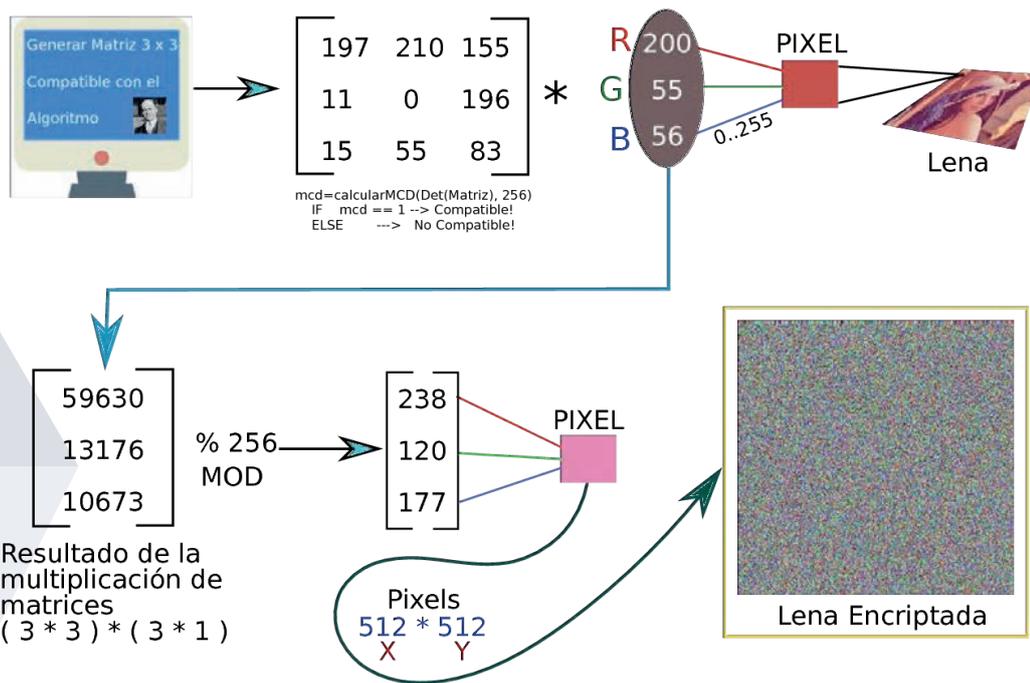


Fig.01: Proceso de Encriptación de 1 pixel.

Ahora que la imagen esta encriptada, puede ser enviada a su destino sin correr el riesgo de que 3ros vean su contenido. Para restaurar la imagen a su forma original hay que conseguir la inversa modular de la matriz, cuando se usa la matriz inversa de la llave original y se vuelve a repetir el proceso de encriptacion pero usando como llave, la llave inversa y así se obtienen imágenes originales a partir de las encriptadas. A este proceso se le llama descriptación

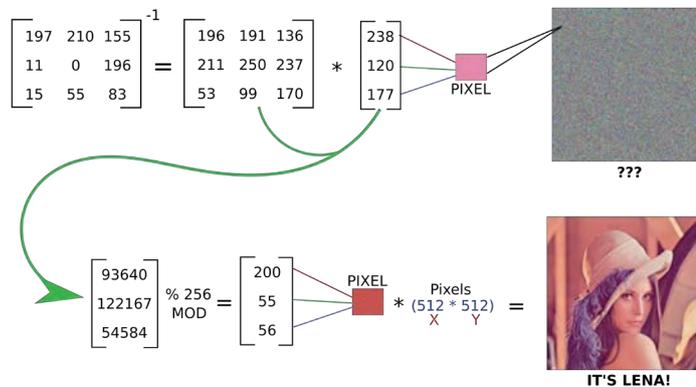


Fig.02: Proceso de Decriptación de 1 pixel.

CUDA

CUDA es una arquitectura de cómputo desarrollada por NVIDIA que permite la programación en paralelo. Un programa en CUDA consiste de una o varias etapas que se ejecutan en CPU (host) o en el device como un GPU (Graphics Processing Unit) (Kirk & Hwu, 2010), y el compilador NVIDIA C que separa las tareas durante el proceso de compilación. Las funciones kernel generan los hilos de programación que genera el paralelismo de los datos. Las aplicaciones paralelas de CUDA se pueden encontrar en cualquier campo con fuertes demandas de cálculos como el procesamiento de imágenes, optimización, aplicaciones numéricas, etc. (Couturier, 2014) Al combinar CUDA con el HC, es posible crear una secuencia de imágenes encriptada, o mejor dicho un video (Fig.03).

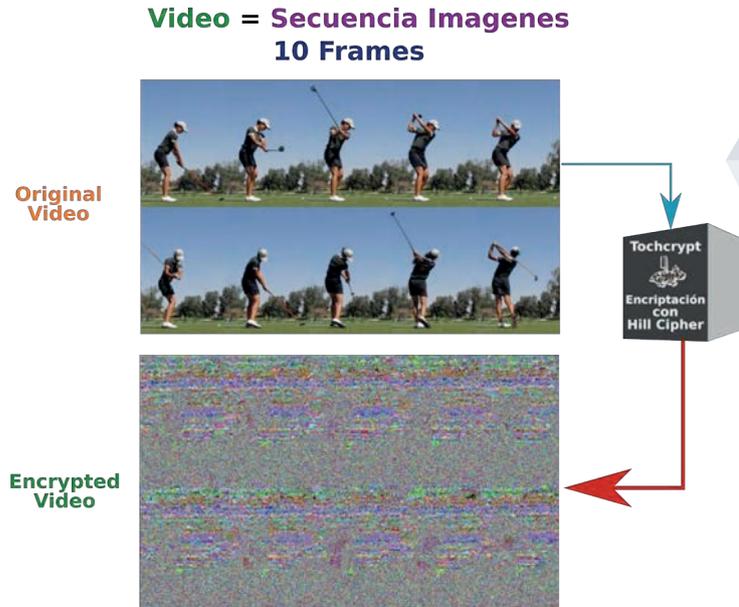


Fig.03: Proceso de Encriptación con un Video

RESULTADOS

Se hizo la prueba con un video muestra de 20 segundos y con 10 Capas de encriptación. Dimensiones del video:

1280 x 720 p = 921,600 pixeles por Imagen.

Numero total de imágenes(Frames): 574 f. Total de

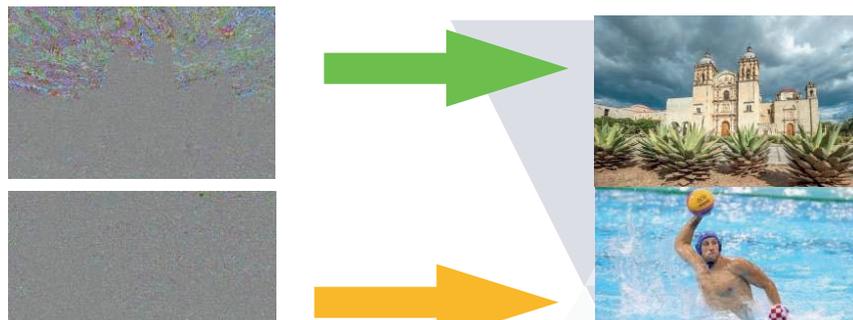
valores a procesar: 1,586,995,200.

Encriptación:

0.0494 Seg. por imagen encriptada
29.081 Seg. por todos los Frames.

Decriptación:

0.02043 Seg. por imagen encriptada.
11.7193 Seg. por todos los Frames.



Video Encriptado:

<https://youtu.be/ZEnQQTJhsrw>

MÉTODOS Y MATERIALES

La computadora usada para este proyecto fue una computadora de escritorio armada con un procesador Intel(R) Core(TM) i3 CPU de 3.07GHz 4 nucleos, 4 GB de RAM DDR3, con una tarjeta de video NVIDIA GeForce GT 630 con la version 7 de CUDA, Sistema Operativo LINUX-MINT, 200 GB Disco Particionado.

CONCLUSIONES

La encriptación es de suma importancia ya que vivimos en una época donde se necesita tener segura la información ya que alguien puede ser robada o interceptada. Gracias a las tarjetas de video Nvidia y CUDA-C es posible usar este método de forma rápida y segura , ya que si se usara de forma secuencial tardaría mucho tiempo de procesamiento.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer de corazón a **Fausto Abraham Jaques** Profesor en la facultad de Informática de la UAQ, por enseñarme el algoritmo Hill Cipher y los posibles alcances que puede tener, y a **Sandra Luz Canchola** por informarme, ayudarme, apoyarme durante el proyecto y enseñarme este nuevo paradigma paralelo, ya que sin esté, no podría ser posible aplicarlo en video.

También gracias al apoyo del Laboratorio Nacional de Visualización Científica Avanzada (LAVIS) y de Luis Alberto Aguilar Bautista y Alejandro de León Cuevas.

BIBLIOGRAFIA

- Sanders, J., & Kandrot, E. (2010). CUDA by Example. Review Literature And Arts Of The Americas. <https://doi.org/10.1073/pnas.1010880108/-/DCSupplemental.www.pnas.org/cgi/>
- Couturier, R. (2014). Designing Scientific Applications on GPUs. Londres: CRC Press.
- Kagan, F. (2006). Kirk, D. B., & Hwu, W. M. W. (2013). Programming massively parallel processors: A hands-on approach, second edition. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-415992-1.00022-5>
- Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2007). Digital image processing. In Digital image processing.

SÍNTESIS DE HAp CON ORIENTACIÓN CRISTALINA PREFERENCIAL MEDIANTE EL MÉTODO HIDROTHERMAL ASISTIDO POR MICROONDAS

Valdez Dimas Leonardo Andrés ¹ y Velázquez Castillo Rodrigo Rafael ²

RESUMEN

En el presente trabajo se sintetizaron nanoestructuras de hidroxiapatita HAp utilizando ácido glutámico para promover el crecimiento cristalino preferencial. Esta síntesis se realizó con el método hidrotérmico asistido por microondas. La caracterización se llevó a cabo principalmente por difracción de rayos X para determinar las fases cristalinas presentes encontrándose un crecimiento mayor en una fase hexagonal compacta, además de encontrar cual era la dirección del crecimiento del material sintetizado. Se realizaron también pruebas espectroscópicas para determinar la morfología presente en el material obtenido, principalmente microscopía electrónica de barrido, así como calorimetría diferencial de barrido y análisis termogravimétrico para determinar sus propiedades térmicas así como su estabilidad a altas temperaturas y temperatura de transición vítrea.

ABSTRACT

In the current work we synthesized hydroxyapatite nanostructures with glutamic acid as a promoter of the crystalline phase of the material. This was synthesized by microwave-assisted hydrothermal method. The characterization was carried out by x-ray diffraction in order to determine the crystalline phase. We can observe that the most present phase was the hexagonal one, also we can determine the direction of the growth. Scanning electron microscopy was made to observe the system morphology. Several analysis were made to check out the thermal properties of the material.

Keywords: hydroxyapatite, glutamic acid, microwave assisted hydrothermal method, x-ray diffraction, scanning electron microscopy.

INTRODUCCIÓN

La contaminación del agua por compuestos químicos orgánicos e inorgánicos es uno de los principales problemas actuales y el encontrar métodos efectivos para disminuir el impacto ambiental que estos generan ha sido una línea de investigación ampliamente trabajada en los últimos años.

En este contexto la actividad fotocatalítica del TiO₂ para la degradación de estos compuestos químicos contaminantes en el agua constituye una de las características más importantes y estudiadas del material.

De igual forma estudios recientes demuestran que la hidroxiapatita además de presentar excelentes aplicaciones en el área de la biomedicina también presenta una alta eficiencia como fotocatalizador en la degradación de colorantes dependiendo de su estructura. Además, se propone una comparativa entre distintos métodos de agregación del TiO₂ a la estructura de la HAp tales como CVD y síntesis hidrotérmica asistida por microondas con diferentes estructuras de la hidroxiapatita utilizada; una con crecimiento amorfo y otra con crecimiento cristalino preferencial en el [221] probando su eficiencia con base en la degradación del colorante azul de metileno.

MARCO TEÓRICO

Calentamiento por microondas

I) Compuestos no estequiométricos

Para algunos compuestos, puede ser detectable que tienen estequiometría variable, pero en general, son cambios muy pequeños: esto quiere decir que entran en el rango tan sólo de algunos experimentos analíticos o métodos basados en la determinación directa de la concentración de portadores.

Algunos ejemplos de son el PbS_{1+x}, Cy₂O_{1+x}, ZnO_{1+x}, etc. Es razonable asumir que estos pequeños cambios en la estequiometría sean suficientes pequeños para la red para ser aislados y distribuidos aleatoriamente, de tal forma que el tratamiento de la red puede seguir la teoría de Schottky-Wagner.

Por otra parte se tienen los cristales que muestran una diferencia amplia de una estequiometría ideal, tales como Fe_{0.84}O, Ti_{0.96}O, Fe_{0.69} a Ti_{0.74}O, Ni_{0.98}Te_{1.0}, NiTe_{2.0}, etc. Incluso con un tratamiento de orden cero en el cual los defectos de la red son considerados como distribuidos aleatoriamente, muestran una alta proporción de átomos con un ambiente de coordinación incompleto, además de que una alta proporción de sitios de vacancia en la red o intersticiales deben estar adyacentes a estos átomos incompletos.

II) HAp

La hidroxiapatita [HAp; Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂] es el componente principal de los huesos animales y dientes. Es ampliamente utilizado para la regeneración de huesos, materiales dentales, fertilizantes y como suplementos alimenticios, (como fuente principal de calcio). También se usa en la industria de sensores, materiales fluorescentes y cromatografía entre otros. Como catalizador, la HAp tiene la característica inusual de presentar sitios ácidos y básicos en la misma red cristalina. La forma estequiométrica de la HAp presentada como Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂ tiene un radio molar de 1.67.

Puede presentar grandes diferencias en la superficie y como bukte, incluso en materiales con una composición química muy parecida debido a la sustitución anion/cation o a la variación en la estequiometría del material.

La HAp deficiente de calcio, con la fórmula general Ca_{10-x}(HPO₄)_{6-x}(OH)_{2+x} [0 ≤ x ≤ 1] presenta diferentes rendimientos catalíticos que las apatitas que cumplen con la ley de Proust, la cual se refiere a aquellas con una estequiometría entera. Las apatitas con estequiometría entera (x=0) son predominantemente sólidos básicos, mientras que aquellas apatitas que son no estequiométricas o que presentan una estequiometría no entera también contienen

¹Facultad de Ingeniería campus aeropuerto, Universidad Autónoma de Querétaro, Carr. a Chichimequillas S/N, Terrenos Ejidales Bolaños, C. P. 76140, Querétaro, Qro. MÉXICO; leonardoandre30@gmail.com

²Facultad de Ingeniería campus aeropuerto, Universidad Autónoma de Querétaro, Carr. a Chichimequillas S/N, Terrenos Ejidales Bolaños, C. P. 76140, Querétaro, Qro. MÉXICO; rodrigo.velazquez@uaq.mx

sitios ácidos. La estructura de la apatita presenta una gran facilidad para aceptar sustituciones en su red y sustituciones de iones de calcio ($\text{Ca}^{2+}/\text{M}^{2+}$). La estructura se presenta a continuación.

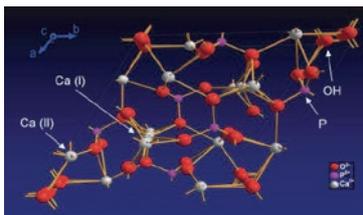


Figura 1. La estructura de la hidroxiapatita de calcio. Eric Rivera Muñoz.

La estructura de la HAp está formada por un arreglo tetrahedral de grupos fosfato (PO_4^{3-}), los cuales constituyen el esqueleto de la celda unitaria. Dos de los oxígenos están alineados con el eje c y los otros dos están en un plano horizontal. Dentro de la celda unitaria, los fosfatos están divididos en dos capas, con alturas de $\frac{1}{4}$ y $\frac{3}{4}$ respectivamente, resultando en la formación de dos tipos de canales a través del eje c , denotados por A y B.

Las paredes de los canales de tipo A están ocupados por átomos de oxígeno del grupo fosfato y por iones de calcio, llamados iones de calcio de tipo II [Ca(II)], consistentes en dos triángulos equiláteros rotados 60 grados con respecto a cada uno, en las alturas de $\frac{1}{4}$ y $\frac{3}{4}$, respectivamente. Los canales de tipo B están ocupados por otros iones de calcio, llamados iones de calcio de tipo I [Ca(I)]. En cada célula hay dos de estos canales, de los cuales cada uno contiene dos iones de calcio a las alturas de 0 y $\frac{1}{2}$. En la HAp estequiométrica, los centros de los canales de tipo A están ocupados por radicales OH, con orientaciones alternadas. Estos iones OH sirven para balancear la carga positiva de la matriz. El ambiente alrededor de los sitios OH- es muy atractivo para la sustitución debido a que permite controlar no sólo la fuerza de los sitios ácidos sino también el radio entre los sitios ácidos de Lewis y Brönsted.

La posibilidad de controlar la estequiometría del material y específicamente de las sustituciones iónicas hacen a la HAp un material muy atractivo para investigaciones con la relación entre su estructura y sus propiedades, especialmente para el desarrollo de catálisis con propiedades específicas.

III) Fotocatálisis

La fotocatálisis se refiere a “un catalizador que acelera una fotorreacción” y para considerarse fotocatálisis, se necesitan cumplir las siguientes condiciones: i) el fotocatalizador no debe participar directamente en la reacción o ser consumido; y ii) se necesita proveer otras rutas de mecanismo a las fotorreacciones existentes y acelerar la velocidad de la reacción.

Las moléculas semiconductoras contienen una banda de valencia (VB) ocupada con electrones de energía estable, y una banda de conducción vacía de mayor energía (CB). La brecha energética entre las bandas o gap de energía es usado para emitir luz dentro del semiconductor y de esta forma inducir una reacción con el material absorbente sobre su superficie mediante una reacción redox. Esta se llama una reacción fotocatalítica.

Las reacciones fotocatalíticas se basan principalmente en la absorción de la energía solar en la brecha de energía del semiconductor y la consecuente transferencia del electrón foto-generado. De esta forma todos los materiales semiconductores pueden usarse en fotocatálisis. Sin embargo hay muy pocos que muestran una efectividad óptima y entre éstos el más estudiado y usado es el TiO_2 .

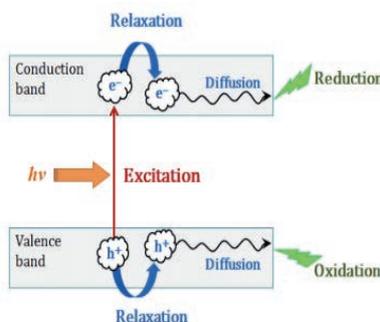


Figura 2. Ilustración esquemática de la formación de portadores de carga fotoinducidos debido a la absorción de UV-vis. S.-Y. Lee et al.

IV) TiO_2

La fotocatálisis por TiO_2 es una alternativa posible a las tecnologías convencionales para el tratamiento de agua. Cuando el TiO_2 se ilumina con luz de $\lambda < 400$ nm, un electrón se promueve de la banda de valencia a la banda de conducción del óxido semiconductor para dar lugar a un par electrón-hueco. El potencial de la banda de valencia es suficientemente positivo para generar radicales hidroxilo en la superficie y el potencial de la banda de conducción es suficientemente negativo para reducir el O_2 molecular. El radical hidroxilo es un poderoso agente oxidante que ataca contaminantes orgánicos presentes en o cerca de la superficie del TiO_2 resultando en la oxidación completa del CO_2 . El uso del TiO_2 en suspensión es eficiente debido al amplia área superficial de catálisis disponible para la reacción.

V) Mecanismo de reducción de de contaminantes mediante TiO_2

Como ya se mencionó la fotocatálisis por TiO_2 es una separación de cargas fotoinducidas el cual es un fenómeno que ocurre en la superficie o muy cerca de la superficie del TiO_2 . De esta forma especies altamente reactivas de oxígeno pueden ser usadas para la inactivación microbiana y la mineralización orgánica sin una contaminación secundaria. Algunos aspectos de importancia en el uso del TiO_2 como fotocatalizador son que las reacción de descomposición de los contaminantes son principalmente reacciones oxidativas y depende directamente de la banda de valencia del fotocatalizador. Además la reacción de oxidación mejora cuando los huecos de la banda de valencia tienen un poder oxidativo mayor. La brecha de energía del TiO_2 está generalmente en un rango de 3.0 a 3.2 eV, lo cual es una longitud de onda de aproximadamente 400 nm. Esto significa que la radiación con luz UV con una longitud de onda menor a

¹Facultad de Ingeniería campus aeropuerto, Universidad Autónoma de Querétaro, Carr. a Chichimequillas S/N, Terrenos Ejidales Bolaños, C. P. 76140, Querétaro, Qro. MÉXICO; leonardoandre30@gmail.com

²Facultad de Ingeniería campus aeropuerto, Universidad Autónoma de Querétaro, Carr. a Chichimequillas S/N, Terrenos Ejidales Bolaños, C. P. 76140, Querétaro, Qro. MÉXICO; rodrigo.velazquez@uaq.mx

400 nm comienza la fotorreacción. Las características del TiO₂ para convertirlo en un buen fotocatalizador es que los huecos de la banda de valencia tienen un mayor poder oxidativo que la reducibilidad de los electrones fotoinducidos. En otras palabras, cuando la superficie del TiO₂ suspendido en el agua es irradiado con luz UV, los electrones fotoinducidos en la banda de conducción participan en el proceso de reducción, el cual reacciona típicamente con el oxígeno disuelto en el aire para producir radicales aniónicos superóxidos. Los huecos fotoinducidos en la banda de valencia penetran a la superficie del TiO₂ y reaccionan con las moléculas de agua absorbidas, formando OH. El cual es de suma importancia como una de las mayores especies activas durante la reacción de oxidación fotocatalítica.

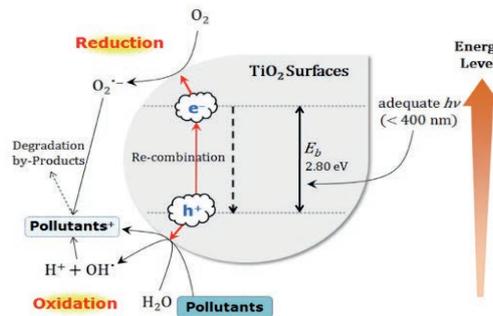
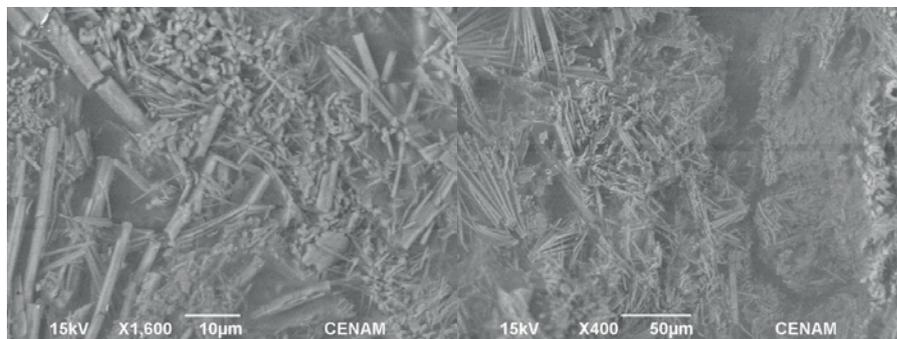


Figura 3. Ilustración esquemática de la remoción de contaminantes por la formación de portadores de carga fotoinducidos en la superficie del TiO₂. S.-Y. Lee et al.

METODOLOGIA

Las estructuras fueron sintetizadas mediante el método hidrotérmal asistido por microondas, con las concentraciones de nitrato de calcio, fosfato de potasio e hidróxido de potasio previamente reportadas por el grupo de trabajo. La temperatura se mantuvo de 110 a 170 grados Celsius. Se realiza una disolución con agua destilada con el aminoácido y el nitrato de calcio hasta que se disuelvan y se realiza otra solución de fosfato de potasio con hidróxido de potasio en agua, estas se colocan en el interior de los tubos de cuarzo del horno, diseñados para soportar las altas temperaturas de reacción. Se enciende el horno y una vez realizada la síntesis se procede a realizar una filtración para obtener el compuesto deseado se seca y se recolecta para su posterior caracterización.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



En los resultados obtenidos podemos encontrar como las estructuras sí eran las deseadas por el grupo de trabajo, sin embargo, son necesarias más pruebas para terminar la caracterización.

CONCLUSIONES

Se obtuvo la estructura deseada por el grupo de trabajo, con una orientación cristalina preferencial sin embargo debido a falta de tiempo y problemas relacionados con el equipo no se pudo lograr la síntesis de las nano partículas de plata y dióxido de titanio que serían depositadas en la estructura de la HAp. Sin embargo, se comprueba que los resultados son positivos hasta el momento.

BIBLIOGRAFIA

- Méndez-Lozano, N., Velázquez-Castillo, R., Rivera-Muñoz, E., Bucio-Galindo, L., Mondragón-Galicia, G., Manzano-Ramírez, A., Ocampo, M. and Apátiga-Castro, L. (2017). Crystal growth and structural analysis of hydroxyapatite nanofibers synthesized by the hydrothermal microwave-assisted method. *Ceramics International*, 43(1), pp.451-457.
- Resende, N., Nele, M. and Salim, V. (2006). Effects of anion substitution on the acid properties of hydroxyapatite. *Thermochimica Acta*, 451(1-2), pp.16-21.

¹Facultad de Ingeniería campus aeropuerto, Universidad Autónoma de Querétaro, Carr. a Chichimequillas S/N, Terrenos Ejidales Bolaños, C. P. 76140, Querétaro, Qro. MÉXICO; leonardoandre30@gmail.com

²Facultad de Ingeniería campus aeropuerto, Universidad Autónoma de Querétaro, Carr. a Chichimequillas S/N, Terrenos Ejidales Bolaños, C. P. 76140, Querétaro, Qro. MÉXICO; rodrigo.velazquez@uaq.mx

- Byrne, J., Eggins, B., Brown, N., McKinney, B. and Rouse, M. (1998). Immobilisation of TiO₂ powder for the treatment of polluted water. *Applied Catalysis B: Environmental*, 17(1-2), pp.25-36.
- TSUCHIDA, T., KUBO, J., YOSHIOKA, T., SAKUMA, S., TAKEGUCHI, T. and UEDA, W. (2008). Reaction of ethanol over hydroxyapatite affected by Ca/P ratio of catalyst. *Journal of Catalysis*, 259(2), pp.183-189.
- A. Fernández (1995). Preparation and characterization of TiO₂ photocatalysts supported on various rigid supports (glass, quartz and stainless steel). Comparative studies of photocatalytic activity in water purification
- (E. Jay et al et al., 2016). Sonochemical synthesis, characterization and photocatalytic properties of hydroxyapatite nano-rods derived from mussel shells

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Autónoma de Querétaro por los recursos proporcionados para poder realizar esta estancia, a los responsables del programa del verano de la ciencia de la región centro, a los responsables por la compra del equipo y material utilizado en esta investigación y sobre todo al Doctor Rodrigo que demostró ser un profesional capaz y muy experimentado en el área, por su paciencia y enseñanza en el proyecto.

¹Facultad de Ingeniería campus aeropuerto, Universidad Autónoma de Querétaro, Carr. a Chichimequillas S/N, Terrenos Ejidales Bolaños, C. P. 76140, Querétaro, Qro. MÉXICO; leonardoandre30@gmail.com

²Facultad de Ingeniería campus aeropuerto, Universidad Autónoma de Querétaro, Carr. a Chichimequillas S/N, Terrenos Ejidales Bolaños, C. P. 76140, Querétaro, Qro. MÉXICO; rodrigo.velazquez@uaq.mx

ENCRIPCIÓN DE IMÁGENES USANDO EL ALGORITMO AES APLICANDO PROGRAMACIÓN PARALELA CON CUDA

María Cecilia Rodríguez Hernández y Sandra Luz Canchola Magdaleno ¹

RESUMEN

La encriptación es un proceso para protección de los datos mediante un cifrado asociado a una clave para que la información no sea visible, esto con el objetivo de proteger a información de terceros que no estén autorizados para visualizarla, para esto usamos un algoritmo simétrico de encriptación llamado Advanced Encryption Standard (AES). Para este fin usamos una llave de 128 bits, la cual implica 10 rondas y un arreglo de datos de entrada de 16 bytes. Dado que el tamaño de la imagen de entrada excede el tamaño de entrada de datos del algoritmo se genera un proceso paralelo organizado en paquetes. Con la estrategia de la programación paralela se obtienen resultados de eficiencia y rapidez de ejecución comparados con el proceso secuencial.

ABSTRACT

Encryption is the process of protecting data by means of an encode associated to a key so the information is not visible, this can help us to protect information from third parties who are not authorized to view it, therefore we use a symmetric encryption algorithm called Advanced Encryption Standard (AES). For this purpose, we use a 128-bit key, which means 10 rounds and a 16-byte array. Since the size of input data that come from image data, pixels in RGB channels, exceeds the data size of the algorithm, we designed a parallel process based in packages. Using this parallel programming strategy, we obtained more efficiency and speed than with sequential process.

Palabras Clave: Encriptación, Paralelización, Píxeles, Paquetes

INTRODUCCIÓN

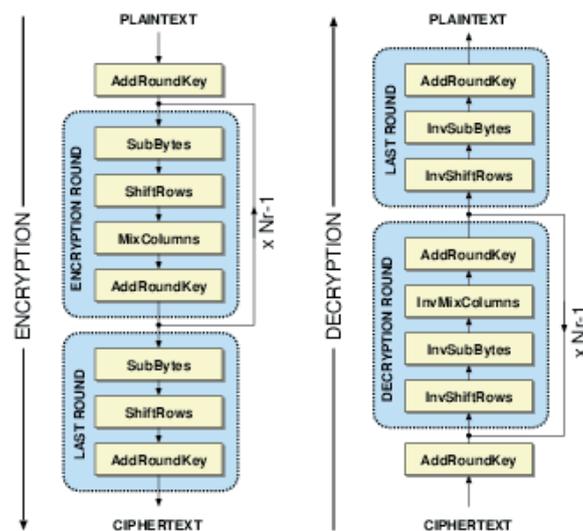
La encriptación es la protección de los datos mediante un cifrado relacionado a una clave para que la información no sea visible, esto con el objetivo de proteger a información de terceros que no estén autorizados para visualizarla, para esto usamos un algoritmo simétrico de encriptación llamado Advanced Encryption Standard (AES), el cual por medio de 4 funciones y cifrado de bloques se realiza un proceso de encriptación de n rondas, correspondientes al tamaño de la llave.

Dado que el tamaño del arreglo para ingresar datos no es suficiente para la cantidad de datos que contiene una imagen por sus píxeles y canales RGB se genera un proceso paralelo con CUDA para el acomodo y llenado de paquetes de arreglos de 16 bytes en menor tiempo. Con la estrategia de la programación paralela se obtienen resultados de eficiencia y rapidez al momento de llenado de paquetes y proceso de los arreglos al ejecutar dicho algoritmo.

MARCO TEÓRICO

Advanced Encryption Standard (AES)

El algoritmo Advanced Encryption Standard (AES) o Rijndael es un algoritmo de cifrado simétrico, esto quiere decir, que la llave con la que se lleva a cabo el proceso de encriptación es la misma llave con la que se lleva a cabo el proceso de desencriptación. Este algoritmo cuenta con 3 tipos de longitudes de llaves que son 128 bits, 192 bits y 256 bits, cada tamaño cuenta con un número definido de rondas las cuales son 10 rondas, 12 rondas y 14 rondas respectivamente. Los valores de la llave y del texto a cifrar deben estar en formato hexadecimal en un arreglo del tamaño de la llave.



Las funciones que se aplican con este algoritmo son cuatro las cuales son: AddRoundKey, SubBytes, ShiftRows y MixColumns, estas siguen un orden de aplicación en el proceso de encriptación y en un orden inverso cuando se aplica el proceso de desencriptación como se muestra en la gráfica 1.

Gráfica 1. Estructura básica del algoritmo AES: Encriptación y Desencriptación. (Kagan, 2006)

Cada función realiza una operación distinta, al llevar a cabo el proceso completo por ronda las operaciones aplicadas son sustitución de bytes, permutación, operaciones aritméticas sobre un campo finito y XOR con una clave. Al finalizar el proceso del número de rondas correspondientes a la encriptación se obtienen los datos cifrados que de forma visible son totalmente diferentes y cuando finaliza el proceso de rondas en desencriptación los datos vuelven a su estado original.

CUDA

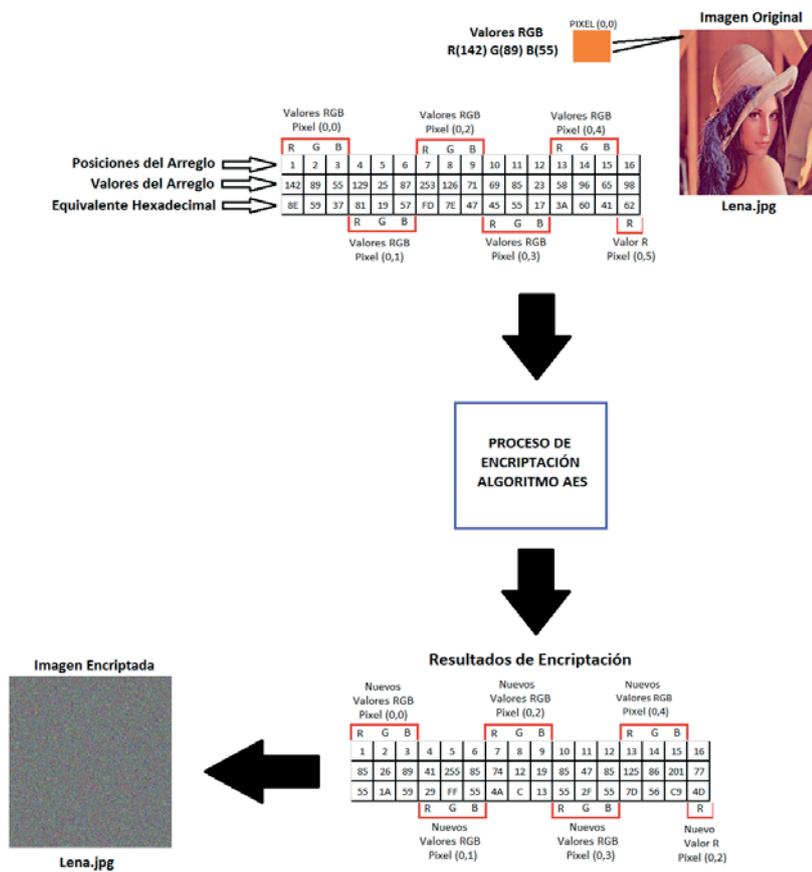
CUDA es una arquitectura de cómputo desarrollada por NVIDIA que permite la programación en paralelo. Un programa en CUDA consiste de una o varias etapas que se ejecutan en CPU (host) o en el device como un GPU (Graphics Processing Unit) (Kirk & Hwu, 2010), y el compilador NVIDIA C que separa las tareas durante el proceso de compilación. Las funciones kernel generan los hilos de programación que genera el paralelismo de los datos. Las aplicaciones paralelas de CUDA se pueden encontrar en cualquier campo con fuertes demandas de cálculos como el procesamiento de imágenes, optimización, aplicaciones numéricas, etc. (Couturier, 2014)

MÉTODOS Y MATERIALES

La computadora usada para este proyecto fue una laptop ASUS modelo X556U con sistema operativo Windows 10 x64, un procesador Intel i7 de 7° Generación, 8 GB de memoria RAM y 1 TB de Almacenamiento. Además, cuenta con una tarjeta gráfica NVIDIA GEFORCE 930MX y con la versión 8.0 de CUDA.

El proceso de encriptación con imágenes requiere de un cálculo de paquetes por la cantidad de pixeles que contiene la imagen, ya que solo podemos ingresar arreglo de 16 bytes por proceso de encriptación. Los valores que se ingresaban para el llenado de los arreglo con valores hexadecimales son los RGB del pixel de la imagen como se muestra en la gráfica 2, esto quiere decir que se lleva a cabo una conversión de valores decimales a hexadecimales de los canales de los pixeles y con los valores se lleva a cabo el llenado del arreglo y una vez que el arreglo queda completo con los valores se envía al proceso de encriptación, los datos devueltos de este proceso se guardan en una imagen de salida, que al ser llenada completada por los nuevos valores se muestran en forma de una imagen completamente modificada.

Para una imagen dada de n renglones, m columnas y k canales, tenemos un total de nmk valores, los paquetes totales se calculan como $nmk/16$. La estrategia de paralelización define bloques con 64 hilos que trabajan cada uno un paquete completo, por lo que el grid de bloques es de tamaño cuadrado bidimensional de



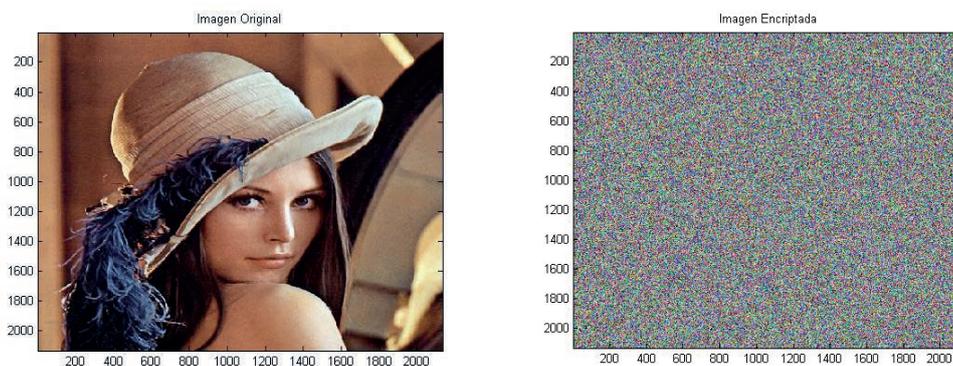
\sqrt{nmk}
32

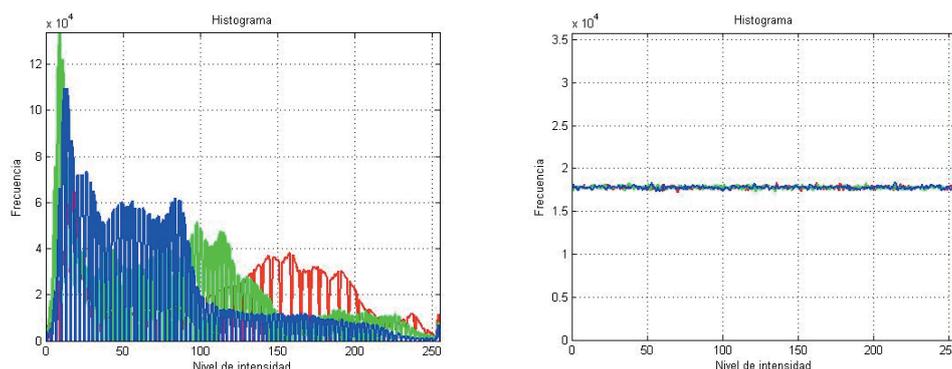
onal de

Gráfica 2. Proceso de llenado de paquetes y su proceso de encriptación.

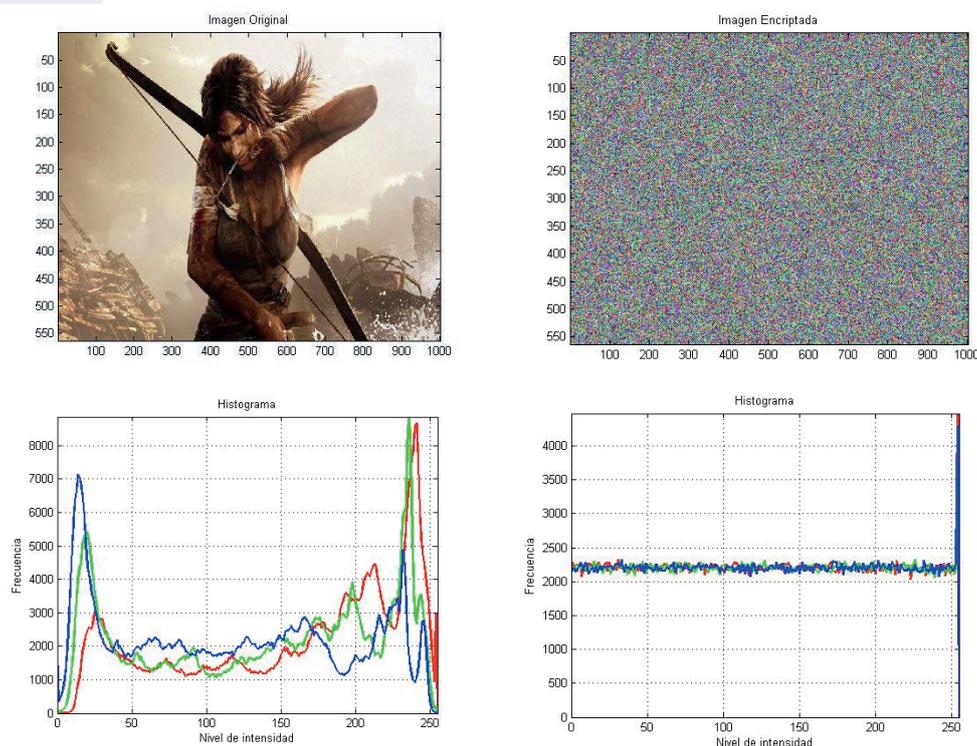
RESULTADOS

Se presentan la encriptación de 3 imágenes de diferentes dimensiones de píxeles, en donde en los 3 ejemplos la imagen encriptada presenta un cambio total en sus respectivos valores RGB y hace que no sea visible en su totalidad y no se pueda distinguir el contenido. Esto además es notorio en las gráficas 3 y 4 donde el histograma muestra una manipulación de los valores completa. Los tiempos de ejecución para los 3 casos de muestra fueron considerablemente mejorados con CUDA. Para la primera imagen los tiempos de ejecución es de 4941.000 ms en C++ y 16.000 ms en CUDA. Para la segunda imagen los tiempos de ejecución es de 641.00 ms en C++ y 7.000 ms en CUDA. En general, se obtuvo una mejora en tiempos de 98.65% con CUDA.





Gráfica 3. Primera Imagen Encriptada



Gráfica 4. Segunda Imagen Encriptada

CONCLUSIONES

La encriptación es un proceso que cada día toma mayor importancia en el mundo de las comunicaciones, por lo tanto, se tienen que buscar soluciones que ayuden a ser más eficientes estos algoritmos con los procesos que requieren mayor uso de recursos como lo es el trabajo con imágenes. La optimización del proceso de encriptación de imágenes mediante el uso de la arquitectura CUDA con tarjetas NVIDIA logra un mayor desempeño en menor tiempo obteniendo los resultados adecuados. Este tipo de soluciones ayuda a la eficiencia en procesos y puede ser aplicado a diversas áreas.

BIBLIOGRAFIA

- Stallings, W. (2005). *Cryptography and Network Security: Principles and Practices*. Cryptography and Network Security. <https://doi.org/10.1007/11935070>
- Sanders, J., & Kandrot, E. (2010). *CUDA by Example. Review Literature And Arts Of The Americas*. <https://doi.org/10.1073/pnas.1010880108/-/DCSupplemental.www.pnas.org/cgi/>
- Couturier, R. (2014). *Designing Scientific Applications on GPUs*. Londres: CRC Press.
- Kagan, F. (2006). *GALS System Design: Side Channel Attack Secure Cryptographic Accelerators*. Obtenido el 10 de agosto del 2017, desde <https://iis-people.ee.ethz.ch/~kgf/acacia/c3.html>
- Kirk, D. B., & Hwu, W. M. W. (2013). *Programming massively parallel processors: A hands-on approach, second edition*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-415992-1.00022-5>
- Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2007). *Digital image processing*. India: Pearson.

FILTRO KIRSCH CON IMÁGENES UTILIZANDO PROGRAMACIÓN PARALELA CON CUDA

Mariela Rangel Torres¹ Sandra Luz Canchola Magdaleno²

RESUMEN

La convolución proporciona un mecanismo de procesamiento de imágenes conocido como filtro espacial, que toma de referencia una imagen máscara, y afecta una imagen de entrada. El filtro de Kirsch tiene un conjunto de máscaras definidas, que aplicado a una imagen identifica para cada pixel su máximo cambio de intensidad con respecto a sus 8 vecinos y el ángulo theta de rotación asociado a éste. Este filtro proporciona también una base para la detección no lineal de bordes en una imagen, cuando se aplica umbralización. El conjunto de máscaras son 8 e identifican los ángulos de rotación en intervalos de 45 grados. Al utilizar programación paralela con CUDA, se reducen los tiempos de ejecución más de un 80% del tiempo, con respecto a la versión secuencial del algoritmo.

ABSTRACT

The convolution provides a mechanism for edge detection is one of the most used in digital image processing is known as basic filters which are basically filters that convolve one image with another, the filter image is smaller than the original and Mascara Of the denomination of the convolution, Kirsch one of the main filters and one of the most used for the detection of edges Nonlinear named by the computer scientist Russell A. Kirsch; It has eight faces of convolutions of 3 x 3 with a rotation of 45 ° that allow to obtain the edges with less noise index in the images. When using parallel programming with CUDA, reduce execution times by more than 80% of the time.

Palabras Clave: Convolución, Mascara, Filtros, Bordes

INTRODUCCIÓN

La convolución proporciona un mecanismo de procesamiento de imágenes, filtro espacial, que trabaja con una imagen máscara de referencia, y modifica una imagen de entrada. La convolución proporciona un mecanismo para la detección de bordes cuando la máscara tiene elementos con suma igual a cero, que produce un efecto de perfilado. Uno de los operadores que más usados es el Kirsch, y cuenta con 8 matrices de convolución las cuales son aplicadas a cada pixel de la imagen original, proporcionando más detalle de los bordes de la imagen, este proceso puede ser un poco tardado, pero gracias a la utilización de programación paralela con CUDA y la librería de OpenCV el proceso se reduce considerablemente al ejecutar múltiples hilos que realizan el proceso de convolución.

MARCO TEÓRICO

Segmentación primitiva Convolutiva

La convolución es una operación matemática que es utilizada para el procesamiento en imágenes, dependiendo del tipo de matriz de referencia llamada máscara o kernel (figura 1), puede lograrse un efecto de suavizado o de perfilado. En este último caso, se puede ser la base para la detección de bordes. El resultado de la convolución, es una segunda matriz del mismo tamaño que la imagen de entrada (Sarfraz, 2005). La convolución se realiza al desplazar el kernel por cada uno de los píxeles de la matriz original (Figura 2)., y se multiplica los elementos que correspondan y el resultado es la suma de dichos valores.

¹ Mariela Rangel Torres, Universidad Autónoma de Querétaro, Ingeniería en Software, Cerro de Las Campanas S/N, Las Campanas, 76010 Santiago de Querétaro, QRO Tel (442) 192 1200, marielarangel25@gmail.com

² Dra. Sandra Luz Canchola Magdaleno, Universidad Autónoma de Querétaro, Av. de las Ciencias sin número Campus Juriquilla, Juriquilla, Querétaro, Qro. C.P. 76230 México Tel. (442) 1-92-12-00 ext. 5958; sandra.canchola@uaq.mx

K_{00}	K_{01}	K_{02}
K_{10}	K_{11}	K_{12}
K_{20}	K_{21}	K_{22}

l_{00}	l_{01}	l_{02}	l_{03}	l_{04}	l_{05}	l_{06}	l_{07}	l_{08}
l_{10}	l_{11}	l_{12}	l_{13}	l_{14}	l_{15}	l_{16}	l_{17}	l_{18}
l_{20}	l_{21}	l_{22}	l_{23}	l_{24}	l_{25}	l_{26}	l_{27}	l_{28}
l_{30}	l_{31}	l_{32}	l_{33}	l_{34}	l_{35}	l_{36}	l_{37}	l_{38}
l_{40}	l_{41}	l_{42}	l_{43}	l_{44}	l_{45}	l_{46}	l_{47}	l_{48}
l_{50}	l_{51}	l_{52}	l_{53}	l_{54}	l_{55}	l_{56}	l_{57}	l_{58}
l_{60}	l_{61}	l_{62}	l_{63}	l_{64}	l_{65}	l_{66}	l_{67}	l_{68}
l_{70}	l_{71}	l_{72}	l_{73}	l_{74}	l_{75}	l_{76}	l_{77}	l_{78}

Figura 1: El proceso de convolución necesita un kernel y una imagen. (Sarfraz, 2005)

Existen varios operadores mejor conocidos como filtros espaciales; entre los operadores de suavizado están el filtro Gaussiano, el filtro promedio y el filtro mediano. Por su parte, los operadores de perfilado, que buscan destacar diferencias entre píxeles, están los operadores de Sobel, Prewitt, Roberts, Kirsch, Robinson y Frei-Chen. Precisamente, el operador Kirsch cuenta con un conjunto de 8 máscaras que mediante rotaciones de 45 grados, se definen las direcciones de brújula norte, noroeste, oeste, suroeste, sur, sureste, este y noreste, ver figura 3. Para cada píxel el resultado del operador es el valor máximo asociado con la convolución calculada con cada una de las 8 máscaras, dicho resultado se umbraliza a fin de definir los píxeles con máximo cambio con respecto a su vecindad cercana.

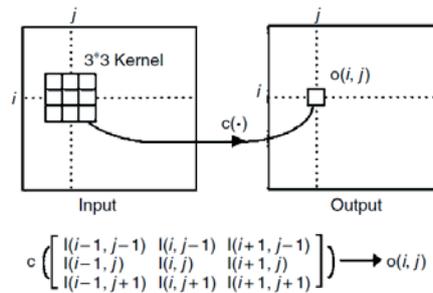


Figura 2: Proceso de convolución. (Sarfraz, 2005)

Formula de Kirsch

Para cada píxel $f(u, v)$: $|G[f(u, v)]| = \max\{k_0 * f(u, v), k_1 * f(u, v), \dots, k_7 * f(u, v)\} = k_i * f(u, v)$

$\begin{bmatrix} 5 & 5 & 5 \\ -3 & 0 & -3 \\ -3 & -3 & -3 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -3 & 5 & 5 \\ -3 & 0 & 5 \\ -3 & -3 & -3 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -3 & -3 & 5 \\ -3 & 0 & 5 \\ -3 & -3 & 5 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -3 & -3 & -3 \\ -3 & 0 & 5 \\ -3 & 5 & 5 \end{bmatrix}$
$\begin{bmatrix} -3 & -3 & -3 \\ -3 & -3 & -3 \\ -3 & 0 & -3 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -3 & -3 & -3 \\ 5 & 0 & -3 \\ 5 & 5 & -3 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 5 & -3 & -3 \\ 5 & 0 & -3 \\ 5 & -3 & -3 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 5 & 5 & -3 \\ 5 & 0 & -3 \\ -3 & -3 & -3 \end{bmatrix}$

Figura 3: Las 8 máscaras de Kirsch

CUDA

El computo paralelo ha tenido un gran avance durante los últimos años, el objetivo principal es mejorar los tiempos de los cálculos ya que se realizan simultáneamente al utilizar el CPU y el GPU de la computadora.

CUDA (Compute Unified Device Architecture)

Es una arquitectura de computo desarrollada por NVIDIA que permite la programación paralela, CUDA viene con un entorno de software que permite a los desarrolladores la utilización del lenguaje de programación C en alto nivel, que se denomina CudaC.

OpenCV (Open Source Computer Vision Library)

Proporciona un conjunto de librerías de código abierto y gratuitas para agilizar los procesos de procesamiento de imágenes y visión computarizada, contiene más de 500 funciones.

MÉTODOS Y MATERIALES

La computadora utilizada para este proyecto fue una laptop SONY VAIO FLIP modelo SVF15N29CLS con sistema operativo Windows 10 x64 con un procesador Intel i7 de 4° generación, con 12 GB de memoria RAM y 256 GB en su disco duro de estado sólido de almacenamiento. Cuenta con una tarjeta gráfica NVIDIA GeForce GT 735M y con la versión 8.0 y OpenCV versión 2.4.

El proceso también implicó la optimización del uso de la memoria por lo que se ejecutaron consecutivamente el proceso paralelo de la convolución con cada una de las 8 máscaras y se alojaron resultados en únicamente 3 matrices del tamaño de la imagen original, para lo cual se realizan copiado dinámico de memoria.

RESULTADOS

Se presentan los resultados de una imagen en donde se muestra el resultado al aplicar el filtro de Kirsch tanto en CPU como en el GPU, los resultados muestran que no hubo pérdida de píxeles al realizar la ejecución, ver figura 4, obteniendo los resultados por parte del CPU con un tiempo de 267.000ms. y por otro lado en el GPU con un tiempo de 46.000ms. (Gráfica 1) eficientando un 80% el tiempo de ejecución.

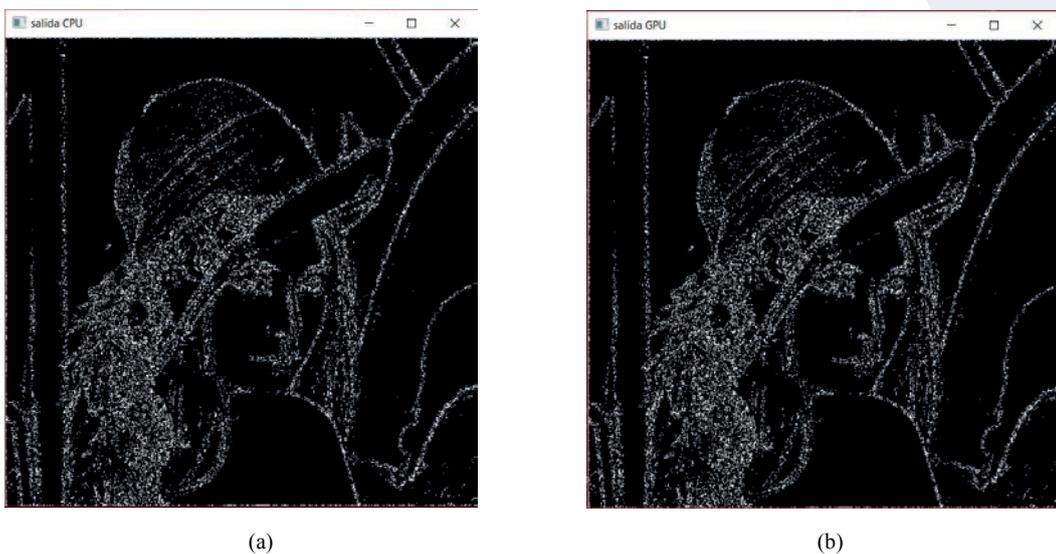
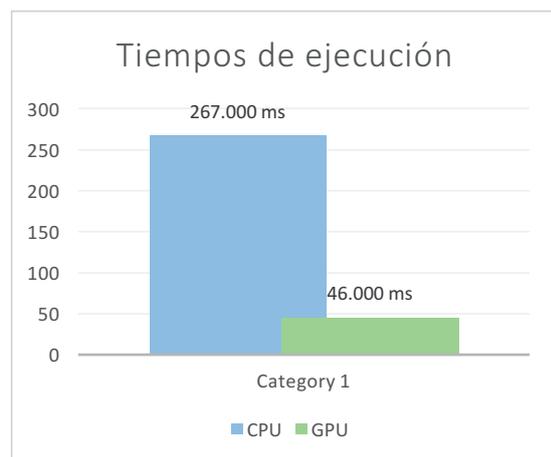
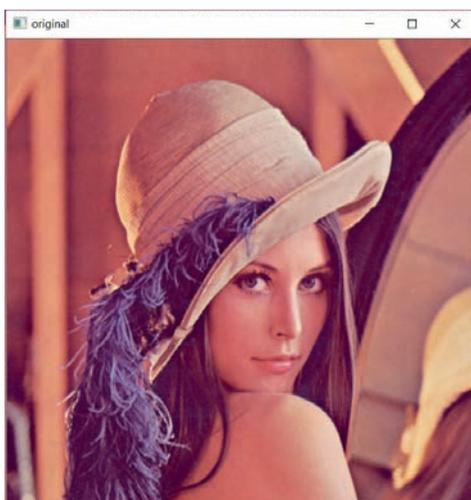


Figura 4: Resultado de los bordes con el proceso secuencial (a) y el paralelo (b).

CONCLUSIONES

El filtro de Kirsch uno de los más utilizados por la efectiva detección de bordes. La utilización de programación paralela con CUDA y OpenCV, reduce los tiempos de ejecución considerablemente sin tener pérdida de píxeles en el proceso obteniendo el mismo resultado exitoso en la detección de los bordes de la imagen. Abriendo la posibilidad de utilizar programación paralela para imágenes médicas en las cuales a la cantidad y el tiempo son fundamentales para la obtención de resultados.



Gráfica 1 Resultados del filtro Kirsch CPU vs GPU

Figura 5: Resultados de tiempos**BIBLIOGRAFÍA**

- Sanders, J., & Kandrot, E. (2010). *CUDA by Example. Review Literature And Arts Of The Americas*.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1010880108/-/DCSupplemental.www.pnas.org/cgi/>
- Lukac, R. (2007). *Processing Methods and Applications*. Toronto Canada: Taylor & Francis.
- Harley R. Myler, A. R. (1993). *Computer Imaging Recipes in C*. Orlando Florida: PTR Prentice Hall
- Milan Sonka, V. H. (2008). *Image Processing, Analysis and Machine Vision*. Toronto: Thomson Learning.
- Kirk, D. B., & Hwu, W. M. W. (2013). *Programming massively parallel processors: A hands-on approach, second edition. Programming Massively Parallel Processors: A Hands-on Approach, Second Edition*.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-415992-1.00022-5>
- Sarfraz, M. (2005). *Computer-Aided Intelligent Recognition Techniques and Applications. Computer-Aided Intelligent Recognition Techniques and Applications*. <https://doi.org/10.1002/0470094168>
- onzales, R C. (s.f.). *Digital Imagen Processing*. New Jersey: Practice Hall.
- Couturier, R. (2014). *Designing Scientific Applications on GPUs*. Londres: CRC Press.
- Phillips, D. (1994). *Imagen Processing in C*. Kansas: R & D Publications
- Pratt, W. K. (2001). *Digital Imagen Processing*. New York: John Wiley and Sons.
- Russ, J. C. (1998). *The Imagen Processing*. North Carolina: CRC Press LLC.
- Tinku Acharya, A. K. (s.f.). *Imagen Processing Principles and Applications*. Arizona: Wiley Interscience.
- Mazo, Q. M.(2015). *Visión por computadora*. Universidad de Alcalá. Slide Player.
<http://slideplayer.es/slide/2988494/>

PROCESAMIENTO DE IMÁGENES: CIFRADO PARCIAL SEGURO

Espíndola Paizano, B.J.; Ramírez Torres, M.T.; González Del Río, J.D.

Coordinación Académica Región Altiplano Oeste, Universidad Autónoma de San Luis Potosí,
Carretera Salinas-Santo Domingo # 200, C.P. 78620, Salinas de Hidalgo, S.L.P., MÉXICO;
blancaep_96@hotmail.com ; marcotulio_rmz@hotmail.com; j.danielgr18@hotmail.com

RESUMEN

En esta investigación se propone realizar y validar una nueva versión de cifrado parcial del sistema CSAC. El sistema CSAC es un algoritmo criptográfico simétrico desarrollado en la UASLP. Este algoritmo, en su versión de cifrado completo ha sido utilizado para proteger imágenes, programado en la plataforma de LabVIEW. Este sistema de cifrado fue validado pasando satisfactoriamente diversas pruebas que consistían en ataques estadísticos y de criptoanálisis. En esta investigación se desarrolló y validó una nueva versión parcial, incluyendo ataques específicos a algoritmos de cifrado parcial además de pruebas estadísticas como cálculo y análisis de histogramas, cálculo de correlación, los ataques chosen plaintext attack, bit replacement attack y cálculo de NPCR/ UACI como parte del criptoanálisis diferencial.

ABSTRACT

In this research it is proposed to perform and validate a new version of partial encryption of the CSAC system. The CSAC system is a symmetric cryptographic algorithm developed in the UASLP. This algorithm, in its complete encryption version, has been used to protect images, programmed in the LabVIEW platform. This encryption system has been validated satisfactorily in several tests that consisted of statistical attacks and cryptanalysis. In the research, a new partial version was developed and validated, including specific attacks, partial encryption algorithms and other statistical tests such as histogram calculation and analysis, correlation calculation, chosen plaintext attack, bit replacement attack and NPCR calculation / UACI As part of differential cryptanalysis.

Palabras Clave: LabVIEW, cifrado, seguridad, imágenes.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el envío de información como textos, imágenes, música, videos, juegos, aplicaciones, entre otros se realiza a través de diversos medios de comunicación, quedando expuestos a ataques, permitiendo el acceso no autorizado a todos los datos. Afortunadamente existen medidas de seguridad para proteger la información empleando técnicas de cifrado.

El cifrado o encriptación de imágenes es un área de estudio que requiere de conocimientos específicos y consideraciones dadas las características intrínsecas que las imágenes poseen. El propósito principal es volver irreconocible la imagen impidiendo así que el personal no autorizado pueda visualizar su contenido. Ante la creciente demanda de seguridad por parte de usuarios, gobiernos y empresas, esta técnica podría ser la solución a la problemática actual.

MARCO TEORICO

Una manera de proteger la información es la criptografía, es el conjunto de técnicas para disfrazar información de tal manera que esconda su contenido, el propósito básico de la encriptación es proteger la información volviéndola ininteligible ante accesos no autorizados. Existen dos clases de algoritmos de cifrado como los son: los algoritmos simétricos (o de llave secreta) y los algoritmos asimétricos (o de llave pública). El algoritmo de cifrado parcial radica en la técnica de cifrar bits que contengan la mayor cantidad de información de las imágenes, de igual forma dejando sin cifrar los de menor información. En la investigación se propuso trabajar con una nueva versión del sistema CSAC dada su alta latencia se pretende configurar este algoritmo de forma parcial de tal manera que se optimice su tiempo de ejecución sin afectar la calidad y seguridad del cifrado.

Para esta investigación se utilizó la plataforma de trabajo LabVIEW que es un lenguaje de programación gráfica que facilita visualizar, crear y codificar sistemas. El uso de esta herramienta ofrece versatilidad para el diseño de aplicaciones de instrumentación virtual y control de procesos, además que se proporciona suficiente información y soporte sobre sus módulos.

MÉTODOS Y MATERIALES

Durante el tiempo de desarrollo de la investigación se ha logrado conformar varios algoritmos, donde se han manipulado y transformado imágenes destacando algunas características o bien generando nuevas imágenes a partir de las originales. Para el algoritmo de cifrado parcial y cálculo de histogramas se han manejado tres imágenes de 256 niveles diferentes de grises, las cuales son: Lena, mandril y pimientos, todas ellas tienen dimensiones de 512 x 512, y se consideraron estas imágenes porque son ampliamente utilizadas como imágenes estándar para pruebas en el procesamiento de imágenes.

I. CIFRADO PARCIAL DE IMÁGENES

El cifrado parcial consiste en que algunos parámetros de la imagen se cifran, mientras que los demás se dejan sin cifrar, es por esta razón que se busca la optimización del algoritmo, para esto también se propuso reutilizar la subllave de 31 bits para cifrar bloques de 8 bits, pero en esta ocasión nos enfocamos únicamente en cifrar los 3 o 4 bits más significativos del bloque de datos. Se notó que para el proceso de cifrado parcial solo se ocupan algunos bits de la subllave por lo cual se decidió reutilizar la subllave dando una rotación de una posición a todos los bits para no afectar las ecuaciones de cifrado. De esta manera ahorramos tiempo de procesamiento de dos formas:

1° Se omiten las ecuaciones de cifrado de los bits menos significativos.

2° En la generación de llaves que es el proceso de mayor consumo computacional, por lo que ahora podemos omitir la generación de subllaves para cada bloque.

Esta nueva versión busca ser validada a través de pruebas estadísticas, de criptoanálisis, criptoanálisis diferencial, incluyendo ataques específicos de los algoritmos de cifrado parcial ya existentes.

II. CÁLCULO Y ANÁLISIS DE HISTOGRAMAS

Un histograma de imagen muestra cómo se distribuyen los píxeles en una imagen y el número de píxeles en cada nivel de intensidad de color. Si el histograma de una imagen cifrada tiene una distribución uniforme, entonces el cifrado es capaz de ocultar la redundancia de la imagen original.

III. CALCULO DE CORRELACION

Para mostrar que la imagen cifrada es independiente de la imagen original, calculamos el coeficiente de correlación entre ambas imágenes. Si el coeficiente es cercano a 0, sugiere que no hay correlación lineal o una correlación lineal débil.

IV. BIT REPLACEMENT ATTACK

Esta prueba de criptoanálisis aplicada en cifrado parcial consiste en intentar recuperar la imagen en claro sustituyendo en el cifrado parámetros con algunos otros. Este tipo de ataque se llama reemplazo, los ataques de reemplazo pueden clasificarse en dos tipos: sustitución directa y sustitución basada en correlación.

El reemplazo directo se utiliza para romper algoritmos de cifrado multimedia, que significa sustituir algunos de los datos cifrados por otros con el fin de reconstruir el contenido bajo la condición de conocer sólo el contenido de los medios de cifrado [2].

El reemplazo basado en la correlación es similar al reemplazo directo. La diferencia es que algunos de los datos cifrados son reemplazados por datos no cifrados.

V. CHOSEN PLAINTEXT ATTACK

Aunque el sistema ESCA parece estar seguro frente a los ataques estadísticos, se analizó con el chosen plaintext attack. En este caso, el atacante sin conocer la clave de descifrado, puede elegir las imágenes en claro y obtener las imágenes cifradas correspondientes. Este ataque se llevó a cabo de la siguiente manera: tenemos una imagen en claro y generamos una imagen completamente negra. Al igual que la imagen principal pasan por el proceso de cifrado parcial para finalmente las versiones cifradas correspondientes de cada una de las imágenes entran a una compuerta XOR y el resultado de esta operación nos da la imagen recuperada [1].

VI. NPCR y UACI

El número de cambio de velocidad de pixel (Tasa del número de píxeles cambiados) (NPCR) y la intensidad cambiada promedio unificada (UACI) son dos cantidades más comunes utilizados para evaluar la fuerza de algoritmos de cifrado de imagen con respecto a la diferencia de ataques. Un alto valor de NPCR / UACI se interpreta generalmente como una alta resistencia a los ataques diferenciales. A pesar de esto, no está claro cuan alto es el valor de NPCR / UACI tal que la imagen cifrada realmente tiene un alto nivel de seguridad.

Durante la investigación se tomó en cuenta un modelo matemático ideal para imágenes cifradas, obteniendo así valores que se utilizaron para formar hipótesis de estadística con respecto a NPCR y pruebas UACI, comparando si estos valores de NPCR / UACI son suficientemente altos con respecto a los valores críticos correspondientes de tal manera que no es inapreciable a partir de imágenes cifradas.

RESULTADOS

Cada uno de las pruebas y ataques descritos anteriormente aplicados a imágenes cifradas fueron probados en tiempo real obteniendo así los siguientes resultados. En la Figura 1 se puede observar los resultados de la prueba de histogramas para analizar si el cifrado parcial logra tener una consistencia uniforme y visualmente sea imperceptible la imagen a) la imagen original, posteriormente la imagen b) presenta el cifrado parcial. Para una mejor visualización de esta prueba se la Figura 2 se muestran los histogramas c) corresponde a la imagen original (a) y d) a la imagen del cifrado parcial (b).

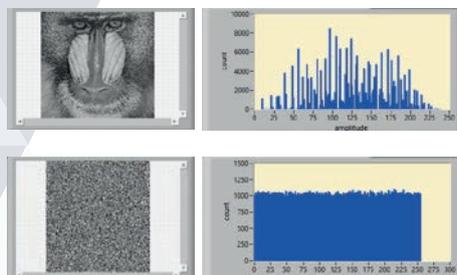


Imagen	Coefficiente de correlación
Lena	-0.0010199
Pimientos	0.00033424
Mandril	-0.00176509

a) b)
 c) d)
Figura 1. a) Imagen original y b) imagen cifrada parcialmente c) Histograma de la imagen original y d) histograma de la imagen cifrada parcialmente

Con respecto a la tabla 1 se presentan los resultados de la prueba de cálculo de correlación evaluando de la misma manera las tres imágenes ya mencionadas anteriormente, obteniendo resultados muy favorables.

Tabla. 1. Resultados del cálculo de correlación.

En la tabla 2 se muestran los resultados del ataque bit replacement attack, aplicada en cifrado parcial a partir de 3 y 4 bits evaluando las tres imágenes usadas durante la investigación. Se calcula el índice de correlación a la imagen después del ataque, como se puede ver se obtuvieron buenos resultados.

Tabla. 2. Resultados de la prueba bit replacement attack.

Imagen	3 bits	4 bits
Lena	0.00211936	0.000769401
Pimientos	0.000641692	0.000769401
Mandril	0.00110041	0.00106113

En la Figura 3 se puede apreciar el resultado que presento el sistema ante este ataque, se puede apreciar que no hay revelación de información.

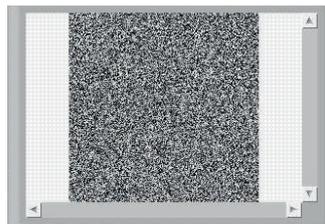


Figura 3. Resultado aplicando la prueba bit replacement attack.

En la Figura 3 se observan los resultados aplicando chosen plaintext attack la imagen en claro (a) al igual que la imagen completamente negra(c) pasan por el algoritmo de cifrado parcial con mismas llaves obteniendo de cada una el correspondiente cifrado de dichas imágenes (b) y (d), para finalmente las imágenes cifradas pasan a través de una compuerta XOR con el objetivo de revelar información. Sin embargo los resultados obtenidos fueron muy favorables dado que la imagen recuperada no reveló información.

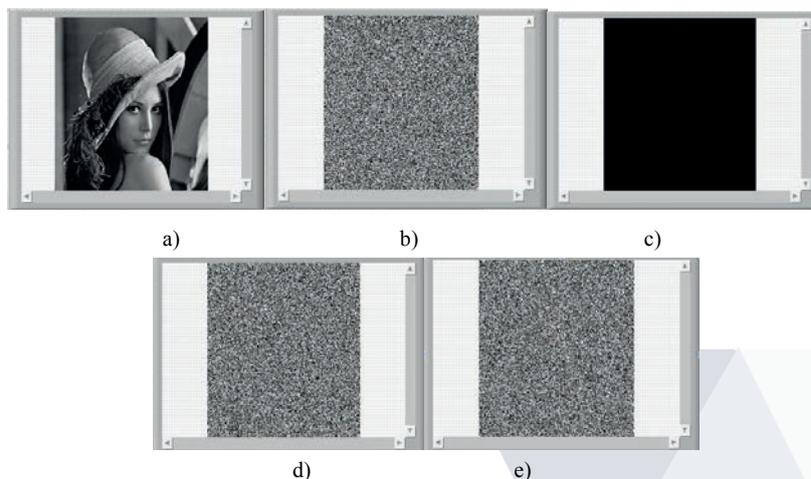


Figura 4. Resultados aplicando chosen plaintext attack a) imagen de Lena en escala de grises, b) imagen cifrada parcialmente, c) imagen en plano, d) imagen en plano cifrada parcialmente y e) imagen recuperada.

Los resultados que se muestran en la Tabla 3 corresponden al cálculo de NPCR y UACI, de acuerdo a los valores críticos que presentan en [3] los resultados obtenidos son favorables.

Tabla. 3. Tabla de NPCR Y UACI

Imagen	NPCR	UACI
Lena	99.6311%	33.4436%
Pimientos	99.5987%	33.5086%
Mandril	99.6067%	33.489%

CONCLUSIONES

Durante la investigación se desarrollaron algoritmos de ataque para probar la nueva versión de cifrado parcial del sistema CSAC obteniendo resultados favorables, garantizando así la seguridad de la imagen probada. Así como estadísticas en base a histogramas los cuales resaltan la efectividad del cifrado al no revelar información visualmente. Concluyendo que este sistema es seguro y eficaz en modo parcial.

BIBLIOGRAFIA

- [1] RAMÍREZ TORRES M. T. (2015). Application and implementation of an improved encryption system. (Tesis Doctoral) Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, S.L.P., México.
- [2] LIAN, S. (2009). *Multimedia content encryption*. Boca Raton, Fla: Auerbach.
- [3] YUE WU, JOSEPH P. NOONAN Y SOS AGAIAN, (Abril 2011). NPCR and UACI Randomness Tests for Image Encryption. *Multidisciplinary Journals in Science and Technology, Journal of Selected Areas in Telecommunications (JSAT)*, 31-38.

EVALUACIÓN DEL ESTRÉS A TRAVÉS DE DIFERENTES SEÑALES FISIOLÓGICAS

Rojas Sánchez, D.L¹ y Dorantes Méndez, G¹.

RESUMEN

En el presente estudio se evaluó la banda Beta (18 - 30 Hz) de las señales de electroencefalografía (EEG) en ambos lóbulos frontales y la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca (VFC), durante una maniobra de estimulación cognitiva y se comparan los resultados antes y después de una corta sesión de biofeedback ejecutado mediante el control del ritmo respiratorio. Las señales se evaluaron a través de la entropía aproximada y los resultados encontrados mostraron una disminución en la entropía aproximada en ambas señales durante la maniobra cognitiva después de la sesión de biofeedback en comparación con la misma maniobra sin biofeedback.

ABSTRACT

In this study the Beta band (18 – 30 Hz) from electroencephalography (EEG) in both frontal lobes and Heart Rate Variability signal were assessed. A cognitive stimulation was applied and compared with a period with and without biofeedback which corresponds to a respiratory rate fixed. The signals were evaluated through approximate entropy and the results showed a decrease in the approximate entropy in both signals during the cognitive maneuver after the biofeedback in comparison with the same maneuver without biofeedback.

Palabras clave: Electroencefalografía, biofeedback, entropía aproximada.

INTRODUCCIÓN

El estrés es, en la actualidad, el problema al cual se le atribuye el origen de enfermedades cardiovasculares en edades cada vez más tempranas, así como dificultades en el aprendizaje en niños y jóvenes. Sin embargo, a pesar de que la respuesta que provoca el estrés en el organismo humano ha sido ampliamente estudiada, aún quedan reacciones por caracterizar cuando se analizan varias señales biológicas de interés al mismo tiempo. Por un lado, el análisis de la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca (VFC) permite identificar los cambios provocados en el ritmo cardíaco gracias a la regulación del Sistema Nervioso Autónomo (SNA), la cual se logra por el trabajo en conjunto del Sistema Nervioso Simpático (SNS) y el Sistema Nervioso Parasimpático (SNPS). Y, por otro lado, la respuesta directa que puede observarse en una señal de electroencefalografía (EEG) se relaciona con la respuesta cardiovascular debido a los impulsos eléctricos que el cerebro manda para afrontar la situación de estrés que se presente (Lewis, et al. 2007).

Desde el punto de vista neuropsicológico los lóbulos frontales constituyen una unidad para programar, regular y verificar la actividad, de manera consciente y voluntaria. Conforman un sistema de integración y secuenciación de las experiencias sensoriales, asociativas y conductuales, mismos que permiten crear un flujo temporal y secuencial del pensamiento y la conducta, integrando las experiencias aisladas en una organización múltiple. Una de las funciones más importantes de la corteza prefrontal es la creación de un plan de acción que no va dirigido únicamente a la acción inmediata en relación a los estímulos que actúan en el momento, sino también en la formación de la conducta activa futura (Flores, 2006).

Un tipo de estresor (estímulo estresante) utilizado con mayor frecuencia es el cognitivo ya que es relativamente sencillo controlar las condiciones en las cuales debe aplicarse para obtener una respuesta apropiada en base al planteamiento inicial. En el presente estudio se identifican cambios en la secuencia de intervalos RR obtenidos a partir de la señal de electrocardiografía (ECG) y la banda Beta (18 a 30 Hz) extraída de las señales de electroencefalografía (EEG) mediante un análisis no lineal, puesto que se ha mostrado que permite extraer más información de la complejidad de señales biológicas que los métodos lineales o los de frecuencia (Seo & Lee, 2010). El índice utilizado fue la Entropía Aproximada (*ApEn*, *Approximated Entropy*), que identifica las variaciones de regularidad en la señales independientemente de su amplitud (Thomas & Vinod, 2016).

METODOLOGÍA

El estudio se llevó a cabo durante el período vacacional, a fin de disminuir las variaciones que pudieran presentarse debido al nivel de carga emocional provocado por las actividades académicas y/o laborales.

A. Sujetos

Se tuvo un total de 14 sujetos: 12 hombres y 2 mujeres. El criterio de exclusión fue el siguiente: No obesos, no fumadores y no estar bajo prescripción médica permanente. Se les indicó no ingerir cafeína y/o alcohol en las 12 horas previas al estudio. Las mujeres fueron agendadas dentro de la fase folicular del ciclo menstrual

a fin de aminorar las variaciones que pudieran deberse a los cambios hormonales ocurridos durante otras fases del ciclo.

B. Protocolo

El experimento constó de un total de seis etapas, mismas que se muestran en la Tabla 1, dentro de las cuales el sujeto permaneció sentado con ambas manos apoyadas sobre las rodillas y se le indicó no hablar a menos que la maniobra lo requiriera.

Tabla 1. Secuencia del protocolo utilizado

Reposo	Aritmética Ojos Cerrados	Aritmética Ojos Abiertos	Reposo 15 minutos	Respiración Controlada (6 rpm)	Aritmética Ojos Abiertos	Recuperación Final
'Rep'	'AriC'	'AriA'		'Resp'	'AriR'	'Rec'
5 minutos	5 minutos	5 minutos		5 minutos	5 minutos	5 minutos

Cada una de las etapas de aritmética consistieron en sumas y restas de baja complejidad que el sujeto debía contestar lo más rápido posible. La operación se repetía hasta obtener la respuesta correcta.

Entre cada maniobra se tomó un periodo de descanso de dos minutos. Todos los registros se llevaron a cabo entre las 9:00 y las 13:00 horas, lapso del ciclo circadiano en el que el organismo puede encontrarse alerta pero con un nivel de cansancio menor (Conrad, et al. 2008). Después de resolver todas las dudas concernientes al procedimiento, todos los sujetos firmaron una carta de consentimiento informado.

C. Registro

Para el registro de la señal se utilizó la Unidad de Adquisición de Datos BIOPAC MP36 de BIOPAC Systems, Inc. Con la versión de software Biopac Student Lab 4.1 y los cables de electrodos SS2L para electrocardiografía y electroencefalografía. Se escogió un filtro pasabanda de 0.5 a 100 Hz con filtro de red de 60 Hz y frecuencia de muestreo de 500 Hz.

La derivación utilizada para electrocardiografía fue la CM5, mientras que para el electroencefalograma en el hemisferio izquierdo del cerebro se realizó una derivación bipolar entre los puntos F3 y T3 con referencia en A1, en tanto que para el hemisferio derecho se utilizaron los puntos F4 y T4 con referencia en A2 en base al Sistema Internacional 10-20 para el posicionamiento de electrodos.

D. Procesamiento de los Datos

Debido a la influencia que tiene la longitud de la señal en el cálculo de la ApEn, se optó por remuestrear las secuencias de intervalos RR de cada maniobra a 4 Hz y las de EEG a 60 Hz. Después se dividieron en subsegmentos de 1 minuto, a fin de analizar los cambios presentados en un lapso menor de tiempo. De modo que para los subsegmentos analizados finalmente, las secuencias de intervalos RR tenían una longitud promedio de 300 muestras, mientras que las de EEG tenían alrededor de 3000 muestras.

La entropía se refiere a la aleatoriedad, regularidad y predictibilidad de un sistema. La ApEn examina una serie de tiempo en búsqueda de segmentos similares a un determinado patrón y mide la probabilidad de que sigan siéndolo si se hace un incremento en el tamaño de los segmentos. Un valor bajo de ApEn refleja un sistema con un alto grado de regularidad (Young & Benton, 2015).

La ApEn requiere de dos variables de entrada además de la señal a analizar, m y r : m es la longitud de los segmentos a comparar y r es el criterio de similitud con el que se evalúan los segmentos. Para disminuir la sensibilidad a series cortas, se recomienda tener al menos una señal de longitud $N = 10^m$. Así que para decidir el valor de m , se tiene $m = \log_{10}(N)$. Ya que las series de intervalos RR tienen la menor longitud entre todas las señales a analizar, el valor recomendado de m sería $2.47 \approx 2$. Para el valor de r , se toma un porcentaje de la desviación estándar de la señal. Para escogerlo se analizaron los resultados arrojados con 20%, 25% y 30%, el criterio de selección fue en base a qué tan marcadas eran las diferencias entre una y otra maniobra, tras lo que se decidió usar $r = 0.2 * \text{desviación estándar}$. El algoritmo para el cálculo de la ApEn se describe brevemente a continuación:

Dada una serie de un número N de intervalos RR, tales como RR_1, RR_2, \dots, RR_N , se construye una serie de vectores de longitud m , $X_1, X_2, \dots, X_{N-m+1}$, de modo que se tiene lo siguiente: $X_i = [RR_i, RR_{i+1}, \dots, RR_{i+m-1}]$.

La distancia $d[X_i, X_j]$ se define como la diferencia máxima absoluta entre sus respectivos componentes escalares. Para cada vector X_i el número relativo $C_i^m(r)$ de vectores X_j para cada $d[X_i, X_j] \leq r$, se calcula de acuerdo a la ecuación (1), donde r es el valor de tolerancia.

$$C_i^m(r) = \frac{\text{número de } \{d[X_i, X_j] \leq r\}}{N - m + 1} \quad \forall j \quad (1)$$

Entonces, el siguiente índice $C_m(r)$ se calcula tomando el logaritmo natural de cada uno de los $C_i^m(r)$ y promediándolos en torno a i :

$$C^m(r) = \frac{1}{N - m + 1} \sum_{i=1}^{N-m+1} \ln C_i^m(r) \quad (2)$$

Finalmente, la entropía aproximada, ApEn, se considera como:

$$\text{ApEn}(m, r, N) = C^m(r) - C^{m+1}(r) \quad (3)$$

E. Análisis estadístico

Para determinar la distribución de los datos se utilizó la prueba de Lilliefors, de la cual se obtuvo un comportamiento no paramétrico, por lo que para contrastar los valores obtenidos para cada una de las maniobras se realizó el análisis de Kruskal-Wallis con comparación múltiple y valor de significancia $p < 0.05$, además de una prueba post – hoc basada en Dunn – Sidak. Mientras que para la comparación de las pruebas de aritmética ‘AriC’, ‘AriA’ y ‘AriR’ se realizó una prueba de Wilcoxon para muestras dependientes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Luego de observar que los valores encontrados de ApEn minuto a minuto no tenían una gran variación dentro de cada maniobra, se decidió reportar el promedio y la desviación estándar en la tabla 2. El análisis estadístico mostró diferencias significativas entre las maniobras y señales que se puntúan lo que indica que realmente existe un efecto producido en el organismo por someter a los sujetos a un ritmo respiratorio relativamente bajo (6 rpm).

Debido a que los valores de ApEn se interpretan dependiendo de cada sujeto, se asume generalmente que un valor bajo indica un grado alto de regularidad en el sistema, mientras que un valor alto supone un sistema con mayores cambios en su comportamiento, o dicho en otras palabras, una respuesta más rápida ante los estímulos que se le presentan, lo que constituye una mejor adaptabilidad.

Tabla 2. Valores de ApEn para la secuencia de Intervalos RR y la Banda Beta de EEG en ambos hemisferios.

ApEn	Reposo	Aritmética Ojos Cerrados	Aritmética Ojos Abiertos	Respiración Controlada (6rpm)	Aritmética Ojos Abiertos	Recuperación
RR (u.a)	0.581±0.076*	0.592±0.088*°	0.586±0.076	0.431±0.127**	0.584±0.098**°	0.539±0.084
Banda Beta H. Der. (u.a)	1.20±0.103	1.24±0.076	1.23±0.086	1.25±0.076	1.21±0.096	1.21±0.097
Banda Beta H. Izq. (u.a)	1.23±0.130*	1.26±0.054*°	1.27±0.072	1.27±0.048**	1.24±0.068**°	1.23±0.065

(*°) Comparación entre Aritmética Ojos Cerrados con Reposo. (**°) Comparación entre Aritmética Ojos Abiertos y Respiración Controlada. (°) Comparación entre Aritmética Ojos Abiertos después del biofeedback y la Aritmética Ojos Cerrados después del reposo. Todas las pruebas se realizaron con $p < 0.05$.

En el caso del sistema cardiovascular, un aumento en el valor de la ApEn representa una buena respuesta ante el estresor, lo que no necesariamente indica un aumento de la frecuencia cardíaca, que podría asociarse a un estado de ansiedad. Sin embargo, un valor bajo de ApEn en la señal de EEG, especialmente en la banda Beta, representa un estado de concentración y relajación. La banda de frecuencias cerebrales a la que se le denomina Beta se asocia a una etapa de concentración en la que generalmente el sujeto se encuentra comprometido con una tarea que le supone un esfuerzo mental considerable que significa también un gasto de energía en todo el organismo.

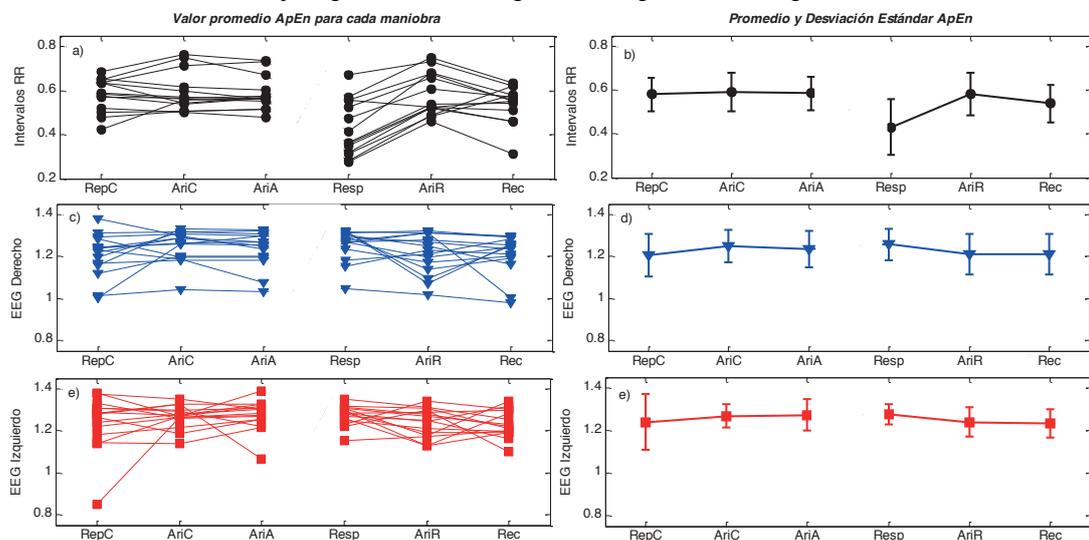


Figura 1. Comportamiento de la ApEn de la señal de intervalos RR y la banda Beta en ambos hemisferios. El panel izquierdo (figuras a, c y e) corresponde al comportamiento de todos los sujetos en cada maniobra y el panel derecho muestra el valor medio y desviación estándar de la ApEn de la señal de intervalos RR en la parte superior (figura b), la ApEn de la banda Beta en el hemisferio derecho en la parte media (figura d) y la ApEn de la banda Beta en el hemisferios izquierdo en la parte inferior (figura e).

La figura 1 representa la misma información que la tabla 2, únicamente se aprecia gráficamente el valor promedio de cada sujeto en el panel izquierdo durante cada maniobra. El valor de la ApEn en la secuencia de intervalos RR mostró un aumento significativo entre la etapa de reposo y la de aritmética con los ojos cerrados. Mientras que en la fase de respiración controlada se tiene un aumento mayor cuando se realiza la siguiente etapa de aritmética. Sin embargo es importante resaltar que el efecto de la respiración controlada influye en este cambio. Por otro lado, en las señales de EEG se observa un comportamiento inverso, es decir, una disminución de ApEn entre la etapa de respiración controlada y la fase de aritmética que le continúa, pues durante esta última, la mayor regularidad que se observa denota un estado dentro del cual el cerebro experimenta una mayor sincronización de actividad neuronal, traduciéndose en mejor concentración. A pesar de que este comportamiento se observa en ambos hemisferios, es únicamente en el hemisferio izquierdo donde las pruebas estadísticas reflejan el mismo resultado que en la secuencia de intervalos RR.

La disminución de la entropía durante la fase de respiración controlada es debida al efecto de la Arritmia Sinusal Respiratoria (Bernardi, et al. 2000), que provoca una estabilización del organismo, por lo que se compararon las etapas de aritmética posteriores al reposo y a la respiración controlada, donde se observa una disminución significativa en la ApEn después de la respiración controlada, es decir, se tiene un aumento menor en la ApEn gracias al biofeedback. Un valor alto de Beta en el lado izquierdo del cerebro se asocia con una inhibición de la actividad de la amígdala, que es un elemento clave de supervivencia, debido a que su principal función es integrar las emociones con los patrones de respuesta correspondientes a estas, provocando una respuesta a nivel fisiológico, produciendo las reacciones físicas que inducen las emociones y teniendo una gran participación en el SNA o la preparación de una respuesta conductual, al permitir la realización de conductas que respondan a las sensaciones que ocasionan las percepciones. Además, la amígdala tiene una especial conexión con el lóbulo frontal (F3/F4), que se asocia con los procesos de aprendizaje y comportamiento consciente. De modo que la disminución de la ApEn en el EEG después de la respiración controlada refleja un mejor desempeño fisiológico - conductual de los sujetos.

CONCLUSIONES

En este trabajo se evaluó el efecto de una sesión de biofeedback mediado por el control de la frecuencia respiratoria de los sujetos, que demostró provocar un cambio en el comportamiento tanto de la señal de ECG como de EEG, mismo que se interpretó, con ayuda de la ApEn, como una estabilización generalizada del organismo que contribuyó a que los sujetos obtuvieran mejores resultados en la prueba de aritmética. A pesar de que este hallazgo asiste en el entendimiento de la interacción cerebral y cardiovascular en situaciones de estrés, es necesario aumentar el número de sujetos a analizar, así como incursionar en el uso de otros métodos no lineales de análisis, hacer todo lo posible por igualar las condiciones en que se lleva a cabo el experimento y probar con diferentes estresores y técnicas de biofeedback.

BIBLIOGRAFÍA

FLORES LÁZARO, JULIO CÉSAR. Neuropsicología de Lóbulos Frontales. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica de Ciencias de la Salud. Villahermosa, Tabasco, México. 2006. p 54-60.

MELILLO, Paolo, et al. Nonlinear Heart Rate Variability features for real-life stress detection. Case study: students under stress due to university examination. *Biomedical Engineering*, 2011, vol 10, no. 96, p 1-13

BERNARDI, Luciano, et al. Effects of controlled breathing, mental activity and mental stress with or without verbalization on heart rate variability. *Journal of the American College of Cardiology*, 2000, vol. 35, no 6, p. 1462-1469.

LEWIS, Richard S.; WEEKES, Nicole Y.; WANG, Tracy H. The effect of a naturalistic stressor on frontal EEG asymmetry, stress, and health. *Biological psychology*, 2007, vol. 75, no 3, p. 239-247.

CONRAD, Ansgar, et al. Circadian affective, cardiopulmonary, and cortisol variability in depressed and nondepressed individuals at risk for cardiovascular disease. *Journal of psychiatric research*, 2008, vol. 42, no 9, p. 769-777.

SEO, Ssang-Hee; LEE, Jung-Tae. Stress and EEG. En *Convergence and hybrid information technologies*. InTech, 2010.

THOMAS, Kavitha P.; VINOD, A. Prasad. A study on the impact of neurofeedback in EEG based attention-driven game. En *Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 2016 IEEE International Conference on*. IEEE, 2016. p. 000320-000325.

YOUNG, Hayley; BENTON, David. We should be using nonlinear indices when relating heart-rate dynamics to cognition and mood. *Scientific reports*, 2015, vol. 5.

EVALUACIÓN DEL ESTRÉS A TRAVÉS DE DIFERENTES SEÑALES FISIOLÓGICAS

Rojas Sánchez, D.L¹ y Dorantes Méndez, G¹.

RESUMEN

En el presente estudio se evaluó la banda Beta (18 - 30 Hz) de las señales de electroencefalografía (EEG) en ambos lóbulos frontales y la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca (VFC), durante una maniobra de estimulación cognitiva y se comparan los resultados antes y después de una corta sesión de biofeedback ejecutado mediante el control del ritmo respiratorio. Las señales se evaluaron a través de la entropía aproximada y los resultados encontrados mostraron una disminución en la entropía aproximada en ambas señales durante la maniobra cognitiva después de la sesión de biofeedback en comparación con la misma maniobra sin biofeedback.

ABSTRACT

In this study the Beta band (18 – 30 Hz) from electroencephalography (EEG) in both frontal lobes and Heart Rate Variability signal were assessed. A cognitive stimulation was applied and compared with a period with and without biofeedback which corresponds to a respiratory rate fixed. The signals were evaluated through approximate entropy and the results showed a decrease in the approximate entropy in both signals during the cognitive maneuver after the biofeedback in comparison with the same maneuver without biofeedback.

Palabras clave: Electroencefalografía, biofeedback, entropía aproximada.

INTRODUCCIÓN

El estrés es, en la actualidad, el problema al cual se le atribuye el origen de enfermedades cardiovasculares en edades cada vez más tempranas, así como dificultades en el aprendizaje en niños y jóvenes. Sin embargo, a pesar de que la respuesta que provoca el estrés en el organismo humano ha sido ampliamente estudiada, aún quedan reacciones por caracterizar cuando se analizan varias señales biológicas de interés al mismo tiempo. Por un lado, el análisis de la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca (VFC) permite identificar los cambios provocados en el ritmo cardíaco gracias a la regulación del Sistema Nervioso Autónomo (SNA), la cual se logra por el trabajo en conjunto del Sistema Nervioso Simpático (SNS) y el Sistema Nervioso Parasimpático (SNPS). Y, por otro lado, la respuesta directa que puede observarse en una señal de electroencefalografía (EEG) se relaciona con la respuesta cardiovascular debido a los impulsos eléctricos que el cerebro manda para afrontar la situación de estrés que se presente (Lewis, et al. 2007).

Desde el punto de vista neuropsicológico los lóbulos frontales constituyen una unidad para programar, regular y verificar la actividad, de manera consciente y voluntaria. Conforman un sistema de integración y secuenciación de las experiencias sensoriales, asociativas y conductuales, mismos que permiten crear un flujo temporal y secuencial del pensamiento y la conducta, integrando las experiencias aisladas en una organización múltiple. Una de las funciones más importantes de la corteza prefrontal es la creación de un plan de acción que no va dirigido únicamente a la acción inmediata en relación a los estímulos que actúan en el momento, sino también en la formación de la conducta activa futura (Flores, 2006).

Un tipo de estresor (estímulo estresante) utilizado con mayor frecuencia es el cognitivo ya que es relativamente sencillo controlar las condiciones en las cuales debe aplicarse para obtener una respuesta apropiada en base al planteamiento inicial. En el presente estudio se identifican cambios en la secuencia de intervalos RR obtenidos a partir de la señal de electrocardiografía (ECG) y la banda Beta (18 a 30 Hz) extraída de las señales de electroencefalografía (EEG) mediante un análisis no lineal, puesto que se ha mostrado que permite extraer más información de la complejidad de señales biológicas que los métodos lineales o los de frecuencia (Seo & Lee, 2010). El índice utilizado fue la Entropía Aproximada (*ApEn*, *Approximated Entropy*), que identifica las variaciones de regularidad en la señales independientemente de su amplitud (Thomas & Vinod, 2016).

METODOLOGÍA

El estudio se llevó a cabo durante el período vacacional, a fin de disminuir las variaciones que pudieran presentarse debido al nivel de carga emocional provocado por las actividades académicas y/o laborales.

A. Sujetos

Se tuvo un total de 14 sujetos: 12 hombres y 2 mujeres. El criterio de exclusión fue el siguiente: No obesos, no fumadores y no estar bajo prescripción médica permanente. Se les indicó no ingerir cafeína y/o alcohol en las 12 horas previas al estudio. Las mujeres fueron agendadas dentro de la fase folicular del ciclo menstrual

¹ Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Salvador Nava Martínez s/n. Zona Universitaria, C.P. 78290. San Luis Potosí, S. L. P.

a fin de aminorar las variaciones que pudieran deberse a los cambios hormonales ocurridos durante otras fases del ciclo.

B. Protocolo

El experimento constó de un total de seis etapas, mismas que se muestran en la Tabla 1, dentro de las cuales el sujeto permaneció sentado con ambas manos apoyadas sobre las rodillas y se le indicó no hablar a menos que la maniobra lo requiriera.

Tabla 1. Secuencia del protocolo utilizado

Reposo	Aritmética Ojos Cerrados	Aritmética Ojos Abiertos	Reposo	Respiración Controlada (6 rpm)	Aritmética Ojos Abiertos	Recuperación Final
'Rep'	'AriC'	'AriA'	15 minutos	'Resp'	'AriR'	'Rec'
5 minutos	5 minutos	5 minutos		5 minutos	5 minutos	5 minutos

Cada una de las etapas de aritmética consistieron en sumas y restas de baja complejidad que el sujeto debía contestar lo más rápido posible. La operación se repetía hasta obtener la respuesta correcta.

Entre cada maniobra se tomó un período de descanso de dos minutos. Todos los registros se llevaron a cabo entre las 9:00 y las 13:00 horas, lapso del ciclo circadiano en el que el organismo puede encontrarse alerta pero con un nivel de cansancio menor (Conrad, et al. 2008). Después de resolver todas las dudas concernientes al procedimiento, todos los sujetos firmaron una carta de consentimiento informado.

C. Registro

Para el registro de la señal se utilizó la Unidad de Adquisición de Datos BIOPAC MP36 de BIOPAC Systems, Inc. Con la versión de software Biopac Student Lab 4.1 y los cables de electrodos SS2L para electrocardiografía y electroencefalografía. Se escogió un filtro pasabanda de 0.5 a 100 Hz con filtro de red de 60 Hz y frecuencia de muestreo de 500 Hz.

La derivación utilizada para electrocardiografía fue la CM5, mientras que para el electroencefalograma en el hemisferio izquierdo del cerebro se realizó una derivación bipolar entre los puntos F3 y T3 con referencia en A1, en tanto que para el hemisferio derecho se utilizaron los puntos F4 y T4 con referencia en A2 en base al Sistema Internacional 10-20 para el posicionamiento de electrodos.

D. Procesamiento de los Datos

Debido a la influencia que tiene la longitud de la señal en el cálculo de la ApEn, se optó por remuestrear las secuencias de intervalos RR de cada maniobra a 4 Hz y las de EEG a 60 Hz. Después se dividieron en subsegmentos de 1 minuto, a fin de analizar los cambios presentados en un lapso menor de tiempo. De modo que para los subsegmentos analizados finalmente, las secuencias de intervalos RR tenían una longitud promedio de 300 muestras, mientras que las de EEG tenían alrededor de 3000 muestras.

La entropía se refiere a la aleatoriedad, regularidad y predictibilidad de un sistema. La ApEn examina una serie de tiempo en búsqueda de segmentos similares a un determinado patrón y mide la probabilidad de que sigan siéndolo si se hace un incremento en el tamaño de los segmentos. Un valor bajo de ApEn refleja un sistema con un alto grado de regularidad (Young & Benton, 2015).

La ApEn requiere de dos variables de entrada además de la señal a analizar, m y r : m es la longitud de los segmentos a comparar y r es el criterio de similitud con el que se evalúan los segmentos. Para disminuir la sensibilidad a series cortas, se recomienda tener al menos una señal de longitud $N = 10^m$. Así que para decidir el valor de m , se tiene $m = \log_{10}(N)$. Ya que las series de intervalos RR tienen la menor longitud entre todas las señales a analizar, el valor recomendado de m sería $2.47 \approx 2$. Para el valor de r , se toma un porcentaje de la desviación estándar de la señal. Para escogerlo se analizaron los resultados arrojados con 20%, 25% y 30%, el criterio de selección fue en base a qué tan marcadas eran las diferencias entre una y otra maniobra, tras lo que se decidió usar $r = 0.2 * \text{desviación estándar}$. El algoritmo para el cálculo de la ApEn se describe brevemente a continuación:

Dada una serie de un número N de intervalos RR, tales como RR_1, RR_2, \dots, RR_N , se construye una serie de vectores de longitud m , $X_1, X_2, \dots, X_{N-m+1}$, de modo que se tiene lo siguiente: $X_i = [RR_i, RR_{i+1}, \dots, RR_{i+m-1}]$.

La distancia $d[X_i, X_j]$ se define como la diferencia máxima absoluta entre sus respectivos componentes escalares. Para cada vector X_i el número relativo $C_i^m(r)$ de vectores X_j para cada $d[X_i, X_j] \leq r$, se calcula de acuerdo a la ecuación (1), donde r es el valor de tolerancia.

$$C_i^m(r) = \frac{\text{número de } \{d[X_i, X_j] \leq r\}}{N - m + 1} \quad \forall j \quad (1)$$

Entonces, el siguiente índice $C_m(r)$ se calcula tomando el logaritmo natural de cada uno de los $C_i^m(r)$ y promediándolos en torno a i :

$$C^m(r) = \frac{1}{N - m + 1} \sum_{i=1}^{N-m+1} \ln C_i^m(r) \quad (2)$$

Finalmente, la entropía aproximada, ApEn, se considera como:

$$ApEn(m, r, N) = C^m(r) - C^{m+1}(r) \quad (3)$$

E. Análisis estadístico

Para determinar la distribución de los datos se utilizó la prueba de Lilliefors, de la cual se obtuvo un comportamiento no paramétrico, por lo que para contrastar los valores obtenidos para cada una de las maniobras se realizó el análisis de Kruskal-Wallis con comparación múltiple y valor de significancia $p < 0.05$, además de una prueba post – hoc basada en Dunn – Sidak. Mientras que para la comparación de las pruebas de aritmética ‘AriC’, ‘AriA’ y ‘AriR’ se realizó una prueba de Wilcoxon para muestras dependientes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Luego de observar que los valores encontrados de ApEn minuto a minuto no tenían una gran variación dentro de cada maniobra, se decidió reportar el promedio y la desviación estándar en la tabla 2. El análisis estadístico mostró diferencias significativas entre las maniobras y señales que se puntúan lo que indica que realmente existe un efecto producido en el organismo por someter a los sujetos a un ritmo respiratorio relativamente bajo (6 rpm).

Debido a que los valores de ApEn se interpretan dependiendo de cada sujeto, se asume generalmente que un valor bajo indica un grado alto de regularidad en el sistema, mientras que un valor alto supone un sistema con mayores cambios en su comportamiento, o dicho en otras palabras, una respuesta más rápida ante los estímulos que se le presentan, lo que constituye una mejor adaptabilidad.

Tabla 2. Valores de ApEn para la secuencia de Intervalos RR y la Banda Beta de EEG en ambos hemisferios.

ApEn	Reposo	Aritmética Ojos Cerrados	Aritmética Ojos Abiertos	Respiración Controlada (6rpm)	Aritmética Ojos Abiertos	Recuperación
RR (u.a)	0.581±0.076*	0.592±0.088*°	0.586±0.076	0.431±0.127**	0.584±0.098**°	0.539±0.084
Banda Beta H. Der. (u.a)	1.20±0.103	1.24±0.076	1.23±0.086	1.25±0.076	1.21±0.096	1.21±0.097
Banda Beta H. Izq. (u.a)	1.23±0.130*	1.26±0.054*°	1.27±0.072	1.27±0.048**	1.24±0.068*°	1.23±0.065

(*) Comparación entre Aritmética Ojos Cerrados con Reposo. (**) Comparación entre Aritmética Ojos Abiertos y Respiración Controlada. (°) Comparación entre Aritmética Ojos Abiertos después del biofeedback y la Aritmética Ojos Cerrados después del reposo. Todas las pruebas se realizaron con $p < 0.05$.

En el caso del sistema cardiovascular, un aumento en el valor de la ApEn representa una buena respuesta ante el estresor, lo que no necesariamente indica un aumento de la frecuencia cardíaca, que podría asociarse a un estado de ansiedad. Sin embargo, un valor bajo de ApEn en la señal de EEG, especialmente en la banda Beta, representa un estado de concentración y relajación. La banda de frecuencias cerebrales a la que se le denomina Beta se asocia a una etapa de concentración en la que generalmente el sujeto se encuentra comprometido con una tarea que le supone un esfuerzo mental considerable que significa también un gasto de energía en todo el organismo.

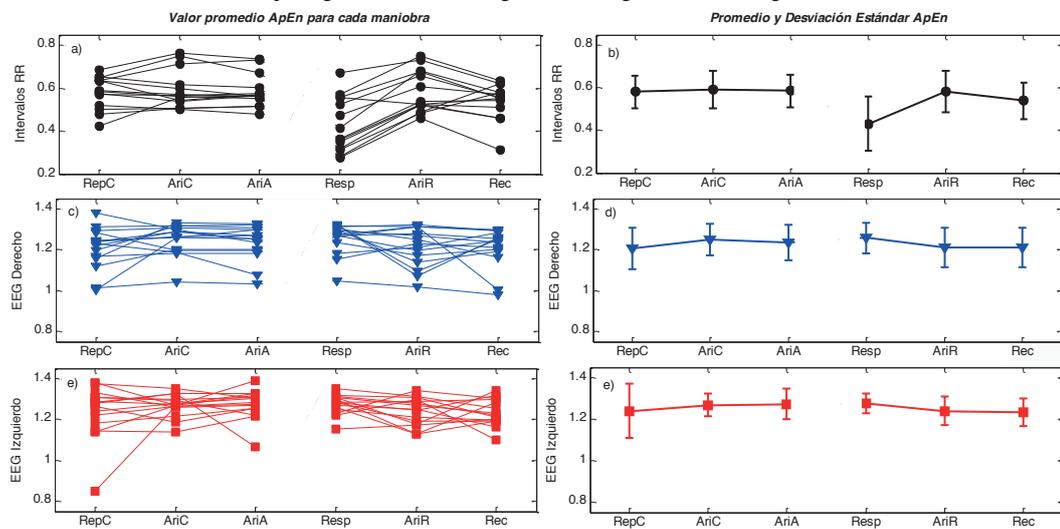


Figura 1. Comportamiento de la ApEn de la señal de intervalos RR y la banda Beta en ambos hemisferios. El panel izquierdo (figuras a, c y e) corresponde al comportamiento de todos los sujetos en cada maniobra y el panel derecho muestra el valor medio y desviación estándar de la ApEn de la señal de intervalos RR en la parte superior (figura b), la ApEn de la banda Beta en el hemisferio derecho en la parte media (figura d) y la ApEn de la banda Beta en el hemisferios izquierdo en la parte inferior (figura e).

La figura 1 representa la misma información que la tabla 2, únicamente se aprecia gráficamente el valor promedio de cada sujeto en el panel izquierdo durante cada maniobra. El valor de la ApEn en la secuencia de intervalos RR mostró un aumento significativo entre la etapa de reposo y la de aritmética con los ojos cerrados. Mientras que en la fase de respiración controlada se tiene un aumento mayor cuando se realiza la siguiente etapa de aritmética. Sin embargo es importante resaltar que el efecto de la respiración controlada influye en este cambio. Por otro lado, en las señales de EEG se observa un comportamiento inverso, es decir, una disminución de ApEn entre la etapa de respiración controlada y la fase de aritmética que le continúa, pues durante esta última, la mayor regularidad que se observa denota un estado dentro del cual el cerebro experimenta una mayor sincronización de actividad neuronal, traduciéndose en mejor concentración. A pesar de que este comportamiento se observa en ambos hemisferios, es únicamente en el hemisferio izquierdo donde las pruebas estadísticas reflejan el mismo resultado que en la secuencia de intervalos RR.

La disminución de la entropía durante la fase de respiración controlada es debida al efecto de la Arritmia Sinusal Respiratoria (Bernardi, et al. 2000), que provoca una estabilización del organismo, por lo que se compararon las etapas de aritmética posteriores al reposo y a la respiración controlada, donde se observa una disminución significativa en la ApEn después de la respiración controlada, es decir, se tiene un aumento menor en la ApEn gracias al biofeedback. Un valor alto de Beta en el lado izquierdo del cerebro se asocia con una inhibición de la actividad de la amígdala, que es un elemento clave de supervivencia, debido a que su principal función es integrar las emociones con los patrones de respuesta correspondientes a estas, provocando una respuesta a nivel fisiológico, produciendo las reacciones físicas que inducen las emociones y teniendo una gran participación en el SNA o la preparación de una respuesta conductual, al permitir la realización de conductas que respondan a las sensaciones que ocasionan las percepciones. Además, la amígdala tiene una especial conexión con el lóbulo frontal (F3/F4), que se asocia con los procesos de aprendizaje y comportamiento consciente. De modo que la disminución de la ApEn en el EEG después de la respiración controlada refleja un mejor desempeño fisiológico - conductual de los sujetos.

CONCLUSIONES

En este trabajo se evaluó el efecto de una sesión de biofeedback mediado por el control de la frecuencia respiratoria de los sujetos, que demostró provocar un cambio en el comportamiento tanto de la señal de ECG como de EEG, mismo que se interpretó, con ayuda de la ApEn, como una estabilización generalizada del organismo que contribuyó a que los sujetos obtuvieran mejores resultados en la prueba de aritmética. A pesar de que este hallazgo asiste en el entendimiento de la interacción cerebral y cardiovascular en situaciones de estrés, es necesario aumentar el número de sujetos a analizar, así como incursionar en el uso de otros métodos no lineales de análisis, hacer todo lo posible por igualar las condiciones en que se lleva a cabo el experimento y probar con diferentes estresores y técnicas de biofeedback.

BIBLIOGRAFÍA

FLORES LÁZARO, JULIO CÉSAR. Neuropsicología de Lóbulos Frontales. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica de Ciencias de la Salud. Villahermosa, Tabasco, México. 2006. p 54-60.

MELILLO, Paolo, et al. Nonlinear Heart Rate Variability features for real-life stress detection. Case study: students under stress due to university examination. *Biomedical Engineering*, 2011, vol 10, no. 96, p 1-13

BERNARDI, Luciano, et al. Effects of controlled breathing, mental activity and mental stress with or without verbalization on heart rate variability. *Journal of the American College of Cardiology*, 2000, vol. 35, no 6, p. 1462-1469.

LEWIS, Richard S.; WEEKES, Nicole Y.; WANG, Tracy H. The effect of a naturalistic stressor on frontal EEG asymmetry, stress, and health. *Biological psychology*, 2007, vol. 75, no 3, p. 239-247.

CONRAD, Ansgar, et al. Circadian affective, cardiopulmonary, and cortisol variability in depressed and nondepressed individuals at risk for cardiovascular disease. *Journal of psychiatric research*, 2008, vol. 42, no 9, p. 769-777.

SEO, Ssang-Hee; LEE, Jung-Tae. Stress and EEG. En *Convergence and hybrid information technologies*. InTech, 2010.

THOMAS, Kavitha P.; VINOD, A. Prasad. A study on the impact of neurofeedback in EEG based attention-driven game. En *Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 2016 IEEE International Conference on*. IEEE, 2016. p. 000320-000325.

YOUNG, Hayley; BENTON, David. We should be using nonlinear indices when relating heart-rate dynamics to cognition and mood. *Scientific reports*, 2015, vol. 5.

HIDROFOBICIDAD EN SUPERFICIES ESTRUCTURADAS DE POLIESTIRENO

Ruiz González, F.; Sánchez Balderas, G.; Pérez López, E.

Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí Av. Manuel Nava 6, Zona Universitaria, 78290 San Luis Potosí, S.L.P. MÉXICO; fruizgonzalez@gmail.com; elias@ifisica.uaslp.mx; gbalderas@ifisica.uaslp.mx

RESUMEN

En este proyecto, se construyeron mediante la técnica del “Spin Coating” películas rugosas a partir de una mezcla de poliestireno y polibutylmetacrilato a las que posteriormente se les aplicó un ataque químico a tiempos variados con ácido acético para remover el polibutylmetacrilato. Estas películas fueron analizadas con un microscopio de fuerza atómica (AFM) para describir su topografía y con un goniómetro se midió el ángulo de contacto aparente que se formaba al depositar gotas de agua de $5 \mu\text{L}$ sobre la superficie. Se reporta un ángulo de contacto de $139.43 \pm 0.05^\circ$ a un tiempo de ataque de 40 minutos, con una rugosidad promedio en su superficie de 461.75 nm.

ABSTRACT

In this Project, rough films were built using the technique “Spin Coating” using a mix of polystyrene and poly-butyl-methacrylate to which a chemical treatment using acetic acid at different intervals of time to remove the poly-butyl-methacrylate. These films were analyzed with an atomic force microscope (AFM) to describe its topography and the apparent contact angle resulting from placing $5 \mu\text{L}$ water drops on the films was measured with a goniometer. A contact angle measuring $139.43 \pm 0.05^\circ$ on a film that was subject to a 40-minute-long attack is reported, with a roughness of 461.75 nm.

Palabras clave: hidrofobicidad, poliestireno, polibutylmetacrilato

INTRODUCCIÓN

La forma que toma una gota depende de varios factores: la tensión superficial del líquido, la gravedad y las interacciones entre el líquido y la superficie sólida sobre la que reposa. Cuando el volumen de un líquido puede ajustar su forma libremente, lo hace de manera que minimice su energía libre superficial, y dado que la esfera es el cuerpo geométrico con la menor área superficial, la gota de líquido tenderá hacia ésta forma.

La mojabilidad es la capacidad de un líquido de mantenerse en contacto con una superficie sólida, resultado de las interacciones intermoleculares cuando los dos medios entran en contacto (Bormashenko 2010). Cuando una gota entra en contacto con una superficie, existen dos posibles situaciones que podrían ocurrir. La gota se puede distribuir sobre la superficie o se puede mantener estática y conservar la forma de una esfera. Para el primero de los casos, a la superficie se le podrá llamar hidrofílica y en el segundo caso hidrófoba.

Thomas Young describe ambas situaciones haciendo uso del ángulo de contacto que se forma entre la superficie sólida y el casquete esférico de la gota de líquido en su conocida ecuación de Young (Bormashenko 2010)

$$\cos\theta_Y = \frac{\gamma_{SA} - \gamma_{SL}}{\gamma_{LA}} \quad (1)$$

Donde γ_{SA} es la tensión de interfaz entre el sólido y el aire, γ_{SL} es la tensión de interfaz entre el sólido y el líquido, γ_{LA} es la tensión superficial del líquido y el aire, y θ_Y es el ángulo de Young. Dado que el presente trabajo es experimental, se medirá dicho ángulo de contacto directamente.

El ángulo de contacto medido macroscópicamente en una superficie, ya sea plana o rugosa, y que puede ser químicamente homogénea o heterogénea se denomina como ángulo de contacto aparente (Young 1805).

Se han diseñado muchos métodos para la construcción de superficies estructuradas a partir de materiales con propiedades naturalmente hidrófobas con el fin de incrementar dichas características en el material: tratamiento químico sobre superficies metálicas (Chen et al 2017), cobertura química de papel (Chen et al 2017) y electrodeposición y oxidación química (Li 2017), entre otras.

MARCO TEÓRICO

Mientras más grande sea la gota de agua, su volumen se verá deformado debido a la acción de la gravedad, pero entre más pequeña sea la gota, su forma se verá más afectada por el efecto de la tensión superficial, y se acercará más a la forma ideal de una esfera. Para el agua en la Tierra, el dominio de la gravedad sobre la forma de las gotas pasa a la tensión superficial cuando el diámetro de la gota es menor a 2.73 mm (Shirtcliffe 2010).

Partiendo de la ecuación de Young (Ecuación 1), los trabajos de Wenzel y Cassie-Baxter sugieren que el comportamiento de las interacciones entre un sólido y una gota de líquido se verán afectadas por la aspereza de la superficie sólida.

Wenzel fue el primero en sugerir ésta clase de comportamiento del líquido (Wenzel 1936). En su caso, la gota cubre toda la superficie del sólido, llenando los poros formados por las rugosidades de la superficie, aumentando de ésta

manera su área de contacto. De manera simplificada, la ecuación para describir el caso de Wenzel se puede escribir de ésta manera

$$\cos\theta_W = r\cos\theta_Y \quad (2)$$

donde el factor de rugosidad r actúa como un amplificador de θ_Y , haciendo más hidrofóbica una superficie con un ángulo mayor a 90° y más hidrófila una superficie con un ángulo menor a 90° (Shirtcliffe 2010).

En el caso de Cassie-Baxter, a diferencia del caso de Wenzel, cuando la rugosidad de la superficie aumenta, la gota de líquido ya no mantendrá un contacto completo, sino que atraparé burbujas de aire en las porosidades que se presenten en el medio sólido y se pasará a tener un sistema de interacciones sólido-líquido y gas-líquido (Cassie 1944).

El caso de Cassie-Baxter se puede describir con la ecuación de Cassie-Baxter

$$\cos\theta_{CB} = f_s\cos\theta_Y + f_g\cos\theta_g \quad (3)$$

donde θ_{CB} es el ángulo en el caso de Cassie-Baxter, θ_Y es el ángulo de Young, f_s es el coeficiente de contacto del líquido con el sólido y f_g es el coeficiente de contacto del líquido con el aire, donde f_s y f_g son fracciones y

$$f_s + f_g = 1 \quad (4)$$

asumiendo que las áreas individuales de contacto son muy pequeñas en comparación con la gota, y finalmente θ_g es el ángulo que toma una gota líquida en interacción con el aire en los poros (Cassie 1944).

El poliestireno es un polímero con propiedades naturalmente hidrófobas que presenta un ángulo de contacto de $93 \pm 3^\circ$ cuando el líquido se sitúa sobre una superficie pura y plana (Yüce 2008) además de que es muy fácil de manipular y también es barato, lo que ayuda al interés de construir estructuras fácilmente y a bajos costos.

METODOLOGÍA

Los reactivos químicos: poliestireno (PS, Mw = 192,000 g/mol) y polibutimetacrilato (PBMA, Mw = 337,000 g/mol) se consiguieron de Sigma Aldrich® (Munich, Alemania); el tetrahidrofurano (THF, 99.9% de pureza) de Caledon® (Georgetown, Canadá); el ácido acético (AA, 99% de pureza) de Fermont®; y finalmente, los sustratos fueron obtenidos de LabScientific Inc. silanizados con APTS⁺.

El modelo con el que se trabajó fue el siguiente: se mezclaron dos polímeros incompatibles, PS y PBMA, en una proporción de 40/60 (PS/PBMA w/w) en un mismo solvente, THF. La mezcla disuelta estuvo a un 5% de solución en relación soluto-solvente. Se dejó reposar un día a la solución, se agitó en un Touch Mixer y posteriormente se depositaron 10 μ L de la mezcla sobre un sustrato de vidrio silanizado (cargado positivamente) y por medio de la técnica de Spin-Coating (a 2500 rev/min, por 5 minutos) se fabricaron películas a temperatura ambiente.

Una vez obtenidas las muestras de PS/PBMA, se realizaron tratamientos de AA a tiempos variados (10, 20, 25, 30, 40, 50 y 60 minutos), dejándose además una muestra sin tratamiento. Mediante análisis por AFM (Dimension Edge, Bruker®), se obtuvieron imágenes topográficas de las películas para caracterizar la rugosidad de la película, y con un goniómetro (Automated Goniometer, Ramé-hart) se midió el ángulo de contacto aparente entre una gota de 5 μ L de agua destilada y la superficie.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El mayor ángulo de contacto alcanzado después del tratamiento químico fue de $139.43 \pm 0.05^\circ$ a 40 minutos, con una rugosidad (RMS) de 461.75 ± 106.16 nm, y en contraste, el ángulo de contacto para la película sin tratamiento fue de $104.00 \pm 0.1^\circ$ (figura 1), mientras que su rugosidad fue de 252.50 ± 17.91 nm. Se puede observar que tiende a haber errores más grandes en tiempos mayores (figura 2). Suponemos que esto sucede debido a que a mayores tiempos de ataque los poros pasan a tener un mayor tamaño pero con menor uniformidad, como se puede ver en la figura 4 cuando se compara con la figura 3.

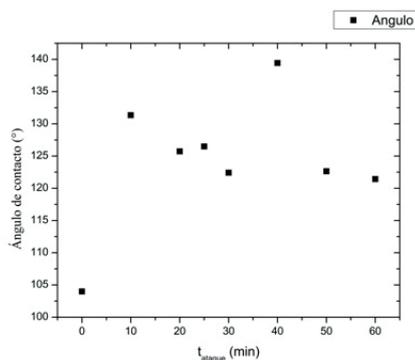


Figura 1. Gráfica de ángulo de contacto vs tiempo de ataque en minutos.

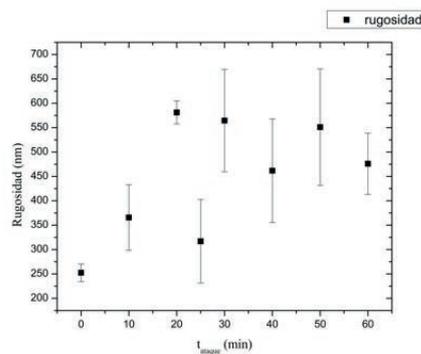


Figura 2. Gráfica de rugosidad vs tiempo de ataque en minutos.

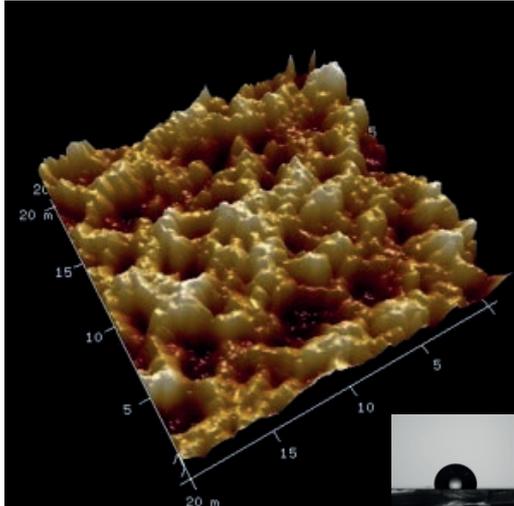


Figura 3. Modelo 3D de superficie de 20x20 μm sin ataque de AA

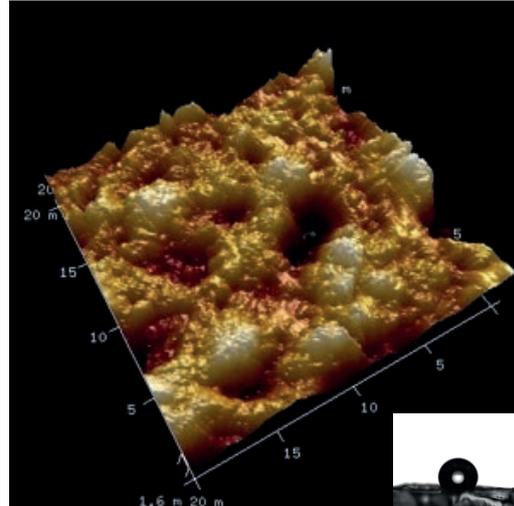


Figura 4. Modelo 3D de superficie de 20x20 μm con un tiempo de ataque de 40 min con AA

La desviación estándar de los datos mostrados en la figura 1 es muy pequeña debido a la uniformidad de la forma de la gota al ser depositada sobre las superficies, es por eso que no se alcanza a apreciar en la gráfica. De la misma forma, para la figura 2, las desviaciones son grandes debido a la no homogeneidad de los tamaños de poro a partir de los 25 minutos de ataque químico.

CONCLUSIONES

En el trabajo se reporta el mayor ángulo de contacto aparente medido a los 40 minutos de tratamiento de las películas de PS/PBMA. En las gráficas construidas a partir de los resultados no se puede ver una relación directa entre el incremento de la aspereza de las películas y el ángulo de contacto aparente, pero si se puede afirmar que después de exponer las películas a un tratamiento con ácido acético el ángulo de contacto aparente incrementó y, por ende, sus propiedades hidrófobas. Suponemos que, debido al incremento en la variación de los tamaños de los poros, el ángulo de contacto llega a su punto máximo en los 40 minutos, pero que debido a esta misma variación no podemos darle una relación al ángulo con el tiempo de tratamiento. Podemos finalmente, confirmar que debido a una redeposición de PBMA al retirar el AA del ataque químico (el cual tiende a rellenar los poros), el ángulo de contacto disminuye; además. Como un posible cambio a la metodología, se propone realizar un segundo ataque inmediatamente después de retirar el AA para evitar esta redeposición.

BIBLIOGRAFÍA

- Bormashenko, E. Y. (2013), *Wetting of real surfaces*, Alemania: Hubert & Co. GmbH & Co. KG, Göttingen
- Cassie A.B.D. and S. Baxter (1944), *Trans. Faraday Soc.* 40, 546.
- Chen C., Yang, S., Liu, L., Xie, H., Liu, H., Zhu, L. (2017), *A green one-step fabrication of superhydrophobic metallic surfaces of aluminium and zinc*, *Journals of Alloys and Compounds*, 711, 506-513
- Chen, G., Zhu, P., Kuang, Y., Liu, Y., Lin, D., Peng, D. (2017), *Durable superhydrophobic paper enabled by surface sizing of starch-based composite films*, *Applied Surface Science*, 409, 45-51
- Gennes, P. G. de; Brochard, F.; and Quéré, D. (2002), *Capillarity and Wetting Phenomena: Drops, Bubbles, Pearls, Waves*, Springer, New York
- Li, H., Yu, S. (2017), *A robust superhydrophobic surface and origins of its self-cleaning properties*, *Applied Surface Science*, 420, 336-345
- Shirtcliffe, N. J., McHale, G., Atherton, S., Newton, M. I. (2010), *An introduction to superhydrophobicity*, *Advances in Colloid and Surface Science*, 161, 124-138
- Wenzel R.N. (1936), *Ind. Eng. Chem.* 28, 988-994.
- Young, T. (1805), *An essay on the cohesion of fluids*. *Phil. Trans. R. Soc. Lond*, 95, 65-87
- Yüce, M. Y. and Demirel, A. L. (2008). *The effect of nanoparticles on the surface hydrophobicity of polystyrene*. *Eur. Phys. J. B.* 64, 494

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Dr. Bernardo Yañez Soto por las mediciones de ángulo de contacto aparente.

EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL PARA ENSAMBLES MECÁNICOS

Álvarez Veras, J.R.¹ y González Badillo, G.²

RESUMEN

En el presente reporte se expone la evaluación de un sistema para la planeación de ensambles mecánicos por medio de realidad virtual, utilizando la plataforma HAMS (Haptic Assembly and Manufacturing System) (González et al., 2014) software desarrollado para la planeación, evaluación, simulación y entrenamiento de tareas de ensamble y manufactura virtual. Para evaluar el sistema se solicitó a 10 personas que realizaran ensambles virtuales en dicha plataforma para obtener experimentalmente una base de datos la cual posteriormente se evaluó y analizó. Se realizaron dos tareas de ensamble en dos metodos de representación: representación original y representación mixta. Los resultados muestran que toma menor tiempo realizar un ensamble en la representación original, sin embargo, al ordenador le toma menos tiempo calcular las respuestas a colisiones utilizando la representación mixta.

ABSTRACT

In this report, the evaluation of a system to perform mechanical assemblies through virtual reality is presented, using the HAMS (Haptic Assembly and Manufacturing System) platform (González et al., 2014) developed for the planning, evaluation, simulation and training of assembly tasks and virtual manufacturing. Ten subjects were asked to perform virtual assemblies on this platform to experimentally obtain a database which was subsequently evaluated and analyzed. Two assembly tasks were performed using two representation methods: original representation and mixed model representation. The results show that it takes less time to perform an assembly with the original representation, however the computer takes less time to compute the collisions responses when using mixed representation.

Palabras Clave: Realidad virtual, dispositivos hápticos, ensambles virtuales.

INTRODUCCIÓN

La innovación implica la creación de nuevos productos, nuevos procesos de fabricación y nuevas técnicas de diseño y validación, y es obligatoria para las empresas con el fin de tener éxito y sobrevivir. Específicamente en los procesos de diseño es altamente recomendable el uso de nuevas tecnologías y recursos porque puede conducir a acelerar este proceso y a ofrecer productos o procesos innovadores en un tiempo más corto y con mayor calidad.

Como factor importante en la industria manufacturera se tiene la planeación de ensambles, ya que una vez planeada la línea de ensamble, realizar cambios en el proceso de ensamblaje es muy costoso (Aurich et al., 2009). Es posible, con la tecnología de realidad virtual, reconocer las fallas de planeación con anticipación (Reinhart et al., 2002). Esta tecnología es muy cercana a la realidad, permite al usuario interactuar con objetos virtuales utilizando distintos canales sensoriales (visual-háptico) en un entorno totalmente virtual. Hasta cierto punto los usuarios tienen la sensación de ser parte de este entorno e interactuar con él en tiempo real. Las principales características de un sistema de realidad virtual son la inmersión, la interacción y la imaginación (Burdea, Coiffet, 2003).

En el mundo real una persona es capaz de reconocer las características físicas de un objeto por medio del tacto como textura, peso, geometría, etc. Los gráficos de un ordenador hacen funciones para el sentido de la vista mientras la tecnología háptica hace lo mismo para el sentido del tacto. Los sistemas hápticos son una de las áreas más importantes en el campo de la interacción computadora-humano (HCI por sus siglas en inglés) (Srinivasan, 1995). Los dispositivos hápticos (Figura 1) pueden traducir movimientos humanos en acciones en la pantalla más una retroalimentación de esas acciones, es decir, con un dispositivo háptico el usuario puede sentir las propiedades físicas reales como peso, momento, fricción, resistencia o textura del objeto virtual mostrado en pantalla (Seth et al., 2006).

La mayoría de los sistemas de ensamblaje virtual que incorporan retroalimentación háptica están integrados por tres componentes principales:



Figura 1. Dispositivo háptico

1. Un **renderizador gráfico**, responsable de la representación visual de la simulación en una pantalla, HDM, power wall, etc.
2. Un **procesador háptico**, que realiza la retroalimentación de fuerza y la detección de colisiones para el dispositivo háptico.
3. Un **motor de simulación física** (PSE, por sus siglas en inglés) que habilita a los objetos virtuales con propiedades de masa, gravedad, respuesta de colisión, entre otros parámetros físicos.

¹Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Media; Carretera San Cirio-Rioverde Km 4 Ejido puente del Carmen C.P: 79617, Rioverde, SLP., jorealve180714@gmail.com

²Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Media; Carretera San Cirio-Rioverde Km 4 Ejido puente del Carmen C.P: 79617, Rioverde, SLP., germanico.gonzalez@uaslp.com.mx

El objeto virtual a simular se debe crear en los tres componentes, normalmente hay una representación del objeto en el renderizador gráfico, que también se utiliza para la representación háptica, y otra representación del mismo objeto dentro del PSE. La representación del objeto en el PSE se utiliza para la detección y respuesta de colisiones. Los objetos virtuales en PSE pueden ser representados usando diferentes formas, siendo las más comunes: formas básicas (cubos, cilindros, esferas, etc.); formas convexas, que son la representación puramente convexa de los objetos, incluso si el objeto es cóncavo; o como representación por malla triangular o no convexa del objeto, Figura 2, que es una representación exacta del objeto cóncavo original. La representación ideal para el ensamblaje es la representación no convexa por malla triangular, sin embargo, es costosa en términos de recursos informáticos. Una solución para este problema es el algoritmo jerárquico de descomposición aproximada (HACD, por sus siglas en inglés) (Mamou, Ghorbel, 2009), que es un algoritmo para descomponer el objeto virtual en varias representaciones convexas para crear un objeto cóncavo. La descomposición convexa se define como el proceso de tomar una forma compleja arbitraria, representada por una malla triangular no convexa, y aproximarla como una colección de objetos convexas (Figura 3).



Figura 2. Representación malla triangular, a) modelo original, b) representación no convexa.



Figura 3. Representación de descomposición convexa, a) modelo original, b) representación HACD.

Con esas dos representaciones físicas mostradas en las Figuras 2 y 3 se implementó el modelo de representación mixta (González et al., 2017). El objetivo de esta investigación, utilizando las tecnologías antes mencionadas, es evaluar el modelo de representación mixta y el modelo de representación por malla triangular (representación original) con distintas tareas de ensamblaje y con distintos usuarios para así tener un más amplio criterio de evaluación. En este documento se presenta también la metodología utilizada, los resultados y las conclusiones obtenidas al respecto.

MÉTODOS Y MATERIALES

En la Figura 4 se muestra un diagrama de flujo en el que se explica a grandes rasgos los pasos seguidos para llevar a cabo la presente investigación.



Figura 4. Diagrama de flujo de la metodología

El primer paso involucra la selección de visualización de los gráficos, es decir, definir de qué manera interactuar con el sistema visualmente. Se tuvo como opción principal visualizarlo a través de las gafas 3D Visión de NVIDIA, que permiten hacer uso de estereovisión para observar los objetos en un espacio tridimensional, sin embargo no fue posible, ya que se requiere que la plataforma utilice el modo de pantalla completa, por lo cual la visualización fue en 2D a través de un monitor convencional y utilizando el háptico como retroalimentación. El segundo paso fue la selección de tareas de ensamblaje, entre varias opciones se eligieron el cilindro neumático y el extractor de poleas (Figuras 5 y 6). Se escogieron estos casos porque tienen un nivel de dificultad medio, las tolerancias entre los objetos son adecuadas para un perfecto ensamblaje y no presentaron problemas al cargarlos en la plataforma, ya que muchas otras opciones eran muy complejas por lo cual era difícil y tardado para el ordenador calcular colisiones. Como tercer paso se eligieron 10 participantes al azar para realizar las distintas tareas de ensamblaje, una tarea por día, para que no se sintieran frustrados, cansados o fastidiados. En el primer día se llevó a cabo el entrenamiento de los participantes, se les asignó la misma tarea de ensamblaje a todos y se les dio un tiempo de 15 a 20 minutos para que experimentaran

y conocieran la plataforma de manera libre, ya que la mayoría de ellos nunca habían usado un dispositivo háptico. En el paso siguiente se les asignó la primera tarea de ensamblaje, a los primeros cinco se les asignó el cilindro neumático, Figura 6, usando la representación original, mientras que a los otros cinco la misma tarea, pero con la representación mixta. Utilizando funciones específicas de la plataforma se les tomó el tiempo de ensamblaje y el tiempo de simulación del ordenador. A continuación, se les asignó la segunda tarea de ensamblaje que fue el extractor de poleas, Figura 5, de igual forma, los primeros cinco realizaron la tarea utilizando la representación original y los otros cinco con la representación mixta. Después de que los participantes realizaron cada uno de los ensamblajes se les aplicó una encuesta para evaluar la experiencia que tuvieron en cada tarea de ensamblaje. Como último paso se analizaron los datos obtenidos y se realizaron las tablas y gráficas correspondientes para poder concluir con el proyecto.



Figura 5. Extractor de poleas, a) piezas por separado, b) ensamble terminado



Figura 6. Cilindro neumático, a) piezas por separado, b) ensamble terminado

RESULTADOS

Los resultados obtenidos por cada uno de los participantes para cada tarea de ensamblaje y para cada método de representación se muestran en la Figura 7. De manera general se puede observar que en el extractor de poleas (E.P.) el tiempo de terminación de la tarea de ensamblaje fue mayor. Esto se puede confirmar mediante los resultados obtenidos de las encuestas según cada uno de los participantes (Figura 8), en la cual calificaron ciertas características en cada tarea de ensamblaje. Estos valores están normalizados y se puede observar que en el caso del extractor de poleas se percibió menor facilidad de control, menor facilidad de ensamblaje, estabilidad, realismo, fuerza y percepción del tiempo que en el caso del cilindro neumático.

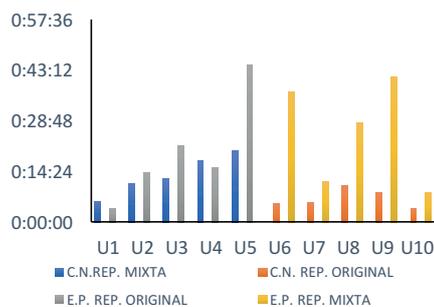


Figura 7. Gráfica de resultados por cada participante

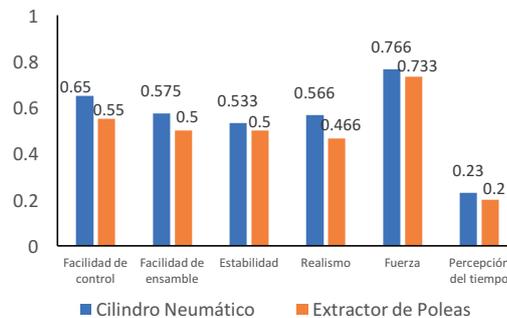


Figura 8. Gráfica de resultados según la encuesta aplicada

Se calcularon los promedios por categoría de todos los participantes con la finalidad de tener un resultado de manera general, en la Figura 9 se muestran los resultados obtenidos, se observa que usando la representación original, en los dos casos de ensamblaje, el tiempo de ensamblaje es mucho menor que usando la representación mixta, esto es porque en la representación original el objeto está por construirse por mallas triangulares lo que hace al objeto más exacto y preciso, mientras que en la representación mixta el objeto está construido por elementos convexos en su estado dinámico, esto hace que el objeto pierda exactitud en sus dimensiones, y en su estado estático está construido por malla triangular, de ahí que se llame mixta.

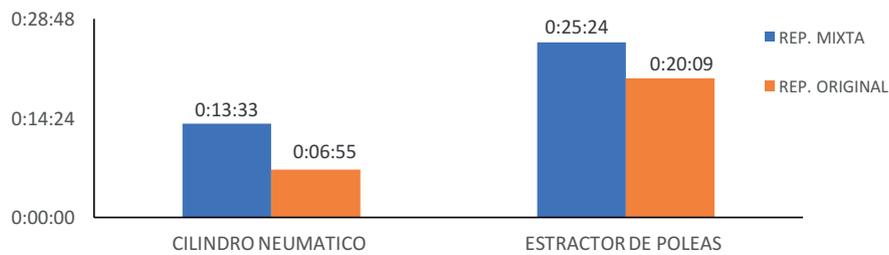


Figura 9. Promedio de tiempo por categoría

De la misma manera se obtuvieron los promedios de tiempo de simulación del ordenador, esto es, por cada acción sobre la plataforma ya sea tocar el objeto, desplazarlo, girarlo etc., el ordenador realiza cálculos de detección y respuesta a las colisiones, y esta actividad consume tiempo, que aunque es imperceptible al usuario, es importante considerarlo pues si fuera muy grande, la simulación no sería realista, es decir, el desempeño de la plataforma es pobre. La Figura 10 muestra gráficamente los resultados obtenidos de los tiempos de simulación del ordenador por categoría, también se observa que en la representación mixta el tiempo de simulación es menor que la representación original, eso significa que al ordenador le lleva menos tiempo realizar los cálculos en la representación mixta debido a que, como ya se mencionó anteriormente, en la representación mixta el objeto en estado dinámico está compuesto por elementos convexos y eso hace que su exactitud dimensional se vea afectada por lo que al ordenador le es más rápido realizar los cálculos.

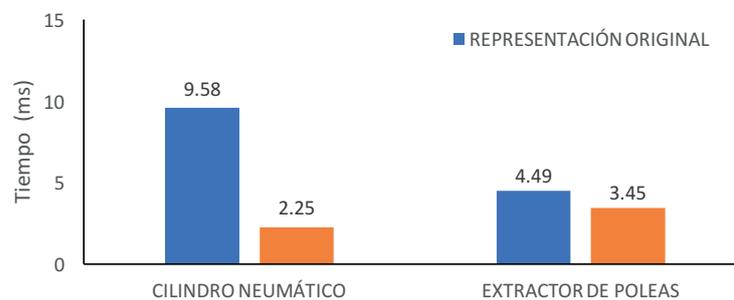


Figura 10. Promedio de tiempo de simulación

CONCLUSIONES

Se presentó en este documento la evaluación de dos diferentes métodos de representación física usando realidad virtual mediante dos tareas de ensamble y la participación de 10 usuarios. De los resultados anteriores se puede concluir que el modelo de representación mixta es más efectivo respecto al tiempo de simulación del sistema ya que realiza cálculos en menor tiempo, pero el modelo de representación original ofrece al usuario un mejor control y estabilidad para completar la tarea de ensamble por lo que ésta se realiza en menor tiempo.

BIBLIOGRAFIA

- AURICH JC, OSTERMAYER D, WAGENKNECHT C. (2009) Improvement of manufacturing processes with virtual reality-based CIP workshops. *International Journal of Production Research*; 47/19; 5297-5309.
- BURDEA GC, COIFFET P. (2003) Virtual Reality Technology. 2nd ed. Hoboken NJ: *John Wiley & Sons*; 2003.
- GONZALEZ-BADILLO G., MEDELLIN-CASTILLO H., LIM T., RITCHIE J., GARBAYA S. (2014). The development of a physics and constraint-based haptic virtual assembly system. *Assembly Automation*, 34/1, pp. 41–55.
- GONZALEZ-BADILLO G., MEDELLIN-CASTILLO H., ESPINOZA-LOPEZ V. (2017) Implementation and Evaluation of Mixed Model Representation of Virtual Objects in a Haptic Based Virtual Assembly Platform.
- MAMOU, K. AND GHORBEL F., 2009, "A simple and efficient approach for 3D mesh approximate convex decomposition", *16th IEEE International conference on image processing (ICIP '09)*, Cairo, Nov. 7-10, pp. 3501-3504.
- REINHART G, PATRON C, MEIER P. (2002) Virtual Reality und Augmented Reality in der Montage. *wt Werkstattstechnik*; 1/2; 12-15.
- SETH A., SU S.J., & VANCE J.M. (2006). 'SHARP: A System for Haptic Assembly & Realistic Prototyping', In *Proc. of ASME International Design Engineering Technical Conferences (DETC '06)*, Philadelphia, USA.
- SRINIVASAN M.A. (1995). 'What is Haptics?'. Laboratory for Human and Machine Haptics: The Touch Lab. *Massachusetts Institute of Technology*.

FLUJO EN EBULLICIÓN EN GRAVEDAD TERRESTRE DENTRO DE UN TUBO DE 4 MM: COMPARACIÓN DE FLUJOS MÁSICOS

Maximiliano Hernández Santos¹ y Cesar Manuel Valencia Castillo²

RESUMEN

El desarrollo de nuevas tecnologías electrónicas conlleva a diseños y condiciones de operación más sofisticados, implicando incremento de potencia y así, requiriendo la mejora del sistema de enfriamiento; la transferencia de calor por ebullición es una buena opción para este propósito. Este artículo presenta los resultados del flujo en ebullición dentro de un tubo de 4 mm en condiciones de gravedad terrestre. La comparación de dos niveles de flujo másico de 179 y 250 $kg/m^2 \cdot s$ ha sido realizada mediante el análisis de los parámetros de burbuja. Se ha encontrado que, a paridad de longitud de burbuja, el ancho de burbuja para el flujo másico alto es menor que para el flujo másico bajo; lo que se cree conduce a que el nivel de turbulencia en la zona LS (liquid slug), provocado en parte por la recirculación de líquido en la capa líquida, sea inversamente proporcional a la velocidad de la burbuja.

ABSTRACT

The development of new electronic technologies leads to more sophisticated design and operation conditions, implying power increasing and so, requirement of cooling system improving; flow boiling heat transfer is a good option for this purpose. This paper presents the results of flow boiling inside a 4 mm tube at Earth-gravity condition. Comparison of two levels of mass flux of 179 y 250 $kg/m^2 \cdot s$ has been performed by analyzing bubble parameters. It has been found that, at bubble length parity, the bubble width for the high mass flow is lower than for the low mass flow; it is believed that the level of turbulence in the LS (liquid slug) zone, caused in part by the recirculation of liquid in the liquid film, is inversely proportional to the velocity of the bubble.

Palabras clave: flujo en ebullición, patrón de flujo “slug”, parámetros de burbuja, liquid slug, liquid film.

Tabla 1. Nomenclatura.

Símbolo	Descripción	Unidad SI	Símbolo	Descripción
Romanos			Subíndices	
D_i	Diámetro interior del tubo	m	b	Burbuja
G	Flujo másico	$kg/m^2 \cdot s$	n	Nariz de la burbuja
L	Longitud calentada	m	z	Posición axial de la entrada
l	Longitud	m	sub	Estado subenfriado
P_{in}	Presión de entrada	bar	t	Transversal
u	Velocidad	m/s		
w	Radio (Ancho)	m		
x	Calidad termodinámica	–		
Griegos				
δ	Espesor de película líquida	m		
ΔT	Diferencia de temperatura	K		
A	Área	m^2		

INTRODUCCIÓN

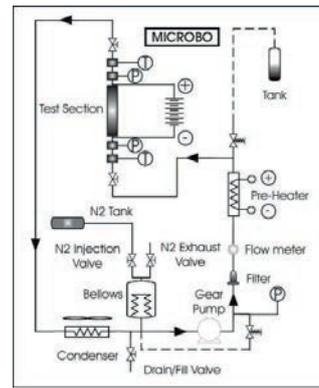
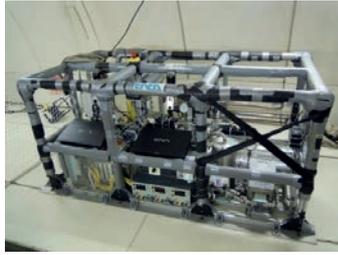
Actualmente, la Transferencia de Calor por Flujo en Ebullición (FBHT por sus siglas en inglés) está presente en muchas ramas de la ingeniería (conversión de energía, aplicaciones ambientales, alimentos, química y otros procesos industriales, etc.) y en particular, en aplicaciones espaciales [1]. En los próximos años, las expectativas de sistemas basados en el espacio, como los satélites de comunicaciones y las plataformas espaciales o misiones tripuladas, crecerán rápidamente. Debido al creciente tamaño y capacidades de estos sistemas, sus requerimientos de energía también aumentarán considerablemente. Habrá que diseñar sistemas de gestión térmica más sofisticados y capaces de hacer frente a cargas mayores [2]. El FBHT puede ofrecer la solución para aumentar las tasas de transferencia de calor en condiciones espaciales futuras y desafiantes, al menos bajo ciertas condiciones y / o en ciertas áreas del sistema. Los sistemas de transferencia de calor por ebullición de alto rendimiento, que aprovechan el gran transporte térmico latente, son por lo tanto importantes para reducir el tamaño y el peso de las plataformas espaciales y los satélites. No obstante, el conocimiento del FBHT es también muy importante para el funcionamiento seguro de los sistemas líquidos monofásicos existentes que pueden entrar en este modo de operación en caso de aumento accidental de la tasa de generación de calor [3]. Una comprensión precisa de las situaciones fuera del diseño es esencial para manejar adecuadamente situaciones accidentales.

MÉTODOS Y MATERIALES

La actividad se llevó a cabo en el equipo experimental llamado MICROBO. Ver Figura 1a). Una descripción completa del aparato podría ser vista en [5].

¹Universidad Autónoma de San Luis Potosí-CARHS, Tianguispicula, Tierra Blanca, C.P: 79960, Tamazunchale, San Luis Potosí, maximilianohernandez.uaslp@gmail.com

²Institución de adscripción del Investigador anfitrión, Instituto, Departamento o dependencia; Domicilio, Colonia, Nombre, C.P: 79960, Ciudad, Edo, cesar.valencia@uaslp.mx



a)
Figura 1. El equipo experimental MICROBO: a) Perspectiva, b) Diagrama.

El circuito, esquematizado en la Fig. 1b), consta de una bomba de engranajes, un filtro, un medidor de flujo de Coriolis, dos precalentadores eléctricos, la sección de prueba (donde ocurren los fenómenos de ebullición), dos condensadores, un fuelle y un tanque para el almacenamiento del fluido de proceso (FC-72).

Los experimentos se realizaron en una sección de prueba tubular vertical hecha de un tubo de Pyrex con una capa de metal transparente depositada en la superficie externa, véase la Fig. 2. El diámetro interior del tubo es de 4,0 mm. La longitud calentada es de 155 mm. La sección de prueba es calentada por efecto Joule por una fuente eléctrica.



Figura 2. Sección de prueba.

La capa de metal es transparente para permitir el calentamiento de los tubos, así como la visualización de los fenómenos de ebullición. La visualización del patrón de flujo se realiza con una cámara de vídeo digital de alta velocidad y las imágenes se analizan con un software de procesamiento de imágenes. Las temperaturas de las paredes se miden mediante un conjunto de 10 termopares fijados a la pared exterior del tubo. El fluido de trabajo es FC-72, perfluorohexano C6F14, un líquido fluorinerte fabricado por 3M, utilizado en el enfriamiento electrónico.

Los experimentos se realizaron para dos niveles de flujo de masa: de 179 y 250 $kg/m^2 \cdot s$ variando el flujo de calor de 5.1 a 42.0 kW/m^2 . En este rango de flujo de calor, el análisis de imágenes de video da observaciones detalladas de patrones de flujo y mediciones de parámetros de burbujas como dimensiones, frecuencia y velocidad.

El flujo en ebullición se caracteriza por ser un flujo bifásico en donde las burbujas grandes se forman por la coalescencia de pequeñas burbujas bajo ciertas condiciones del flujo del fluido. Las burbujas grandes se forman durante el flujo "slug". El término burbuja de Taylor ha sido establecido por G. I. Taylor [4]. El objetivo en este trabajo ha sido la identificación de las burbujas de Taylor y el procesamiento de las mismas para obtener parámetros de burbujas específicos que proporcionen información para el estudio del flujo en ebullición comparando dos flujos másicos. Dos de estas burbujas se muestran en la Figura 3. Las imágenes utilizadas para el procesamiento en este trabajo fueron obtenidas de un trabajo experimental, donde se utilizó una cámara de alta velocidad en la sección de prueba [5].



Figura 3. Patrón de flujo "slug" con burbujas de Taylor.

Parámetros de burbuja

Las burbujas se han analizado mediante imágenes en una frecuencia de 700 Hz. Para cada condición de parámetros especificados, se han analizado cinco burbujas; el promedio de los cinco resultados es el resultado final a mostrar. Se ha realizado un análisis visual para las cuatro posiciones axiales más cercanas a la salida, donde están los termopares 7, 8, 9 y 10. Un área cuadrada, de un diámetro del tubo interior como lado, se consideró como área de influencia para cada posición axial. La Fig. 4 muestra el detalle.

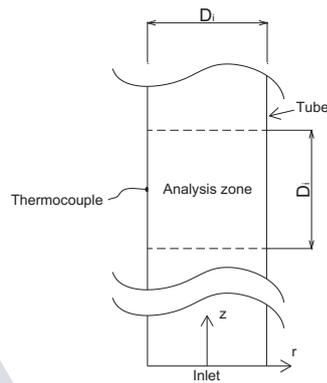


Figura 4. Zona de análisis de una posición axial específica.

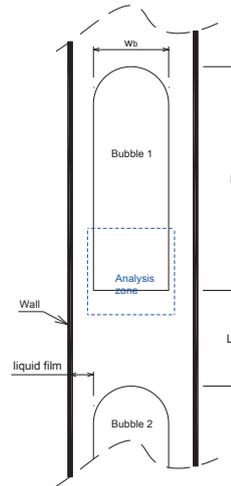


Figura 5. Parámetros de burbuja.

Hay algunos parámetros que han sido seleccionados tales como: la velocidad de la nariz, la longitud y el ancho de la burbuja.

Particularmente, en este documento se usan tres parámetros de burbujas adimensionales:

- Velocidad adimensional, u_n/u_l , donde u_n es la velocidad absoluta de la nariz de la burbuja en la zona de análisis correspondiente y u_l es la velocidad del líquido en las condiciones de entrada.
- Longitud adimensional, l_b/D_i , donde l_b es la longitud de la burbuja y D_i es el diámetro interior del tubo.
- Ancho adimensional, w_b/D_i , donde w_b es el ancho de la burbuja y D_i es el diámetro interior del tubo.

Los parámetros de burbuja son mostrados en la Fig. 5. La longitud de burbuja, ancho de burbuja, liquid slug (LS) y película líquida (liquid film) son algunos de ellos.

RESULTADOS

Las figuras muestran una comparación entre dos niveles de flujo másico: 179 y 250 $kg/m^2 \cdot s$, representados por círculos y triángulos, respectivamente.

Las figuras, en el eje de las abscisas, representan la longitud adimensional de la burbuja. En cada figura se han trazado dos curvas que representan las tendencias de los datos experimentales para los niveles de flujo másico bajo y alto, 179 y 250 $kg/m^2 \cdot s$, respectivamente. Los resultados aquí mostrados son para los parámetros que se especifican en cada figura.

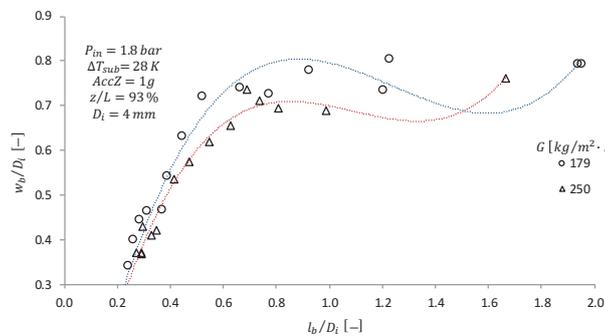


Figura 6. Ancho adimensional con respecto a la longitud adimensional

En la figura 6 es posible observar que las tendencias del crecimiento de las burbujas, para los dos flujos másicos, se asemejan y, sistemáticamente los anchos adimensionales guardan la siguiente relación:

$$\left(\frac{w_b}{D_i}\right)_{G=250} < \left(\frac{w_b}{D_i}\right)_{G=179} \quad (1)$$

Lo que conlleva a que los espesores de la capa líquida se relacionen de la siguiente manera:

$$\delta_{G=250} > \delta_{G=179} \quad (2)$$

El crecimiento de las burbujas, tanto longitudinalmente como transversalmente, es, en parte, influencia de las coalescencias de las mismas; además, el aumento en el ancho de la burbuja se ve limitado por el diámetro interior del tubo, tendiendo por tanto a aumentar en dirección longitudinal. Es posible que exista una relación entre el ancho de la burbuja y el nivel de turbulencia en la zona LS; esto es, para una burbuja de menor ancho, es decir mayor espesor de película líquida, se esperaría mayor recirculación de líquido en dicha capa, lo que conduciría a un probable aumento en el nivel de turbulencia en la zona LS, justo detrás de la cola de la burbuja. Para este estudio, el nivel de turbulencia en la zona LS sería mayor para el flujo másico mayor ($G = 250 \text{ kg/m}^2 \cdot s$).

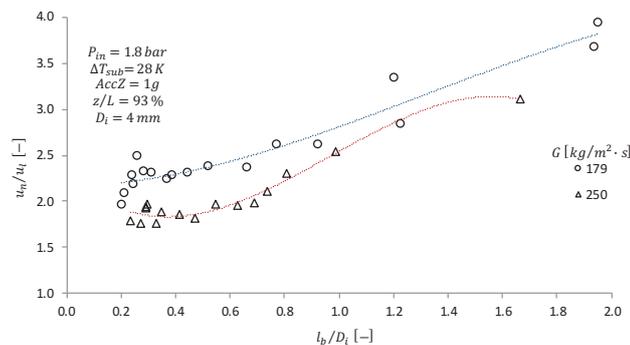


Figura 7. Velocidad adimensional contra longitud adimensional.

En la figura 7 es posible distinguir una diferencia sistemática en las velocidades adimensionales bajo la siguiente relación:

$$\left(\frac{u_n}{u_l}\right)_{G=250} < \left(\frac{u_n}{u_l}\right)_{G=179} \quad (3)$$

Tal como se explicó arriba, el nivel de turbulencia sería mayor para el flujo másico alto ($G = 250 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$), pudiendo ser esta la causa para que la velocidad adimensional en dicho flujo másico sea menor que aquella para el flujo másico bajo ($G = 179 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$). Además de lo anterior, el área transversal (relacionada directamente proporcional con el ancho) de la burbuja es menor para el flujo másico alto ($G = 250 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$), lo que, en comparación del flujo másico bajo ($G = 179 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$), produciría una menor fuerza de empuje en la cola de la burbuja, conllevando a una menor velocidad.

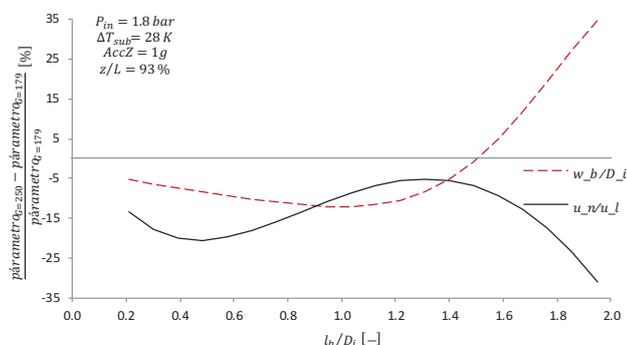


Figura 8. Diferencias porcentuales de los parámetros adimensionales de los dos flujos másicos.

En la figura 8 se muestran las diferencias en porcentaje de los parámetros adimensionales (ancho y velocidad) para los dos flujos másicos analizados con respecto a la longitud adimensional. Las curvas aquí mostradas son resultados de un ejercicio de regresión de tercer orden de los datos experimentales mostrados en las figuras 6 y 7.

CONCLUSIONES

Parámetros adimensionales de burbuja, en flujo en ebullición, han sido comparados para dos flujos másicos distintos. Lo más destacado se menciona a continuación:

- i) El ancho para el flujo másico alto es menor que para el flujo másico bajo.
- ii) El espesor de capa líquida para el flujo másico alto es mayor que para el flujo másico bajo.
- iii) La velocidad para el flujo másico alto es menor que para el flujo másico bajo.
- iv) Se cree que el nivel de turbulencia en la zona LS, provocado por la recirculación en la capa líquida, es inversamente proporcional a la velocidad de la burbuja.

BIBLIOGRAFIA

Artículos de revista

- [1] V SARDESHPANDE, M., V RANADE, V. (2013, enero 31). Two-phase flow boiling in small channels: A brief review. *Sadhana*, 38, pp.1-2.
- [2] KARAYIANNIS, T.G., MAHMOUD, M.M. (2016, agosto 19). Flow boiling in microchannels: Fundamentals and applications. *Applied Thermal Engineering*, 115, pp. 1372-1376.
- [3] LEE, S., MUDAWAR, I. (2016, junio). Investigation of flow boiling in large micro-channel heat exchangers in a refrigeration loop for space applications. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 97, pp.1-2.
- [4] DAVIES, R. M., TAYLOR, G. I. (1950). The mechanics of large bubbles rising through liquids and through liquids in tubes, *Proceedings of The Royal Society of London, Series A*. 200, pp. 375-390.

Libros

- [5] VALENCIA CASTILLO, C.M. (2015). *Comparison of Flow Boiling Heat Transfer between Earth-gravity and Microgravity Level* (tesis de doctorado). Universidad Autónoma de Guanajuato, Salamanca, Guanajuato, MÉXICO.

NANOTUBOS DE CARBONO CON FRONTERA DE GRANO: ANILLOS OCTAGONALES Y CUADRADOS

Alma Janet Salazar Ibarra¹ y Florentino López Urías²

¹Unidad Académica de Física, UAZ, Calzado Solidaridad esquina con paseo a la Bufa s/n, Zacatecas, México.

²Advanced Materials Department, IPICYT, Camino a Presa San José 2055, Col. Lomas 4a Sección, San Luis Potosí, México.

RESUMEN

Se estudiaron las propiedades electrónicas de Nanotubos de Carbono con frontera de grano anillos octagonales y cuadrados, los cálculos electrónicos fueron llevados a cabo mediante la teoría funcional de la densidad (DFT). Las estructuras fueron relajadas mediante el gradiente conjugado con ayuda del código SIESTA. Nanotubos Zigzag y armchair se investigaron. Los resultados de la densidad de estados electrónicos y estructura de bandas indican que nanotubos semiconductores pueden cambiar a metálico, si la energía es menor que cero entonces tendremos un defecto lineal extendido.

INTRODUCCIÓN:

Los nanotubos de carbono son pequeñas y delegadas estructuras cristalinas planas que están constituidas por añillos de carbono hexagonales curvadas y cerradas, que forman tubos de tamaño nanométrico [1], con diámetros pequeños como de 1nm y longitudes de hasta varios centímetros. Las estructuras de los nanotubos de carbono han sido ampliamente estudiadas por muchos grupos de investigación alrededor del mundo debido a sus potenciales aplicaciones.

Los nanotubos de carbono surgen el 1991 mientras se realizaba una investigación sobre Fullerenes (estructura molecular hasta entonces conocida del carbono) [2]. En 1992 se predijo que las propiedades electrónicas de los nanotubos de carbono dependen del diámetro de los tubos y la quiralidad. Estas propiedades varían con la forma atómica y el arreglo periódico de los átomos en las estructuras, llegando a ser metales conductores o semiconductores [3]. Las primeras aplicaciones de los nanotubos de carbono se realizaron en el campo de la electrónica, llegando a la conclusión de que estas estructuras pueden ser metálicas o semiconductoras.

Los nanotubos pueden clasificarse en diferentes tipos: armchair, zigzag o quiral (Figura 1) dependiendo del arreglo atómico de las estructuras se pueden encontrar las diferentes propiedades de los nanotubos de carbono, ya sea que pueden tener propiedades eléctricas muy parecidas a los metales, o propiedades de un semiconductor dependiendo de la estructura.

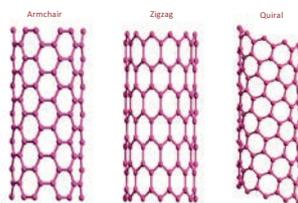


Figura 1: Tipos de estructuras de los nanotubos de carbono dependiendo del arreglo y orientación de los hexágonos.

Una de las técnicas más usadas para la producción de los nanotubos de carbonos es la de deposición química de vapor (CVD). Esta consiste en la reacción química de compuestos orgánicos sometidos a una temperatura específica. Se utiliza principalmente para sintetizar recubrimientos que modifiquen las propiedades eléctricas, ópticas y químicas de los materiales, o también para mejorar las superficiales como la dureza, el desgaste y la resistencia a la corrosión. [4]

Un tema muy interesante para el estudio de los nanotubos es el dopaje químico en las nano estructuras de carbono. Este consiste en remover un átomo de carbono dejando una vacancia y poniendo un átomo de algún otro elemento químico, para con esto tener un reacomodo de átomos y obtener una estructura diferente. Por ejemplo, el nitrógeno se puede encontrar en la red de carbono sp² como N-pirrolico, N-cuaternario, y N-piridinico [5]. El dopaje químico puede influir es las propiedades electrónicas y de transporte. [6]

Un tema de suma importancia en el estudio de los nanotubos de carbono y grafeno son las fronteras de grano. [7] Los límites de grano o frontera de grano son defectos topológicos con desorden de los átomos que separan dos pedazos de una hoja de grafeno hexagonales. [8] este defecto topológico introduce en el nanotubo anillos distintos a los hexágonos originalmente de la hoja de grafeno. Este defecto impone en los nanotubos de carbono que sus propiedades eléctricas sean afectadas por su frontera de grano en la punta de su estructura. [9] Dependiendo de la estructura de la frontera se pueden observar dos comportamientos muy interesantes y diferentes respecto al transporte de los electrones, pueden comportarse de forma transparente y actuar como un conductor o puede oponerse y bloquear el paso de corriente para un rango de energía [10].

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Trabajamos en fronteras de grano 8-4 en diferentes posiciones de un tubo de carbono (ancho y largo). Los cálculos electrónicos fueron llevados a cabo utilizando (DFT) y relajando las estructuras mediante el gradiente conjugado implementado en el código SIESTA. Para las funciones de onda se representaron por una combinación lineal usando una base doble Z polarizada.

- Defectos octagonales y cuadrados a lo ancho de un nanotubo armchair (6,6)

Primero consideramos líneas de defectos (octágonos y cuadrados) en una estructura que contiene 84 átomos en su celda unitaria, ver **figura 2a** donde las fronteras de grano se encuentran a lo ancho del tubo.

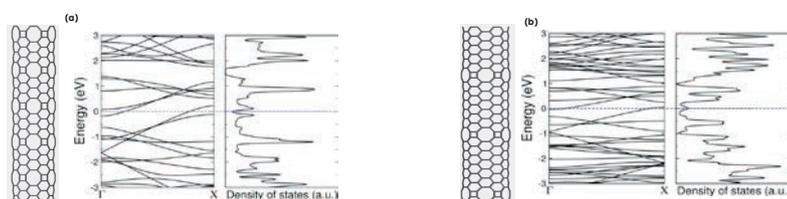


Figura 2: Estructuras de banda y densidad de estados para nanotubos de carbono en una estructura armchair (6,6) con frontera de grano (8-4) a lo ancho de su eje. Las líneas punteadas azules representan el nivel de Fermi.

La estructura de bandas y la densidad de estados representados en la imagen nos muestran que en el cruce de las bandas en el nivel de Fermi y en la densidad de estados en el nivel de Fermi tiene un pico, lo que significa que el tubo es un metal. Para una estructura de 156 átomos **figura 2b** por lo que las estructuras de bandas cruzan el nivel de Fermi y el pico en la densidad de estados nos dice que también es un metal.

- Defectos octagonales y cuadrados a lo largo de un nanotubo zigzag

Consideramos ahora estructuras de nanotubos zigzag con frontera de grano (8-4) a lo largo de su eje. Para este tipo de estructuras se hicieron los cálculos correspondientes para obtener la estructura de bandas y la densidad de estados para cada uno de los casos. Todo esto se hizo para 14 tubos donde se fue variando el diámetro y el número de átomos para cada uno, comenzando con el tubo de 78 átomos y así se fueron disminuyendo 4 átomos por cada nanotubo. La **figura 3** muestra la simulación de las estructuras de nanotubos de carbono zigzag.

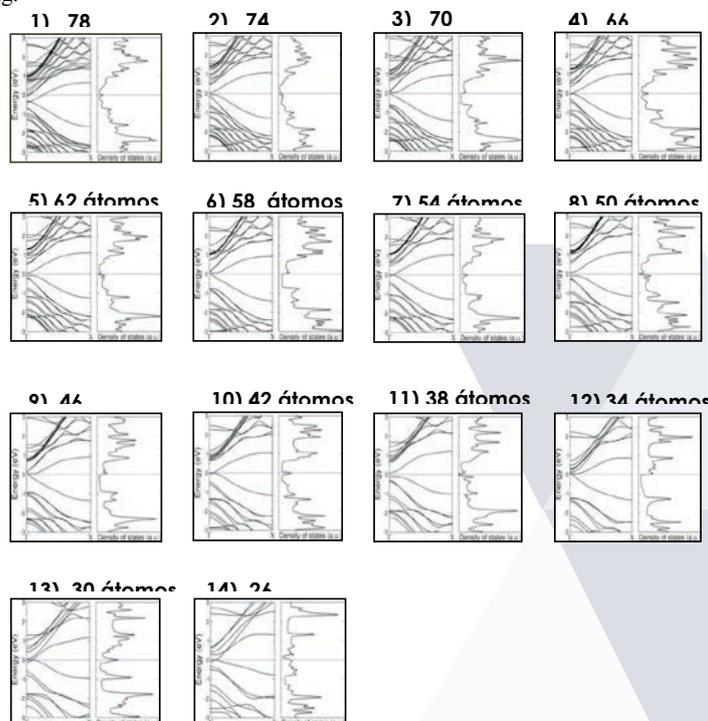


Figura 3: estructura de bandas y densidad de estados para un nanotubo zigzag con una frontera de grano (8-4) a lo largo de su eje. Las líneas punteadas azules representan el nivel de Fermi.

Cabe mencionar que para este defecto las estructuras de las celdas unitarias para cada uno de los casos analizados son diferentes a las estructuras definidas originalmente para un zigzag (n,0). Esto es que para un zigzag (9,0) tendríamos 36 átomos por celda unitaria, mientras que para nuestro nanotubo zigzag (9,0) tenemos 34 átomos por celda unitaria, esto es que cada celda unitaria de nanotubos estudiados tiene dos átomos menos que un nanotubo zigzag norma. Lo que nos lleva a una interrogativa de si cambian las propiedades eléctricas con respecto a los nanotubos zigzag inicialmente encontrados.

Se encontraron 3 reglas deferentes para asociar a los nanotubos estudiados en esta parte que consiste en dividir el número de átomos a la mitad:

$$3p \quad (1)$$

$$3p+1 \quad (2)$$

$$3p+2 \quad (3)$$

donde p es el número de átomos de la parte superior de la celda unitaria paramcada un de los nanotubos estudiados . Cada una de estas reglas nos lleva a investigar las propiedades electrónicas de cada uno de los nanotubos de carbono con frontera de grano a lo largo de su eje. Según las reglas encontradas, la estructura de bandas y la densidad de estados de las **figura 3** para cada uno de los nanotubos, encontramos que el grupo de nanotubos que satisfacen la primer regla (1) son aquellos que en la estructura de bandas hay un cruce en el nivel de Fermi ver en la **figura 3: 1) 4) 7) 10) 13)**, lo que significa que todos estos nanotubos son metálicos. Ahora analizando los nanotubos pertenecientes a la segunda regla (2), para este caso los nanotubos que la satisfacen **figura 3:2) 5) 8) 11) 14)** se observa que en su estructura de bandas hay un gap entre la banda de valencia y la banda de conducción, pero para estos nanotubos la banda de conducción tiende a tener una tendencia ascendente, para los cuales tenemos unos nanotubos semiconductores. Por ultimo analizando para la tercer regla (3) los nanotubos que la satisfacen **figura 3: 3) 6) 9) 12)** observamos en su estructura de bandas hay un gap entre las bandas, lo que los diferencia a los nanotubos que satisfacen la segunda regla es que la banda de conducción se mantiene un poco antes de tener un crecimiento ascendente, mientras que en la densidad de estados nos muestra que estamos hablando de un semiconductor.

CONCLUSIONES

Se hizo la simulación de las estructuras de nanotubos de carbono con frontera de grano (8-4) a lo largo y a lo ancho de su eje. La estructura de bandas y la densidad de estados para cada uno de los nanotubos nos proporcionan información acerca de las propiedades electrónicas de cada uno de los nanotubos. Encontramos que los nanotubos armchair con diferentes átomos en su celda unitaria tienen propiedades metálicas mientras que los nanotubos zigzag varían sus propiedades dependiendo del diámetro de cada uno de los nanotubos siendo estos semiconductores o metálicos. Pero hay algo que no podemos dejar de observar y analizar, es que entre más pequeño sea el diámetro y menor el número de átomos por celda unitaria en los nanotubos estos se van pareciendo en sus propiedades a un nanotubo de carbono simple sin defectos, existe también una deformación en estos nanotubos más pequeños, ya que el defecto es más notorio.

REFERENCIAS:

- [1] J.-C. CHARLIER, Defects in Carbon Nanotubes, Acc. Chem. Res. 2002, 35, 1063-1069.
- [2] Gonzalo Iván Alzate-López, PRODUCCIÓN Y SIMULACION DE NANOTUBOS DE CARBONO CRECIDOS POR LA TÉCNICA DEPOSICION QUIMICA DE VAPORES OPTIMIZADA POR PLASMA PE CVD, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Colombia, 2010, p 14.
- [5] Luis E. Jimenez-Ramírez. Dulce C. Camacho-Mojica. Emilio Muñoz-Sandoval. Florentino Lopez-Urías, First-principles study of transition metal adsorbed on porphyrin-like motifs in pyrrolic nitrogen-doped carbon nanostructures, Carbon 116 (2017) 381e390.
- [6] M. Pelca, W. Jaskólski, A. Ayuela. L. Chico, Octagonal Defects as the Source of Gap States in Graphene Semiconducting Structures, ACTA PHYSICA POLONICA A, Vol. 124 (2013).

[7] M. Pelc, L. Chico, A. Ayuela, W. Jaskólski “Grain boundaries with octagonal defects in graphene nanoribbons and nanotubes”, PHYSICAL REVIEW B 87, 165427 (2013)

[10] Javier Ramos-Peña, Almacenamiento de energía en bordes de grano en grafeno, Universidad de Sevilla, 2016, p 29.

Agradecimientos

Agradecemos al apoyo brindado por parte del CONACYT y la Universidad Autónoma de Zacatecas para que esta estancia de investigación fuera llevada a cabo.

Al Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT) por brindarme la confianza de hacer usos de sus instalaciones.

Agradecimiento muy especial al Dr. Florentino López Urías por su tiempo, dedicación y paciencia hacia el proyecto.

Al equipo de la división avanzada de materiales por brindarme amablemente de sus conocimientos y por su valiosa amistad brindada.

DESARROLLO DE LA APLICACIÓN WEB PARA CONSULTA DE MATERIAL BIBLIOGRÁFICO EN EL CAMPUS JALPA UTILIZANDO ANGULARJS Y PHP

¹Blanca Iveth Sandoval Villa y ²Alejandro Ulises López Orozco

RESUMEN

En este trabajo se presenta el desarrollo de una página Web que permite realizar consultas acerca del material bibliográfico que se encuentra en la biblioteca de la Universidad Autónoma de Zacatecas, Campus Jalpa. Esta página Web permite realizar búsquedas de los materiales que se encuentran registrados en la biblioteca como libros, tesis, material multimedia y pruebas psicológicas. Las tecnologías Web utilizadas fueron HTML5, CSS, Bootstrap, AngularJS, PHP y el gestor de base de datos MySQL.

ABSTRACT

This work presents the development of a web page that allows to consult about the bibliographic material that is in the library of the Autonomous University of Zacatecas, Campus Jalpa. This website allows searching the materials that are registered in the library as books, theses, multimedia and psychological tests. The Web technologies used were HTML5, CSS, Bootstrap, AngularJS, PHP and the MySQL database manager.

Palabras clave: Base de datos, página web, herramientas de programación.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad muchas de las instituciones educativas cuentan con su propio sitio Web en el que es posible consultar material bibliográfico con los que cuenta la institución, algunas universidades que hacen uso de esto son: la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Universidad Nacional Autónoma de México, La Universidad Autónoma de Guadalajara, entre otras.

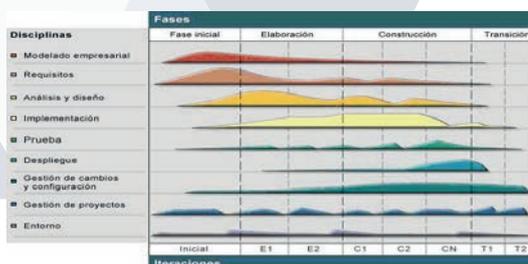
Es por ello, que la Universidad Autónoma de Zacatecas, Campus Jalpa decidió desarrollar esta aplicación Web, con el objetivo de que tanto docentes y alumnos puedan consultar en línea la bibliografía con la que cuenta la biblioteca de esta institución superior. Para la aplicación se hizo uso de tecnologías Web pertenecientes a la denominada Web 3.0, ya que, mediante ellas se pueden realizar aplicaciones responsivas, es decir, que se pueden visualizar en cualquier tipo de dispositivos como computadoras de escritorio, tabletas y smartphones.

Para su desarrollo se utilizó el lenguaje HTML5 el cual nos permite crear la estructura y presentar contenido en la WWW, CSS es un lenguaje de estilos que define la presentación de los documentos HTML (Juan Diego Gauchat, 2012), BOOSTSTRAP es un framework css que permite dar forma a un sitio web mediante librerías css que incluye tipografías, botones, cuadros, menús entre otros y que permite hacer responsivas o adaptativas a las aplicaciones Web (“Que es Bootstrap”, 2017) para el acceso a la base de datos se utilizó el lenguaje de programación del lado del servidor PHP que es un lenguaje de código abierto muy popular especialmente adecuado para el desarrollo Web que puede ser incrustado en HTML, para el almacenamiento de datos se utilizó MySQL que es un sistema de administración de base de datos que ofrece una excelente confiabilidad y rendimiento en aplicaciones realizadas con PHP (Joel González Estrada, 2017)

MÉTODOS Y MATERIALES

• Metodología usada

La metodología utilizada para el desarrollo de este trabajo es la del proceso unificado. Este modelo se caracteriza por ser un conjunto de actividades necesarias para transformar los requisitos de un usuario en un sistema de software, el cual tiene dos dimensiones, la del eje horizontal que representa el tiempo y muestra los aspectos del ciclo de vida del proceso a lo largo de su desenvolvimiento y el vertical que representa las disciplinas, las cuales agrupan actividades de una manera lógica de acuerdo a su naturaleza (Fig. 1 y Fig.2), además de ser interactivo e incremental está basado en los casos de uso, en cuanto a sus características verifica de manera continua la calidad del software y la gestión de los requisitos de la aplicación (JACOBSON, BOOCH, & JAMES RUMBAUGH, 2000).



Rango de trabajo	Descripción
Modelado del negocio	Los procesos del negocio se modelan utilizando casos de uso de negocio.
Requisitos	Se definen los actores que interactúan con el sistema y se detallan casos de uso para modelar los requerimientos del sistema.
Análisis y diseño	Se crea y documenta un modelo del diseño utilizando modelos arquitectónicos, modelos de componentes, modelos de objetos y modelos de secuencias.
Implementación	Se implementan y estructuran en subsistemas los componentes del sistema. La generación automática de código de los modelos del diseño ayuda a acelerar este proceso.
Pruebas	Las pruebas son un proceso iterativo que se llevan a cabo conjuntamente con la implementación. A la finalización de la implementación tienen lugar las pruebas del sistema.
Despliegue	Se crea una versión del producto, se distribuye a los usuarios y se instala en su lugar de trabajo.
Configuración y cambio de gestión	Este rango de trabajo de soporte gestiona los cambios del sistema (véase el Cap. 29).
Gestión del proyecto	Este rango de trabajo de soporte gestiona el desarrollo del sistema (véase el Cap. 3).
Entorno	Este rango de trabajo se refiere a hacer herramientas software apropiadas disponibles para los equipos de desarrollo de software.

Fig. 2. Flujo de Trabajo del Proceso Unificado.

- **Modelo de Requerimientos**

Conforme a los requerimientos obtenidos del sistema, se hizo uso de la notación de casos de uso en la descripción del sistema, bajo los términos distintos de utilización (Fig.3).

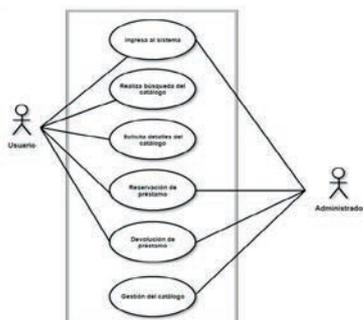


Fig. 3. Modelo de Requerimientos.

- **Modelo Entidad-Relación (E-R)**

El modelo entidad relación se utiliza para el modelado de datos que permite representar las entidades relevantes de un sistema así como sus relaciones y sus propiedades.

- **Modelo-Vista-Controlador:**

Para el desarrollo de la aplicación web se utilizó el Modelo-Vista-Controlador (MVC) en AngularJS ya que este nos proporciona un trabajo ordenado y escalable.

EL MVC es un patrón de arquitectura que utiliza tres componentes básicos (La Vista, los Modelos y los Controladores). En el que sus archivos se dividen de la siguiente manera: carpeta js, carpeta controllers, carpeta models, carpeta views y el archivo index.html.

RESULTADOS

Esta página Web está dividida en dos vistas una que es la que se le muestra al usuario para hacer las consultas ya sea en la opción de búsquedas rápidas o la de pruebas psicológicas (Fig. 5).



Fig. 5. Pantalla principal de las consultas.

PRIMERA VISTA

- **Consultas de búsqueda rápida.**

Al momento de dar clic en la opción de búsquedas rápidas aparece su página correspondiente en la cual aparecerá un menú desplegable para escoger la forma en la que desee buscar un catálogo (Fig. 6), Una vez escrito el nombre y seleccionado cualquiera de las opciones anteriores al dar clic en el botón de buscar aparece su información (Fig. 7), al momento de que la información del catálogo que se desee buscar se hayan mostrado, aparecerá un enlace en el código del material para seleccionarlo y ver sus detalles (Fig. 8).

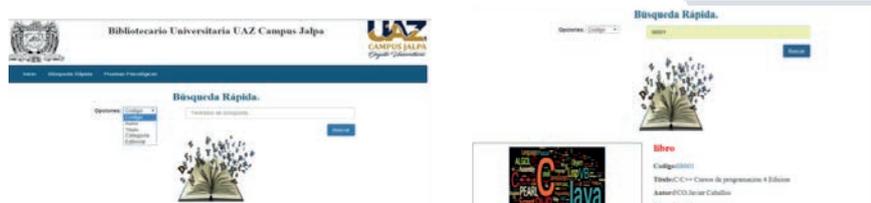


Fig. 6. Búsquedas

Fig. 7. Información de la búsqueda realizada.



Fig. 8. Detalles del catálogo.

- Consultas de pruebas psicológicas.

Para la oposición de búsquedas psicológicas al dar clic en ello aparecerá la página en donde se encuentra un menú para selección la categoría por la que desees buscar el material, (Fig. 9), una vez escrito el nombre y seleccionada la categoría al dar clic en el botón de buscar se mostrará su información correspondiente (Fig. 10).



Fig. 9. Búsquedas psicológicas.



Fig. 10. Información de la búsqueda realizada.

SEGUNDA VISTA

Esta vista es la que se le muestra al administrador que tiene la opción para iniciar sesión y la de consultas de catálogos (Fig. 11).



Fig. 11. Pantalla principal del sitio web.

Para el caso de que el administrador desee hacer las altas de los catálogos debe de iniciar sesión para ingresar a la siguiente página (Fig. 12) en la cual parecerán cuatro opciones para elegir qué tipo de catálogo que se dará de alta, una vez se lesionado cualquiera de las cuatro opciones aparecerá su formulario para registrar el catalogo (Fig. 13).



Fig. 12. Altas del catálogo.



Fig. 13. Formulario del registrar del catálogo.

En el caso de la opción de control de catálogos al dar clic en ella aparecerá una ventana en la que se podrá ingresar un valor y realizar su búsqueda (Fig. 14) una vez mostrada su interfaz tendrá la opción de eliminar (Fig.

15) en el cual aparecerá un mensaje si este fue eliminado correctamente (Fig. 16) o la opción de editar (Fig. 15) en la cual se podrá hacer modificaciones de la información del material (Fig. 17).



Fig. 14. *búsquedas del catálogo*



Fig. 15. *Opciones de edición o eliminación del catálogo.*

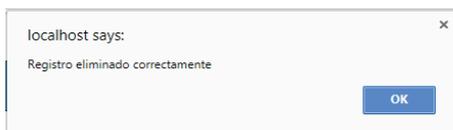


Fig. 16. *Mensaje del registro eliminado.*



Fig. 17. *Pantalla edición del catálogo.*

CONCLUSIONES

Este sistema permite hacer la búsqueda de los materiales que se encuentran registrados en la biblioteca del Campus Jalpa .Su finalidad es hacer que el alumno o público en general obtenga la información relevante de su interés, además de poder hacerlo desde cualquier lugar en el que se encuentre y tenga acceso a una dispositivo que tenga un navegador Web y esté conectado a Internet.

Los trabajos a futuro que se consideran hacer en esta aplicación Web es realizar el módulo de préstamos y devoluciones.

BIBLIOGRAFÍA

Libros

JACOBSON, I., BOOCH, G., & JAMES RUMBAUGH. (2000). EL PROCESO UNIFICADO DE DESARROLLO DE SOFTWARE (Vols. 1-PRIMERA EDICION). MADRID: ADDISON WESLEY.

Joel González Estrada. (2017, Agosto 17). Desarrollo Web con PHP y MySQL.

Juan DiegoGauchat. (2012). El gran libro de HTML5.CSS3 y JavaScript (PRIMERA EDICION). BARCELONA: MARCOMBO.

Documento

Que es Bootstrap. (2017, Agosto 17). Recuperado a partir de <https://raiolanetworks.es/blog/que-es-bootstrap/>

DESARROLLO DE LA APLICACIÓN WEB PARA CONSULTA DE MATERIAL BIBLIOGRÁFICO EN EL CAMPUS JALPA UTILIZANDO ANGULARJS Y PHP

Edgar Omar Ortiz Murillo¹ y Alejandro Ulises López Orozco²

RESUMEN

En el presente documento se presenta el desarrollo de una página Web que permite dar de alta, modificar y/o eliminar material bibliográfico para la biblioteca de la Universidad Autónoma de Zacatecas, Campus Jalpa el cual consta de libros, tesis, archivos multimedia (CD, DVD, etc.) y pruebas psicológicas. Así mismo, permite realizar consultas para observar el catálogo registrado en la Base de Datos (BD) y poder consultar si el material bibliográfico deseado por el usuario se encuentra disponible en la biblioteca. El lenguaje de programación utilizado fue HTML5 con AngularJS y el administrador de Base de Datos MySQL.

ABSTRACT

The present document presents the development of a web page that allows to register, modify and/or remove bibliographic material for the library of the Universidad Autónoma de Zacatecas, Campus Jalpa which consists of books, theses, multimedia files (CD, DVD, etc.) and psychological tests. Also, it allows to make queries to observe the catalog registered in the Database (BD) and to be able to consult if the bibliographic material desired by the user is available in the library. The programming language used was HTML5 with AngularJS and the MySQL Database Administrator.

Palabras Clave: Base de Datos, página Web, administrador de Base de Datos, lenguaje de programación.

INTRODUCCIÓN

La información juega un papel importante en la vida de las personas y ha evolucionado paralelamente convirtiéndose en parte indispensable dentro de la vida cotidiana. En la actualidad, gran cantidad de instituciones educativas cuentan con un sitio Web en el que los usuarios pueden consultar el catálogo disponible en la biblioteca y posteriormente realizar la solicitud de un préstamo, entre las universidades que cuentan con un sitio Web para su biblioteca se encuentran UNAM, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Tecnológico de Monterrey, entre otras.

Por ello es que la Universidad Autónoma de Zacatecas Campus Jalpa ve la necesidad de un sitio Web en el que los usuarios puedan consultar la disponibilidad de su material bibliográfico para de esta manera llevar un mejor control del catálogo y hacer esto un trabajo más simple para los usuarios que en este caso pueden ser docentes, alumnos, o personas externas a la universidad.

Anteriormente, el control del catálogo de la biblioteca, se llevaba por medio de un archivo en Excel. El problema no existiría si la cantidad de información fuera pequeña pero actualmente se encuentra registrada gran cantidad de material en este archivo, además, de esta manera un usuario no puede realizar una búsqueda por su cuenta debido a que el bibliotecario (encargado del control de la biblioteca) debe tener un riguroso cuidado de que el catálogo no sea modificado ya que esto puede ocasionar un descontrol en el manejo de la información, así como la pérdida de dicha información, lo que ocasionaría el hecho de analizar y verificar que el material bibliográfico se encuentre registrado correctamente.

Los Sistemas de Información (SI) permiten automatizar los procesos de información de manera precisa, permitiendo que las organizaciones obtengan mejoras en la manera que realizan sus actividades y logren ventajas competitivas dentro de ella (Reynolds & Stair, 1999). Los administradores tienen una tarea importante en el uso de los recursos para la consecución de metas, para ello se debe tener control que facilite el cumplimiento de los planes. El control es una medida necesaria que permite medir o corregir el desempeño organizacional para garantizar que los hechos se apeguen a los planes (H. & H., 2004).

MÉTODOS Y MATERIALES

La metodología utilizada para el desarrollo de este trabajo es el Proceso Unificado. Dicho modelo se caracteriza por el conjunto de actividades necesarias para transformar los requisitos de un usuario en un sistema de software, el cual tiene dos dimensiones, la del eje horizontal que representa el tiempo y muestra los aspectos del ciclo de vida del proceso a lo largo de su desenvolvimiento y el vertical que representa las disciplinas, las cuales agrupan actividades de una manera lógica de acuerdo a su naturaleza (2017). Es interactivo e incremental y está basado mucho en los casos de uso, en cuanto a sus características verifica de manera seguida la calidad del software y administra los requisitos.

El modelo Entidad – Relación (E-R) está basado en una percepción de un mundo real que consiste en una colección de objetos básicos, denominados entidades, y de relaciones entre estos objetos (Rivaz Arzaluz, 2015). A continuación se muestra una figura para ejemplificar lo anterior (figura 1).

¹Universidad Autónoma de Zacatecas, Campus Jalpa; Libramiento Jalpa km 156+380, Fraccionamiento Solidaridad, C.P. 99601, Jalpa, Zacatecas, omarortiz@gmail.com

²Universidad Autónoma de Zacatecas, Campus Jalpa; Libramiento Jalpa km 156+380, Fraccionamiento Solidaridad, C.P. 99601, Jalpa, Zacatecas, alopezorozco@uaz.edu.mx

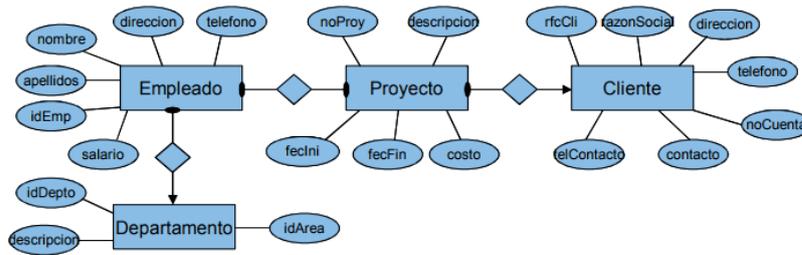


Figura 1. Ejemplo del modelo Entidad - Relación

Para el desarrollo de la aplicación web se utilizó el Modelo-Vista-Controlador (MVC) en AngularJS ya que proporciona un trabajo ordenado y escalable. EL MVC es un patrón de arquitectura que utiliza tres componentes básicos: la Vista, el Modelo y el Controlador. La figura 2 muestra una descripción grafica del modelo.

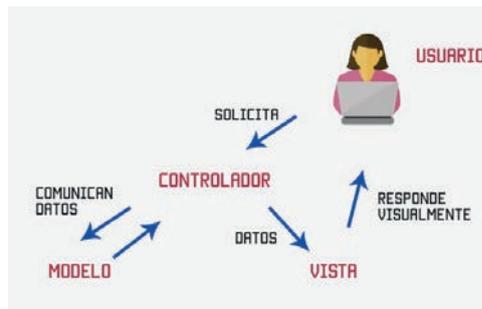


Figura 2. Modelo Vista Controlador (MVC)

RESULTADOS

Para la implementación del sitio Web se utiliza la implementación de una base de datos, para lo cual primeramente se hizo un levantamiento de requerimientos, la creación del diagrama de BD con el uso del modelo Entidad – Relación notación pata de gallo. Así como la creación del diagrama de casos de uso. A continuación, la figura 3 muestra el diagrama de casos de uso utilizado para el desarrollo del proyecto.



Figura 3. Diagrama de casos de uso.

Posteriormente, se procedió a la documentación del diagrama de casos de uso y el diagrama de base de datos. Antes de proceder a la creación del sitio Web se realizó un primer diseño como se muestra en la figura 4.



Figura 4. Diseño preliminar de la página.

Con un primer diseño que sirva como base, se pasó a la creación del sitio Web. Dicho sitio se encuentra compuesto por dos vistas, una es la que se muestra al usuario en el momento de realizar una consulta a la base de datos, la segunda vista es la que se muestra al administrador (en este caso el bibliotecario) al momento de realizar el control del catálogo (altas, bajas, modificación). En la figura 5 se observa la página de principal del sitio.



Figura 5. Página de inicio.

Al momento de realizar una búsqueda, primeramente se encuentra la pantalla en la que se solicita al usuario que ingrese los valores que desea tomar en cuenta para su consulta (figura 6), después de que el usuario ingresa los valores y realiza la consulta, se muestra información general con los resultados obtenidos en dicho evento (figura 7), a continuación el usuario puede elegir un artículo en específico para que le sean mostrados todos los datos del elemento (figura 8).



Figura 6. Página para búsqueda rápida.



Figura 7. Consulta de búsqueda rápida.



Figura 8. Detalles de catálogo específico.

Por otro lado se encuentra la vista que se muestra al administrador o bibliotecario, en esta vista se encuentra la opción en la que se le pide ingresar un valor de búsqueda en caso de que desee eliminar o editar el catalogo o una opción para ingresar un nuevo elemento al catálogo. En el primer caso se muestra una tabla con información general de los elementos que coincidan con los detalles de la búsqueda (figura 9) y se da la oportunidad de eliminar o editar algún elemento, lo podemos observar en la figura 10. Si presiona el botón de eliminar, se mostrará un aviso en caso de que la eliminación fue correcta o errónea como se muestra en la figura 11. En caso de que presione el botón de

editar se enviará a otra página en la que se mostrarán todos los valores del elemento seleccionado para su posterior edición (figura 12).



Figura 9. Formato para realizar la búsqueda en el catálogo.



Figura 10. Resultado de la búsqueda.

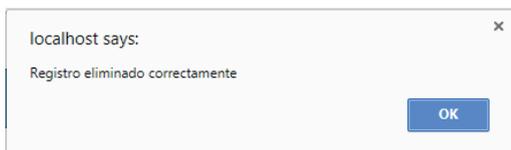


Figura 11. Mensaje de eliminar.



Figura 12. Página para modificar el catálogo.

Para ingresar un nuevo registro primeramente debe seleccionar que tipo de elemento desea agregar (Libro, tesis, multimedia, pruebas psicológicas) como se muestra en la figura 13, seguido de eso se muestran los campos que se deben llenar para su registro (figura 14).



Figura 13. Página principal para dar de alta en el catálogo.



Figura 14. Formulario personalizado al catálogo seleccionado.

CONCLUSIONES

Con el uso de este sitio, los usuarios podrán consultar de manera más fácil el catálogo de la biblioteca para de esta manera más tarde realizar la solicitud de un préstamo. Además, el bibliotecario tendrá un mejor manejo de los datos y estará más protegido para evitar pérdida o reemplazo de información.

Queda como trabajos futuros añadir la sección de préstamos para que el usuario pueda consultar el catálogo y solicitar o apartar algún elemento desde su hogar.

BIBLIOGRAFIA

Libros

- H., W., & H., K. (2004). *Administración: Una perspectiva global*. McGrawHill.
 Reynolds, G., & Stair, R. (1999). *Principios de sistemas de información*. Thomson.
 Rivaz Arzaluz, M. D. (2015). *Fundamentos de Bases de Datos. Modelo Entidad-Relación*.

Artículos en línea

(02 de Agosto de 2017). Obtenido de <http://yaqui.mx1.uabc.mx/~molguin/as/RUP.htm>

DESARROLLO DE UNA PÁGINA WEB CON UN MAPA DINÁMICO DEL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE ZACATECAS.

Edith Miriam Stephanie Enciso Martínez¹ y Eduardo García Sánchez²

RESUMEN

En el presente documento, se muestra la documentación correspondiente a la creación de una página web con un mapa dinámico del centro histórico de la ciudad de Zacatecas, este proyecto fue generado utilizando la metodología propuesta por Hernández [1], que comprende las fases de: Concepto o pre-producción, análisis, diseño, desarrollo, implementación, evaluación y validación del programa, producción y elaboración del material complementario, para obtener un producto de calidad, el proyecto fue desarrollado utilizando las siguientes herramientas; GIMP versión 2.8.10, tUpí versión 0.2 y WordPress versión 4.7.5.

ABSTRACT

In the present document, it shows the documentation about the creation of one page web with a map dynamic of the center historic of the city of Zacatecas, this project was generated using the methodology proposed by Hernández [1], which comprises the steps of: concept or preproduction, analysis, design, development, implementation, evaluation and validating the program, production and elaboration of the complementary material, for obtain a product of quality, the project was development using the next tools; GIMP version 2.8.10, tUpí version 0.2 and WordPress version 4.7.5.

Palabras Clave: mapa dinámico, aplicación web, aplicación turística.

INTRODUCCIÓN

En virtud de que existe una gran cantidad de turistas que desean conocer el centro histórico de la ciudad de Zacatecas por sus propios medios, se decidió crear una página web sencilla, que permita planificar la visita a los lugares turísticos más importantes de dicha ciudad. Esta página web proporcionará información relacionada con los horarios, costos, dirección y una breve descripción del lugar, además, dicha aplicación permitirá generar un recorrido desde un punto específico inicial, hasta el destino turístico seleccionado. Los principales objetivos que se consideraron en este trabajo, fueron mostrar los museos y principales puntos turísticos localizados en el centro histórico de la ciudad de Zacatecas,

MÉTODOS Y MATERIALES

En este trabajo se siguió la metodología propuesta por Hernández [1], sin embargo, se omitieron las actividades que se refieren al diseño instruccional, en virtud de que, la página web no está diseñada para fines educativos, sino más bien, para uso informativo. La metodología utilizada consta de ocho etapas que se presentan en los resultados de este trabajo.

RESULTADOS

En la sección de introducción, se describe de manera general la fase de Concepto o Pre-producción. En las fases de análisis y diseño de la aplicación web, las actividades más importantes y que se llevaron a cabo, fue la generación del esquema de navegación (ver figura 1), mapa de navegación (ver figura 2) y los Storyboard (ver figura 3). Esta etapa nos permite definir cuál será la estructura, contenidos, actividades y conectividad de la aplicación Web.

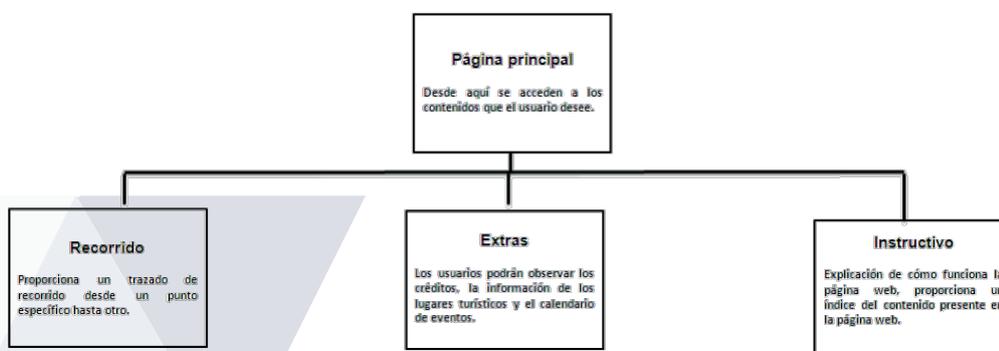


Figura 1. Esquema de navegación

¹ Universidad Autónoma de Zacatecas: Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica; Av. Ramón López Velarde No. 801, Col. Centro, C.P: 98060, Zacatecas, Zac., edith_enciso_m@gmail.com

² Universidad Autónoma de Zacatecas: Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica; Av. Ramón López Velarde No. 801, Col. Centro, C.P: 98060, Zacatecas, Zac., eduardogarciasanchez@gmail.com

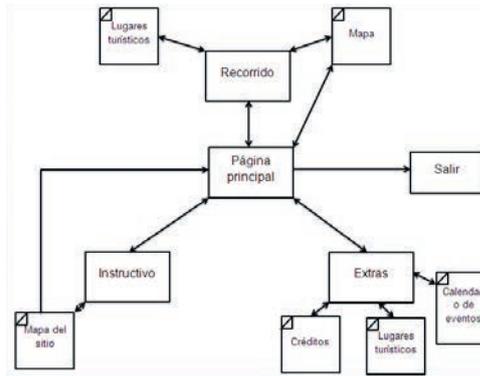


Figura 2. Mapa de navegación visual

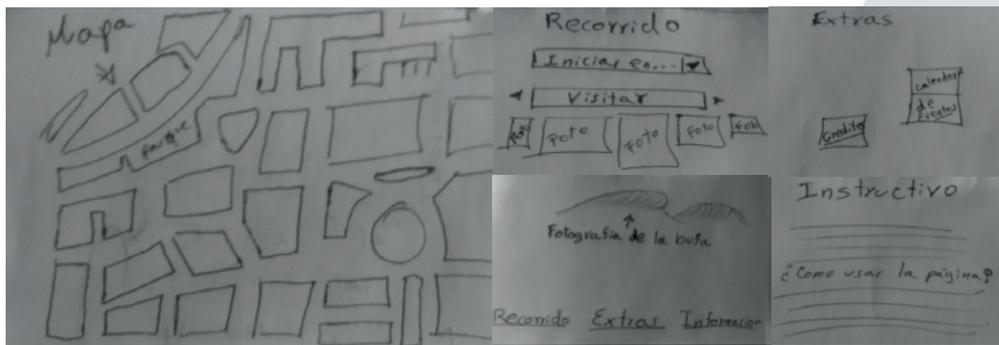


Figura 3. Storyboard

Adicionalmente, en la Tabla 1, se presentan las características de la aplicación Web (ver tabla 1) y también, se definen las características de los elementos de control que contiene la página web (ver tabla 2). Es importante comentar que un elemento de control es aquel que permite al usuario interactuar con la página (navegar en ella, cambiar de fotografía, elegir destinos, entre otros).

Tabla 1. Características del sistema multimedia

Aspectos físicos	
Título del recurso	Caminando Zacatecas
Tipo de recurso	Aplicación web
Área de conocimiento	Historia
A quién está dirigido	Personas de 10 años en adelante, con conocimiento básico del uso de páginas web tipo formularios.
Objetivo general	Diseñar una página web para agilizar la movilidad de los usuarios en la ciudad de Zacatecas.
Objetivo específico	Diseñar una página web utilizando Html y flash, para agilizar la movilidad de los turistas que visitan el centro histórico de la ciudad de Zacatecas.
Descripción general del software	La página web está orientada a los turistas que deseen conocer el centro histórico de la ciudad de Zacatecas por su propia cuenta.
Requerimientos técnicos	Equipo de cómputo o teléfono inteligente con conexión a internet y un navegador para entrar a la página, requisitos mínimos para ejecutar una página desarrollada en WordPress

Tabla 2. Diseño de elementos de control.

Elemento	Tipo (texto, imagen o texto e imagen)	Descripción (acciones que realiza)	Características
Entrada al recorrido.	Texto e imagen	Será una animación de un mapa, al dar clic en él se abrirá la página del diseño de recorrido.	Forma: Cuadrado. Color: Amarillo. Tipo de texto: Trebuchet Ms. Animación: Mapa
Entrada a los extras.	Texto e imagen	Será una animación de un sofá, al dar clic en él se abrirá la página de los extras.	Forma: Cuadrado. Color: Azul. Tipo de texto: Trebuchet Ms. Animación: Un sofá
Entrada al índice.	Texto e imagen	Será una animación de una lupa que aumentará las letras del texto en el recuadro, al dar clic se abrirá el instructivo.	Forma: Cuadrado. Color: Café. Tipo de texto: Trebuchet Ms. Animación: Lupa que aumenta el texto.
Menús desplegables del	Texto	Menú que permite al usuario	Forma: Rectangular.

Televisor	Imagen	desplegable. Imagen de un televisor que conduce al usuario a los créditos de la página web.	Tipo de texto: Trebuchet Ms. Forma: Cuadrado. Color: Gris oscuro. Imagen: Televisor.
Calendario	Imagen	Imagen de un televisor que conduce al usuario a los eventos especiales realizados en el centro histórico, con fecha y descripción.	Forma: Rectangular. Color: Blanco. Tipo de texto: Trebuchet Ms. Imagen: Calendario.
Link para el mapa del sitio	Texto	Texto con un hipervínculo hacia el mapa del sitio.	Color: Azul Tipo de texto: Trebuchet Ms.
Link para los contenidos	Texto	Texto con hipervínculos hacia cada parte de la página web.	Color: Azul Tipo de texto: Trebuchet Ms.
Botones de navegación	Imagen	Ayudan al usuario a navegar entre los lugares turísticos, uno para retroceder y otro para avanzar.	Forma: Triangular. Color: Café, verde y azul. Imagen: Minerales con un triángulo encima.

Después se pasó a la etapa de desarrollo, en la cual se seleccionaron las herramientas de desarrollo que permitieron la generación de la aplicación, que en este caso fueron GIMP versión 2.8.10, tují versión 0.2 y WordPress versión 4.7.5. En la etapa de implementación, se generó la primera versión de la aplicación Web, desarrollando la interfaz e incorporación de los elementos multimedia, obteniéndose así las pantallas que comprenden a la aplicación., Durante la etapa de evaluación y validación, se procedió a realizar una prueba preliminar, antes de terminar definitivamente la aplicación web, con el objetivo de determinar qué aspectos de esta deben cambiarse, o solo pulirse para proporcionar un resultado satisfactorio, con relación a los objetivos propuestos inicialmente, para realizar esta evaluación se utilizó un formato propuesto por Fundabit [2], esta evaluación se puede observar en la tabla 2, en la cual el soporte teórico se refiere a la documentación y el producto final, a la aplicación web.

Tabla 2 Elementos requeridos por el Entorno Técnico/Estético del Diseño Físico

ENTORNO TÉCNICO/ ESTÉTICO	Soporte teórico [2]	Producto final [2]	SOPORTE TEÓRICO (EN ESTE TRABAJO)	PRODUCTO FINAL (EN ESTE TRABAJO)
Los textos deberán ser visibles (tamaño de la fuente apropiado la pantalla) y estarán distribuidos tomando en consideración la Audiencia. Empleo moderado de las herramientas de subrayado, etc.		X	X	X
Deberá contemplarse en el diseño de interfaz, que los textos deben Presentarse en párrafos breves y organizados.		X		X
Estructura del diseño de interfaz, con gran atractivo y armonía en el diseño y uso de los colores y estilos de fuentes.		X		X
Facilidad de acceso, salida y exploración.		X		X
Estructura y diseño del menú de botones de navegación que permitan acceder a las diferentes actividades que el recurso ofrece.	X		X	
Debe permitir el almacenamiento y la recuperación de la Información tratada y de las tareas que se estaban ejecutando.		X		
Inclusión de elementos multimedia ajustados a la complejidad de los objetivos, a los contenidos y a la audiencia a la cual se dirige el recurso.		X		X
Inclusión apropiada de los elementos de sonidos, para que sirvan de Complemento de la información presentada.	No aplica			
Se debe permitir al usuario la posibilidad de activar y desactivar los sonidos, en el momento que él lo requiera.	No aplica			
Sistemas de comunicaciones: botones de ayuda, hipertextos e imágenes.		X		X
Explicación sobre la estructura del diseño de interfaz. Justificación Sobre el número de pantallas.	X		X	
El diseño de interfaz deberá presentar una distribución armoniosa entre texto e imagen, ajustado al tema tratado y ajustado a la audiencia a la cual se dirige.		X		X
Aplicación adecuada del color según la temática, los objetivos y los procesos cognitivos que se deseen desarrollar en los usuarios.	X	X	X	X
Uso adecuado de colores: seleccionando a aquellos que estimulen la Atención visual, y respeten la armonía entre fuente y fondo.		X		X
Explicación sobre el manejo de posibles errores durante la ejecución del recurso.		X		X
Desarrollado bajo aplicaciones ofimáticas.	X		X	

De aquí, se regresó a la fase de implementación para efectuar algunos cambios a la aplicación, permitiendo con esto, pasar a la fase de producción, en donde se generó la aplicación final. En la figura 4 se puede observar la pantalla principal desde la cual se puede acceder a todas las funcionalidades contenidas en la aplicación web.

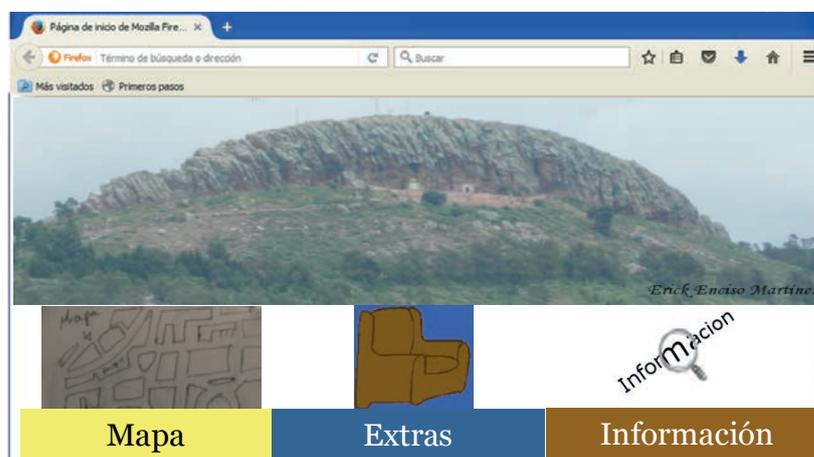


Figura 4. Página principal de la aplicación caminando Zacatecas [3]

CONCLUSIONES

En esta última fase de la metodología, se puede concluir, que se generó una aplicación Web, más práctica y eficiente, comparada a las páginas web ya existentes, como por ejemplo, con la página de turismo del estado de zacatecas, que proporciona una relación de museos [4], o la página de directorios México.net, que ofrece una relación de los datos de las iglesias en Zacatecas [5], la aplicación generada en este trabajo, además de lo anterior, permite planificar visitas turísticas al centro histórico de la ciudad de Zacatecas, además de ofrecer datos de contacto y una fotografía de los lugares turísticos, adicionalmente, con la aplicación se puede trazar una ruta desde un punto específico a otro, lo que permite que los usuarios puedan desplazarse fácilmente dentro del centro histórico de la ciudad de zacatecas.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Hernández, V. (2015). *Software multimedia interactivo referente a "El funcionamiento del Microscopio Electrónico"*, Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, México.
- [2] Fundabit. (2006). *Orientaciones generales para la elaboración de recursos didácticos apoyados en las TIC*. República Bolivariana de Venezuela. Recuperado de: [http://www.e-historia.cl/cursosupa/12-2-didacticassociales/textos/15%20%E2%80%93%20MED%20Venezuela%20%E2%80%93%20Orientaciones%20generales%20para%20la%20elaboraci%C3%B3n%20de%20recursos%20\(10-28\).pdf](http://www.e-historia.cl/cursosupa/12-2-didacticassociales/textos/15%20%E2%80%93%20MED%20Venezuela%20%E2%80%93%20Orientaciones%20generales%20para%20la%20elaboraci%C3%B3n%20de%20recursos%20(10-28).pdf) (Fecha de consulta: 21/06/2017)
- [3] Fotografía de Erick Enciso Martínez (Zacatecas, Zacatecas. 2016). Colección personal.
- [4] Secretaría de turismo del estado. (2016) Museos. Recuperado de: <http://www.zacatecastravel.com/museos.php> (Fecha de consulta: 23/06/2017)
- [5] Directorios México.net. (2017) Iglesias y templos Zacatecas, Zac, guía de teléfonos y direcciones de iglesias y templos Zacatecas, Zac. Recuperado de: <http://www.directoriosmexico.net/iglesias-y-templos-zacatecas-zac.html> (Fecha de consulta: 23/06/2017)

DISEÑO DE UN SISTEMA PARA EL RECICLADO DE AGUAS GRISES EN VIVIENDAS POR SECTORES

Erik Eduardo Aviña Montes¹ y Gabriela de Jesús Córdova Lara²

RESUMEN

En la actualidad, existe a nivel mundial una gran preocupación relacionada con el cuidado del agua dulce, catalogado como uno de los grandes problemas del planeta. En este sentido, el aprovechamiento y la gestión del agua debe inspirarse en un planteamiento basado en la participación de los usuarios, los planificadores y los responsables de las decisiones de todos los niveles. Es por eso que en el presente trabajo se presenta el diseño de un sistema que permite el reciclado de las aguas grises de las viviendas, siendo un sector con un alto consumo de este vital líquido. Los resultados permitirán el desarrollo de un prototipo que podrá generar ahorros significativos en la demandada que se tiene actualmente por las vivienda.

ABSTRACT

Currently, there is worldwide concern related to the care of water, listed as major problems of the planet. In this sense, exploitation and management of water must be inspired in an approach based on the involvement of users, planners and those responsible for decisions at all levels. Therefore, this paper presents the design of a system that allows the recycling of grey water from the houses, being a sector with a high intake of this vital liquid. The results will allow the development of a prototype that will generate considerable savings demanded currently by the House.

Palabras Clave: Sistema de reciclado, aguas grises, reuso de agua.

INTRODUCCIÓN

Los recursos de agua dulce son un componente esencial de la hidrosfera de la tierra, y parte indispensable de todos los ecosistemas terrestres. El medio de agua dulce se caracteriza por el ciclo hidrológico, que incluye las inundaciones y sequías, cuyas consecuencias se han vuelto en algunas regiones más extremas y dramáticas durante los últimos años. El cambio climático mundial así como la contaminación atmosférica, podrían también tener consecuencias para los recursos de agua dulce y su disponibilidad, además con la elevación del nivel del mar, se pueden poner en peligro las zonas costeras bajas y los ecosistemas de las islas pequeñas [1].

México por ejemplo, cuenta con una gran diversidad de climas que, de manera muy general, pueden clasificarse según su temperatura, en cálido y templado; y de acuerdo con la humedad en húmedo, subhúmedo y muy seco. El clima seco se encuentra en la mayor parte del centro y norte del país, región que comprende el 28.3% del territorio nacional; se caracteriza por la circulación de los vientos, lo cual provoca escasa nubosidad y precipitaciones de 300 a 600 mm anuales, con temperaturas en promedio de 22° a 26° C en algunas regiones, y en otras de 18° a 22° C. El clima muy seco se encuentra en el 20.8% del país, y registra temperaturas promedio de 18° a 22° C, con casos extremos de más de 26°C; presentando precipitaciones anuales de 100 a 300 mm en promedio [2]. En términos generales, se puede decir que el 49.1% del país tiene muy poca precipitación pluvial anual.

Zacatecas es un estado donde la mayor parte de su territorio es seco y semiseco, la temperatura anual es de 30°C promedio, y su precipitación media estatal es de 510 mm anuales. En la actualidad en este estado se sufre por agua potable en la mayor parte de sus comunidades, donde en ocasiones llegan a durar meses sin este vital líquido. Investigadores pronosticaron que para el año 2020 habrá escases de agua en zonas conurbadas por la sobreexplotación de los mantos acuíferos, la contaminación de la industria (especialmente minera) y la falta de infraestructura para captar lluvia y tratamiento de aguas residuales [3].

A pesar de que en el estado de Zacatecas existen 65 plantas de tratamiento, de las cuales 21 son urbanas, 40 rurales, tres que maneja la iniciativa privada (Bernárdez y Peñoles) y una más, que opera la 11va. Zona Militar, de la totalidad de estas plantas tratadoras, 23 estaban fuera de operación o abandonadas, ya que las plantas existentes son incapaces de tratar todo las aguas negras a un 100%, dejando valioso líquido sin aprovechar para otras áreas, como la agricultura o la ganadería.

Ahora bien, de manera general, las aguas residuales de las viviendas son desechadas por igual al drenaje, sin considerar que existen aguas grises con un amplia posibilidad de ser aprovechadas nuevamente en áreas donde no es necesaria el agua potable. Dado lo anterior, el objetivo principal del presente trabajo es buscar una estrategia que permita un ahorro en los consumos de agua potable que se tienen actualmente en las viviendas, por sectores de la población. Para esto, se diseñó un sistema que permite reutilizar las aguas grises de cada una de las casa del sector seleccionado, considerando el reciclado de las aguas grises provenientes de la regadera, del lavado de ropa y del lavado.

MÉTODOS Y MATERIALES

Definición de aguas grises.

¹Universidad Autónoma de Zacatecas, Ingeniería en Computación. Domicilio en carretera Zacatecas-Guadalajara Km 6. Ejido la Escondida. C.P. 98160. Zacatecas, Zacatecas; erikc-eam@hotmail.com

²Universidad Autónoma de Zacatecas, Ingeniería en Computación. Domicilio en carretera Zacatecas-Guadalajara Km 6. Ejido la Escondida. C.P. 98160. Zacatecas, Zacatecas. icegaby@uaz.edu.mx

Las aguas grises son aquellas que salen por los desagües de bañeras, lavabos, pilas de la cocina, lavavajillas o lavadoras [4]. Son aguas residuales que tuvieron un uso ligero, que pueden contener jabón, cabello, suciedad o bacterias, pero que están suficientemente limpias para ser aprovechadas para actividades dentro del hogar que no requieren de agua de calidad potable, como inodoros o en riego del jardín por mencionar algunas [5].

Aguas grises a ser recolectadas.

Las aguas grises generadas en las viviendas y que serán consideradas para el presente proyecto, se presentan en la Tabla 1. La información sobre los consumos son datos proporcionados por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para una familia típica en México, formada por cuatro integrantes [6].

Tabla 1. Consumos de agua en una vivienda (CONAGUA, 2013).

Dispositivo	Consumo actual de agua	Consumo suponiendo una familia de 4 integrantes
Regadera	100 L por persona al día.	Se gastan 400 L al día. Suponiendo una ducha de 10 minutos.
Lavabo	15 L por persona al día.	60 L al día.
Lavado de ropa	En promedio se usan 90 litros en una carga grande, si se lava 3 veces a la semana, son 270 litros.	38.57 L a día.

Es importante mencionar que el consumo diario por persona en una vivienda típica es de aproximadamente 300 L, considerando los rubros mostrados en la Tabla 1 pero además, deben considerarse aspectos como agua destinada a la preparación de los alimentos, descargas en el inodoro, regado de jardín, entre otros.

Diseño del sistema.

En la Figura 1, se presenta un diagrama general de cada una de la etapas que deben ser consideradas para el diseño del sistema.

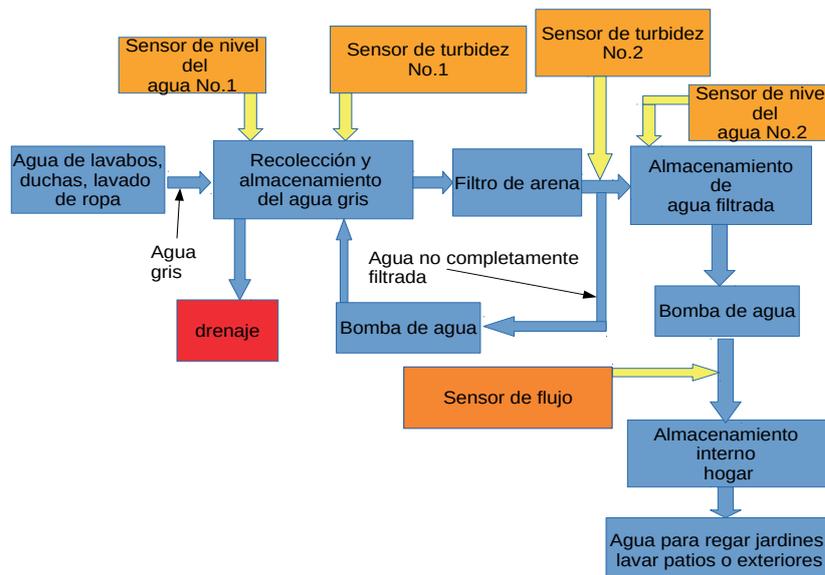


Figura 1. Diagrama de bloques del sistema para el reciclado de aguas grises.

Descripción del funcionamiento.

El funcionamiento del sistema se divide en varias etapas:

1. La primer etapa consta de la recopilación las aguas grises provenientes, como se menciona anteriormente de duchas, lavabos y agua de las lavadoras de todas las viviendas de un sector determinado, almacenándose en un tanque primario. Esta agua recolectada es valorada por el *sensor de turbidez 1*. Dicho sensor permite determinar el grado de transparencia del agua, por lo que si esta llegara a estar muy sucia debido a desechos químicos y que no puedan ser filtrados con el filtro propuesto para este diseño, esta agua será desechada al

drenaje, ya que de lo contrario dañaría el filtro. Sin embargo, si el *sensor de turbidez 1* indica que el agua gris es apta para ser reciclada, esta pasara al filtro.

2. La segunda etapa es la de filtrado. Para el presente trabajo, se propone un filtro de arena, el cual está encargado principalmente de separar los componentes sólidos del agua gris, y de limpiarla hasta cierto punto. Este filtro esta conformado por varias capas de diferente material como lo son arena, grava y gravilla, permitiendo limpiar el agua de diferentes contaminantes. Una vez que esta sea filtrada, pasara por el *sensor de turbidez 2*, el cual volverá a verificar el grado de transparencia del agua. Si este valora que el agua aún contiene partículas o no esta completamente filtrada, esta agua volverá al tanque primario para de ahí volver a ser filtrada.

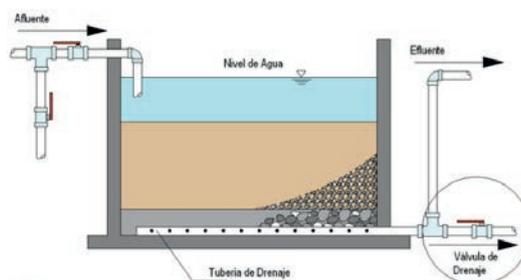


Figura 2. Filtro de agua. Imagen obtenida de Menú de alternativas de tratamiento a nivel comunitario y domiciliario [7].

3. Una vez que el agua filtrada tiene un grado de transparencia considerable, entonces se lleva a cabo la tercer etapa, en donde pasa a un tanque secundario para ser almacenada de manera temporal. Esta agua será reenviada a las viviendas por medio de una bomba y repartida en las diferentes viviendas, donde se tiene un tinaco de almacenamiento. En la tubería que llevará dicha agua a las viviendas, se tendrá que poner un sensor de flujo para cuando las viviendas no necesiten agua, dicho sensor indique el momento de apagar las bombas y estas no sea dañadas. En este tanque se instalara un sensor de nivel de agua, indicando en todo momento la cantidad de agua disponible.
4. La última etapa es el reuso del agua. Una vez que esta aguas filtradas llegan nuevamente a las viviendas, pueden ser reutilizadas en tareas en donde no es necesaria el agua potable, como por ejemplo, en el regado de jardines, sanitario, lavado de autos, lavado de exteriores, etc.

RESULTADOS

Es importante la realización de un análisis estadístico de los consumos que se tienen actualmente, así como de la cantidad de agua que puede llegar a ser reciclada. En este sentido, las aguas recicladas son las provenientes del lavabo, regadera y lavado de ropa, lo que da una cantidad según los datos mostrados en la Tabla 1, de 498.57lts diarios por vivienda.

Ahora bien, como la idea es poder hacer la recolección de las aguas grises por sectores de la población para que puedan ser reutilizadas, se propone como sector a una cantidad de casas organizadas por colonias, es decir, asentamientos de la población en una metrópoli que cumpla como condiciones mínimas para que las colonias puedan ser consideradas como sectores. Las características que se deben cumplir son las siguientes:

1. Es necesario determinar como mínimo una cantidad de 100 casas habitadas, lo que permitirá reflejar un mínimo costo para quienes absorban el gasto de mantenimiento del sistema.
2. Preferentemente que las viviendas estén unidas, esto permitirá una menor cantidad de instalaciones tanto para la recolección de las aguas grises, como para el suministro del agua tratada, y por ende, una menor inversión,
3. Que tengan una cantidad como mínimo de características similares en cuanto a tamaño y cantidad de habitantes, ya que esto permitirá tener un mejor control y manejo del sistema de reciclado.

Dado lo anterior, y considerando un sector constituido por 100 casas, entonces se estarían reciclando aproximadamente una cantidad de 49, 857lts de agua diarios. Ahora bien, si se considera los datos estadísticos de CONAGUA, donde se reporta que se utilizan 16lts por descarga en un sanitario convencional, y si este se usa cinco veces al día, estos son 80lts de agua gastados en este rubro por persona. En una familia conformada por cuatro integrantes, se traduce a 400lts de agua por día aproximadamente. Esto representa un 80% del agua total reciclada por día en una vivienda, lo que significa, que el agua total reciclada por día, además de ser una cantidad considerable, resulta ser prácticamente suficiente al día para las tareas que no necesariamente requieren de agua potable para ser realizadas: regado de jardines, sanitario, lavado de autos, lavado de exteriores, entre otras.

Además, dado que el agua a ser reutilizada no es completamente potable, esta no puede ser almacenada por más de tres días, lo que significa que si los consumos de agua se llevan a cabo según los datos estadísticos en las viviendas, prácticamente se tendría el agua almacenada solo un día antes de ser reutilizada.

CONCLUSIONES

En definitiva se requieren medidas urgentes que permitan generar estrategias para el cuidado y reuso uso del agua potable, ya que es indispensable para la vida y del equilibrio de todo el ecosistema del planeta. Una estrategia interesante es precisamente el uso de las aguas grises de las viviendas, ya que permitirá poder usar esta agua una segunda vez, aprovechando así mejor este recurso.

Según el análisis del presente trabajo, se pueden reciclar hasta casi 500lts de agua al día por vivienda, si es seleccionado un sector de la población de 100 casas, esto se puede convertir en un ahorro de aproximadamente hasta 50,000lts de agua al día. Un ahorro de tales magnitudes, impactaría de manera positiva al funcionamiento de la comunidad, al ecosistema, al planeta y por supuesto, impactaría de manera positiva al cambio climático, sin mencionar las ventajas que se pueden lograr en instituciones encargadas de suministrar dicho recurso.

Es necesario ahora realizar un análisis de la infraestructura necesaria, que permitan tener una visión clara del costo beneficio de la propuesta presentada, aunque es evidente que los beneficios pueden llegar a ser de gran impacto ambiental y social en los próximos años, dada la importancia de la misma para la vida en el planeta. También resulta muy importante hacer un estudio más a detalle de los filtros a ser utilizados, calcular el tamaño y cantidades de los materiales del mismo, de acuerdo a la cantidad de agua que se desea reusar por día por sector.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Organización de las Naciones Unidas. (1977). "Protección de la calidad y el suministro de los recursos de agua dulce: aplicación de criterios integrados para el aprovechamiento, ordenación y uso de los recursos de agua dulce." Primera Parte, Cap1, Secc. C, Departamento de Asuntos Económicos y sociales.
- [2] Prieto, Gonzalo. (2015). "El clima en México a través de los mapas." Consultada en: <http://www.geografiainfinita.com/2015/07/el-clima-de-mexico-a-traves-de-los-mapas/>
- [3] Martín Catalán Lerma . (2017). "Para 2020 habrá escasez de agua en la zona conurbada" Consultada en: <http://ljz.mx/2017/03/23/2020-habra-escasez-agua-en-la-zona-conurbada/>
- [4] Vammen, K. (2012). "Conclusiones del Estudio: calidad y disponibilidad del los recursos hídricos en la subcuenca del Rio Viejo." *Latin Americans Journals Online* , 6 (12).
- [5] Allen, L. (2015). "Manual de diseño para el manejo de aguas grises para el riego exterior." *Greywater Action*. Abril, 2015, 2(55).
- [6] CNA. (2013). Estadísticas del Agua en México. *Comisión Nacional del Agua*. CONAGUA/SEMARNAT. 7
- [7] C.A.S.A (2008). *Calidad del agua es sistemas de abastecimiento en poblaciones rurales dispersas*. Menú de alternativas de tratamiento a nivel comunitario y domiciliario. Noviembre, 2008. Consultado en: <http://casa.fcyt.umss.edu.bo/docs/MENU%20DE%20ALTERNATIVAS%20DE%20TRATAMIENTO%20Texto%20Final.pdf>

ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS CONTROLADORES DE ACCESO CON TECNOLOGÍA RFID

Fabián Lozano Joaquín¹ y J. Guadalupe Lara Cisneros²

RESUMEN

En el presente documento se hace un análisis de investigaciones relacionadas con la tecnología RFID (Identificación por Radiofrecuencia), como son los módulos lectores, transpondedores o tags; atendiendo sus características y poder seleccionar alguna de acuerdo a las necesidades específicas del desarrollador en cuanto a costos, alcance de lectura, frecuencia, tamaño, entre otras; explorando sus capacidades y ventajas entre diferentes módulos lectores RFID. Esto ayudará a trabajos futuros a analizar y seleccionar aquella herramienta que, de acuerdo a las funciones y características presentadas, permita elegir el que más se ajuste a las necesidades, tomando en cuenta los beneficios y riesgos de su implementación.

ABSTRACT

This paper presents a research analysis related to RFID technology (Radio Frequency Identification), as a reader modules, transponders or tags; attending its characteristics for being able to select one according to the specific needs of the developer about terms of costs, reading reach, frequency, size, among others; exploring its capabilities and advantages between different RFID reader modules. This will help future work to be analyzed and select that tool that, according to the functions and the presented characteristics, allows to choose one of the best that fits to your needs, thinking about benefits and risks of its implementation.

Palabras Clave: Tecnología RFID, lector, tag, control de acceso, radiofrecuencia

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la seguridad en el control de acceso es un tema importante para cualquier empresa u organización, por lo que se han diseñado diferentes sistemas en este ámbito, desde los más comunes o básicos (cerraduras mecánicas) hasta los más sofisticados, prohibiendo o limitando la entrada a personas no autorizadas. Actualmente en la mayoría de los espacios se sigue utilizando cerraduras mecánicas. La seguridad que implica utilizar este tipo de sistema es deficiente en el sentido de poder romperla en un momento dado, por lo que se consideró necesario diseñar cerraduras electrónicas para que a través de un código de identificación o patrón presentado, permita el acceso a personas autorizadas. Una de las tecnologías que se están implementando en espacios para restringir y controlar el acceso está, la de sistemas RFID (Identificación por Radiofrecuencia) que permiten la identificación inalámbrica mediante ondas de radio, esto con ayuda de un tag o tarjetas RFID que al acercarlo a un lector, éste lee la información almacenada en el tag, utilizando esta información para la identificación de las personas (Godínez, 2008). El sistema consta de varios componentes, entre los principales están: Etiqueta RFID o transpondedor (Tag), y Lector RFID o transceptor. Es necesario implementar otras tarjetas microcontroladoras como arduino, raspberry pi, etc., que permitan interactuar con el sistema RFID para el manejo de los datos.

Analizar trabajos realizados mediante esta tecnología, permitirá familiarizarse con las herramientas que la componen para generar desarrollos relevantes en el campo de la domótica (técnicas orientadas a automatizar algunas tareas en el hogar). Para poder seleccionar alguna tecnología disponible, es necesario hacer un análisis de lagunas de ellas, por ello se estableció como objetivo principal dentro de este trabajo, el análisis de los diferentes sistemas lectores de tecnología RFID para el control de acceso, identificando sus características principales, ventajas y desventajas, y así poder hacer una selección de ellas en un momento dado. Para el cumplimiento del objetivo principal, es necesario atender los siguientes objetivos específicos: Conocer la tecnología RFID y el funcionamiento de sus componentes, identificar los diferentes equipos (lectores RFID) atendiendo a sus características que presenta, conocer los proyectos relacionados con esta tecnología para identificar la infraestructura adicional necesaria para la aplicación de un sistema RFID, y determinar si la tecnología RFID representa una opción viable para la aplicación en control de acceso a un espacio específico. Por ello, el presente trabajo presenta un análisis general de esta tecnología para quienes tengan interés en adentrarse en la misma, le sirva de base para iniciar con su desarrollo.

MARCO TEÓRICO

La tecnología RFID, ya se había trabajado desde hace varias décadas aunque no precisamente con los mismos fines en el que hoy en día se investiga o se orienta. Según algunas fuentes, la tecnología usada en RFID habría existido desde comienzos del año de 1920, desarrollada por los trabajos de investigación del MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts). También la usaron los británicos en la Segunda Guerra Mundial (Transpondedor IFF) para identificar si los aviones pertenecían a su equipo de combate o contrarios. Por otra parte, en 1949 Léon Theremin inventó una herramienta que transmitía ondas de radio incidentes con información de audio a la unión soviética, sin embargo, a quien se le atribuye como primer antecesor del RFID moderno es a Mario Cardullo, y recientemente se han popularizado gracias a las reducciones de costos asociadas. Una de las primeras patentes fue asociada con la abreviatura RFID y fue otorgada a Charles Walton en 1983, para implementarlo en un sistema RFID pasivo que abría las puertas sin necesidad de llaves. Una tarjeta con un transpondedor o Tag comunicaba una señal al lector de la puerta que cuando validaba la tarjeta desbloqueaba la cerradura (Godínez, 2008). En los años 90, se logró controlar el encendido de los

¹ Universidad Autónoma de Zacatecas, "Francisco García Salinas", Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica; Leonides Serna #102, Colonia Santa Cecilia. C.P. 99601, Jalpa, Zac., fabianlozano095@gmail.com

² Universidad Autónoma de Zacatecas, "Francisco García Salinas", Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica; Los Olmos #138, Colonia Los Olmos, Jalpa, Zac., jglara@uaz.edu.mx

automóviles, así como también el control de combustible; además, funcionaron los primeros peajes electrónicos que permitieron incorporar un sistema de gestión para el paso de los vehículos por los pasos de control. Posteriormente en el año 2000, se comienza a creer que la tecnología RFID será la que reemplace a los códigos de barras. Y el año 2003 marcó un hito e importancia en el desarrollo de la tecnología RFID: Wal-Mart© y el Departamento de Defensa (DoD) estadounidense decidieron adherirse a la tecnología RFID (Ramírez, 2015).

Sin embargo, han perfeccionado los sistemas haciéndolos más accesibles para las personas en cuanto a su costo e implementando mejoras en su funcionamiento. Hoy en día, esta tecnología empieza a ser una herramienta importante en el desarrollo de prototipos tecnológicos para las personas, así como aplicaciones en la industria, ya que éstas son muy extensas y sus funcionalidades son muy adaptables a cualquier problemática que se presente, permitiendo su aceptación en desarrollos tecnológicos.

En la Universidad Tecnológica Equinoccial de Ecuador, se desarrolló un trabajo con nombre de “Control de acceso para funcionarios y herramientas utilizando tecnología RFID en el campamento Comitrac de la Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas”, se implementó para desarrollar y aplicar tecnologías de identificación por radiofrecuencia, con la finalidad de brindar soluciones y mejorar el tránsito peatonal como el de vehículos. El lector que utilizó fue de Ultra Alta Frecuencia (UHF) (Beltrán, 2004). Otro de los proyectos realizados en el mismo país en la Universidad de San Francisco de Quito, es el denominado Campus Inteligente: Prototipo para Sistema RFID de Control de Acceso, por Esteban Acosta y Diego Vela, utilizando como herramienta un lector RFID de 125 KHz para trabajar. Utilizó como herramienta complementaria Arduino y Wi-Fi Shield para Arduino, para la comunicación con la Base de Datos al momento de pasar o dar lectura al tag para su identificación de acuerdo a los datos almacenados en ella (Acosta y Vela 2015). En la Universidad de Costa Rica Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Eléctrica; desarrollaron un prototipo RFID con alarma remota para monitorear puertas de acceso, para su implementación de bajo costo utilizaron un módulo RFID RC522 que opera 13.56Mhz que equivale a Alta Frecuencia (HF), complementando el sistema con Raspberry Pi, que permite el control de accesos de una puerta y su monitoreo remoto a través de una página web (Chaves, 2014). En el ámbito nacional también se han desarrollado algunos proyectos como el realizado por Jorge Alberto Alvarado del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional que consiste en un Sistema de Control de Acceso con RFID, utiliza un bus de RS-485 que tiene conectados lectores de RFID y tarjetas que permiten controlar dispositivos actuadores. Una PC que tiene aplicaciones de software para realizar la configuración del sistema, coordinar la interacción con los elementos en la red, hacer la administración de usuarios y generar reportes. Utilizó un lector RFID de Alta Frecuencia: 13.56 MHz. Su desventaja del lector es que no puede ser montado sobre estructuras metálicas, porque generan interferencia, lo cual provoca disminución en el rango de lectura. Las tarjetas de RFID que se utilizaron son de alta frecuencia, operan a 13.56 MHz., y permiten la identificación simultánea. Se complementó con tarjetas de conversión RS232 - RS485 para aprovechar las capacidades de RS-485 en el concepto de control de acceso, ya que permite tener dispositivos a distancias de 1200 metros, y un Microcontrolador Modelo MSP430F149, y es colocado en una tarjeta de programación que se conecta a la computadora por medio del puerto paralelo (Alvarado, 2008). En la Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, se llevó a cabo el proyecto de “Diseño e implementación de un Sistema Inalámbrico de Control de Acceso para Pasajeros utilizando Tecnologías Rfid/Nfc y Wi-Fi” en el cual consiste en generar un prototipo capaz de adquirir datos (ID del chofer, ID del pasajero, estado del autobús, fecha y hora del abordaje) por medio de RFID/NFC, guardar y transmitir la información por Wi-Fi. En los materiales se utilizó el Adafruit PN532 NFC/RFID Controller Shield for Arduino, tarjetas RFID, Arduino Mega-ADK, Arduino Wi-Fi Shield (Paredes, 2017).

Estos son sólo algunos de los trabajos analizados en México como en otros países de Sudamérica. Solo se retomaron algunos para identificar las herramientas que se utilizan y los propósitos del proyecto. Al igual, dentro de los módulos RFID existen una variedad con características distintas, y formas de operación muy particular. Las características que se analizaron de algunos de los módulos son: el modelo, corriente de operación, frecuencia, distancia de lectura, velocidad de datos, dimensiones, temperatura de operación, humedad, precio, protocolo, entre otras. Sin embargo, solo se retomaron algunas de sus características para su presentación en la siguiente tabla:

Tabla. 1. Tabla comparativa de lectores RFID

Lector RFID	Imagen	Frecuencia	Dist-lectura	Dimensiones	costo
RFID 125KHz-UART		125 KHz	50 mm	38x19x9mm	\$392
Grove		125 KHz	7cm	_____	\$464
RC522 RF		13.56 MHz	60mm	40x60mm	\$196
PN532		13.56 MHz	50mm	_____	\$660
Laird S8658		865 – 870 MHz, 902 – 928 MHz	14m	25.9x25.9x3.4cm	(us)\$135

PRO80RF		2.4 GHz	80m	285x205x77mm	\$749
Axeze ONE820		928 MHz	6m	45cmx45cmx55mm	\$10,000
ID4100002		860 – 960 MHz	12m	_____	
FX9500		902 – 928 MHz, 865 – 868 MHz, y sub-bandas	_____	27x18.4x5cm	\$1593

Al igual, se encuentra en el mercado una variedad de transponder o tag que complementan el módulo RFID. En la siguiente figura se muestran alguno de ellos con presentaciones muy variadas:



Figura 1. Tipos de transponder o tags

Cada uno de ellos está asociado con un lector en particular para su reconocimiento y funcionamiento, aunque existen algunos que pueden funcionar con otros lectores de la misma frecuencia. La tecnología RFID opera en diferentes frecuencias: Baja Frecuencia (LF), Alta Frecuencia (HF), y Ultra Alta Frecuencia (UHF) principalmente.

Los de **Baja Frecuencia (LF) operan a menor de 135 KHz.**, suelen utilizar etiquetas pasivas, las tasas de transferencias son bajas entre 200 bps y 1 kbps. Las etiquetas pasivas suelen poseer una cobertura pequeña, entre los 0,5 metros, aunque depende también de la potencia disponible en la etiqueta. En cambio, las etiquetas activas pueden superar los 2 metros, este rango también depende de la potencia, construcción, configuración de la antena y tamaño. Aptas para aplicaciones que requieran leer poca cantidad de datos y para pequeñas distancias. Por ejemplo: control de accesos, identificación de animales, gestión de bienes, identificación de vehículos y contenedores, entre otras. Los lectores que operan a **Alta Frecuencia (HF) 13,56 MHz**, la velocidad de datos suele ser de unos 25 Kbps. Los sistemas RFID a esta frecuencia son capaces de leer aproximadamente 40 etiquetas por segundo. Las etiquetas pasivas poseen un radio de cobertura de alrededor de 1 metro. El diseño de la antena del tag es sencillo, por lo que su coste es menor que los de Baja Frecuencia por lo regular. Al igual que en LF, los sistemas de AF son aptos para aplicaciones que requieran leer poca cantidad de datos y pequeñas distancias. Utilizados para desarrollos de la gestión de maletas en aeropuertos, bibliotecas y servicios de alquiler, seguimiento de paquetes y aplicaciones logísticas en la cadena de suministros. En cambio, los sistemas de **Ultra Alta Frecuencia (UHF) 433 MHz, 860 MHz, 928 MHz**, la velocidad de transferencia de datos está alrededor de 28 kbps, pero también están disponibles velocidades mayores. Permite la lectura de aproximadamente 100 etiquetas por segundo. (Portillo, Bermejo y Bernardos, 2007).

METODOLOGÍA

Existen varias metodologías que permiten guiar el proceso del trabajo de investigación desde que se inicia hasta que se termina, ya depende de cada investigador presentar y elegir aquel que se ajuste más a las necesidades del proyecto. Para el presente trabajo se consideró tomar como marco metodológico el modelo tradicional, o ciclo de vida básico, también conocido por otros autores como modelo lineal secuencial. Aunque el modelo es aplicado principalmente en desarrollo de software, se retoma en el presente para guiar el proceso de desarrollo como parte de las actividades fundamentales comprendidas en cada una de las fases. Las etapas consideradas son 5 y corresponden a: Definición de Requerimientos, Análisis y Diseño, Implementación, Verificación y Mantenimiento (Pressman, 2002). Sólo comprendió las primeras etapas (Definición de Requerimientos, y Análisis), ya que se realizó un análisis de los trabajos realizados utilizando la tecnología RFID, y los diferentes tipos de lectores con sus respectivas características para identificar el tipo de tecnología que se pudiera implementar en la automatización en cerraduras.

RESULTADOS

Se consultó el funcionamiento y operación de la Tecnología RFID en general; además, se realizó un análisis de diferentes lectores RFID y transponder o tag que complementan el módulo principal; identificando particularidades y formas de operación. Al momento de seleccionar alguno en particular, es necesario atender algunas de sus

características como pueden ser: la frecuencia de operación, tamaño, distancia de lectura y costo, ya que de acuerdo a su análisis, podría ser una opción viable para emprender un nuevo proyecto. En ocasiones es muy importante tomar en cuenta el tamaño de módulo, para saber si no ocupa de una dimensión considerable para su instalación, o bien, analizar la frecuencia que determina la distancia de lectura del tag o transponder. No todos los sistemas de largo alcance como son los de Ultra Alta Frecuencia podrían ser viables ya que en ocasiones, esto podría ser una desventaja al momento de seleccionar alguno de ellos. Por ejemplo, si se desea complementar el trabajo para que aparte de abrir la cerradura de la puerta, genere la asistencia de una persona en particular al momento de acercarse al tag o transponder, esto representaría desventajas utilizando el Ultra Alta Frecuencia debido a que, el módulo lector estaría realizando reconocimientos constantes por la distancia donde se encuentra la persona. También es importante recalcar que el costo del lector podría ser un factor importante para decidir si se adquiere o no para continuar con el proyecto. En ocasiones los lectores no son del todo seguros, al momento de montarlo en estructuras metálicas tienden a generar interferencias provocando disminución en el rango de lectura, como lo expresó Jorge A. Alvarado en su trabajo de investigación (Alvarado, 2008). También se puede correr el riesgo de que al momento de emitir la señal de reconocimiento entre el tag y el módulo lector puedan existir escuchas ilegales con objeto de copiar los datos y falsificar etiquetas. Los trabajos consultados en esta temática permitieron obtener referencias de acuerdo a la trayectoria de investigaciones con respecto a esta tecnología, y las experiencias al momento de utilizar algún módulo en particular. Estos sistemas tienen ventajas con respecto a otros (lector de código de barras) porque da la posibilidad de modificar los datos o información del tag con el que es identificado el objeto o persona, además, brinda en parte seguridad porque la información no es visible y sólo se pueden modificar haciendo uso de código programable por personas que tienen conocimiento en esta tecnología.

CONCLUSIONES

Se puede concluir que la tecnología RFID es una alternativa para desarrollo de proyectos donde se requiere que la identificación del objeto, persona, material, etc., sea por medio de radiofrecuencia. Su elección del sistema lector está determinado por la necesidad del proyecto y las condiciones en donde se aplica, tomando en cuenta el costo del sistema a adquirir, cantidad de elementos que pueden ser leídos simultáneamente. Presenta ventajas y desventajas con respecto a otros sistemas, y su seguridad sigue siendo tema de investigación. Sin embargo, atendiendo a los beneficios en cuanto a la automatización de procesos e información, continúa siendo una buena opción para emprender proyectos que permitan hacer uso de la información generada para autenticar personas, objetos, entre otras; y en un momento dado presentar reportes de dichos registros, esto como parte de los trabajos futuros en investigaciones para administrar la información generada de acuerdo a las acciones realizadas de identificación.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, E., Diego Vela., y Diego Benítez (2015). Campus Inteligente: Prototipo para Sistema RFID de Control de Acceso. Universidad de San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias e Ingeniería. Ecuador.
- Alvarado, J. A., Xiaou Li Zhang., y Aldo Gustavo Orozco. (2008). Sistema de Control de Acceso con RFID. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. México.
- Godínez, L. M. (2008). Oportunidades y riesgos, su aplicación práctica. Alfaomega. México. 191 p.
- Chavez, Ch. (2014). Desarrollo de un prototipo RFID con alarma remota para monitorear puertas de acceso. Universidad de Costa Rica Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Eléctrica. Costa Rica.
- Paredes, R.A., Mario A. Ibarra. (2017). Diseño e implementación de un Sistema Inalámbrico de Control de Acceso para pasajeros utilizando Tecnologías RFID/NFC y WI-FI. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería. México.
- Porcuna, P. (2016). Robótica y domótica básica con Arduino. Ra-Ma. España. 384 p.
- Monteverde, R.A., y Marcela Parra (2014). Control de acceso para funcionarios y herramientas utilizando tecnología rfid en el campamento Comitrac de la Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas. Ecuador.
- Portillo, J., Ana Belén Bermejo, y Ana M. Bernardos. (2007). Tecnología de Identificación por Radiofrecuencia RFID: Aplicaciones en el ámbito de la Salud. Colección de Informes de Vigilancia Tecnológica, Madrid. España.
- Pressman, R.S. 2002. Ingeniería de Software Un enfoque práctico. 5ª. Edición. McGraw-Hill. España.

EFECTO ELASTOCALÓRICO EN ALEACIONES CON TRANSFORMACIÓN MARTENSÍTICA

Francisco Molina Ramírez¹ y Horacio Flores Zúñiga²

RESUMEN

El efecto elastocalórico (eCE) ocurre cuando la transformación martensítica es inducida por un esfuerzo uniaxial en una aleación con memoria de forma. En condiciones adiabáticas, el eCE se manifiesta en una muestra como un cambio en su temperatura durante la aplicación/liberación de un esfuerzo mecánico externo. Para estudiar este efecto se hicieron pruebas con un paralelepípedo de aleación de composición nominal Ni₅₄Fe₁₉Ga₂₇ sometida a 50, 80, 100 y 120 MPa en diferentes temperaturas. Dicha aleación fue caracterizada por tres métodos; calorimetría diferencial de barrido (DSC), difracción de rayos-X (XRD) y microscopía electrónica de barrido (SEM) para determinar temperaturas de la transformación martensítica, analizar la estructura y fases presentes en la muestra y observación de la microestructura del material, respectivamente.

ABSTRACT

The elastocaloric effect (eCE) occurs when the martensitic transformation is induced by a uniaxial stress in a shape memory alloy. Under adiabatic conditions, eCE manifests itself in a sample as a change in its temperature during the application / release of an external mechanical stress. To study this effect, a parallelepiped of alloy of nominal composition Ni₅₄Fe₁₉Ga₂₇ subjected to 50, 80, 100 and 120 MPa at different temperatures was tested. This alloy was characterized by three methods; Differential scanning calorimetry (DSC), X-ray diffraction (XRD) and scanning electron microscopy (SEM) to determine martensitic transformation temperatures, analyze the structure and phases present in the sample and observe the microstructure of the material respectively.

Palabras Clave: efecto elastocalórico, transformación martensítica, esfuerzo, fase, cambio de temperatura adiabático.

INTRODUCCIÓN

En algunos materiales se puede producir un efecto calórico al someterlos a un cambio repentino producido por un campo exterior, en este caso mecánico. Se espera que los efectos calóricos sean más grandes en el entorno a las transformaciones de fase de primer orden como lo es la transformación martensítica. Los materiales que tienen grandes efectos calóricos están llamando la atención pues son prometedores en nuevas técnicas de refrigeración que además es amigable con el medio ambiente pues no utilizarían químicos altamente nocivos para el medio ambiente.

La transformación martensítica es una transformación de fase de un estado sólido displaciva lo que significa que ocurre sin difusión mediante un desplazamiento de los átomos sin rompimiento de enlaces. Dicha transformación ocurre entre una fase de alta temperatura llamada austenita y una fase de baja temperatura llamada martensita. El intervalo de temperatura en el cual se produce el cambio de fase depende de la composición del material pero puede ser modificado por tratamientos térmicos, mecánicos o termo mecánicos.

El efecto memoria de forma es la capacidad que tiene un material para recuperar su forma original mediante un calentamiento luego de haberse deformado aparentemente de forma plástica por un esfuerzo aplicado.

Para observar estudiar el efecto elastocalórico se optó por medir el cambio en la temperatura de la muestra al aplicarle y al retirar un esfuerzo externo, manteniendo las condiciones para un proceso cuasi-adiabático.

MÉTODOS Y MATERIALES

Para la preparación de muestras primero se hicieron dos aleaciones de composición Ni₅₄Fe₁₉Ga₂₇, la masa de las muestras fue de 4gr cada una, se llamaron muestra 1 y muestra 2 solo para diferenciarlas. Para hacer las aleación se utilizó un horno de fundición de arco eléctrico MRF en una atmósfera de argón, los elementos fueron fundidos en varias ocasiones para obtener una aleación homogénea.

Una pieza de la muestra 1 de masa 0.03gr con una cara plana se midió en calorimetría diferencial de barrido (DSC) en un equipo Q200 T-A instrument con el fin de conocer las temperaturas de transformación de la muestra 1. La calorimetría se realizó entre -40°C y 40°C a 10°C/min. Se repitió el procedimiento anterior en la muestra 2 para comprobar la congruencia entre muestras y el resultado fue positivo.

De la muestra 1 se tomó una ~~trozo~~ pieza lo suficientemente grande y se lijó en forma de paralelepípedo, teniendo cuidado de que sus caras fueran planas. Las dimensiones de la barra fueron de 1.88 mm de ancho, 2.31 mm de largo y 4.35 mm de alto.

Al paralelepípedo se le realizaron mediciones elastocalóricas de la siguiente forma: se colocó la pieza de estudio sobre una base, ambas conectadas a un termopar para medir la diferencia en sus temperaturas. Un baño térmico de recirculación permitía controlar y mantener constante la temperatura de la base (figura 1). Por la parte de arriba se colocaba un vástago con el cual se le aplicaría un esfuerzo a la pieza de estudio, para mantener el sistema en condiciones adiabáticas se colocó fibra de vidrio alrededor de la base.

Una vez montado el equipo como se muestra en la figura 2 se procedió a aplicar distintos esfuerzos a distintas temperaturas, los esfuerzos fueron de 50MPa, 80MPa, 100MPa y 120MPa, los esfuerzos fueron aplicados y retirados en intervalos de 90 segundos. Las temperaturas variaron en intervalos de 3°C, desde 10°C hasta 34°C.

¹Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Física, Calzada Solidaridad esq. Paseo La Bufa s/n, C.P. 98060, Zacatecas, Zacatecas, francisco_molina71@hotmail.com

²Instituto Potosino De Investigación Científica y Tecnológica A.C., División de Materiales Avanzados, Paseo a la Presa San José 2055 Col. Lomas 4ta Sección, C.P. 78216, San Luis Potosí, S.L.P, horacio.flores@ipicyt.edu.mx



Figura 1. Baño de circulación



Figura 2. Montaje de equipo para medir esfuerzo

Una vez terminadas las mediciones se le hizo una calorimetría a la barra con una variación de temperatura de muestra de estudio entre 50°C y -50°C a $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$. Se tomó un trozo de la muestra 2 y se pulió una de las caras hasta tener un acabado espejo para analizarlo con un Microscopio Electrónico de Barrido ESEM FEI-QUANTA 200. El resto de la muestra 2 se trituro hasta ser polvo con el mortero para realizar un análisis de difracción de rayos-x con el difractor de Smart Lab Rigaku.

RESULTADOS

Las medidas de cambio de temperatura adiabático que se le realizaron a la aleación $\text{Ni}_{54}\text{Fe}_{19}\text{Ga}_{27}$ se reflejan en la figura 3. Las variaciones de temperatura adiabática con signo positivo corresponden al valor obtenido durante la aplicación del esfuerzo, de forma complementaria los valores negativos se presentaron al retirar el esfuerzo.

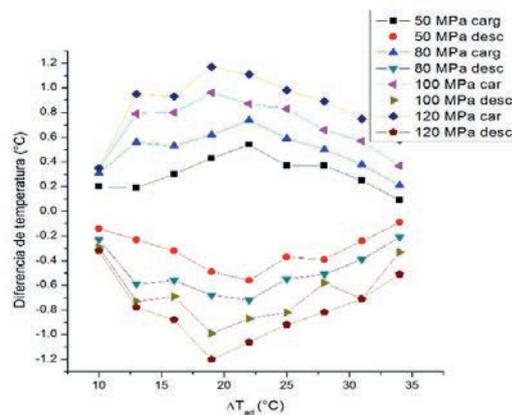


Figura 3. Cambio de temperatura al aplicar y retirar distintos esfuerzos a distintas temperaturas

Según los resultados del gráfico, podemos observar que el incremento de mayor temperatura se registra cuando el sistema se encuentra a 19°C y se le aplica un esfuerzo de 120MPa con un aumento de 1.17°C y al retirar el esfuerzo en estas mismas condiciones vemos que enfría 1.2°C .

La calorimetría que se le realizó a la barra muestra los siguientes resultados en la figura 4.

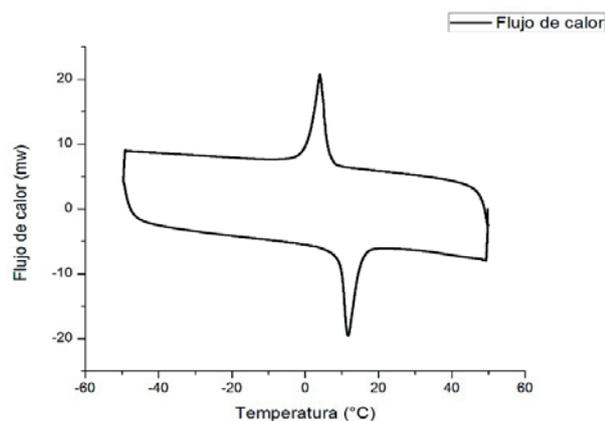


Figura 4. Resultados del DSC de la barra de $\text{Ni}_{54}\text{Fe}_{19}\text{Ga}_{27}$

Según los resultados se obtuvo que la temperatura a la que inicia la transformación martensítica es a 10.3°C y finaliza en -7.1°C , la transformación a austenita comienza a temperatura de 2.2°C y finaliza en 15.3°C mostrando una entalpia de transformación de xxx. Los resultados del análisis con el microscopio de barrido se muestran en las figuras 5-7.

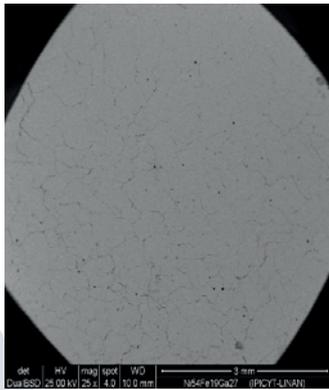


Figura 5. Micrografía de la aleación $Ni_{54}Fe_{19}Ga_{27}$

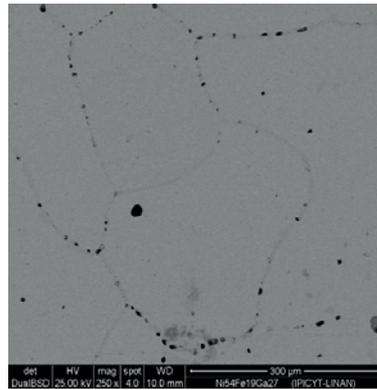


Figura 6. Micrografía de la aleación $Ni_{54}Fe_{19}Ga_{27}$

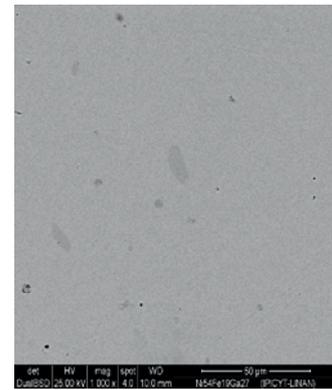


Figura 7. Micrografía de la aleación $Ni_{54}Fe_{19}Ga_{27}$

Tabla 1. Composición de la aleación $Ni_{54}Fe_{19}Ga_{27}$

Elemento	% Promedio
Ni	52.9
Fe	25.8
Ga	21.1

Las figuras 5-7 tomadas con detector de electrones retrodispersados nos muestran que existen tonalidades diferentes en el material lo cual quiere decir que existen dos fases de lo contrario en las imágenes se vería una tonalidad uniforme. El análisis elemental muestra una ligera pérdida en el Ga y aumento en el Fe respecto a la composición nominal. En la figura 8 se presenta el refinamiento de Rietveld hecho a partir de los datos obtenidos de la difracción de rayos X utilizando las cartas cristalográficas 04-014-5690 y 04-016-4958, fue necesario usar dos cartas cristalográficas pues efectivamente se comprobó la presencia de dos fases en la estructura del material.

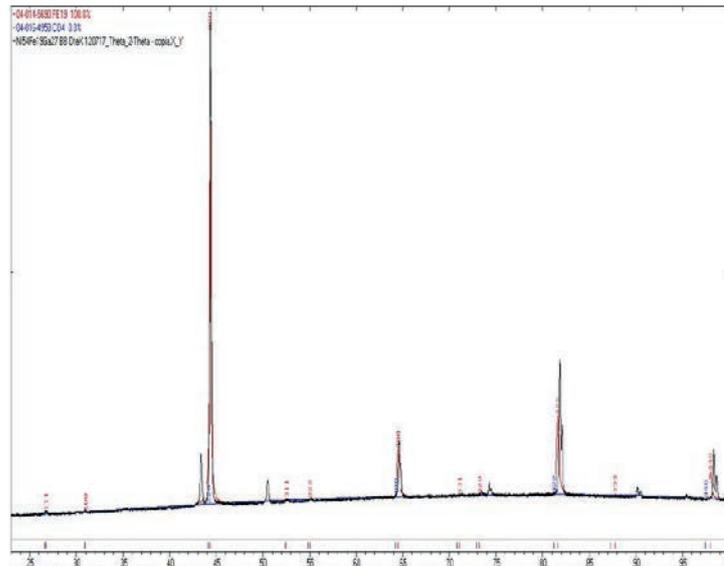


Figura 8. Resultados de la difracción de rayos-x comparando con cartas cristalográficas

CONCLUSIONES

El análisis de Rietveld de los datos de difracción de rayos X mostró la presencia minoritaria (14.2%) de fase gamma en la aleación $Ni_{54}Fe_{19}Ga_{27}$. Mediante la calorimetría diferencial de barrido se mostró que la aleación de estudio tiene transformación martensítica cercana a la temperatura ambiente. Fue posible la medición directa del efecto elastocalórico por medio del cambio de temperatura adiabático en la aleación $Ni_{54}Fe_{19}Ga_{27}$. Los valores moderados del ΔT_{ad} están estrechamente ligados a bajo esfuerzo empleado en este estudio. Los resultados obtenidos sirven de aliciente para la búsqueda de un efecto elastocalórico mayor para aleaciones con composición cercana a la de este estudio y de este modo permanecer en temperaturas cercanas a la ambiental.

BIBLIOGRAFIA

C. Bechtold, C. Chluba, R. Lima de Miranda, and E. Quandt) "High cyclic stability of the elastocaloric effect in sputtered TiNiCu shapememory films" Inorganic Functional Materials, Institute for Material Science, Christian Albrechts-Universität zu Kiel, Kaiserstraße 2, 24143 Kiel, Germany

Laura Karina Mireles Núñez "Síntesis y Caracterización estructural y magnética de aleaciones y cintas de Ni-Ga-Fe" [Tesis de maestría] Instituto Potosino De Investigación Científica y Tecnológica, A.C

Ana Claudia González Castillo. (2005). "Estudio de la microestructura y el efecto elastocalórico en aleaciones Cu-Al-Be.". Consultada en <https://ipicyt.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1010/813/3/TMIPICYTG6E72015.pdf> (fecha de consulta 04-08-2017).

Pedro Osmany Castillo Villa. (2011). "Efectos calóricos en aleaciones tipo Heusler con efecto memoria de forma magnético". Consultada en <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/396/1/Tesis%20Pedro%20Osmany%20Castillo%20Villa.pdf8> (fecha de consulta 04-08-2017).

TRANSPORTE ELECTRONICO EN MATERIALES 2D

Lourdes Monserrat López Martínez¹ e Isaac Rodríguez Vargas²

RESUMEN

En este trabajo se busca establecer un método funcional que nos permita observar el comportamiento que se tendría manipulando eléctrica y magnética de la polarización del valle-espín en el material del siliceno y después poder aplicar este mismo método en otros sistemas. Se trabaja la matemática adecuada para después realizar un programa el que nos permita ver y comparar nuestros resultados con otros ya presentado en distintas bibliografías. Cabe recalcar que los resultados obtenidos alientan a seguir con dicha investigación para tratar más ampliamente cantidades tan importantes como la polarización y conductancia. Además la metodología desarrollada puede aplicarse a materiales 2D más allá del siliceno.

ABSTRACT

In this work we seek to establish a functional method that allows us to observe the behavior that would have been manipulating electric and magnetic polarization of the spin-valley in silicene and then to be able to apply this same method in other systems. We work the appropriate mathematics to later carry out a program that allows us to see and compare our results with others already presented in the literature. It should be emphasized that the obtained results encourage further research to further analyze important quantities like the polarization and conductance. Last but not least, the developed methodology can be implemented to other 2D materials beyond silicene.

Palabras Clave: Silicene, espín, Valle, transmitancia, polarización.

INTRODUCCIÓN

El efecto de proximidad magnética (MPE) ha atraído la atención de teóricos y experimentales durante al menos tres décadas. Últimamente, la relevancia del efecto para el desarrollo de los nanodispositivos ha reavivado el interés por el tema.

A lo largo de la historia se han llevado a cabo grandes avances sobre este tema tal esta que tenemos que desde hace casi 30 años Zuckermann, en un trabajo pionero, demostró teóricamente que un sistema formado por una fina película de un ferromagneto itinerante débil (FM), en contacto atómico con una película gruesa de un metal paramagnético mejorado (PM), puede presentar una temperatura de Curie distinta de cero. Poco después, esta teoría se extendió a un sistema formado por un ferromagneto en contacto con un antiferromagneto. La técnica que se utilizó consistió en resolver una versión simplificada de la ecuación integral derivada de la teoría Landau-Ginzburg de las transiciones de fase.

Por otro lado, en 1978 Bergmann publicó resultados experimentales sobre la magnetización de película muy fina de diferentes materiales depositados sobre un sustrato metálico. Los resultados obtenidos mediante este trabajo le permiten concluir que las capas superiores tenían valores diferentes a los mayoritarios. También concluye que ciertos materiales (Ni) no desarrollaban un momento magnético en películas más delgadas que tres monocapas. Esto en sí mismo es un hecho interesante, ya que las capas muertas magnéticas en la superficie de dichos materiales a granel se habían informado primero y luego refutado. Así, las mediciones de Bergmann son relevantes para el problema básico de la relación del magnetismo y la dimensionalidad, ya que en el cruce desde una dimensión cero (un solo átomo de algún material magnético) hasta un volumen magnético tridimensional, la etapa intermedia de una película del material ultra fina bidimensional depositada sobre un sustrato metálico resulta ser no magnética. Las mediciones de Bergmann la primera verificación experimental de la proximidad magnética (MPE).

Esto generó el interés y la motivación adicional para la un tratamiento de la ecuación de la diferencia apropiada del problema. No es sorprendente que poco después (1979), presentaron un modelo teórico para describir este experimento. Después de esto se generaron muchos trabajos que llevan a lo que hoy conocemos como el efecto aproximación magnética.

Basándonos en estos antecedentes nuestro trabajo está enfocado en desarrollar un método para poder entender la física del marpar del siliceno y poder comparar nuestros resultados con los ya reportados en la bibliografía, así como desarrollar más a fondo este efecto en diferentes sistemas. Por tanto tenemos un sistema de una unión túnel magnética asimétrica basada en silicio que consiste en una barrera túnel ferromagnética, intercalada entre un electrodo ferromagnético y un electrodo normal. Analizamos la manipulación de la polarización de espín-valle y ver la transmisión que nos da cada una de las barreras en el sistema.

Los objetivos generales de nuestro trabajo es encontrar un método eficiente aplicando los conocimientos previos para poder explicar lo que sucede en un sistema con dos barreras del material de siliceno y si los resultados son correctos aplicar este método a otros sistemas y poder encontrar nuevas propiedades en otros materiales a partir de espín-valle y el efecto de proximidad magnética.

MARCO TEÓRICO

La base fundamental de nuestro trabajo radica en el siguiente Hamiltoniano 1):

$$H = v_f(p_x\sigma_x - \tau_z p_y\sigma_y) - \Delta(x)\sigma_z - S_z h_\alpha \quad (1)$$

donde:

$$\Delta(x) = S_z \tau_z \Delta_{so} - \Delta_z \quad (2)$$

¹Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; Calzada Solidaridad esq. Paseo, La Bufa s/n ;, C.P: 98060, Zacatecas, Zacatecas, lourdes.lopez@fisica.uaz.edu.mx

²Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; Calzada Solidaridad esq. Paseo, La Bufa s/n ;, C.P: 98060, Zacatecas, Zacatecas, isaac@fisica.uaz.edu.mx

$$h(x) = \theta_1 h_1 \Theta(-x) + \theta_2 h_2 \Theta(x) \Theta(L-x) + \theta_3 h_3 \Theta(x-L) \quad (3)$$

Aquí v_f es 0.5×10^6 m/s la cual es la velocidad de Fermi de los electrones cerca de los puntos de Dirac en siliceno, σ_i ($i = x, y, z$) son las matrices de Pauli asociados con el pseudospin del sublattice, $\tau_z = \pm 1$ este valor corresponde a los valles K y K', $S_z = \pm 1$ corresponde a los estado del electrón (down, up). Δ_{so} es el intrínseco SOI. $\Delta_z = lE_z$ esta es la diferencia de potencial en sitio entre los subconjuntos A y B con la separación vertical $2l$, la cual puede ser indicada por un campo eléctrico vertical E_z . h_α ($\alpha = 1, 2, 3$) este es el campo derivado del efecto de proximidad magnética de los ferromagnetos en cada una de las regiones y $\theta_\alpha = +1$ (\uparrow) o -1 (\downarrow) los cuales representan la dirección de magnetización paralela o antiparalela a la dirección z positiva. $\Theta(x)$ es la función de paso de Heaviside. No se especifica lo de las matrices de Pauli ni los momentos pero se toma en cuenta que estos datos ya son conocidos por conocimientos previos. Al tener claro la mayoría de los términos se trabaja con este Hamiltoniano 1) sustituyendo los valores apropiados y trabajando con las propiedades de las matrices se llega a la ecuación de autovalores los cuales nos muestran las energías, velocidades y vectores de onda para dicho Hamiltoniano 1), los cuales se muestran a continuación en el orden mencionado anteriormente:

$$E = \sqrt{\hbar^2 v_f^2 q^2 + \Delta^2} - S_z \hbar \quad (4)$$

$$v = \frac{\hbar v_f (q_x - i \tau_z q_y)}{E + S_z \hbar - \Delta} \quad (5)$$

Al tener lo anterior dado que conocemos todas las soluciones en cada región de nuestro sistema y sabiendo que se tiene que cumplir con la ecuación de continuidad 6),

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot \vec{J} = 0 \quad (6)$$

para que dicha ecuación se cumpla la función de onda tiene que ser continua, en las regiones o fronteras del sistema. Por tanto de esto tenemos nuestras funciones de onda con las cuales trabajamos, lo cual nos lleva al procedimiento de la matriz de transferencia la cual está definida de la siguiente manera:

$$M = D^{-1} (D_2 P_2 D_2^{-1}) D_3 \quad (7)$$

$$T_{\eta, \phi} = \frac{|A_3^{\eta, \phi}|^2}{|A_1^{\eta, \phi}|^2} = \frac{1}{|M_{11}^{\eta, \phi}|^2} \quad (8)$$

Para poder realizar el método de matriz de transferencia se utilizó un método que se lleva a cabo en uno de los libros de referencia que se muestran en la bibliografía, no se muestran en este trabajo todos los procedimientos por lo corto que es la extensión de este, cabe mencionar que todos los métodos aplicados fueron realizados ya que esto nos sirve para poder ver de manera más clara si el método que queremos utilizar para este sistema realmente nos puede servir para otros sistemas y poder con confianza cambiar cualquier parámetro incluido en los cálculos.

Al tener lo anterior tenemos especificados las matrices especificadas y cada uno de los pasos se procede a hacer el código para obtener los datos correspondientes a cada configuración según nuestro sistema.

Nuestro sistema constan de dos barreras diferentes, esto quiere decir que tenemos tres regiones y queremos saber qué tipo de onda se propaga dentro de cada una y esto nos lo dirán los resultados de nuestro código, tomando en cuenta cada una de las configuraciones de paralelo, antiparalelo, spin (down, up) e igual para valles.

MÉTODOS Y MATERIALES

Para realizar el trabajo se tomaron secciones diarias donde se trabajaron los conceptos básicos que se estudian en nuestro sistema, también se estuvo trabajando la matemática adecuada para realizar los cálculos que anteriormente se muestra. Más que nada para saber identificar el método de resolución que se necesita para nuestro sistema o se piensa es el más óptimo según lo conocido. Cuando se tienen las bases matemáticas lo siguiente es realizar el código el cual nos proporciona los datos según las circulanticas expuestas en nuestro sistema; desde que energías se tienen que aplicar, el valor de los campos, etc. Se utilizan herramientas tanto para programar como para graficar. Al obtener los datos a través del código realizado con las diferentes configuraciones (paralelo, antiparalelo, down, up), estos se comparan con los ya reportados en la bibliografía.

RESULTADOS

Para obtener nuestros resultados lo hicimos mediante un código realizado en fortran introduciendo todos los parámetros para poder encontrar los valores correspondientes a las configuraciones de paralelo, antiparalelo, spin (down, up), y los valores de los valles K y K'. A continuación se muestran gráficos de corte en punto en concreto para ver como se comporta y si es que cambia algo o si es congruente con los gráficos de contorno:

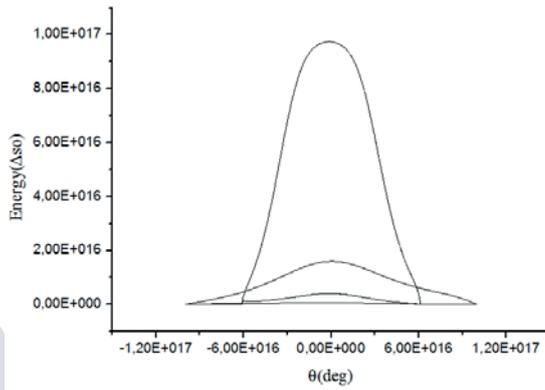


Figura 1. Comparaciones de cortes con características en paralelo, con valles K y K', con orientación down, up y todos para un valor de fijo de 1 en Δ_z .

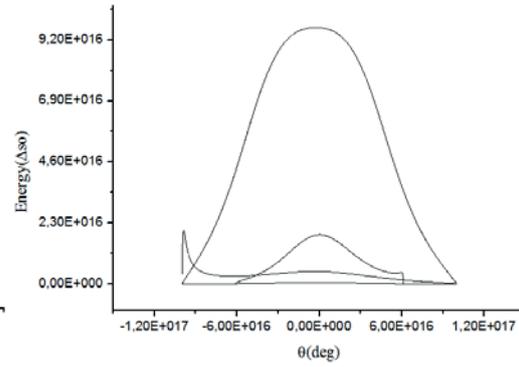


Figura 2. Comparaciones de cortes con características en antiparalelo, con valles K y K', con orientación down, up y todos para un valor de fijo de 1 en Δ_z .

Como podemos ver nuestros gráficos muestran curvas diferentes para cada una de las configuraciones en el lado izquierdo como se puede ver es configuración paralela la cual se ve muy diferente a la de la derecha que es antiparalela esta diferencia son notorias porque las dos barreras que tenemos son diferentes por eso no es extraño que en cada una se comporte diferente de igual manera si podemos ver en cada grafico las curvas son variadas esto depende mucho de si estamos trabajando con un spin up o down o si el valles +1 o -1. Pero esto nos ayuda a identificar que configuración es la más adecuada para la transmisión y cual es la que nos puede dar mejores resultados.

A continuación se muestra un gráfico de contornos en donde se puede apreciar de una mejor forma como se comporta nuestro sistema en las diferentes configuraciones $T_{K\uparrow}, T_{K\downarrow}, T_{K'\uparrow}, T_{K'\downarrow}$ respectivamente para cada figura:

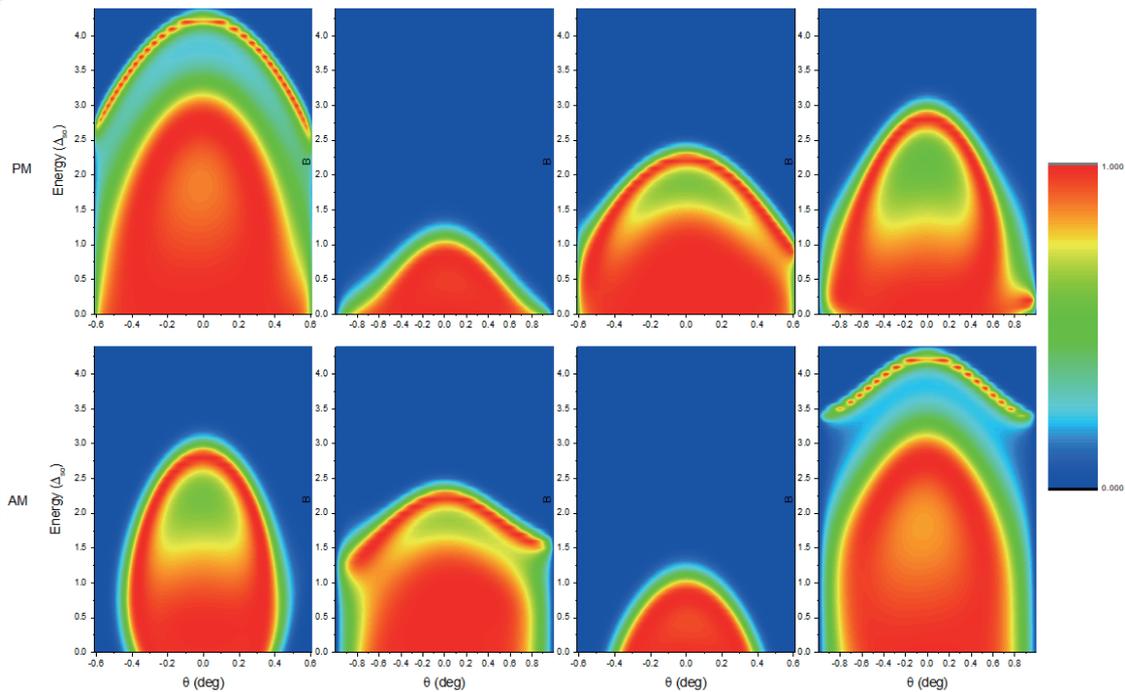


Figura 3. Contornos de la unión de túnel de transmisión con las configuraciones PM, AM como probabilidad a través de un silicio a través de un silicio basado en función de las líneas asimétricas del ángulo incidente.

En esta imagen podemos observar a detalle los contornos lo cual nos muestra que tan buena es la transmisión dependiendo de cada una de las configuraciones realizadas, cabe recalcar que si hacemos una comparación con los gráficos que se muestran anteriormente se puede ver que las curvas son correspondientes a cada una de los gráficos de contorno correspondiente.

Como podemos ver cada imagen muestra contornos diferentes esto se debe a nuestras configuraciones de valles, spin, paralelo antiparalelo pero lo cual es de esperarse ya que en nuestro sistema tenemos dos barreras distintas las cuales hacen que al pasar por una y otra muestren transmisiones diferentes en cada uno de nuestros casos.

Estos resultados fueron comparados con un artículo encontrado en la literatura PHYSICAL REVIEW B 93, 195425 (2016) el cual nos muestra que nuestro trabajo y el método aplicado para el sistema es funcional. Si se hacen algunas comparaciones con dicho artículo se puede ver que los resultados que nosotros obtenemos son muy parecido a los que se reportan esto nos amplía las posibilidades de seguir explotando este sistema tratando de encontrar más propiedades que se puedan desglosar de este sistema y claramente esto se podría ir aplicando a otros sistemas con distintos materiales.

CONCLUSIONES

Los resultados que se obtienen en nuestro trabajo son satisfactorios ya que el método empleado para el sistema es funcional y no está alejado de otros trabajos ya reportados. Esto nos da margen a seguir reproduciendo más propiedades dentro del mismo sistema y de igual manera en un futuro próximo poder aplicarlo a más sistemas.

BIBLIOGRAFIA

Libros

PETER MARKOS, COSTAS M. SOUKOULIS. (2008), *Wave Propagation*, Princeton University Press.

Artículos de libros

Kiwi, M. (2003). *Origin of the magnetic proximity effect*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE SANTIAGO FACULTAD DE FISICA.

Artículos de revista

Wang, D., Huang, Z., Zhang, Y., & Jin, G. (2016). Spin-valley filter and tunnel magnetoresistance in asymmetrical silicene magnetic tunnel junctions. *Physical Review B*, 93(19), 195425.

Derakhshan, V., Ketabi, S. A., & Moghaddam, A. G. (2016). Tunable band gap, magnetoresistance and pseudo-magnetoresistance in silicene-based nanodevices. *Superlattices and Microstructures*, 100, 214-227.

Yu, Z. G., & Flatté, M. E. (2002). Electric-field dependent spin diffusion and spin injection into semiconductors. *Physical Review B*, 66(20), 201202.

Demler, E. A., Arnold, G. B., & Beasley, M. R. (1997). Superconducting proximity effects in magnetic metals. *Physical Review B*, 55(22), 15174.

Nakayama, H., Althammer, M., Chen, Y. T., Uchida, K., Kajiwara, Y., Kikuchi, D., ... & Gross, R. (2013). Spin Hall magnetoresistance induced by a nonequilibrium proximity effect. *Physical review letters*, 110(20), 206601.

Emery, V. J., Kivelson, S. A., & Zachar, O. (1997). Spin-gap proximity effect mechanism of high-temperature superconductivity. *Physical Review B*, 56(10), 6120.

Drummond, N. D., Zolyomi, V., & Fal'ko, V. I. (2012). Electrically tunable band gap in silicene. *Physical Review B*, 85(7), 075423.

USO DE LIFERAY PARA LA CREACIÓN DE UNA PÁGINA WEB

Luis Enrique Rico Marquez¹ y Jennifer Rentería Conseción²

RESUMEN

En este proyecto, se lleva a cabo la creación de una nueva página web del Campus Jalpa, lo primero que se realizó fue el analizar la página web anterior del Campus Jalpa para destacar que áreas se van a modificar y por qué motivos, enseguida se realizó un Benchmarking (Estudio de mercado) en donde se visitaron algunas de las páginas web más importantes a nivel local y se calificaron respecto su presentación, distribución de elementos, velocidad de descarga y el total de información que presenta. Después del estudio de mercado se realizó un borrador de la nueva presentación de la página web del Campus Jalpa y por último se realizó la implementación.

ABSTRACT

In this project, the creation of a new web page of the Campus Jalpa is carried out, the first thing that was done was to analyze the previous page of the Campus Jalpa to emphasize that the areas are going to be modified and for what reasons, followed by a Benchmarking (Market Study) where some of the most important web pages were visited locally and they were qualified regarding their presentation, distribution of elements, download speed and the total of information that presents. After the market survey, a draft of the new presentation of the Jalpa Campus website was made and finally the implementation was carried out.

Palabras Clave: Página web, Liferay, Campus Jalpa y Benchmarking.

INTRODUCCIÓN

El Campus Jalpa es una escuela de educación superior que forma parte de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ) “Francisco García Salinas” (UAZ), fue creado el 13 de abril del 2000, actualmente el Campus Jalpa está conformado por aproximadamente un millar de alumnos en siete diferentes Programas Académicos (Ordaz García, 2017)

El Campus Jalpa cuenta con un sitio web que se encuentra con la IP (Internet Protocol), el cual es un número que identifica un dispositivo en una red, cuyo número se puede identificar por 148.217.18.34 este dominio es la parte principal de una dirección en la Web que indica la organización o compañía que administra dicha página o sitio web en este caso: <http://www.campusjalpa.uaz.edu.mx>, subdominio del <http://www.uaz.edu.mx>, el cual se hizo para publicar información relevante para el cuerpo estudiantil e interesados en inscribirse a la institución ya sea para estudiar alguna de los programas académicos o simplemente como consulta, así como, para el público en general (Campus Jalpa, 2011).

Ya que el sitio web es institucional, está regido por un grupo de políticas centralizadas que restringen la manipulación total del anterior y se limita a una serie de normativas dictaminadas por la Universidad Autónoma de Zacatecas. El problema que se tiene es que este sitio web no recibe actualización desde el 6 de septiembre del 2012, además algunas de las ligas que enlazaban a un sitio fuera del sitio web del campus Jalpa ya no están disponibles.

El objetivo es creación de una página web con el uso de Liferay para la UAZ Campus Jalpa, tomado en consideración las políticas institucionales de la UAZ., además se establecieron como objetivos específicos los siguientes:

- Analizar el sitio web del Campus Jalpa.
- Planificar las actualizaciones y responsables de la información del sitio web del Campus Jalpa.
- Conocer el funcionamiento y las herramientas de desarrollo de sitios web que utiliza la UAZ en base a sus políticas institucionales.
- Diseñar la estructura de la información institucional.

MARCO TEÓRICO

LIFERAY

Es la principal aplicación basada en software libre para la creación de entornos colaborativos on-line. Actualmente está respaldado por una extensa red de servicios profesionales que ofrecen desarrollos a la medida, formación y soporte en todo el mundo. LIFERAY ofrece una arquitectura de temas que permite llevar a cabo cambios en la apariencia del portal sin cambiar el código fuente de LIFERAY. Es posible despegar nuevos temas rápidamente sin necesidad de tener que detener la ejecución del portal (LIFERAY, 2010).

PÁGINA WEB

Se conoce como página web al documento que forma parte de un sitio web y que suele contar con enlaces (también conocidos como hipervínculos o links) para facilitar la navegación entre los contenidos. (Definición de, 2002)

MÉTODOS Y MATERIALES

Para el desarrollo del sitio web del Campus Jalpa usando Liferay se tomó en cuenta la “Metodología para la creación de sitios web”, la cual fue propuesto por Green, Chilcoott y Flick, a continuación, se detallan cada una de las fases de la figura 1 (Gil, 2002).

¹ Universidad Autónoma de Zacatecas “Francisco García Salinas”, Campus Jalpa, Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica Jalpa, Libramiento Jalpa km. 156+380, Fracc. Solidaridad, C.P: 99600, Cd. Jalpa, Zacatecas, enrique200807@hotmail.com

² Universidad Autónoma de Zacatecas “Francisco García Salinas”, Campus Jalpa, Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica Jalpa, Libramiento Jalpa km. 156+380, Fracc. Solidaridad, C.P: 99600, Cd. Jalpa, Zacatecas, jennifer.rc@uaz.edu.mx

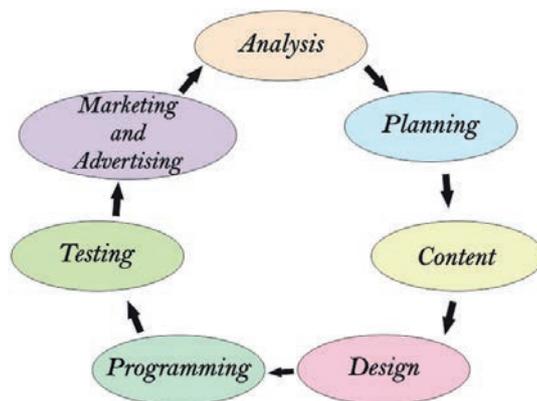


Figura 1. Fases de la Metodología para la creación de sitios web

a) Fase de análisis.

En esta primera etapa del método de desarrollo se realiza el análisis de la necesidad de crear el sitio web, se da respuesta a las preguntas que se presentan a continuación

1. ¿Se necesita realmente el sitio web?
2. ¿Para qué se necesita el sitio web?
3. ¿Qué es lo que buscarán los usuarios en el sitio web?
4. ¿Qué imagen se quiere proyectar con el sitio web a los usuarios?

b) Fase de planificación.

Todo proyecto posee una fase de planificación, en ella se deben definir cuáles son los requerimientos técnicos para este fin, quiénes serán los miembros del equipo, seleccionar la estructura, planear un sitio bien organizado, y realizar estudios de mercadeo comparativo.

c) Fase de contenido.

Básicamente el éxito de un sitio web se debe a su contenido. El contenido del sitio será probablemente una combinación de la información que actualmente se posee y de la que se tendrá que crear.

d) Fase de diseño

Es el primer paso en la fase de desarrollo web supone un trabajo extenso y detallado, puesto que abarca no sólo la interacción de múltiples elementos, como tecnología multimedia (audio, sonido, imágenes, animaciones, entre otros); sino, que abarca también su integración con una estructura lógica basada en el propósito del sitio de cualquier producto o sistema. Define como el proceso de aplicar distintas técnicas y proceso con los suficientes detalles como para permitir su realización física. El objetivo del diseñador es producir un modelo o representación de una entidad que será construida más adelante.

e) Fase de programación

Esta etapa corresponde a la utilización de las herramientas de programación web. En este punto es primordial seleccionar los lenguajes de programación en los que se desarrollará el sitio, la base de datos y definir qué contenido del sitio será estático y cuál será dinámico.

f) Fase de testeo

Comprobación en navegadores, este es el primer paso y también el más importante, es comprobar que las páginas se pueden visualizar de forma correcta en diferentes navegadores.

En cuanto a los materiales o en este caso las herramientas utilizadas para este proyecto fueron una computadora para diseñar y actualizar la información del servidor y el servidor web donde se alojará la página.

RESULTADOS

En la figura 2 se aprecia la página web anterior del Campus Jalpa.



Figura 2 Página web anterior del Campus Jalpa.

Para la creación de la página se realizó primero un análisis visitando sitios web de escuelas de educación superior, se tomaron las mejores propuestas de páginas que fueran dinámicas y con presentación de contenido, una vez seleccionado el nuevo diseño y cómo quedaría organizada la información se procedió a asignar responsables respectivamente

a cada contenido o pestaña, en la tabla 1 se presentan las pestañas propuestas y los encargados de proporcionar la información de cada una.

Tabla 1. Pestañas del sitio web del Campus Jalpa y sus responsables

Pestaña	Departamento Responsable	Pestaña	Departamento Responsable
Inicio	Coordinación	Alumnos	
Universidad		Becas	Responsable de Becas
Reseña Histórica	Coordinación	Movilidad e Intercambios	
Misión	Coordinación	Servicio Social	Responsable de Servicio Social
Visión	Coordinación	Servicios Estudiantiles CASE	Coordinación
Valores	Coordinación	Biblioteca	Responsable de Biblioteca
Himno	Coordinación	Centros de Intervención y Apoyo Psicológico	Responsable de Psicología
Escudo	Coordinación	Calendario	Coordinación
Directorio	Coordinación	Egresados	
Normatividad	Coordinación	EGEL	Responsables de Carrera
Avisos	Coordinación	Titulación	Responsable de Titulación
Oferta Educativa		Bolsa de trabajo	Coordinación y Responsables
Ing. en Computación	Responsable de Ingeniería	Seguimiento de Egresados	Responsables de Carrera
Ing. en Comunicaciones y Electrónica	Responsable de Ingeniería	Docentes	
Lic. en Enfermería	Responsable de Enfermería	Personal Académico	Coordinación
Lic. en Psicología	Responsable de Psicología	Cuerpos Académicos	Cuerpos Académicos
Lic. en Contaduría (semi escolarizado)	Responsable de Contaduría	Transparencia	
Lic. en Derecho (semi escolarizado)	Responsable de Derecho	Artículo 39	Coordinación
Programa Único de Inglés	Responsable de Inglés	Artículo 45	Coordinación
Aspirantes		Solicitud de Información	Coordinación
Admisión	Coordinación	Contáctanos	Coordinación
Departamento Escolar	Control Escolar		
Convocatoria	Control Escolar		

El uso de LIFERAY consiste en manejo de contenido y plantillas con el que está desarrollado el portal de la UAZ Campus Jalpa. En la figura 3 se presenta parte de la implementación y los cambios realizados a sitio web del Campus Jalpa.



Figura 3. Página principal del Campus Jalpa actualizada

CONCLUSIONES

Con la creación del nuevo sitio web de la UAZ Campus Jalpa se logró tener una presentación más clara, precisa y limpia del contenido de la página web, además que se reemplazó información ya no relevante, por contenido que se

consideraba indispensable. Uno de los beneficios que se tendrán con este nuevo rostro digital es que la información se encuentra al día de una manera más simple para su consulta.

BIBLIOGRAFÍA

Artículos en línea

- AMIPCI. (18 de Julio de 2016). *Asociación Mexicana de Internet*. Recuperado el 28 de Julio de 2017, de <https://www.amipci.org.mx/es/noticiasx/2241-alcanza-internet-el-51-de-penetracion-entre-los-usuarios-potenciales-de-mexico-amipci>
- Definicion de.* (2002). Recuperado el 8 de julio de 2017, de <http://definicion.de/>
- Departamento de Escolar. (2017). *Censo de alumnos 2017*. Jalpa Zacatecas.
- Campus Jalpa . (2011). *Campus Jalpa*. (UAZ) Recuperado el mayo de 2017, de <http://campusjalpa.uaz.edu.mx>
- Gil, I. M. (2012). *akus.net*. Recuperado el 17 de Julio de 2017, de <http://disenowebakus.net/metodologia-para-la-creacion-de-sitios-web.php>
- LIFERAY. (2010). *LIFERAY*. Recuperado el 18 de Julio de 2017, de <https://www.liferay.com/es/digital-experience-platform>
- Ordaz García, C. R. (15 de Julio de 2017). Población estudiantil de la UAZ Campus Jalpa. *Ingeniería Eléctrica*. (L. E. Rico Márquez, Entrevistador)
- Vázquez, J. M. (enero de 2005). *Tecnologías y Servicios para la Sociedad de la Información (TSSI)*. Recuperado el 17 de Julio de 2017, de http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Organos%20de%20Gobierno/Consejo%20Social/Actividades/tecnologias_servicios_para_sociedad_informacion.pdf

CONTROL DE LA ALTITUD DE UN NANOCUADRICÓPTERO UTILIZANDO UN CONTROLADOR PID

Moises Viramontes Flores¹ y M. en I. Roberto Olivera Reyna².

RESUMEN

El mundo actual demanda necesidades a cubrir en nuestra forma de vida. Los sistemas drones son en la actualidad una oportunidad de desarrollo tecnológico con aplicaciones en diversas áreas del conocimiento. En este reporte de investigación se presentan los resultados obtenidos de los modelos dinámicos del Crazyflie 2.0, el movimiento de un quadricóptero puede ser controlado completamente usando sus cuatro rotores. Como cada rotor produce su propia elevación y torque, variando independientemente estos valores el movimiento ocurrirá. Las propelas usadas en el quadrotor tienen hojas fijas los únicos parámetros que pueden ser cambiados son la velocidad angular y la aceleración angular. Controlando la revolución de los motores de corriente continua (CC) que impulsan las hélices. Las ecuaciones dinámicas fueron simuladas utilizando el software MATLAB y Simulink, tomando como base de diseño un experimento realizado Universidad de Illinois por Giri Parshanth Subramanian.

ABSTRACT

The present world demands needs to be covered in our way of life. Drones systems are currently an opportunity for technological development with applications in various areas of knowledge. This research report presents the results obtained from the dynamic models of Crazyflie, the movement of a quadcopter can be controlled completely using its four rotors. As each rotor produces its own lift and torque, independently varying these values the movement will occur. The propellers used in the quadcopters have fixed blades the only parameters that can be changed are angular velocity and angular acceleration. Controlling the revolution of direct current (DC) motors driving the propellers. The dynamic equations were simulated using the MATLAB and Simulink software, based on an experiment conducted by the University of Illinois by Giri Parshanth Subramanian.

INTRODUCCIÓN

El control automático ha desempeñado un papel vital en el avance de la ingeniería y la ciencia. Además de su gran importancia en los sistemas de vehículos espaciales, guiado de misiles, sistemas robóticos, etc., el control automático se ha convertido en una parte importante e integral de los procesos modernos industriales y de fabricación. Los avances en la teoría y la práctica del control automático proporcionan los medios para conseguir un comportamiento óptimo de los sistemas dinámicos, mejorar la productividad, simplificar el trabajo de muchas operaciones manuales respectivas y rutinarias, así como de otras actividades.

El campo de investigación de naves autónomas, las cuales son tecnologías que van evolucionando al pasar los años con desarrolladores privados y pocos son de universidades. El desarrollo de naves autónomas de bajo costo, pueden ser muy beneficiosa para la sociedad en cuanto al uso que se pueda emplear como la seguridad ciudadana, búsqueda y rescate control de tráfico vehicular.

MÉTODOS Y MATERIALES

La identificación del modelo matemático en los sistemas de control es de suma importancia para determinar el comportamiento óptimo que realizará la planta. El modelo matemático genera las pautas del diseño para su posterior funcionamiento en base al comportamiento esperado del sistema (Ogata, 2003), (Kuo, 1996) 1996). La caracterización del sistema es uno de los pasos fundamentales para desarrollar el control, al obtener una caracterización errónea es posible que el controlador diseñado no sea el adecuado.

Como el objetivo fundamental de un sistema de control es lograr que la salida $Y(s)$ sea lo más cercana a la entrada de referencia $R(s)$, el método que se utilizó para el diseño del controlador fue el diagrama de bloques de las partes que componen a un servosistema; en la figura 1) se muestra el diagrama utilizado.

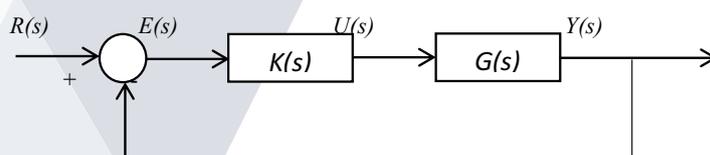


Figura 1. Diagrama en lazo cerrado del sistema de control.

El cuadricóptero Crazyflie 2.0 es totalmente de código fuente y de hardware abierto, lo que permite acceder a cualquier parte del sistema para un control completo y una flexibilidad total. El hardware o los sensores se

¹ Universidad Autónoma de Zacatecas “Francisco García Salinas”, Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica Jalpa, Libramiento Jalpa Km 156+380 Fracc. Solidaridad Jalpa Zac. C.P. 99601, masforespi@hotmail.com

² Universidad Autónoma de Zacatecas “Francisco García Salinas”, Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica Jalpa, Libramiento Jalpa Km 156+380 Fracc. Solidaridad Jalpa Zac. C.P. 99601, roliverar@uaz.edu.mx

pueden agregar a través de los puertos de expansión versátiles, permitiendo la adición de sensores. El pequeño tamaño y peso ligero reduce la necesidad de equipos de seguridad y aumenta la productividad. En la figura 2) se muestra al cuadricóptero Crazyflie 2.0 utilizado en esta estancia de verano.

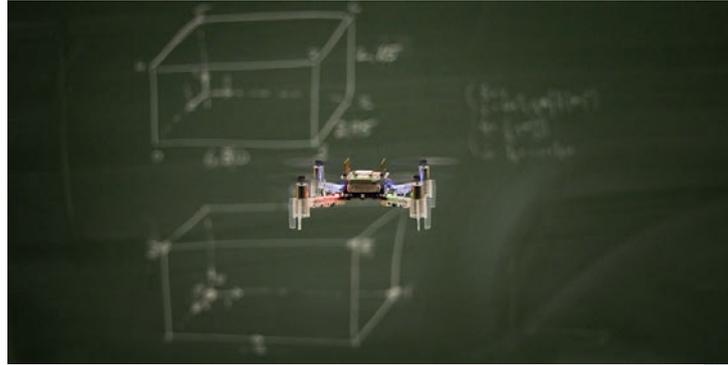


Figura 2. El cuadricóptero Crazyflie 2.0.

El modelo dinámico del cuadricóptero tiene que ser definido por las coordenadas de los marcos de fuerzas y momentos generados por cada hélice de un cuadricóptero se muestran en la figura 3).

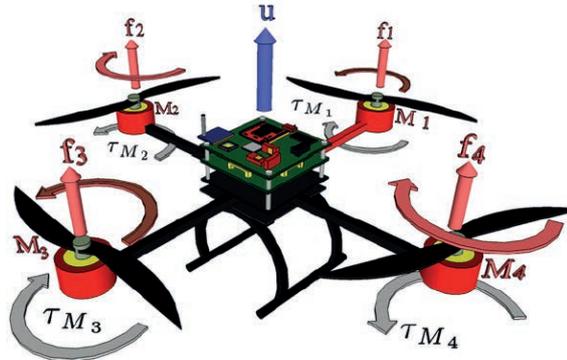


Figura 3: Las fuerzas y momentos generados por las hélices de un cuadricóptero.

Por lo tanto, la fuerza total y los tres momentos del cuadricóptero se dan como,

$$F = F1 + F2 + F3 + F4 \quad (1)$$

$$\tau\phi = (F2 - F4)l \quad (2)$$

$$\tau\psi = F1 - F3)l \quad (3)$$

$$\tau\theta = -\tau1 + \tau2 - \tau3 + \tau4 \quad (4)$$

Donde l es el brazo de momento de las hélices. La simplificación de la dinámica de las ecuaciones 1), 2), 3) y 4). Si el quadrotor necesita girar, sólo necesita cambiar las velocidades de los motores 2 y 4. Así, no se afecta a las velocidades de los motores 1 y 3, desacoplando el movimiento de cabeceo del movimiento de balanceo. Además, si el motor 2 y el motor 4 aumentan su velocidad simultáneamente, entonces el quadrotor empezara a guiñar. Sin embargo, esto no inducirá ni un momento de cabeceo ni un momento de giro, desacoplando también el movimiento de guiñada del paso y los movimientos del giro. Por lo tanto la dinámica del cuadricóptero desacopla claramente los movimientos del balanceo, del cabeceo y del guiño de uno y otro que ayuda a simplificar las ecuaciones.

Las fuerzas y momentos de las hélices ($F1-4$, $\tau1-4$) en las ecuaciones 1), 2), 3) y 4) están en función de la entrada de control. En el caso del Crazyflie 2.0, la entrada de control es la tensión que se aplica a los motores, que a su vez se controla mediante una señal modulada por ancho de pulso (PWM). El voltaje máximo y mínimo generado por la batería a bordo del Crazyflie es 4.2 V y 3.2 V respectivamente. Además, la señal PWM de entrada varía desde 10000-60000, es decir, la tensión que se aplica a los motores se da como:

$$V = \left(\frac{PWM-10000}{65535-10000} \right) * 4.2 \quad (5)$$

La entrada PWM sólo se permite ir hasta 60000 (en lugar de 65535) como medida de seguridad. Si la tensión de entrada cae por debajo de 3,2 voltios, entonces la potencia de los motores es cortada y las hélices dejan de girar.

En la mayoría de los motores brushless de CC, la velocidad de rotación del eje del motor generalmente varía linealmente con la tensión de entrada y, por tanto, con la entrada PWM. Para calcular la variación de RPM (rotaciones por minuto) de la hélice en función de la tensión de entrada, se utilizó un tacómetro sin contacto.

Dada la RPM de cada hélice, el empuje aerodinámico (T “Thrust”) y el torque (Q) que genera están dados por (Deters, 2014):

$$T = C_T(n)\rho n^2 D^4 \quad (6)$$

$$P = C_p(n)\rho n^2 D^5 \quad (7)$$

$$Q = \frac{P}{2\pi n} \quad (8)$$

Donde n son las rotaciones por segundo, D es el diámetro de la hélice, ρ es la densidad del aire, P es la potencia que genera y $C_T(n)$ y $C_p(n)$ representan que los coeficientes de empuje y de potencia.

RESULTADOS

Utilizando como base un experimento realizado en la Universidad de Illinois por GIRI PRASHANTH SUBRAMANIAN, quien tomó varias lecturas de las RPM debidas a una entrada dada y registró el valor medio; en nuestro experimento realizamos la variación de las RPM de la hélice con respecto a la entrada PWM, la cual dio la mejor línea de ajuste mostrada en la ecuación 9).

$$RPM = \begin{cases} 0 & \text{si } V < 3.2 \\ 0.2685 * PWM + 4070.3 & \text{si } 3.2 < V < 4.2 \end{cases} \quad (9)$$

Las gráficas que muestran esta relación se ilustran en las figuras 4) y 5) respectivamente, las cuales fueron simuladas en Matlab con las ecuaciones 6) y 7). Las dos líneas horizontales mostradas en la figura 4) indican la cantidad de PWM requerido para el empuje (“Thrust”). Así, podemos ver que, aproximadamente a la mitad de la cantidad de la señal de PWM (es decir, la mitad de la velocidad del motor a la batería completa), el cuadricóptero Crazyflie 2.0 podrá flotar. Esto es muy cercano a lo que se observa también en otros experimentos (Deters, 2014). Esto aumenta la confianza en el modelo matemático que se ha obtenido.

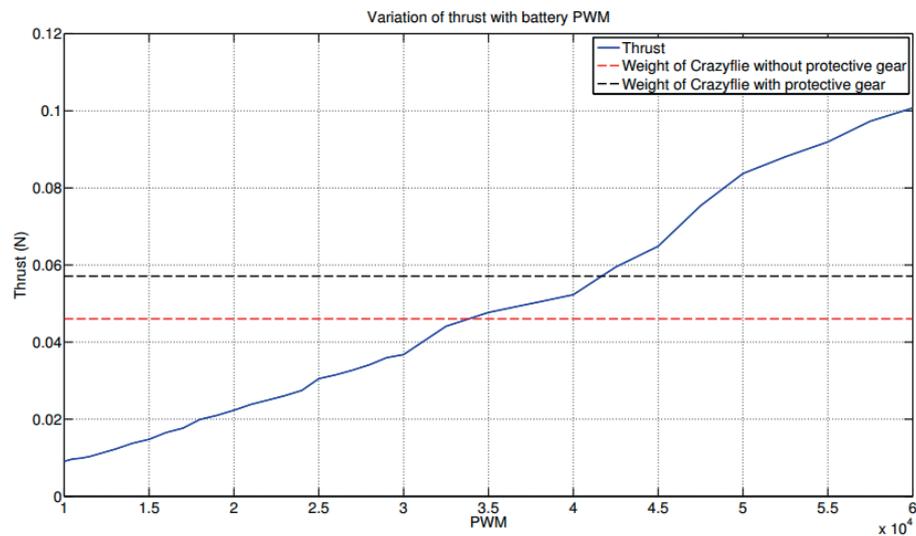


Figura 4: Variación del empuje de la hélice con PWM.

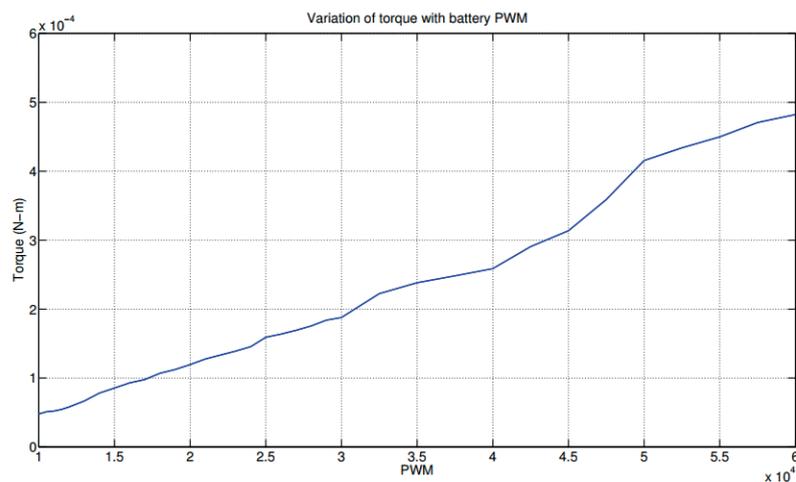


Figura 5: Variación del torque de la hélice con la señal PWM.

CONCLUSIONES

En la primera parte de este trabajo, se desarrolló un modelo dinámico del cuadricóptero Crazyflie 2.0 y se incorporó el modelo del empuje y el par de sus propulsores. Este tipo de vehículos aéreos no tripulados se están convirtiendo en la plataforma preferida para probar algoritmos de control de diversas naturalezas, por lo tanto la importancia inherente de concebir y probar un modelo matemático del vehículo que puede predecir, hasta cierto punto, cómo el sistema evolucionará con el tiempo es de fundamental importancia en el área de control automático de cuadricópteros. Por lo tanto, el proyecto comenzó con un modelado del nanocuatricóptero y una identificación de ciertos parámetros físicos, basada en trabajos previos. Se deja como un trabajo a futuro el diseño del controlador PID digital para controlar al cuadricóptero en la posición flotante.

BIBLIOGRAFÍA

- Beard, R. (2015). "Quadrotor Dynamics and Control Rev 0.1,". *All Faculty Publications. bitcraze. (2012). Bitcraze.* Consultada en <https://www.bitcraze.io/> (06-06-2017)
- BOUABDALLAH, S. (2007). Design and control of quadrotors. Aboubekr Belkaid: Lausanne, EPFL.
- Bridges, H. A. (2010). Euler Angles: yaw–pitch–roll sequence. University of Surrey.
- Deters, R. W. (2014). "Reynolds Number Effects on the Performance of Small-Scale Propellers" en *32nd AIAA Applied Aerodynamics Conference*, Vol. 32, [pp. 1-43].
- Kuo, B. C. (1996). *Sistemas de Control Automático*. México: Prentice- Hall Hispanoamericana.
- O'Reilly, O. (2008). *Intermediate Dynamics for Engineers: a Unified Treatment of*. Cambridge University Press.
- Ogata, K. C. (2003). *Ingeniería de Control Moderna*. Madrid: Pearson Educación.
- SUBRAMANIAN, G. P. (2015). *NONLINEAR CONTROL STRATEGIES FOR*. University of Illinois: Urbana, Illinois.

DISEÑO DE UNA INTERFAZ PARA MOSTRAR LOS MOVIMIENTOS BÁSICOS DE UN NANO CUADRICÓPTERO

Oscar Lozano González ¹ y M. en I. Reynel Olivera Reyna ²

RESUMEN

En el presente trabajo se realiza un breve estudio sobre las interfaces de los UAV (*Unmanned Aerial Vehicle, Vehículo Aéreo no Tripulado*) más comunes. Se realizaron pruebas de conexión y reconocimiento entre la máquina virtual y el UAV de los creadores de Bitcraze. Sucesivamente se creó un código en DEV C++ para almacenar valores en un arreglo, se probó y pasó a Eclipse en el firmware de la IMU (*Unidad de Medición Inercial*). Sin embargo se tuvieron problemas con las librerías. Se crea una carpeta compartida. Se elaboró una interfaz en GUIDE de Matlab, la cual posee cuatro planos de dos dimensiones para mostrar los cuatro movimientos básicos de un dron (alabeo, cabeceo, guiñada y elevación) en función del tiempo.

ABSTRACT

In the present work, a brief study is made on the interfaces of the most common Unmanned Aerial Vehicle (UAV). Connection and recognition tests were performed between the virtual machine and the UAV of the creators of Bitcraze. Subsequently a code was created in DEV C ++ to store values in an array, it was tested and passed to Eclipse in the firmware of the Inertial Measurement Unit (IMU). However, they had problems with the bookstores. A shared folder is created. An interface was developed in MATLAB GUIDE, which has four two-dimensional planes to show the four basic movements of a drone (warping, pitch, yaw and lift) function of time.

Palabras clave: UAV, IMU, máquina virtual.

INTRODUCCIÓN

El hombre siempre ha tenido el deseo de volar, por lo cual se han creado diversas máquinas y prototipos de aparatos aéreos. Así mismo han surgido pequeñas máquinas aéreas que por su envergadura de diseño no pueden albergar pilotos, mucho menos pasajeros. Estas naves fueron creadas por primera ocasión en centros de investigación militar, con fines de reconocimiento y ataques aéreos sin tener la necesidad de exponer la vida del piloto.

Actualmente los sistemas de navegación contienen tres partes esenciales que son GPS, IMU y brújula digital, obteniendo los tres subsistemas se crea uno con un rango de prestaciones bastante óptimo, por lo que múltiples vehículos terrestres, aéreos, marítimos y espaciales tienen dicho sistema.

Por el afán de automatizar todos los procesos industriales, individuales y nacionales, se tiene un objetivo claro para el futuro, el cual es hacer que los vehículos aéreos sean autónomos para diferentes tareas programables.

Interfaces en los UAV más comunes.

Las interfaces más comunes son dos, ya sea desde el control remoto o una pc. Éstas han tenido un impacto muy importante no solo en los UAV, también en cualquier máquina aérea. Por su gran aporte no solo de reconocimiento e investigación y fines de control en la navegación. También en monitoreo de la integridad de la nave. Para este procesamiento se requieren múltiples sensores, tanto de fines externos como internos, tarjetas de procesamiento central, cámaras de diferentes tipos, todo diseñado con los fines para lo cual se quiere trabajar.

¹ Universidad Autónoma de Zacatecas “Francisco García Salinas”, Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica Jalpa, Libramiento Jalpa Km 156+380 Fracc. Solidaridad, Jalpa, Zac. C.P. 99601, gonzalezlozanooscar@gmail.com

² Universidad Autónoma de Zacatecas “Francisco García Salinas”, Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica Jalpa, Libramiento Jalpa Km 156+380 Fracc. Solidaridad, Jalpa, Zac. C.P. 99601, reynel@uaz.edu.mx

Interfaz: el control remoto.

El hecho de contar con una interfaz en el control remoto, provee al usuario una cantidad de información bastante aprovechable. La información más común suele ser video, altitud, posiciones en los tres ejes dimensionales y estado de la batería.



Figura 1. Control remoto de un UAV.

Interfaz en pc.

Por lo general dichas interfaces poseen un rango de prestaciones mayor comparándolas con las primeras.

Por ejemplo los creadores de Bitcraze poseen una interfaz con la configuración del control remoto a emplear, reconocimiento del dispositivo, asignación de tiempo de encendido, niveles de alabeo, cabeceo, guiñada y elevación, estado de la batería, una barra de menú la cual contiene archivo, imprimir, correo electrónico, grabar, abrir, opciones para mostrar valores de los sensores en gráficas 2D, un plano de navegación en tiempo real y otras funcionalidades que no se alcanzaron a probar.

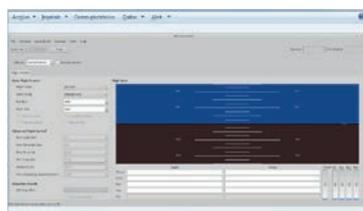


Figura 2. Interfaz Bitcraze.

MÉTODOS Y MATERIALES

Para el desarrollo de este proyecto se empleó el nano cuadricóptero Crazyflie 2.0 de la empresa Bitcraze, es uno de los pocos en el mercado que tiene la ventaja de ser de código y estructura abiertos, lo que significa que el usuario puede modificar o adaptar cualquier característica en él. Otros dispositivos empleados fueron el Crazyradio PA, un cable USB a USB, un anillo de leds y una PC. Para la obtención del software basta con entrar a la página oficial de los creadores (bitcraze.io), éste es un paquete en Oracle Virtual Box Manager, el cual contiene: la máquina virtual BitcrazeVM_2017.03, con Ubuntu 14.04.4, Eclipse IDE for Eclipse Committers y la interfaz Crazyflie Client. Matlab R2013a es un software externo que también se empleó para este proyecto.



Figura 3. Software y Hardware utilizado para este proyecto.

Para la instalación de la máquina virtual “BitcrazeVM_2017.03” basta con seguir los pasos indicados en la página oficial de Bitcraze.

Pruebas de reconocimiento del dispositivo.

Para conectar el nano cuadricóptero con la máquina virtual se puede hacer de dos formas, con el Crazyradio PA y el cable USB. Para esto es necesario abrir la máquina virtual previamente instalada, si marca error es necesario ir a configuración y seleccionar USB 1, generalmente está seleccionado el USB 2, como se muestra en la figura 4.

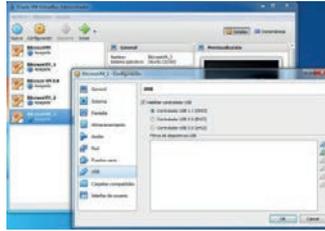


Figura 4. Configuración necesaria para arrancar la máquina virtual.

Haciendo clic en la flecha verde se abrirá la máquina virtual, posteriormente se procede a abrir la interfaz del UAV.



Figura 5. Icono de la interfaz Bitcraze.

Una vez abierta se conecta el dron desde la opción: dispositivos-usb-Bitcraze Crazyradio PA USB Dongle [0053], como se ve en la figura 6, o en caso de conectar el UAV con el cable USB seleccionar Bitcraze AB Crazyflie 2.0 [0200]. Después seleccionar escanear y conectar. Esto se hace con la finalidad de saber que nuestro UAV está listo para ser programado.

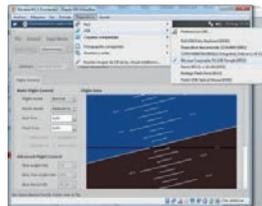


Figura 6. Configuración de dispositivos para conectar la interfaz con el UAV.

Se realizó el primer cambio de firmware desde Eclipse, ejemplo propio de Bitcraze, el cual consiste en cambiar el led 4 de color rojo a verde. En siguiente se encontraron dos firmware de la IMU, uno es de extensión .h y el otro de .c, la dirección de estos códigos son: crazyflie-firmware/src/hal/interface/imu.h o crazyflie-firmware/src/hal/src/imu_cf1.c como se muestra en la figura 7.



Figura 7. Código firmware de la IMU (imu_cf1.c).

El problema encontrado es que la librería de entrada y salida de datos (stdio.h) marca conflicto con el reconocimiento de esta. Se probó descargando otra librería e instalando aun así no hubo solución al problema, incluso al agregarla se desconfigura el programa Eclipse.

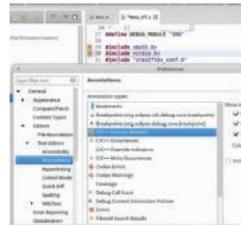


Figura 8. Error marcado en la librería stdio.h.

El ejemplo base de un código en DEV C++, el cual crea un bloc de notas para almacenar una serie de números, en este caso hasta el 100, esto con la finalidad de iniciar por añadir código para crear un bloc de notas en el IMU firmware.

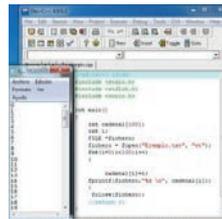


Figura 9. Código base en DEV C++.

El crear la carpeta compartida es para tener la opción de extraer los datos y trabajar con la máquina física, de lo contrario se tendría que instalar Matlab en la máquina virtual. Para crear una carpeta compartida entre la máquina virtual y la máquina física, fue necesario instalar una unidad óptica virtual, en consiguiente instalar las *Guest Additions* que se encuentran en la carpeta Virtual Box, la cual para este caso está en; C:\Program Files\Oracle\VirtualBox, despues se procede a crear una carpeta compartida que será guardada en el escritorio para que sea más fácil poner su dirección en la terminal, en consiguiente se abre la terminal y a base de comandos se configura para enlazarla con otra carpeta que está en dicho sistema previamente creada. Para lograr esto se basó en (Tutorial de Virtualbox, 2016), (Tutorial de Ubuntu, 2010).



Figura 10. Carpetas compartidas entre los dos sistemas operativos.

RESULTADOS

A continuación en la figura 11 se muestra el proyecto en su conjunto, en el cual se puede apreciar el nano cuadricóptero Crazyflie 2.0, la Crazyradio PA para comunicación con la PC, la interfaz Crazyflie client enlazada con el nano cuadricoptero y la interfaz GUIDE mostrada a continuación.



Figura 11. Proyecto en su conjunto.

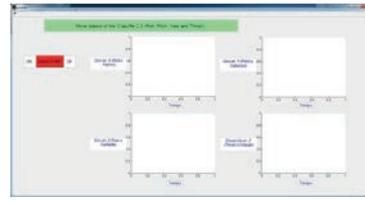


Figura 12. Interfaz GUIDE de Matlab.

Se elaboró una interfaz en GUIDE de Matlab, la cual posee cuatro planos de dos dimensiones para mostrar los cuatro movimientos básicos de un dron (alabeo, cabeceo, guiñada y elevación) en función del tiempo. En la figura 12 se puede apreciar una muestra de la interfaz.

CONCLUSIONES

El objetivo general no fue alcanzado, debido a que el tiempo establecido ha concluido. Los diferentes problemas que se presentaron se fueron resolviendo hasta llegar a la conclusión que el lenguaje de programación Python podría ser la solución para obtener los datos de la IMU, en este caso del Crazyflie 2.0.

Se logró una buena base de conocimientos y de enriquecedora experiencia en cuanto al manejo, instalación, funcionamiento, tipos, etc., de los cuadricópteros. Específicamente en el caso del nano cuadricóptero Crazyflie 2.0 el conocimiento obtenido es muy importante, ya que se trata de un dispositivo relativamente nuevo, luego entonces es tema de proyectos, tesis, publicaciones, etc., en universidades y centros de investigación alrededor del mundo.

Por último se planea seguir trabajando, cambiando a Python C++, el cual ya cuenta con una librería de interacción con el UAV. Se intuye que los conflictos con las librerías en Eclipse no se presentarán en Python.

BIBLIOGRAFÍA

Richardsson, Araki, Mauritz, etc. 2010, página oficial de los desarrolladores del nano cuadricóptero Crazyflie 2.0. Consultado en <https://www.bitcraze.io/> (fecha de consulta 27/05/2017).

Richardsson, Araki, Mauritz, etc. Getting started with the Crazyflie 2.0, 2010, guía del armado e instalación de la máquina virtual. Consultado en <https://www.bitcraze.io/getting-started-with-the-crazyflie-2-0/> (fecha de consulta 01/06/2017).

Pinterest. Imagen de la figura 1. Consultado en <https://www.pinterest.com.mx/pin/840413980433540681/> (fecha de consulta 01/08/2017).

Arnás, DIDESWEB, TUTORIAL DE VIRTUALBOX, INSTALAR LINUX EN WINDOWS (ACTUALIZADO 2016). Consultado en <https://didesweb.com/virtualbox/tutorial-virtualbox/> (fecha de consulta 19/06/2017).

Cacho, Compartir carpetas con Ubuntu instalado en virtualbox, 17/11/2010. Consultado en <https://www.youtube.com/watch?v=udJNvJPDqu4> (fecha de consulta 17/06/2017).

Trusty Tahr, 08/04/2016, Xubuntu 14.04.5 LTS imágenes de escritorio para Linux. Consultado en <http://cdimage.ubuntu.com/xubuntu/releases/14.04/release/> (fecha de consulta 27/06/2017).

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN DE MICROFLUIDOS

Alexis Palomo Domínguez¹ y Alondra Ortiz Verdín².

RESUMEN.

En el presente documento se describen las actividades desarrolladas para fabricar un dispositivo que tenga la función de un sistema de inyección de microfluidos. Durante la construcción del sistema de inyección de microfluidos se utilizaron diferentes materiales de recicle esto con el fin de contribuir al cuidado del medio ambiente; así como reducir significativamente el costo de producción del sistema, aunado a esto se utilizó un software que es el encargado de enviar las pulsaciones al servomotor para que éste gire tantos grados como sea necesario. Posterior al armado, se hizo el análisis sobre cuantas pulsaciones se requieren en tantas horas para obtener los mililitros que necesita la microcelda, tomando en cuenta que el líquido que se utilizo fue agua.

ABSTRACT

This document describes the activities developed to manufacture a device having the function of a microfluidic injection system. During the construction of the microfluidic injection system different recycle materials were used in order to contribute to the care of the environment; As well as significantly reduce the cost of production of the system, in addition to this software was used to send the pulsations to the servomotor so that it rotates as many degrees as necessary. After the assembly, the analysis was made on how many pulsations are required in so many hours to obtain the milliliters that the microcell needs, taking into account that the liquid that was used was water.

Palabras claves: microfluído, microcelda, sistema de inyección.

INTRODUCCIÓN

Debido al uso de sistemas de monitoreo, sensado y de energía basados en microfluidos, se ha vuelto primordial contar con sistemas que suministren estos microfluidos en dichos dispositivos. Actualmente, los dispositivos más empleados son bombas de inyección en las cuales es empleado un sistema mecánico que mediante el empuje de una pieza desplaza los émbolos de una o varias jeringas a la vez y, a una cierta velocidad el flujo es suministrado a los sistemas microfluidicos. Por otro lado, la búsqueda de sistemas de inyección de microfluidos que sean más económicos y fácil de acceder es necesaria, puesto que el alto precio en el mercado que tienen estos sistemas hace que no sea atractivo para utilizarlo.

MARCO TEÓRICO

Un sistema de inyección de microfluidos es un dispositivo con el cual se puede controlar, medir y suministrar una cantidad de un fluido en un tiempo determinado. Es utilizado normalmente en microceldas fluidicas ya que estos son dispositivos pequeños y que su principal función es la de convertir las pequeñas cantidades de fluidos que le son suministrados en energía. El sistema de inyección es de gran utilidad ya que al poder regularla se logra evitar que la microcelda pueda ahogarse y dañar su estructura; debido a esto, fue necesario utilizar una programación tipo arduino ya que este software tiene un lenguaje amigable para quien lo ocupe, de esta manera es más fácil para el operador el poder modificar variables en el sistema dependiendo las condiciones que él requiera; así como la exactitud que sea necesaria. Existen sistemas de inyección profesionales que pueden llegar a costar alrededor de \$50000 y que proporcionan una alta precisión, así como un fácil manejo; sin embargo, su alto costo radica en su producción y materiales. Este sistema de inyección será construido con materiales de recicle, con materiales de fácil obtención de nuestros alrededores ya que de esta forma nosotros podemos reducir el costo de producción, su accesibilidad y su manejo; así como también, podemos ayudar al medio ambiente al reciclar materiales.

METODOS Y MATERIALES

En la tabla 1, se listan los materiales y la descripción de los materiales que se emplearon para la construcción del sistema de inyección de microfluidos.

Tabla 1. Materiales.

Material	Descripción
Servo motor	Aparato que modifica las señales eléctricas en energía mecánica, éste será el encargado de empujar la jeringa en cada giro que dé.
Arduino	Este software será el encargado de crear las instrucciones para que el motor gire
Placa de arduino	Recibirá las señales del programa y las convertirá en el lenguaje del servomotor para que este se accione.
Cable macho-macho.	Tendrán la función de conectar la placa del arduino con el servomotor.
Jeringa.	Almacenará y suministrar el líquido a la microcelda.

¹ Universidad Politécnica de Querétaro, Ingeniería en Tecnologías de Manufactura. Carretera Estatal 420 s/n, Col. El Rosario, C.P: 76240, Querétaro, El Marqués, 014014012@upq.edu.mx

² Universidad Politécnica de Querétaro Ingeniería en Tecnologías de Manufactura. Carretera Estatal 420 s/n, Col. El Rosario, C.P: 76240, Querétaro, El Marqués, Teléfono alondra.ortiz@upq.mx

RESULTADOS

En la Figura 1 se muestra el diseño de la agarradera que tendrá la función de darle soporte y fuerza a las jeringas para que no se muevan durante la fase de inyección del microfluido.

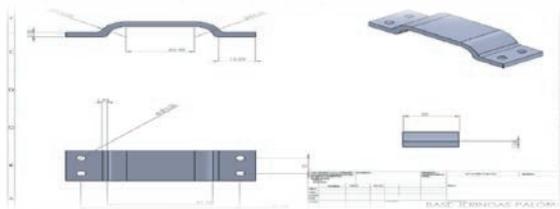


Figura. 1. Diseño de la agarradera.

En la Figura 2 se muestra la base que será la encargada de sostener a las jeringas.

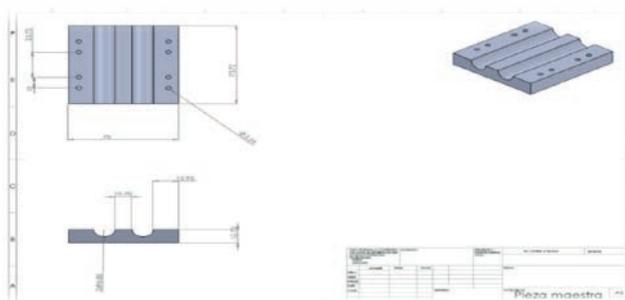


Figura. 2. Diseño de la base.

El diseño final del sistema de inyección se muestra en la Figura 3, donde se puede apreciar la base, las 2 jeringas, y un servo motor.

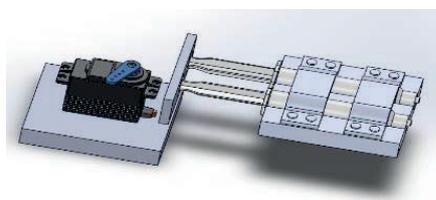


Figura. 3. Diseño del sistema de inyección.

En la figura 4, se muestra la construcción del sistema de inyección de microfluidos listo para ser evaluado en una microcelda.



Figura. 4. Construcción del sistema de inyección de microfluidos.

CONCLUSIONES

Se realizó satisfactoriamente un prototipo para un sistema de inyección de microfluidos. El prototipo construido cumplió con las metas planteadas para el desarrollo del proyecto. El prototipo construido es funcional, pero se recomienda trabajar en una segunda etapa para optimizarlo y evaluar su funcionamiento en una microcelda.

BIBLIOGRAFÍA

Fernando Doutel. (2009). Guía del Arduinomaniaco: todo lo que necesitas saber sobre Arduino. 2010, de Xataka Sitio web: <https://www.xataka.com/especiales/guia-del-arduinomaniaco-todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-arduino>.

L.G. Arriaga Hurtado et al (2014). Celdas de combustible micro y nano fluídicas, una alternativa limpia para generar energía Sitio web: <http://www.cronica.com.mx/notas/2014/833758.html>.

Universidad Politécnica de Querétaro. (2004). Normatividad, manual organizacional. 2017, de UPQ Sitio web: <http://www.upq.mx/uploads/documentos/normatividad/manualdeorganizacionUPQ.PDF>

<http://www.arduino.org/>

<https://www.tecnologiarobotica.com/robotica/puentes/>

<http://www.jeringasyagujas.com/jeringas-sin-aguja/24-jeringas-de-5-ml-sin-aguja.html>

TRADUCTOR DE CÓDIGO ENTRE LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN ORIENTADOS A OBJETOS

Dulce Carolina Santiago Bick¹ y Francisco Antonio Castillo Velázquez²

RESUMEN

Cuando uno se inicia en el mundo de la programación es necesario saber los lenguajes base que ayuden a estimular la lógica y afrontar el reto de la solución de problemas algorítmicos para el cual este proyecto se basa en dos lenguajes que son orientados a objetos y estos son C++ a Java y de manera recíproca, con el fin de crear una herramienta desarrollada en Java que facilite el entendimiento de estos dos lenguajes, sus similitudes y sus estructuras.

ABSTRACT

When one starts in the world of programming it is necessary to know the base languages that help to stimulate the logic and to release the challenge of the solution of algorithmic problems this is a reason that this project is based on two languages, both area object oriented languages they area C++ and Java; The purpose why these two languages are used is because they are made a library that helps a converter of the language of C++ to Java and in a reciprocal way, in order to create a tool developed in Java that facilitates the understanding of these two Languages, their similarities and their structures

Palabras Clave: Traductor, programación, código y librería.

INTRODUCCIÓN

Uno de los conocimientos básicos que un programador debe aprender en su desarrollo son los lenguajes como C ya que este es el equivalente a aprender anatomía básica en medicina (SPOLSKY ,2005) sin embargo ha tenido una evolución para convertirse en C++ que se caracteriza por versátil, potente y general. Los programas de C++ consisten en piezas llamadas clases y funciones. Sin embargo, la mayoría de los programadores de C++ aprovechan las extensas colecciones de clases y funciones existentes en la Biblioteca estándar de este lenguaje; de esa es una similitud se tiene con Java que este es solamente orientado a objetos y es usado por la mayoría de los desarrolladores y empresas para la creación de aplicaciones.

En Java y en varios lenguajes de programación más, existe el concepto de librerías. Una librería en Java se puede entender como un conjunto de clases, que poseen una serie de métodos y atributos. Lo realmente interesante de estas librerías para Java es que facilitan muchas operaciones. De una forma más completa, las librerías en Java nos permiten reutilizar código, es decir que podemos hacer uso de los métodos, clases y atributos que componen la librería evitando así tener que implementar nosotros mismos esas funcionalidades.

En este proyecto se realizará con el lenguaje de Java, una librería que será una herramienta que ayude al desempeño y desenvolvimiento del alumno facilitando el aprendizaje de las estructuras básicas de dichos lenguajes.

MARCO TEÓRICO

Reconocido por su legibilidad y simplicidad, Java es uno de los lenguajes de programación más adoptados: más 9 millones de desarrolladores lo usan y está presente en 7 mil millones de dispositivos en todo el mundo. Asimismo, cabe destacar que el manejo de Java está incluido dentro de las 20 habilidades más valoradas por los empleadores en 2016, según un estudio elaborado por LinkedIn (Universia,2017). Si C no es un lenguaje de programación orientado a objetos, C++ sí. Desarrollado en 1983 para extender la capacidad de C, este lenguaje se considera híbrido al permitir la programación genérica, la estructurada y la orientada a objetos (Gutiérrez, 2016). Tomando en cuenta el diagrama de la *Figure1* nos adentramos a realizar un código que nos permitiese poder realizar la conversión la cual está desarrollada con diferentes validaciones para que el traductor tenga un mejor desempeño y el resultado sea el deseado agregando igual algunas librerías básicas para estos lenguajes y que la comunidad estudiantil que haga uso de esta herramienta ya no tenga necesidad de ingresarlas.

MÉTODOS Y MATERIALES

Para este proyecto se usó Netbeans IDE 8.2 para poder crear el código de la librería y también se utilizó DEV C++ para poder compilar los resultados generados después de la transformación.

¹ Dulce Carolina Santiago Bick Universidad Politécnica de Querétaro, Ingeniería en Sistemas Computacionales; Carretera Estatal, S/N, Col. El Marqués, C.P: 76240, Querétaro, Querétaro, Teléfono (442) 101 9000 014014120@upq.edu.mx

²Francisco Antonio Castillo Velázquez, Universidad Politécnica de Querétaro, Carretera Estatal, S/N, Col. El Marqués, C.P: 76240, Querétaro, Querétaro, Teléfono (442) 101 9000 francisco.castillo@upq.mx

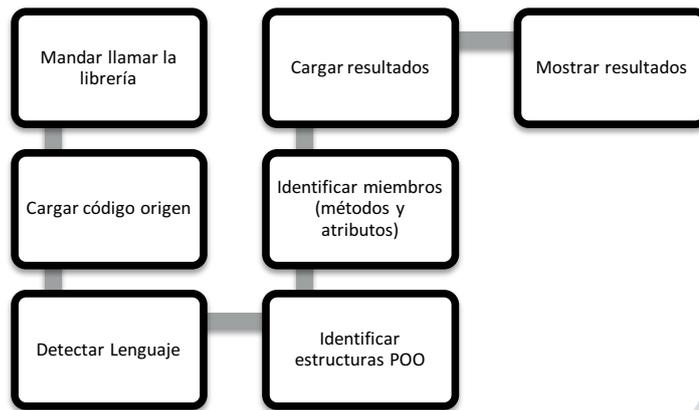


Figura 1. Diagrama de Flujo del comportamiento de la librería

La metodología que se implementó fue la de SCRUM basándonos en las diferentes etapas que conlleva.

Stories	To Do	In Progress	Testing	Done
This is a sample test. Replace it with your own test.	This is a sample test. Replace it with your own test.	This is a sample test.	This is a sample test.	This is a sample test. Replace it with your own test.
	This is a sample test. Replace it with your own test.	This is a sample test.	This is a sample test.	This is a sample test. Replace it with your own test.
This is a sample test. Replace it with your own test.	This is a sample test.	This is a sample test.	This is a sample test.	This is a sample test. Replace it with your own test.

Figura 2. Metodología SCRUM RESULTADOS

Lo que obtuvimos es un archivo tipo JAR, y lo podemos mandar llamar desde nuestro proyecto que estemos realizando, agregarlo en la sección de librerías y mandarlo llamar como un objeto, buscando la ruta de nuestro archivo ya sea .java o .cpp previamente compilado.

Al momento de correr el programa te lanza un mensaje de finalizado y la ubicación de tu archivo nuevo.

```

class Vehiculo {
    public void avanza() {}
};

class Coche extends Vehiculo {
    public void avanza() {
        System.out.println("Avanza coche");
    }
};

class Moto extends Vehiculo {
    public void avanza() {
        System.out.println("Avanza moto");
    }
};

class Clases{
    public static void main(String[] args) {
        Moto t;
        Coche c;

        t.avanza();
        c.avanza();

        return 0;
    }
}
  
```

Figura 3. Código de Java convertido

Te genera unos comentarios acerca de la librería

Las librerías básicas dentro de c++ o Java según la conversión

Un ejemplo básico de cómo usar el printf o cout

Código generado

```

/*recuerdo que esta es una herramienta que te puede dar lo basico de un codigo
/** esto cabecera permite usar los objetos que encapsulan los descriptores stdout
y stdin: cout(<<) y cin(>>)
*/
#include <iostream>
using namespace std;
#include <string.h>
#include <conio.h>
#include <math.h>
/*Consejo:
si usas cout << "text"<< endl;
example
int main()
{
    cout << "Hola mundo" << endl;
    return 0;
}
*/
class Vehiculo {
void
};
class Coche : public Vehiculo {
public:
void avanza() {
    printf("Avanza coche");
}
};
class Moto : public Vehiculo {
public:
void avanza() {
    printf("Avanza moto");
}
};

int main () {
    return 0;
}

```

Figura 4. Código de Java convertido a C++

```

1 #include <iostream>
2 using namespace std;
3 #include <string.h>
4 #include <conio.h>
5 #include <math.h>
6
7 int main () {
8     printf("Hola Mundo");
9     return 0;
10 }

```

Figura 5. Código de C++

```

Hola Mundo
-----
Process exited after 0.219 seconds with return value 0
Presione una tecla para continuar . . .

```

Figura 6. Ejecución del código de la Figura 5

```

import java.io.*;
import javax.swing.JOptionPane;

/**
 *
 * @author Dulce Bick
 */
public class VeranoCiencia {

    /**
     * @param args the command line arguments
     */

    public static void main(String[] args) {
        System.out.println("Hola Mundo");
        /*return 0; de acuerdo a tu código lo puedes utilizar*/
    }
}

```

Output - veranoCiencia (run)

```

run:
Hola Mundo
BUILD SUCCESSFUL (total time: 1 second)

```

Figura 7. Código y ejecución convertido a Java de la figura 5

CONCLUSIONES

Este proyecto estará disponible para la comunidad interesada en su uso y que estén iniciando en el mundo de la programación. Se tiene planeado para un futuro ya no solo traduzca código básico, sino también sea para códigos que contengan ciclos o métodos más complejos y para esto se aplicara métodos y algoritmos de inteligencia Artificial para poder desarrollar una traducción con Procesamiento de Lenguaje Natural a un lenguaje de programación el cual nos dará la oportunidad de arriesgarnos a utilizar estructuras de programación más complejas.

BIBLIOGRAFÍA

Artículos en línea

- Gutierrez, R. (15 de 04 de 2016). *Top 7 de lenguajes de programación*. Obtenido de revistaitnow: <https://revistaitnow.com/los-leguajes-programador-prefiere/>
- HM, S. (11 de Noviembre de 2015). *salvadorhm*. Obtenido de Hello World!!: <http://salvadorhm.blogspot.com/2015/11/creacion-de-librerias-en-java.html>
- SPOLSKY, J. (January de 2005). *Advice for Computer Science College Students*. Obtenido de <https://www.joelonsoftware.com/2005/01/02/advice-for-computer-science-college-students/>
- Universia. (04 de 08 de 2017). *Los 10 lenguajes de programación más populares en la actualidad (junio 2017)*. Obtenido de <http://noticias.universia.com.ar/consejos-profesionales/noticia/2016/02/22/1136443/conoce-cuales-lenguajes-programacion-populares.html>

GRAFOS PLANARES Y EMBALDOSADOS RECTILÍNEOS.

Mendiola Téllez Esteban¹ y González Gutiérrez Fidel, M. en C.²

RESUMEN

El proyecto realizado es una heurística de los algoritmos de ruteo en grafos planares, la importancia de este proyecto radica en el análisis del comportamiento de rutas en un grafo aplicando algoritmos de búsqueda voraz, para determinar si es factible utilizar este tipo de algoritmos en la búsqueda de rutas, estas rutas en un enfoque práctico pueden ser desde rutas de transporte hasta conexiones en una placa de circuitos, donde se deban encontrar rutas mínimas pasando por todos los nodos requeridos, ahorrando así recursos y hacer lo más óptimo posible el recorrido por dichas rutas, lo cual en los resultados se puede ver una amplia posibilidad de poder utilizar este tipo de algoritmos.

ABSTRACT

The project is a heuristic of the routing algorithms in planar graphs, the importance of this project lies in the analysis of the behavior of routes in a graph applying voracious search algorithms, to determine if it is feasible to use this type of algorithms in the search of routes, these routes in a practical approach can be from transport routes until connections in a circuit board, where you must find minimum routes passing through all the required nodes, thus saving resources and doing the best possible route through those routes. Which in the results can be seen a wide possibility of being able to use this type of algorithms.

INTRODUCCIÓN

La teoría de grafos forma parte fundamental en el área de las ciencias computacionales, ya que estos nos permiten modelar una serie enorme de fenómenos. Por lo tanto, pueden aprovecharse las propiedades matemáticas de los grafos para estudiarlos desde un punto de vista teórico preciso. Y luego, aplicar mecanismos de optimización sobre esos fenómenos. Algunos ejemplos serían: Redes de computadora, redes neuronales, redes de transporte, etc. Desafortunadamente muchos de estos problemas tienen un orden de complejidad NP y NP-completo, lo cual hace que en algunos casos sea imposible la resolución de estos problemas, por lo cual se realizan heurísticas que nos ayudan a aumentar el conocimiento de dichos problemas para la consiguiente resolución de los mismos. Por lo tanto, en este proyecto se buscará realizar un Corredor de Longitud Mínima (MLC) con el fin de analizar el comportamiento del grafo en un embaldosado a la hora de aplicar algoritmos de búsqueda voraz.

MARCO TEÓRICO

Un grafo consta de dos conjuntos: $V(G)$ Y $A(G)$. El primero lo integran elementos llamados nodos o vértices; el segundo arcos o aristas. Por lo tanto, se puede denotar un grafo como: $G = (V, A)$. Los grafos que se utilizarán para este proyecto serán representados como embaldosados rectilíneos, algunas de las características de las baldosas son: las baldosas cubren todo el piso (no dejan espacios sin cubrir). Las baldosas no se superponen (solo se tocan en los bordes).

MÉTODOS Y MATERIALES

Para realizar las pruebas de algoritmos se utilizó el lenguaje Mathematica: es un lenguaje de alto nivel basado en los paradigmas de programación simbólico y funcional., que nos permite hacer pruebas mucho más eficientes.

Consideremos un rectángulo (*floorplane*) R en 2D particionado en rectángulos o *rooms*. El plano que se utilizará tiene su esquina *top-left* en el punto $(x = 0, y = R(y))$ y su esquina *bottom-right* en el punto $(x = R(x), y = 0)$. Se tiene también un *punto origen* localizado sobre uno de los lados de R que es también un punto de esquina de uno o dos de los *rooms*. Recorriendo todos los vértices sobre las caras de R en la dirección de las manecillas del reloj, el punto k -ésimo es el punto origen.

Teniendo esta plantación del problema se deberá encontrar un *Corredor de Longitud Mínima (MLC)*; es decir, un corredor tal que la suma de la longitud del segmento de línea en esta es la menor posible. En otras palabras, de todos los corredores seleccionar uno con la menor longitud total.

RESULTADOS

De un documento de texto (.tx) en donde se tiene guardada de la información de los rectángulos se extrae esta información y el lenguaje mathematica se importa dicho archivo para poder manipularlo.

¹ Universidad Politécnica de Querétaro, Programa Educativo de Ingeniería en Sistemas Computacionales; Carretera Estatal 420 S/N, El Marqués, Querétaro. C.P. 76240, 015015877@upq.edu.mx

² Universidad Politécnica de Querétaro, Programa Educativo de Ingeniería en Sistemas Computacionales; Carretera Estatal 420 S/N, El Marqués, Querétaro. C.P. 76240, fidel.gonzalez@upq.mx

```

14      5000  5000
4000    1000  5000  0
0        5000  1000  3500
2000    4000  3500  3000
1000    5000  3500  4000
2000    3000  4500  2000
4500    5000  5000  2000
0        3500  1000  1500
1000    4000  2000  2000
3500    2000  5000  1000
0        500   3500  0
3500    1000  4000  0
1000    2000  3500  500
0        1500  1000  1500
3500    5000  4500  3000
7

```

1 A partir de un archivo de texto podemos

Obtener los datos de entrada

Esta información se muestra con un formato de tabla para una mejor legibilidad.

Labeling Polygon

Polygon	$x_{sup-izq}$	$y_{sup-izq}$	$x_{inf-der}$	$y_{inf-der}$
1	0	5000	1000	3500
2	1000	5000	3500	4000
3	3500	5000	4500	3000
4	4500	5000	5000	2000
5	1000	4000	2000	2000
6	2000	4000	3500	3000
7	0	3500	1000	1500
8	2000	3000	4500	2000
9	1000	2000	3500	500
10	3500	2000	5000	1000
11	0	1500	1000	500
12	3500	1000	4000	0
13	4000	1000	5000	0
14	0	500	3500	0

Sorting: $\forall_{1 \leq i < j \leq n} (R_i(y) = R_j(y) \wedge R_i(x) < R_j(x)) \vee (R_i(y) > R_j(y))$

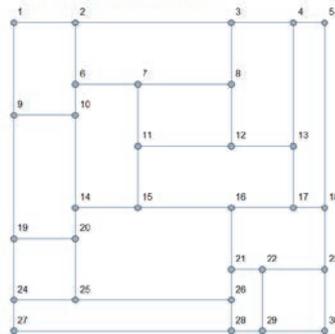
2 Reordenando los rectángulos y re-etiquetando

El con la información de los rectángulos, se dibujan formando así un grafo planar que representa un embaledado rectilíneo.

```

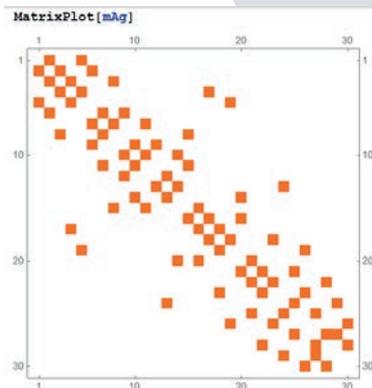
coord = Map[vertices[[1] &, DeleteDuplicates[Flatten[1]]];
g = Graph[nEdges, EdgeWeight -> w, VertexLabels -> "Name", VertexSize -> Medium,
VertexCoordinates -> coord]

```



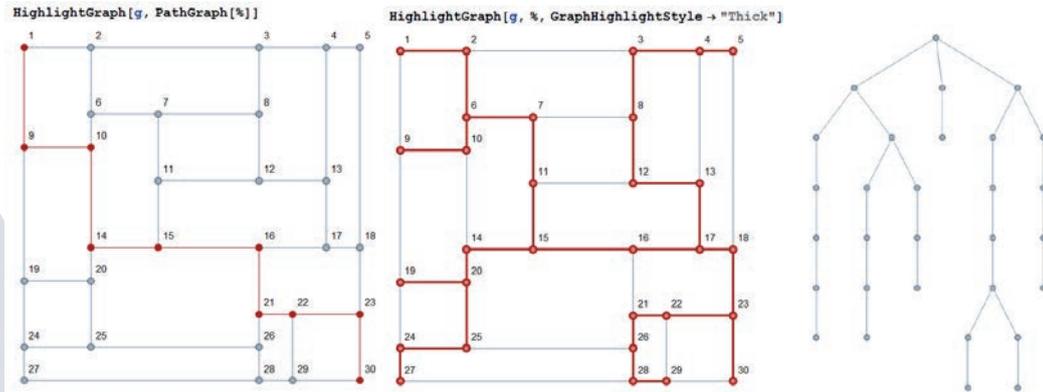
3 Dibujando el grafo considerando las aristas, el peso de cada arista y las coordenadas de los nodos

Se obtuvo la matriz de adyacencia del grafo para estudiar el comportamiento en la implementación de algoritmos.



4 Cálculo de la Matriz de Adyacencia del Grafo.

Al final, implementado un algoritmo de búsqueda voraz con estructura de árbol se obtuvo el spinning tree del grafo. Este spinning tree es el MLC que pasa por todos los nodos del grafo



CONCLUSIONES

La mayor contribución que se realizó en el proyecto fue implementar algoritmos de búsqueda voraz en este tipo de grafos, para poder observar el comportamiento de los mismos y de acuerdo al orden de complejidad algorítmica saber si es óptimo utilizar este tipo de algoritmos o implementar algorítmicos heurísticos.

BIBLIOGRAFIA

Libros

Estructuras de Datos 3ra Edición Osvaldo Cairó Battistutti, Silvia Guardati..
Estructuras de datos en Java Luis Joyanes Aguilar Ignacio Zahonero Martínez.

Artículos en línea

GRAPHS IN PROJECT PLANNING AND PROGRAMMING, Alfonso Recuero y Olga Río, Drs. Ings. de Caminos Instituto Eduardo Torroja - CSIC Marina Alvarez, Dra. Arquitecta Facultad de Informática, UPM, Campus Montegancedo Boadilla de Monte, Madrid ESPAÑA. Consultada en <http://digital.csic.es/bitstream/10261/54982/1/1215.pdf> (fecha de consulta 18-07-2017).

SISTEMA TECNOLÓGICO APLICADO PARA LA TRANSMISIÓN REDUNDANTE Y SEGURA DE DATOS USANDO PROTOCOLOS DE INFRAESTRUCTURA DE TELEFONÍA CELULAR

José Francisco Espinosa Ventura¹ y Dr. Cesar Isaza²

RESUMEN

En el siguiente documento se desarrolla un sistema de comunicación a partir de la tecnología GSM de la segunda generación de telefonía celular 2G. Para el sistema se utiliza un microcontrolador arduino MEGA con el respectivo software de programación y un shield de GSM/GPRS. También se implementa la librería de comando AT para el chip sim900 del GSM. El sistema abre un canal por el método de llamada simulando un teléfono celular y enviando datos por este canal a partir de un protocolo que inicia el GSM, verifica la conexión del chip, establece la llamada, lee los datos del serial y los transforma en tonos. Finalmente, la parte de recepción del sistema verifica con un mecanismo de detección y corrección de errores cíclicos (CHECKSUM) desarrollado a la medida que el mensaje o la trama hayan llegado correctamente y devuelve un mensaje de acuse de recepción de información.

ABSTRACT

This paper presents the development of a communication system based on GSM technology from second generation (2G). The system uses a microcontroller Arduino MEGA with its respective programming software and a GSM/GPRS shield. Also the AT commands are implemented for the chip sim900 from GSM shield. The system opens a channel with a dialing method simulating a cellphone call and sending data through it. The communication protocol was designed to achieve the requirements of the present system. Finally, the receptor verifies the integrity of the information by using a CHEKSUM that the reports when a valid frame arrives successfully.

Key words: GSM, 2G, Arduino, ACK, CHECKSUM.

INTRODUCCIÓN

En México la tecnología 4G tiene un área de cobertura muy escasa provocando que en muchas zonas de la carretera y zonas rurales no haya señal. A diferencia de la infraestructura 2G que tiene una cobertura excelente dentro del país como se puede ver en la figura 1. Por esta razón se quiere crear un protocolo que implementado a la red 4G y futuramente 5G con su llegada México en unos años pueda aprovechar las amplias áreas de cobertura de la tecnología 2G. Por otro lado el desarrollo del proyecto será de gran utilidad en futuro Internet de las cosas, siendo una posibilidad de complemento del estándar 802.11 y en la tecnología V2I. En este artículo se implementan los primeros pasos para comprobar que la implementación del protocolo puede ser utilizado como una opción. En trabajos anteriores se había implementado la librería sim900.h pero causo muchos problemas con el envío y la recepción de tonos DTMF comprando algunas tarjetas electrónicas que no garantizaban velocidad ni integridad de los datos, por lo que ahora en este documento se implementan los comandos AT que mostraron ser más efectivos y transparentes .

En la sección I – Introducción se presenta un justificación de por qué el desarrollo del proyecto y cómo puede ayudar general de los sistemas de comunicación del internet de las cosas. También algunos antecedentes de trabajos anteriores sobre esta tecnología de bajo costo; En la sección II – Resultados se muestra los objetivos obtenidos durante el periodo de esta estancia en Verano de la Ciencia 2017; En la sección III – Conclusión se muestra el aporte para el desarrollo de un protocolo robusto para implementar la cobertura 2G a la 4G y 5G en México; En la sección IV – Bibliografía muestra las fuentes de ayuda del proyecto.

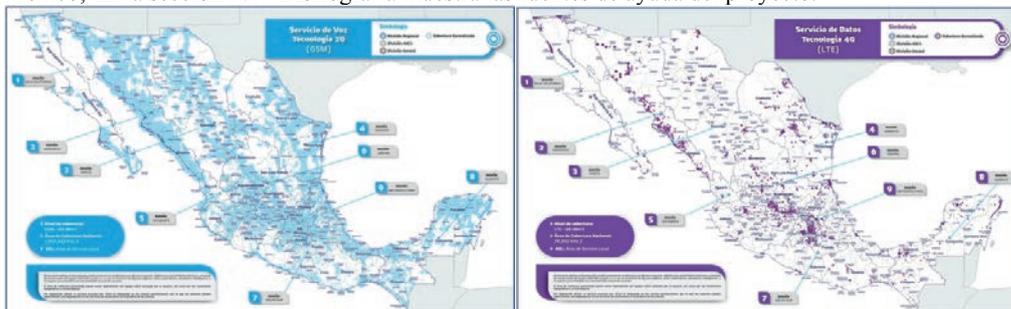


Figura 1 Cobertura de la tecnología 2G y la tecnología 4G (Telcel, 2016, Mapas de cobertura. Retrieved from http://www.telcel.com/mundo_telcel/quienes-somos/corporativo/mapas-cobertura)

RESULTADOS

Se desarrolló un sistema de comunicación a partir de la tecnología Arduino. En la parte de la transmisión se utilizó un arduino Mega donde se implementa todo la parte de transmisión de los datos desde la parte de adquisición de los datos, conversión a tonos DTMF, realizar la llamada y control de la caída del canal de información. En siguiente diagrama explica de forma general el funcionamiento del sistema.

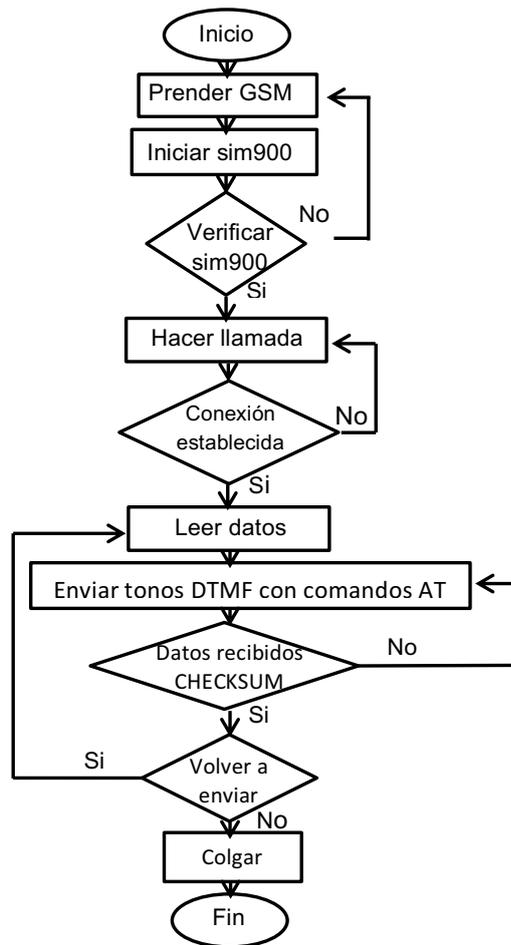


Figura 2 Diagrama general del sistema.

Los principales comandos AT son comandos para establecer la duración de los tonos, numero de rings antes de contestar, verificar conexión con el chip sim900, hacer llamada, contestar y colgar. En la tabla se muestran a mayor detalle cada uno de los comandos y algunos ejemplos de su uso.

Tabla 1 Comandos AT

Declarar librería	
<code>#include <SoftwareSerial.h></code>	//Librería conexión Serial con sim900
<code>SoftwareSerial SIM900(2,3);</code>	//Declarar pines Tx,Rx dentro de la librería
Comandos AT	
<code>AT+CPIN?</code>	//Verificar la conexión del SIM900 (Ready/Error)
<code>ATS0=2</code>	//Numero de rings antes de contestar automáticamente (En este caso son 2 rings)
<code>AT+VTD=1</code>	//Duración del tono (10-500 milisegundos)
<code>ATD4421234567;</code>	//Hacer llamada con número a 10 dígitos
<code>AT+VTS=X</code>	//Enviar tono DTMF (1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,*,#)
<code>ATH</code>	//Colgar llamada
Ejemplo de enviar código al sim900 en Arduino	//SIM900.println("AT+VTS=D");
Recibir respuestas de sim900 después de enviar cada código	
<code>while(SIM900.available()){</code>	//Verificar si está disponible el
<code> SIM900 por si hay una respuesta</code>	//Leer la respuesta y escribirla en el serial
<code> Serial.write(SIM900.read());</code>	
<code>}</code>	

Para una comunicación con el shield físico se necesita implementar un método para prender y reset el shield para esto existen pines específicos del GSM/GPRS shield con arduino y se debe de mandar una señal digital de LOW y otra de HIGH para el uso de estos, entre los cuales los pines son:

```
int pin_power = 9;    //Pin para prender el gsm
int pin_reset = 10;  //Pin para resetear el gsm
```

Se implementa el hardware del sistema donde se utiliza

- 2 arduino UNO
- 2 shield GSM/GPRS

- 2 cables USB para arduino
- 2 decoder MT8870
- 2 Cables auxiliares
- 2 computadoras
- Jumpers
- Eliminadores de corriente

Se conecta un sistema en ambos lados el de TX Transmisión y Rx Recepción para emular el sistema. Del lado Tx se implementa la llamada, la lectura de los datos, la conversión de datos a tonos DTMF, colgar la llamada, y verificación del paquete ACK. Mientras que del lado Rx solo se implementa contestar la llamada, verificación de recepción de tonos, generación y envío del paquete ACK, y colgar la llamada. Es decir, solo se encarga de verificar la llegada de 10 tonos y genera una respuesta ACK para que se repita el paquete de datos o simplemente siga a la escucha del siguiente paquete. El hardware va instalado de la siguiente manera:

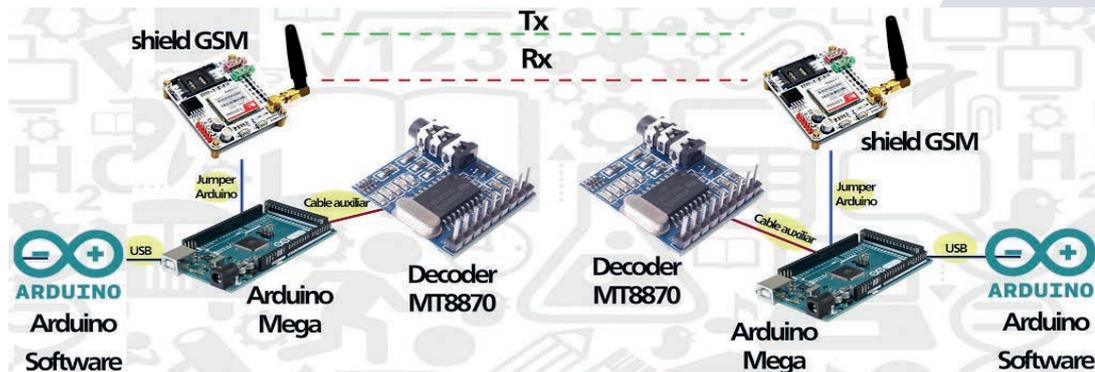


Figura 3 Diagrama general del sistema

La implementación del sistema se desarrolló desde el software Arduino se envían los datos por el puerto serial y el arduino Mega los envía al shield GSM que los convierte a tonos DTMF y en el receptor recibe los datos en la parte de los auriculares para eso se utiliza un cable auxiliar 3.5 mm que enruta los datos al decoder que convierte los tonos analógicos a pulsos digitales devolviéndolos a un lenguaje computadora que se reciben, analizan y envía un paquete ACK de verificación de llegada del paquete.

Nota: También es muy importante que cada Arduino Uno o Mega, y los decoders tengan alimentación independiente porque la alimentación de un solo USB serial o eliminador puede levantar el sistema completo. La imagen muestra una alimentación para por lado pero debe alimentarse el arduino con una alimentación de 5V y el decoder con 5V independiente.

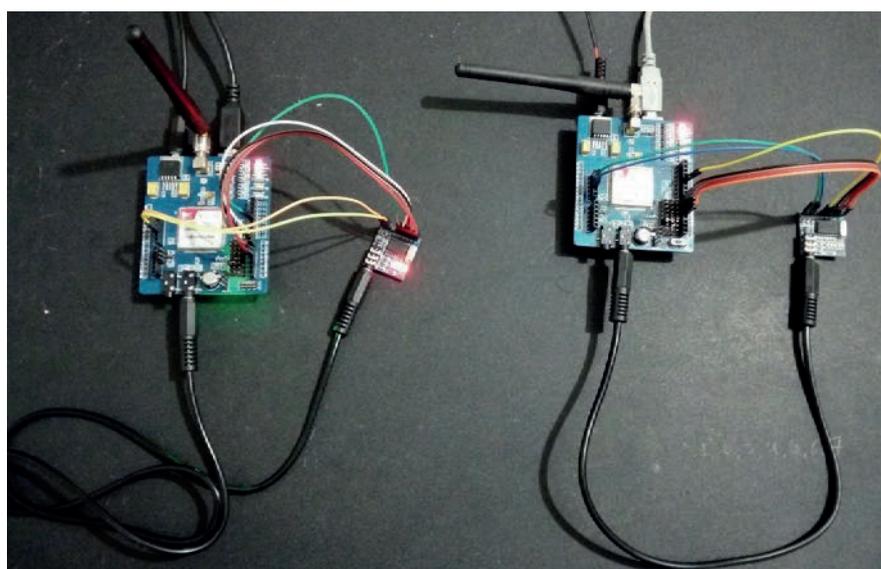


Figura 4 Sistema completo conexiones

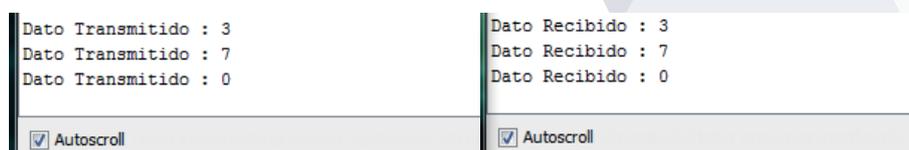


Figura 5 Datos transmitidos y recibidos



Figura 6 Protocolo de comunicación funcionando completo

CONCLUSIÓN

En este documento se evaluó la librería de comandos AT y de la librería GSM.h. Esta última librería no generaba tonos de manera código por lo que hacía falta un circuito integrado el cual es el MT8880 para generar los tonos DTMF a diferencia de los comandos AT que con comandos genera cada tono. En la librería de GSM.h se implementaba una secuencia digital que correspondía a los tonos DTMF, es decir, la secuencia 1000 en vertical y 1000 en horizontal en una matriz de 4x4 correspondía al tono 1. El circuito MT8880 lo que hacía era recibir una señal digital desde arduino y generaba una señal analógica que se ingresaba al puerto de micrófono del shield GSM. Ahora con la librería de comandos AT se tiene mayor seguridad en la integridad de los datos, generación y recepción de tonos. El siguiente paso es el desarrollo de un protocolo que genere una trama que pueda encriptar el paquete, pueda detectar errores y tal vez corregirlos para garantizar un 100% de efectividad en la recepción de todos los datos. Por ultimo en este documento plantea una alternativa de solución funcional al problema de transferencia de datos en zonas donde no existe cobertura tales como zonas rurales o suburbanas.

BIBLIOGRAFÍA

- Arduino. (2016). *What is arduino?* Retrieved from <https://www.arduino.cc/>
- Espinosa Ventura, J. F. (2016, Diciembre). *METODOLOGÍA DE EXPERIMENTACIÓN DE MODELOS DE MEZCLAS GAUSSIANA PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL SET POINT DE FATIGA Y CONDUCTORES VEHICULARES*. Querétaro, México.
- Estándar GPRS (Servicio general de paquetes de radio)*. (2017, Junio). Retrieved from CCM: <http://es.ccm.net/contents/680-estandar-gprs-servicio-general-de-paquetes-de-radio>
- Estándar GSM (Sistema global de comunicaciones móviles)*. (2017, Junio). Retrieved from CCM: <http://es.ccm.net/contents/681-estandar-gsm-sistema-global-de-comunicaciones-moviles>
- Goldsmith, A. (2005). *Wireless Communications*. Cambridge university press.
- International Telecommunication Union. (1988). *Technical features of push-button telephone sets*. ITU-T Recommendation Q.23.
- Telcel. (2016). *Mapas de cobertura*. Retrieved from http://www.telcel.com/mundo_telcel/quienes-somos/corporativo/mapas-cobertura
- Tomasí, W. (2001). *Elctronic Communications Systems*. Pearson Education.

GRAFOS PLANARES Y EMBALDOSADOS RECTILÍNEOS

Roland Antolin Maire Alencaster¹ y Fidel González Gutiérrez, M. en C. ²

RESUMEN

Este proyecto consiste en la construcción del modelado de un embañosado rectilíneo a través de un grafo planar conexo y ponderado, con la finalidad de encontrar un corredor de longitud mínima (MLC), principalmente, a través de un algoritmo de búsqueda voraz. El desarrollo de la investigación científica requerida para la realización del proyecto, se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Politécnica de Querétaro, dentro de las fechas del 12 de mayo a 17 de agosto de 2017, por dos estudiantes de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, bajo la coordinación del M. en C. Fidel González Gutiérrez, con la intención de poder conseguir aportar algunos avances dentro del área de las ciencias computacionales, específicamente tratando con la resolución de problemas de tipo NP-COMPLETOS.

ABSTRACT

In this paper we study the modeling of a rectilinear tiling's through a connected and weighted planar graph, in order to find a minimum length corridor (MLC), mainly through a greedy search algorithm. The development of the scientific research was carried out at the facilities of the Universidad Politécnica de Querétaro, from May 12 to August 17, 2017, by two students of the System Computer Engineering career, under the coordination of M. in C. Fidel González Gutiérrez, with the intention of being able to bring some advances in the area of computational sciences, specifically dealing with the resolution of NP-COMplete problems.

Keywords: NP-completeness, Minimum-length corridor, Graphs, Tiling's, Greedy Search.

INTRODUCCIÓN

Tratando prioritariamente el problema MLC como base de nuestro proyecto, es importante conocer la definición de este mismo tipo de problemas. En los problemas de búsqueda de corredor de mínima expansión, se busca encontrar dentro de un embañosado determinado, la ruta más corta entre dos puntos del mismo, pero que a su vez, más allá de ser la ruta más corta, también consiga ser la ruta más corta que pase por lo menos en un punto por cada uno de los subfragmentos o romos de nuestro embañosado inicial. Con base a lo anterior es notable que este tipo de planteamientos de problemas matemáticos, y aún más entrando en el ámbito de la informática, son bastante complejos de solucionar, ya que incluso es complicado imaginar simplemente una forma óptima de encontrar el corredor de mínima expansión, es por esto que se decidió trabajar con algoritmos de búsqueda voraz, los cuáles por definición, siempre tomarán por cada situación, la opción considerada como más óptima en ese punto, buscando encontrar finalmente una solución óptima global, que difícilmente es encontrada de manera eficaz.

MARCO TEORICO

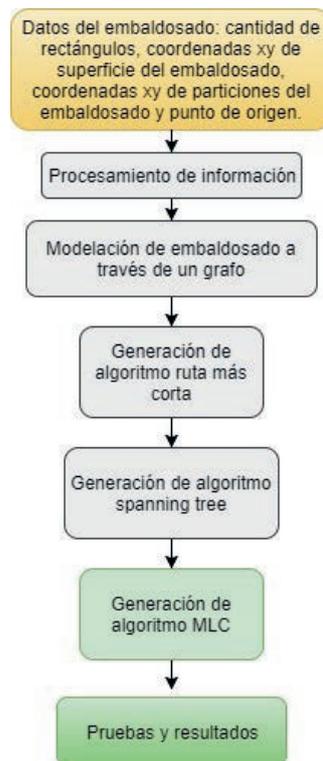
- *Grafo Plano o Planar:* es un grafo que puede ser dibujado en un plano sin que ninguna arista se interseque.
- *Embañosado Rectilíneo:* plano cubierto con figuras geométricas de modo que estas no se superpongan ni queden espacios entre ellas, en este caso también formado por líneas rectas.
- *Corredor:* un *corredor* o (corridor) es un conjunto de segmentos de líneas a lo largo de los lados de los rooms y el rectángulo R, tal que el conjunto de segmentos de líneas forman un árbol que incluye el punto origen, así como al menos un punto de cada room.
- *Algoritmo de Dijkstra:* Algoritmo para búsqueda de ruta más corta entre dos nodos de un grafo.
- *Algoritmo de Prim y Kruskal:* Algoritmos para construcción de árbol de expansión mínima.

MÉTODOS Y MATERIALES

Aunque para el desarrollo del proyecto no se llevó una metodología del todo formal, es debido hacer mención de los diversos procedimientos que fue debido realizar para el desarrollo del mismo.

En primer lugar fue necesario realizar distintas investigaciones en varios artículos, mismos que han sido citados en la bibliografía de este reporte y que nos permitieron profundizar en los temas tratados que abarcaron principalmente los conceptos de grafos, métodos de búsqueda y ordenamiento, así como también los problemas de tipo NP-Completo, que representaron un gran reto para conseguir los objetivos deseados.

Una vez conseguido profundizar en los temas de interés fue necesario determinar una metodología específica para el desarrollo de nuestro algoritmo en *mathematica*, que pudiese aproximar un corredor de mínima expansión dentro de un embañosado determinado, fue así como se llegó a la siguiente metodología:



Con respecto al material utilizado, no fue requerido utilizar nada más que nuestros equipos de cómputo (computadoras personales) y el software de Mathematica, con el cual se estuvieron desarrollando las distintas etapas del proyecto de investigación.

RESULTADOS

Como principales resultados del proyecto de investigación, es importante resaltar los numerosos algoritmos aplicados en estructuras de grafo con los que se trabajó, como los incluidos en nuestro marco teórico, pero también aquellos algoritmos de búsqueda voraz aplicados para distintas estructuras como la estructura de árbol, camino y ciclo, mismos algoritmos que consideramos como más adecuados para aproximarnos a nuestro cometido que ha sido encontrar un corredor de longitud mínima para un embañosado determinado. Cabe mencionar que aunque se lograron construir algunos corredores de longitud mínima, este tipo de investigaciones no pueden darse por concluidas, al existir la posibilidad de obtener resultados más óptimos en cuanto a la heurística, mediante la optimización de los algoritmos desarrollados.

CONCLUSIONES

A manera de conclusión, nos gustaría adentrar un poco al lector en el concepto de los problemas de tipo NP-Completo. Los problemas NP-Completo o de complejidad NP-Completo, son conocidos en las áreas de informática y matemática, principalmente por ser un tipo de problemas de los cuáles, aunque su solución puede ser verificada rápidamente (en tiempo polinomial), no se conoce una forma eficiente o solución óptima para dicho problema, en otras palabras, no se conoce una solución rápida para el problema tratado como NP-Completo. El problema de MLC, inicialmente fue definido por un miembro de la universidad de ciencia y tecnología Japonesa, "Kwansei Gakuin University", llamado Naoki Katoh, mismo que después de un tiempo también determinó que este problema era de tipo NP-Completo. El hecho de que éste proyecto haya buscado adentrarse en el mundo de problemas de esta complejidad es muy interesante y ha sido todo un reto, ya que nos permitió ampliar nuestros conocimientos en el área de lógica-matemática y programación, principalmente en el destacado lenguaje de alto nivel 'Mathematica', así como también se logró enriquecer e incrementar con la investigación y algoritmos desarrollados, el extenso número de posibles soluciones para este problema.

BIBLIOGRAFIA

Libros

- Dubois, D. (2017). Algoritmo de Kruskal. Algoritmos Y Estructuras De Datos II, 1(1), 2-3.

Artículos de libros

- Mathivet, V. (2015). Inteligencia artificial para desarrolladores. [Barcelona]: ENI.

Artículos de revista

- Maza Gómez, C. (2017). El dibujo del embañosado: un ejemplo de matematización. SUMA, (21), 89-96.
- Gonzalez-Gutierrez, A., & F. Gonzalez, T. (2007). Complexity of the minimum-length corridor problem. Sciencedirect, 1(1), 1-32.

- Reina, M. (2017). *Algoritmo de búsqueda A* (PathFinding A*) – XNA. Escarbando Código*. Retrieved 24 June 2017, from <https://escarbandocodigo.wordpress.com/2011/07/11/1051/>
- Algoritmo de búsqueda A*. (2017). Es.wikipedia.org. Retrieved 24 June 2017, from https://es.wikipedia.org/wiki/Algoritmo_de_b%C3%BAsqueda_A*
- Algoritmo voraz. (2017). Es.wikipedia.org. Retrieved 24 June 2017, from https://es.wikipedia.org/wiki/Algoritmo_voraz
- Teoría de Grafos (2017). Webcache.googleusercontent.com. Retrieved 24 June 2017, from <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:l0koAYixv4sJ:https://s4f4a6e0c58d15cfc.jimcontent.com/download/version/1348208230/module/6098108160/name/Grafos%2520Planos.pdf+&cd=4&hl=es&ct=clnk&gl=mx>
- Ikeda, K. (2017). Shortest Path Problem: Dijkstra's Algorithm. Weierstrass.is.tokushima-u.ac.jp. Retrieved 24 June 2017, from <http://weierstrass.is.tokushima-u.ac.jp/ikeda/suuri/dijkstra/Dijkstra.shtml>
- Campos, J. (2017). Algoritmos Voraces. Esquemas Algorítmicos, 1(1), 89-92. Retrieved from <https://webdiis.unizar.es/asignaturas/EDA/ea/slides/2-Algoritmos%20Voraces.pdf>
- Schaeffer, E. Análisis de Algoritmos Problemas NP-completos. PISIS / FIME / UANL, 1(1), 1-36. Retrieved from <http://elisa.dyndns-web.com/teaching/aa/pdf/clase1309.pdf>

INTERNET DE LAS COSAS

José Alvaro Martínez Romero¹ y Francisco Cruz Ordaz Salazar²

RESUMEN

El internet de las cosas (IoT) es un conjunto de tecnologías que se encuentran en el día a día de las personas, se diseñan para poder observar, medir, monitorear y controlar alguna necesidad o problema que se resuelva con los dispositivos de IoT. Conocer actualmente el impacto del internet de las cosas no permite visualizar el alcance que tendrá en áreas dentro de la industria y en la vida de las personas. Muchas de las aplicaciones del internet de las cosas resolvieron problemas o mejoraron situaciones dentro de diversas áreas, no solo el desarrollo de aplicaciones es importante el desarrollo de tecnología que permita al internet de las cosas una evolución. Las tecnologías de la información y comunicación es un campo del conocimiento que se ha involucrado y ha aprovechado la tecnología para su desarrollo.

ABSTRACT

The Internet of Things (IoT) is a set of technologies that are found in the day to day of people, are designed to be able to observe, measure, monitor and control some need or problem that is solved with IoT devices. Knowing the impact of the internet of things today does not allow to visualize the scope that will have in areas within the industry and in the life of the people. Many of the things internet applications solved problems or improved situations within different areas, not only the development of applications is important the development of technology that allows the internet of things an evolution. The information and communication technologies is a field of knowledge that has been involved and has taken advantage of the technology for its development.

Palabras Clave: Internet de las cosas, IoT, Azure, base de datos.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia el hombre ha desarrollado tecnología que le permita mejorar o solucionar un aspecto de su vida, desde que el hombre empezó a cazar o cultivar alimentos, el hombre fue desarrollando tecnología, en ese entonces fueron herramientas que le permitieron cortar la carne de animales o en el caso de la agricultura herramientas que le permitían arar la tierra, si bien pueden ser muy distintas a las herramientas actuales tienen una importancia en la forma de vida, las cuales permiten al hombre realizar sus tareas o tener dispositivos que hagan sus tareas cuando ellos no pueden realizarlas.

Actualmente los dispositivos electrónicos como teléfonos inteligentes forman parte de la vida de las personas, personas cuentan con más de un dispositivo, tienen acceso a internet por medio de los teléfonos en lugar de computadoras personales. El número de dispositivos que son llamados inteligentes que pueden usar las personas ha ido creciendo y no solo son teléfonos con muchas más capacidades técnicas sino que los dispositivos son enfocados a otras áreas de beneficio para las personas. Se ha desarrollado refrigeradores inteligentes que permiten acceder a aplicaciones con el fin de mejorar la experiencia dentro de la cocina, además que tener sensores que miden el ambiente o acciones lo que genera datos.

En otra área como la industria la tecnología ha permitido crecer y mejorar los procesos dentro de esta rama, lo que ha traído consigo un gran número de beneficios, tecnología que ha permitido crear robots para trabajar en tareas que son peligrosas para las personas, mientras que las personas realizan tareas más seguras.

MARCO TEORICO

Internet de las cosas (IoT): El termino de internet de las cosas (IoT) es un concepto que es acuñado de la mano de Kevin Ashton quien en 1999 quien con una publicación donde hace uso de dispositivos RFID en una cadena de suministros para P&G. En aquel año la palabra "internet" es algo que llamaba la atención. Los beneficios de IoT, es la generación de grandes cantidades de datos, donde cada objeto físico o virtual conectado a IoT puede tener un doble digital en la nube, que podría generar actualizaciones periódicas

El uso de dispositivos por parte de los hombres para realizar actividades en su beneficio u obtener información ha estado desde épocas prehistóricas, el uso de herramientas para el cultivo. Ahora es totalmente diferente, se vive en una época donde la tecnología no solo ha avanzado sino que ha conectado tanto, ha beneficiado a miles de millones de personas, y el uso de elementos tecnológicos como computadoras en casi la totalidad de actividades en la vida de las personas.

Los dispositivos de internet de las cosas están diseñados para recolectar datos mediante sensores, los cuales son objetos que permiten detectar magnitudes físicas o químicas en un ambiente y espacio. Los datos son importantes en el área del internet de las cosas, pero hasta que los datos obtenidos mediante los sensores son enviados, analizados o procesados, sean convertidos en información y posteriormente se genere conocimiento a partir de las mediciones.

Los servicios en la nube que permiten almacenar información, algunos cuentan con plataformas con diferentes servicios de aplicaciones enfocados a diversas áreas de la informática, Microsoft Azure es una de ellas. Cuenta con una plataforma de servicios muy amplia que permite una gran variedad de soluciones para negocios, una de sus plataformas permite capturar y analizar datos.

Arduino es una herramienta de prototipo muy rápida para la tarea de desarrollo de dispositivos electrónicos, la cual permite conectar sensores, actuadores, módulos lo que permite una gran variedad de soluciones. La ventaja de su uso radica en su bajo costo, la gran comunidad de personas interesadas y que es hardware de código libre.

Existe una amplia de soluciones de internet de las cosas orientada a servicios, accesorios, dispositivos, electrodomésticos, vehículos, hogares y maquinas. El número de dispositivos ha ido incrementando de una manera considerable, según Statista se espera en el año 2025 un numero de 75.44 es una cifra que es cerca de cinco veces la cantidad del año 2015. No solo es el número de dispositivos en aumento, el número de conexiones de máquina a máquina (M2M) se estima que crezca del 0.5 mil millones de conexiones de M2M a 3.3 mil millones.

La seguridad informática es un punto en todos los dispositivos electrónicos, conforme la cantidad de usuarios o dispositivos incrementa el número de ataques, debido a que se encuentran muchos huecos de seguridad en un grupo grande de mismos elementos o que no hacen uso de actualizaciones de seguridad.

La historia de redes de dispositivos se remonta a principios del siglo XIX. Aunque se vino a explotar y sacar provecho con IoT.

En la actualidad, existen y se depende mucho de los dispositivos conectados a la red para poder almacenar la información en la nube, se pretende que el 2020 existan más de 20,000 millones de dispositivos electrónicos conectados a la red.

Áreas donde internet de las cosas se implementa en la industria:

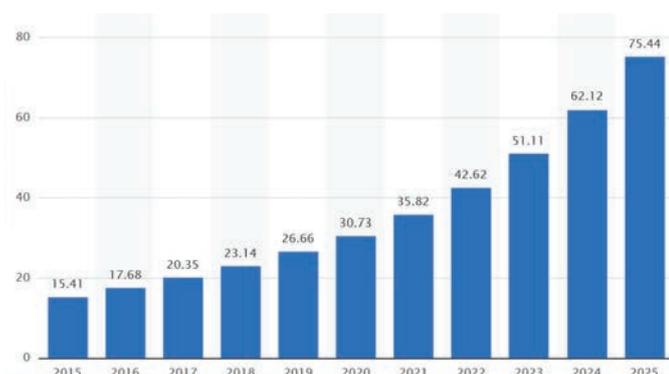
- Automotores
- Energía
- Atención médica
- Fabricación inteligente
- Comercio minorista
- Edificios inteligentes
- Casas inteligentes
- Transporte inteligente

MÉTODOS Y MATERIALES

El proceso de recolección de información de documentos que permite conocer el concepto de internet de las cosas, su historia que no solo el hombre ha sido capaz de poder desarrollar la tecnología sino que en su momento fue desarrollada para poder satisfacer la necesidad a una solución de un problema que pudo ser arar la tierra o armas para poder cazar animales y herramientas para poder aprovechar su carne.

Las aplicaciones posibles para el internet de las cosas no están sujetas a un área en particular, actualmente el desarrollo de esta tecnología abarca un gran número muy grande de aplicaciones que han solucionado muchos problemas, no solo se combina la tecnología o elementos electrónicos sino plataformas de servicios de software como lo es Microsoft Azure que con el número de servicios disponibles enfocados para internet de las cosas se pueden recolectar, almacenar, analizar y encontrar soluciones a los problemas, además de eso se pueden combinar los servicios dentro de la plataforma para poder construir soluciones de gran impacto. Donde se deja de lado el desarrollo de tecnología en la infraestructura que soportara la aplicación, lo que permite destinar los fondos pensados a la infraestructura para la construcción de la solución.

Tabla. 1. Estadística de los dispositivos conectados del 2015 al 2025



Fuente: <https://www.statista.com/statistics/471264/iot-number-of-connected-devices-worldwide/>

RESULTADOS

El número de dispositivos electrónicos ha ido incrementándose y seguirá haciéndolo, esto quiere decir que actualmente se genera una gran cantidad de datos que circulan a través de la red, internet. Donde un gran número de plataformas de almacenamiento de datos los guardan.

Además de eso al seguridad es un factor muy importante, que no solo empresas son sujetos de ataques o robos de datos e información, sino que personas sin ninguna relación al mundo industrial también son atacadas, secuestros de dispositivos por las brechas en seguridad, y actualmente con los vehículos también son víctimas de los fallos de seguridad al momento de ser diseñados y desarrollados.

El uso de dispositivos en la industria ha creado un área de oportunidad para el internet de las cosas, tomando una ruta muy diferente a los dispositivos enfocados en un público general.

CONCLUSIONES

El conocer las capacidades actuales de los dispositivos de internet de las cosas nos permite tener un concepto de cómo esta tecnología puede evolucionar y traer consigo nuevo conocimiento y tecnologías que se aprovechen para poder construir soluciones que sean seguras, cuenten con un gasto de energía considerable,

El uso de tecnologías que permitan el desarrollo de nuevas tecnologías que funcionen como una alternativa a soluciones actuales, y funcionen como un impulso a nuevos desarrollos. Actualmente tampoco se tienen la tecnología que genere nuevas formas de comunicación o si existen no pueden pasar las primeras fases.

El aumento de dispositivos hace uso de tecnología que le permita su funcionamiento pero en un futuro ¿será la tecnología capaz de soportar el gran número de dispositivos que hay conectados? ¿Cuánto tiempo se tiene que esperar para ver nuevas tecnologías que lo permitan?

BIBLIOGRAFIA

Artículos en línea

PEREIRO, X. (2004). “Apuntes de antropología y memoria” en *El Filandar*, No. 15, pp. 75-81. Consultada en http://www.bajoduero.org/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=8&Itemid=8 (fecha de consulta 02-07-2012).

COMPUTERWEEKLY (2015) “IoT could be key to farming, says Beecham Research” Consultada en <http://www.computerweekly.com/news/2240239484/IoT-could-be-key-to-farming-says-Beecham-Research>

GUARDIAN, THE (2015). “What is the internet of things?” Consultada en <https://www.theguardian.com/technology/2015/may/06/what-is-the-internet-of-things-google>

POSTCAPES (2016) “Internet of Things (IoT) History” Consultada en <https://www.postscapes.com/internet-of-things-history/>

CONNECT, IDG (2017). “IoT skills set to rise in importance” Obtenido de <http://www.idgconnect.com/abstract/27141/iot-skills-set-rise-importance>

STATISTA (2017). “Internet of Things - number of connected devices worldwide 2015-2025”. Consultada en <https://www.statista.com/statistics/471264/iot-number-of-connected-devices-worldwide/>

STATISTA (2017). “Internet of Things spending worldwide by vertical 2015 and 2020” Consultado en <https://www.statista.com/statistics/666864/iot-spending-by-vertical-worldwide/>

INTEL (2017). “Aplicaciones de la Internet de las cosas en las industrias” Consultado en <https://www.intel.la/content/www/xl/es/internet-of-things/industry-solutions.html>

HMB (2017). “El internet industrial de las cosas” Consultado en <https://www.hbm.com/es/6264/internet-industrial-de-las-cosas/>

OPENFUTURE (2016). “IIoT: cuando el Internet de las Cosas llega a la industria” Consultado de https://www.openfuture.org/es/new/iiot_cuando_el_internet_de_las_cosas_llega_a

ESTUDIO COMPARATIVO DE ANTENAS PARA MEDICIONES DE OCUPACION DEL ESPECTRO RADIOELECTRICO

Medina Alvarado, T.¹; Stevens Navarro, E.²

RESUMEN

En este proyecto se realizó una campaña de mediciones del espectro radioeléctrico en tres localizaciones con un entorno diferente. El análisis incluye los siguientes anchos de banda: las estaciones de radio FM, los canales de televisión digital, bandas de telefonía celular y canales del estándar IEEE 802.11. En cada ubicación se tomaron un total de 60 muestras de cada rango de frecuencias en un tiempo de 15 a 20 minutos. El objetivo de esta investigación es comparar la potencia recibida con diferentes antenas y en distintas ubicaciones en el mismo horario en distintos días para revisar la ocupación del espectro y después hacer uso del radio cognitivo para alternar entre frecuencias que ya tienen un concesionario o propietario y volverse un usuario secundario.

ABSTRACT

In this project was made a measurement campaign from radioelectric spectrum in three locations with different environment. The analysis includes the next bandwidths: FM radio stations, digital television channels, cellphone bands and standard IEEE 802.11 channels. In each ubication was taken a total of 60 samples of each frequency range approximately in 15-20 minutes. The objective of this investigation is compare the received power in different ubications at the same schedule in distinct days to check the spectrum occupancy and then draw on of the cognitive radio to alternate between frequencies with an owner and become a secondary user.

INTRODUCCIÓN

El estudio del radio cognitivo ha sido analizado desde algunos años por investigadores de la Facultad de Ciencias de la UASLP en México y de la Universidad Politécnica de Cataluña en España, el uso del radio cognitivo es una herramienta que en un futuro será necesaria sin lugar a dudas debido a las nuevas tecnologías que se van integrando de la mano del Internet de las Cosas y la Industria 4.0. En estos últimos años la tecnología inalámbrica es lo que ha estado impactando más y con ello viene el uso de un recurso finito que es el espectro radioeléctrico. En un punto de saturación del espectro es cuando entra el radio cognitivo, que es el acceso dinámico en distintas frecuencias; algunos rangos de frecuencia ya tienen propietario o concesionario y el hacer uso de ellas sin un permiso es ilegal. La tecnología del radio cognitivo consiste en hacer uso oportunista de cualquier frecuencia siempre y cuando esté desocupada, al momento de comenzar una transmisión por el usuario principal/propietario se realiza un cambio y el usuario secundario cambia su frecuencia de transmisión evitando así interferencias en las comunicaciones. Una definición más acertada del radio cognitivo se menciona en la revista de divulgación de la Universitario Potosinos “Un radio cognoscitivo puede definirse como un sistema de comunicación inalámbrico dotado de inteligencia que le permite interactuar con el mundo externo, analizar el ambiente que le rodea para recolectar datos y adaptar en tiempo real los parámetros de comunicación apropiados (frecuencia de operación, esquema de modulación, potencia de transmisión y tecnología de comunicación), según estímulo dinámico de radiofrecuencia.” (Cárdenas, 2015, p. 16). Las campañas de mediciones pueden proporcionarnos con significativos niveles de sensibilidad un conjunto de datos empíricos estructurados que pueden ser procesados con rapidez, facilidad y de manera eficiente.

MARCO TEORICO

Tabla. 1. Características de los materiales utilizados.

Analizador de Espectro PSA2701T <ul style="list-style-type: none"> Rango de Frecuencia: 1MHz a 2.7GHz Peso: 495gr Numero de marcadores: 2 Rango de pantalla: 80dB 	Antenas VERT900 <ul style="list-style-type: none"> National Instruments Vertical Antenna (824 - 960 MHz, 1710 – 1990 MHz) Dual Band Antena vertical omnidireccional Ganancia: 3dBi 	Antena VERT2450 <ul style="list-style-type: none"> National Instruments Vertical Antenna (2400 - 2500 MHz, 4900 – 5900 MHz) Dual Band Antena vertical omnidireccional Ganancia: 3dBi 	Antena DISCONE AD3200 <ul style="list-style-type: none"> Ultra-wideband 25-3000MHz Solo recepción. Peso: Aproximadamente 1Kg Ganancia: 3dBi
---	---	---	--

METODOLOGÍA

En primaria instancia se realizó una investigación sobre los canales de operacion y las frecuencias utilizadas en los distintos anchos de banda para posteriormente usar el analizador de espectros con las diferentes antenas disponibles y determinar cual tiene mejor recepción de potencia y así comenzar la campaña de mediciones. La información recopilada se muestra en las Tablas 2, 3 y 4. Las especificaciones del analizador de espectro y las antenas disponibles para este trabajo se muestra en la Tabla 1.

Tabla. 2. Estaciones de Radio FM (85MHz a 110 MHz)

No.	Frecuencia (Mhz)	Potencia (kW)	Concesionario / Permisionario	Nombre de la estación
1	88.5	3	UASLP	Radio Universidad
2	90.1	25	Grupo Formula / GlobalMedia	Trión
3	90.9	25	MG Radio / MVS Radio	La Mejor FM
4	91.9	13.42	Grupo Radiorama	La Poderosa
5	93.1	25	Grupo Radiorama	Romántica

6	94.1	25	Cadena RASA	Candela
7	95.3	31.581	Grupo ACIR	Amor
8	96.1	15.36	MG Radio	Factor 96.1
9	96.9	41.89	GlobalMedia / Megacima Radio	RMX
10	97.7	50	Multimedios Radio	La Caliente
11	98.5	31.614	Grupo ACIR	La Comadre
12	99.3	1.886	Grupo ACIR	Mix
13	100.1	41.89	GlobalMedia / Megacima Radio	WFM
14	102.1	25	MG Radio / MVS Radio	Exa FM
15	103.1	25	Grupo Imagen / GlobalMedia	Imagen Radio
16	103.9	25	Televisa Radio	Los 40
17	104.9	25	Grupo ABC Radio	ABC Radio
18	105.7	10	GlobalMedia / Televisa Radio	Ke Buena
19	107.1	5	Fundacion Niklola Tesla	Magnetica FM
20	107.9	3	MG Radio / Fundacion	Radio Maria

Fuente: <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/industria/infraestructurasradiodifusionfm31-03-16.pdf>

Tabla.3. Canales de televisión digital (480 MHz a 600 MHz)

No.	Canal (UHF)	Nombre	Video (MHz)	Audio (MHz)
1	16	Canal 13	483.25	487.75
2	22	Azteca 7	519.25	523.75
3	24	Canal Once	531.25	535.75
4	28	Azteca Trece	555.25	559.75
5	29	Canal 7	561.25	565.75
6	31	Las Estrellas	573.25	577.75
7	33	Imagen Televisión	585.25	589.75
8	34	Canal 5	591.25	595.75
9	35	Canal 9	597.25	601.75

Fuente: <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/industria/infraestructurasradiodifusiontelevision31-03-16.pdf>

Bandas de Telefonía Móvil

Se analizaron dos anchos de banda comprendidos entre: 845MHz a 895MHz y 1925MHz a 1985MHz

Fuente:

<http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/industria/cuadroestadisticodedistribuciondeestacionesmarzo2016.pdf>

Tabla. 4. Estándar IEEE 802.11 (2400 MHz a 2475MHz)

No se usan los canales 12, 13 y 14 (no hay actividad).

Mayor actividad en canales 1 a 6.

No.	Canal	Frecuencia (MHz)
1	1	2412
2	2	2417
3	3	2422
4	4	2427
5	5	2432
6	6	2437
7	7	2442
8	8	2447
9	9	2452
10	10	2457
11	11	2462
12	12	2467
13	13	2472
14	14	2484

Fuente:

<http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/routers/access/3200/software/wireless/3200WirelessConfigGuide/RadioChannelFrequencies.pdf>

Al tener bien definidos los rangos de frecuencias que se iban a utilizar para determinar la eficacia de las antenas se realizaron las pruebas iniciales de recepción de señal en el laboratorio de CISCO de la Facultad de Ciencias de la UASLP ubicado en el cuarto piso del edificio 2 donde se podía percibir una buena recepción.

Estaciones de Radio FM

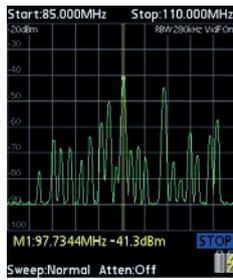


Figura. 1. VERT900 (85-110MHz)

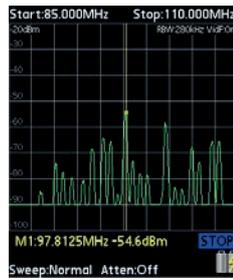


Figura. 2. VERT2450 (85-110MHz)



Figura. 3. DISCONE AD3200 (85-110MHz)

Canales de Televisión Digital



Figura. 4. VERT900 (480-600MHz)



Figura. 5. VERT2450 (480-600MHz)



Figura. 6. DISCONE AD3200 (480-600MHz)

Banda Celular 800-900

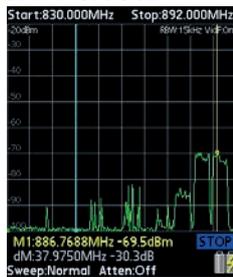


Figura. 7. VERT900 (830-892MHz)

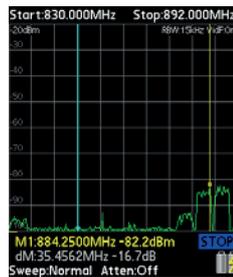


Figura. 8. VERT2450 (830-892MHz)



Figura. 9. DISCONE AD3200 (830-892MHz)

Banda Celular 1900

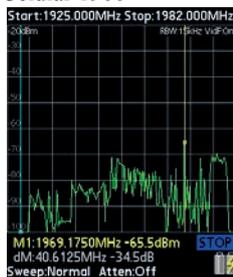


Figura. 10. VERT900 (1925-1982MHz)

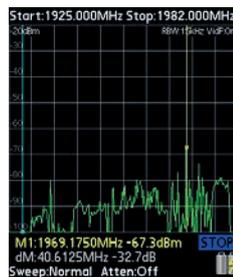


Figura. 11. VERT2450 (1925-1982MHz)

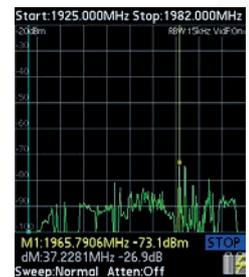


Figura. 12. DISCONE AD3200 (1925-1982MHz)

Canales del Estándar IEEE 802.11

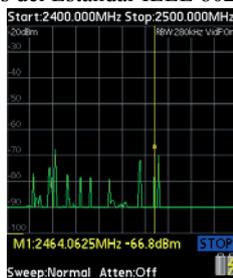


Figura. 13. VERT900 (2400-2500MHz)



Figura. 14. VERT2450 (2400-2500MHz)



Figura. 15. DISCONE AD3200 (2400-2500MHz)

Al hacer las comparaciones de las mediciones de acuerdo a los resultados mostrados en las Figuras 1 a 15 se puede concluir las siguientes selecciones de antenas respecto a cada rango de frecuencia.

¹Universidad Politécnica de San Luis Potosí, Urbano Villalón No. 500, La Ladrillera, C.P 78369 San Luis Potosí, S.L.P., MÉXICO, thoombk@gmail.com; ²Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Salvador Nava Mtz. S/N C.P. 78290, San Luis Potosí, S.L.P., MÉXICO estevens@fc.uaslp.mx

Tabla. 5. Antenas – Rangos de Frecuencia

No.	Rango de Frecuencia	Nombre	Antena Seleccionada
1	85MHz – 110MHz	Estaciones de Radio	DISCONE AD3200
2	480MHz – 600MHz	Canales de Televisión	DISCONE AD3200
3	830MHz – 892MHz	Red Celular GSM 800-900	DISCONE AD3200
4	1925MHz – 1982MHz	Red Celular GSM 1900	VERT900
5	2400MHz – 2500MHz	Canales del Estándar IEEE 802.11	VERT2450

Después de esta selección se comenzó la campaña de mediciones en la misma ubicación donde se hicieron las comparaciones de antenas el día miércoles 21 de Julio a las 12:40pm ocupando espacios aproximadamente de 20 minutos por rango de frecuencia con 60 muestras de potencia recibida y concluyendo alrededor de las 14:00. Al día siguiente se fijó la misma hora de inicio, pero se cambió la ubicación al Laboratorio de Electrónica ubicado en el segundo piso del edificio 2 de la Facultad de Ciencias de la UASLP. Las características de este edificio es que al tener mayor antigüedad es más robusto debido a los materiales que se usaron para su construcción y podemos notar en las mediciones una percepción menor de las señales. Las que se pierden bastante son las de televisión digital. El último día de la campaña se realizó en la explanada frente a ambos edificios (1 y 2) de la Facultad de Ciencias, en esta área se logró captar una mejor calidad de la recepción de todas las frecuencias a excepción de los canales de red inalámbrica local (IEEE 802.11) esto se debe a que los puntos de acceso instalados dentro de los edificios quedaban algo retirados de la realización del estudio. Finalmente, la Tabla 6 muestra las potencias de recepción de señal más altas recibidas en los diferentes puntos de medición.

Tabla. 6. Potencia más altas recibidas

No.	Rango de Frecuencia	Ubicación	Nombre	Potencia (dBm)
1	85MHz – 110MHz	Exterior	Estaciones de Radio	-20
2	480MHz – 600MHz	Edificio 2	Canales de Televisión	-65
3	830MHz – 892MHz	Edificio 2	Banda Celular 800-900	-58
4	1925MHz – 1982MHz	Edificio 2	Banda Celular 1900	-62
5	2400MHz – 2500MHz	Edificio 2	Canales del Estándar IEEE 802.11	-54

Las potencias más altas recibidas son un promedio de las 60 mediciones que se hicieron en cada ubicación. Los estudios realizados en el edificio 2 resultaron ser los más efectivos al encontrarse en un cuarto piso y ser un edificio nuevo con una estructura más ligera permitiendo una mejor recepción de las señales.

CONCLUSIONES

El estudio realizado forma parte de un proyecto de investigación en desarrollo en la Facultad de Ciencias de la UASLP y con la información recabada en este verano de la ciencia se facilitará la continuación del estudio hacia radio cognitivo porque ya se determinó por medio de mediciones la mejor antena o la mejor ubicación para realizar las mismas. Este proyecto ayuda a comprender el funcionamiento del espectro radioeléctrico y su utilización eficiente, así como ver los problemas futuros a los que se enfrenta junto con la llegada del Internet de las Cosas.

BIBLIOGRAFIA

CARDENAS JUAREZ, M. A., PINEDA RICO, U. & STEVENS NAVARRO, E., (2016) Utilización Eficiente del espectro electromagnético para comunicaciones inalámbricas inteligentes. Universitarios Potosinos, 10-15.

AGUILAR GONZALEZ, R., STEVENS NAVARRO, E. & PINEDA RICO, U. (2014) Radio Cognitivo: Alcances y Perspectivas. Universitarios Potosinos, 10-15.

LOPEZ-BENITEZ, M. & CASADEVALL, F., (2011) A Radio Spectrum Measurement Platform for Spectrum Surveying in Cognitive Radio. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering, p. 59-74.

INTERFAZ EN MATLAB PARA UN SENSOR INERCIAL

Fortino Jaramillo Mares¹ Y José Ángel Colín Robles²

RESUMEN

Este proyecto involucra cuestiones de programación gráfica para aplicarse en el desarrollo de una interfaz en la plataforma de Matlab. Se elabora una interfaz de mejor calidad que la que el fabricante proporciona para la adquisición de datos del sensor, además permite una mejor flexibilidad e interacción con el usuario; de una manera agradable y forma muy intuitiva. El principal objetivo de dicho proyecto es simplificar la manipulación de los datos al usuario con una interfaz amigable y que cumpla con objetivos concretos, que es el procesamiento de datos del sensor, la interfaz cuenta además, con una serie de apartados que hacen una experiencia satisfactoria a la manipulación del sensor, éstos apartados no vienen incluidos en la interfaz proporcionada por el fabricante pero, son considerablemente de gran relevancia a la hora de la manipulación del sensor, de ahí la importancia que reside la calidad de la interfaz.

ABSTRACT.

This project involves graphic programming issues to be applied in the development of an interface in the Matlab platform. An interface of better quality is elaborated than the manufacturer provides for the data acquisition of the sensor, in addition it allows a flexibility and interaction with the user, in a very intuitive way. The main objective of this project is to simplify the user with a friendly interface and that meets specific objectives that is the data processing of the sensor, the interface also has a series of sections that make a satisfactory experience handling the sensor, these sections are not included in the interface provided by the manufacturer but, are considerably of great relevance when it comes to the manipulation of the sensor hence the importance of the quality of the interface.

INTRODUCCIÓN.

Actualmente la utilización de los sensores inerciales está presente en muchas de las principales áreas de la ingeniería, como lo son la mecánica, aeronáutica, robótica y mecatrónica; donde ayudan a conocer la orientación en el espacio de un cuerpo relativo a un espacio tridimensional fijo. También tienen un amplio campo de trabajo en otras áreas como la medicina, utilizado en prótesis y aparatos ortopédicos y el cine, en el cual ayuda a desarrollar estructuras humanoides para crear efectos especiales. El problema de los sensores comerciales es la falta de software especializado en tareas generales, lo que le impide al usuario tener una interfaz flexible que permita interactuar con otros programas en conjunto y crear sistemas más complejos. Directamente el problema que se tiene en el sensor que fue utilizado fue la falta de funciones en la interfaz de usuario proporcionada por el fabricante, por tanto, se planteó la idea de la creación de una interfaz complementaria en Matlab, la cual le permitiera ampliar sus funcionalidades y compatibilidad con otras aplicaciones. Así lograr una mejor experiencia a los usuarios de tal dispositivo y el alcance de mejores resultados de estudio en los diversos campos utilizados.

METODOLOGIA

Para abordar el problema fue necesario conocer la estructura y el funcionamiento del sensor inercial, por lo cual se recurrió a consultar la documentación proporcionada por el fabricante del dispositivo, está nos facilitó los principios básicos para su operación como lo son dimensiones físicas, el tipo de conexión, entradas necesarias y salidas proporcionadas, detalles de la interfaz de usuario, compatibilidades de software, normas y convenciones seguidas. Después de conocer los fundamentos teóricos y básicos de operación, se continuó iniciando las pruebas de funcionamiento del dispositivo en aplicaciones sencillas, que permitieran la interacción de forma directa del usuario con el sensor por medio de la interfaz que proporciona el fabricante. Al finalizar la fase de pruebas del dispositivo se puede notar las debilidades con las que la interfaz cuenta, las cuales están relacionadas con la falta de proyección de datos obtenidos y procesado de estos mismos.

Al conocer las debilidades de la interfaz de usuario del fabricante del sensor, se optó por buscar alternativas las cuales complementarían su funcionamiento mediante las funciones que nos proporciona Matlab. Utilizando la paquetería de GUIDE de Matlab se adecuó una interfaz que nos permitiera interactuar con las salidas del sensor. Las salidas son escritas en un archivo con extensión .log, el cual se encuentra en la misma dirección que el archivo ejecutable del programa de la interfaz del dispositivo. En la interfaz de Matlab creada se utilizan las funciones de lectura de texto para obtener los datos correspondientes del archivo .log creado por el sensor; en nuestro caso fue configurado el sensor para escribir el archivo de texto con los ángulos "roll", "pitch" y "yaw", después de obtener los valores de estos ángulos correspondientes a las rotaciones de los ejes X, Y y Z relativos al sensor.

Al obtener los valores de las variables principales se crearon áreas específicas en la interfaz de Matlab, lo que nos permite dividir por tareas la aplicación. Las secciones fueron el área de simulación, la cual nos permite visualizar la gráfica de la representación del sensor en el espacio mediante una simulación obtenida gracias a los datos de los ángulos de rotación de los ejes del sensor; después tenemos el área de Manipulación, que permite al usuario controlar la visualización de la gráfica y su simulación; por debajo de esta tenemos el área de traslación Global, está área nos

¹ Universidad de Guanajuato Campus Irapuato-Salamanca, Departamento de Ingeniería Mecánica, Luis Donaldo Colosio 242, San Guillermo, CP: 38410, Valle De Santiago, Guanajuato, fortinojm@outlook.com.

² Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Departamento de Sistemas Automotrices, Circuito Uniones 135, Infonavit, CP: 36790, Salamanca, Guanajuato, joseangel.colin@itesi.edu.mx.

permite agregar una característica nueva a la aplicación del sensor ya que proporciona al usuario el control de la posición en el espacio X, Y, y Z por medio de barras deslizantes las cuales se pueden sincronizar con un sensor externo de posición; por último tenemos el área de Origen de Datos y Control de la simulación, que nos permiten seleccionar la ruta del archivo .log o escribir el nombre del archivo necesario (si así lo desea el usuario) e iniciar la simulación o terminarla si se necesita hacerlo antes de tiempo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo una interfaz en Matlab capaz de interactuar con la interfaz del sensor inercial. Permitiendo al usuario tener una mejor experiencia en el manejo de los datos obtenidos en las mediciones proporcionadas por el sensor, y así tener al alcance un programa que además permita la interacción con más sensores externos, que en conjunto creen un sistema más completo, como lo sería un brazo robótico, por ejemplo. La creación de la interfaz en Matlab permite explotar todo el potencial de las funciones de Matlab en la manipulación de los datos para trabajos futuros.

Al final del desarrollo del proyecto también se resolvieron los problemas de compatibilidad del sensor con las nuevas computadoras ya que se tenían problemas para utilizar el sensor en ordenadores con versiones posteriores a Windows XP, el problema se tuvo que resolver ya que, en estos tiempos, este tipo de sistemas ya son obsoletos y no cuentan con el soporte y seguridad adecuada para operar en aplicaciones de este tipo.

También se logró calibrar el sensor debido a que este se encontraba descalibrado y en mal estado, lo que no permitía avanzar con el desarrollo del proyecto.

Como resultado general se tiene una interfaz portable y flexible que permite interactuar con uno o varios sensores y en diferentes ordenadores con cualquiera de las nuevas versiones de Windows y obtener resultados por medio de una simulación la cual puede ser controlada como el usuario desee arrojando la postura y ubicación de algún objeto ubicado en cualquier parte de un espacio controlado. Además, esta interfaz queda libre para futuras aplicaciones a desarrollar, permitiendo agregar módulos o secciones nuevas con funciones específicas dependiendo de las necesidades de cada usuario.

En las siguientes figuras se demuestra el funcionamiento de la interfaz creada en Matlab aplicada a un caso de estudio en particular.

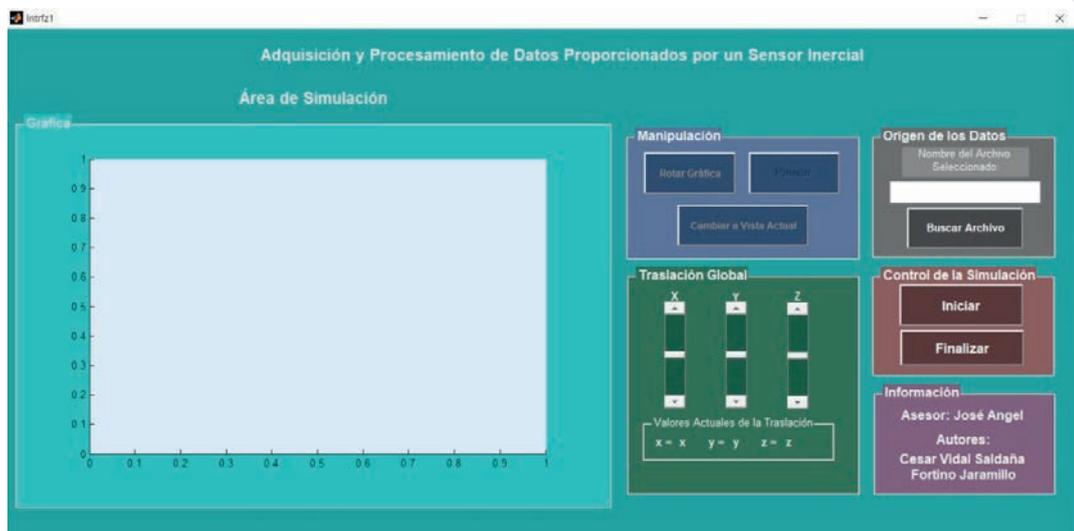


Figura 1. Interfaz y sus diferentes apartados.

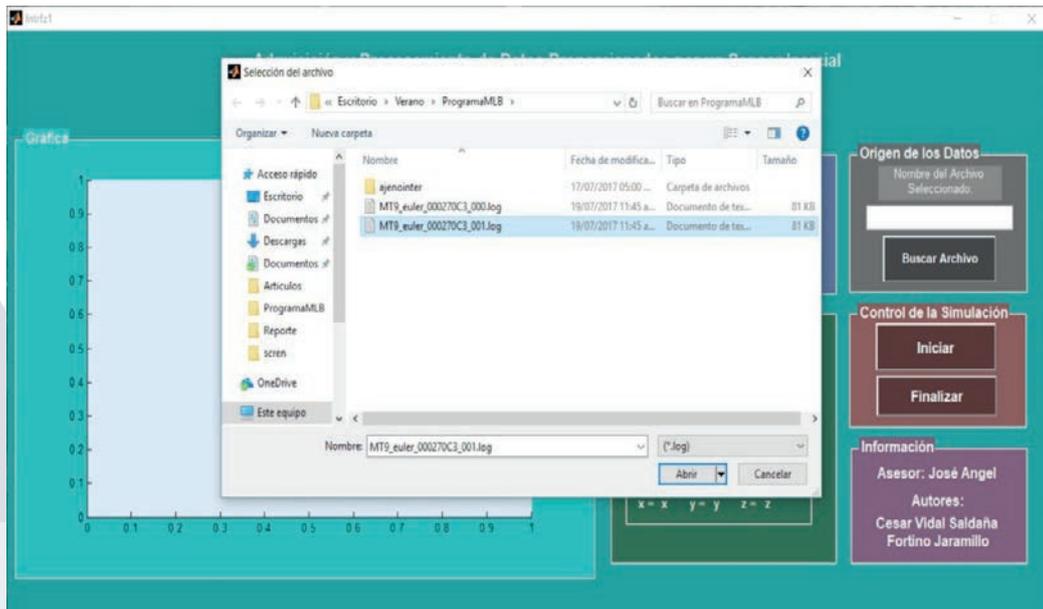


Figura 2. Ubicación del archivo mediante una ruta con la función "Buscar Archivo".

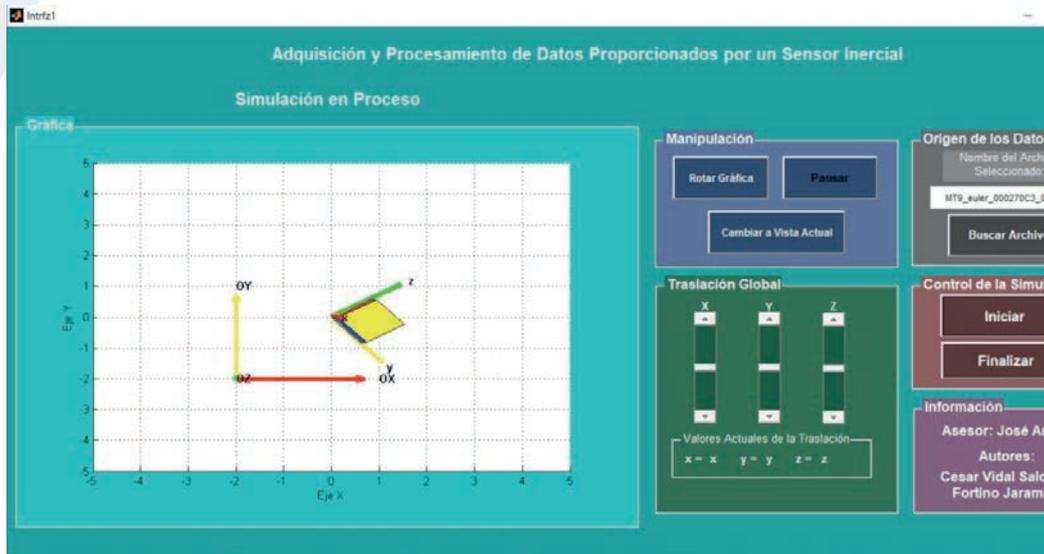


Figura 3. Se observa el proceso de una simulación.

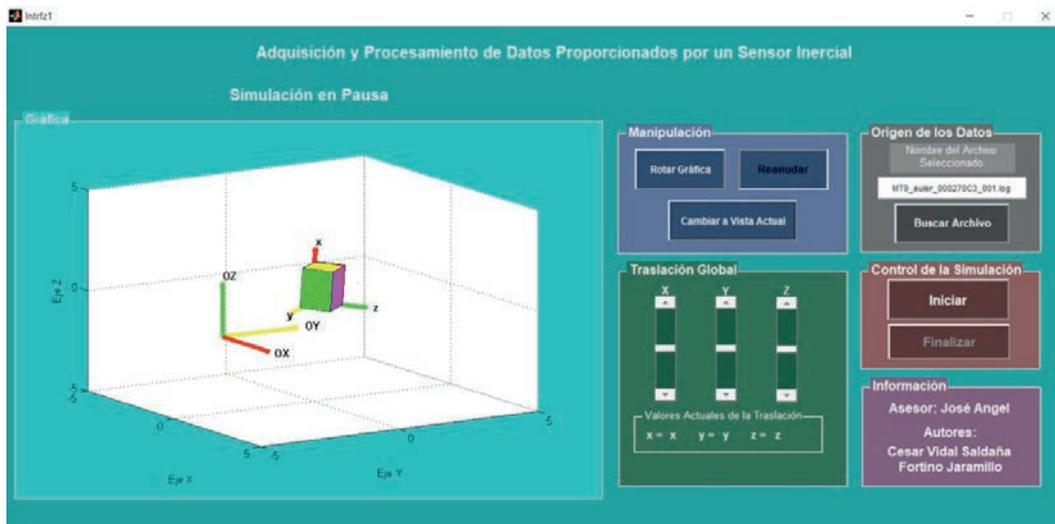


Figura 4. La interfaz permite pausar la simulación y ajustar las referencias.

CONCLUSIONES

Al terminar con los objetivos planteados del trabajo asignado en el verano de investigación, se concientiza de la cantidad de conocimientos y experiencias que fueron adquiridas a lo largo del tiempo que abarcó este proyecto. Las actividades realizadas fueron bastantes, sin embargo, con el apoyo del equipo de trabajo asignado y el profesor encargado, el organizar todas esas tareas no fue tan difícil, por tanto, la experiencia de ir sacando a delante el desarrollo del objetivo principal fue más placentera. Encontrarse en una nueva institución y una nueva zona geográfica, nos permite visualizar los diferentes entornos de educación existentes a tu alrededor y aprovechar al máximo lo que te pueden proporcionar en el tiempo de tu estancia, en mi caso fueron muchas las experiencias que terminaron por completar mi experiencia en este verano de ciencia. Este tipo de actividades nos incitan a continuar con nuestra formación de estudiantes en el área de investigación e invitar a nuestros demás compañeros a acercarse a actividades como esta para fomentar a nuestra comunidad universitaria a complementar sus estudios con la realización de estadías en otras universidades y realizar trabajos en conjunto.

BIBLIOGRAFÍA

- Marco A. Pérez Cisneros/Erik V. Cuevas Jiménez, & Navarro, D. S. (2014). Fundamentos de robótica y mecatrónica con MATLAB y Simulink (1st ed.). Jalisco/Guadalajara, México: Alfaomega Ra-Ma. (Original work published 2014).
- Xsens (2006, marzo 2). MTi and MTx User Manual and Technical Documentation. Retrieved Agosto, 4, 2017, from <http://wiki.icub.org/images/8/82/XsensMtx.pdf>
- Xsens Sitemap - Disclaimer - Shop. (2000). Xsens – the leading innovator in 3D motion tracking technology. Retrieved Agosto, 4, 2017, from <https://www.xsens.com/>
- Cortes, F. R. (2012). MATLAB APLICADO A ROBOTICA Y MECATRONICA (1st ed.). Barcelona, España: AlfaOmega. (Original work published 2012).

DISEÑO DE PROTOTIPOS EXPERIMENTALES DE BAJO COSTO COMO EQUIPO PARA LABORATORIOS DE FÍSICA DE NIVEL MEDIO

Janis Paulina Lara Patiño¹ y Francisco Antonio Horta Rangel²

RESUMEN

Se construyó una máquina de Atwood con base a un diseño propio con el fin de emplearse en laboratorios de física a diferentes niveles educativos. El prototipo consta esencialmente de un sistema de polea simple y para la automatización del sistema y adquisición de datos se generó un programa sencillo haciendo uso del hardware y microcontroladores de ARDUINO; dicho programa se apoya de diversos sensores los cuales dan inicio al experimento y simultáneamente generan las lecturas y los registros necesarios para ser procesadas y realizar el cálculo de la velocidad y aceleración de una de las masas en función del tiempo; los valores finales se muestran en un monitor LCD.

Palabras Clave: Máquina de Atwood, adquisición de datos, microcontrolador, Arduino.

ABSTRACT

An Atwood machine was built based on a befitting design in order to be employed in different levels of physics laboratories. The prototype consists essentially of a simple pulley system and for the automatization of the system and data acquisition a simple program was generated making use of the hardware and microcontrollers of ARDUINO; this program is supported by some sensors which start the experiment and simultaneously generate the readings and records needed to be processed and calculate the speed and acceleration of one of the masses as a function of time; the final values are shown on an LCD display.

Key words: Atwood machine, data acquisition, microcontroller, Arduino.

INTRODUCCIÓN

Los prototipos experimentales empleados en laboratorios de ciencia siempre han tenido como objetivo trabajar de manera didáctica permitiendo al estudiante reflexionar sobre los principios básicos y los modelos matemáticos que intervienen en la descripción de los fenómenos naturales y además poner en práctica sus conocimientos disciplinares en la solución desde un enfoque experimental cualitativo y cuantitativo (Lillian C. McDermott, 1994). En este caso, la máquina de Atwood ilustra la segunda ley de Newton que nos dice cuanto es que puede acelerar un objeto para una fuerza dada; esta fue creada desde 1784, si bien es cierto que con ella es posible comprobar este principio también debe tenerse en cuenta que tal modelo no ha sufrido cambios significativos a lo largo del tiempo y con los avances en la tecnología estos modelos pueden incorporar mejoras para la optimización de su funcionamiento, es por ello que en el presente trabajo se implementa a este prototipo un sistema de automatización para la obtención y procesamiento de datos para el cálculo de las variables que corresponden a el principio que se pretende ilustrar se emplea la plataforma de Arduino ya que la utilización del hardware y su programación son sumamente sencillos y sobre todo son accesible, además de que es posible realizar múltiples proyectos gracias a la diversidad de componentes y sensores que pueden emplearse (De Rodrigues; Souza Cunha, 2014).

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Máquina de Atwood

La máquina de Atwood es un dispositivo mecánico creado por George Atwood en el año de 1784, cuyo fin es ilustrar los principios de la segunda ley de Newton que enuncia *“El cambio de movimiento es directamente proporcional a la fuerza motriz impresa y ocurre según la línea recta a lo largo de la cual aquella fuerza se imprime”*.

Esta máquina se esquematiza en la Figura 1 la cual consta de un sistema de polea simple e ideal, lo que quiere decir que es una polea colocada en un punto fijo cuyo eje propicia que su movimiento se genere sin fricción. A esta polea se le añade una cuerda de masa despreciable a la cual en cuyos extremos se les une un par de pesos m_1 y m_2 con masas que pueden ser de iguales o de diferentes magnitudes.

¹UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO, DIVISIÓN DE INGENIERÍAS; Av. Juárez No. 77, Zona Centro, C.P: 36000, Guanajuato, Gto, jp.larapatino@ugto.mx

²UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO, DIVISIÓN DE INGENIERÍAS; Av. Juárez No. 77, Zona Centro, C.P: 36000, Guanajuato, Gto, anthort@ugto.mx



Figura 1. Máquina de Atwood simple para un sistema de dos masas.

La velocidad y el sentido del giro de la polea se determinará directamente por la diferencia de magnitud de pesos y la determinación del extremo en el que se colocarán, es decir, si las masas son iguales entonces el sistema se encontrará en equilibrio y por lo tanto la polea no girará, en cambio si hay una sobrecarga el sistema se acelera, y tiende a hacerlo en el sentido de la masa de mayor magnitud.

Podemos obtener una ecuación para la aceleración mediante un análisis de fuerzas. Considerando que la cuerda y la polea empleadas son de masa despreciable, las únicas fuerzas que se considerarán serán la fuerza de tensión (T), consideramos que la cuerda es inelástica, y el peso de las dos masas (mg). Para calcular la fuerza resultante (F) se considera ambas masas:

$$m_1 = T - m_1g$$

$$m_2 = T - m_2g$$

entonces la fuerza resultante:

$$\sum F = (m_2g - T) + (T - m_1g) = g(m_2 - m_1)$$

Con base en la segunda ley de Newton podemos obtener una expresión para la aceleración de este sistema

$$\sum F = ma$$

despejando la aceleración y sustituyendo por la fuerza resultante obtenida y considerando m como la masa total igual a $m_1 + m_2$:

$$a = g \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}$$

1.2 Arduino

Arduino es una plataforma hardware de código abierto basada en una placa programable, con distintas versiones y diferentes características físicas. Las placas constan de un determinado número de entradas y salidas, lógicas y analógicas, a las que podemos conectar cualquier componente electrónico, siempre y cuando conozcamos sus características y sean compatibles. En los cuales es posible introducir un código en la placa que se relacione con estos componentes, o incluso que los relacione entre ellos.

Los tipos más conocidos de placas se ilustran en la Figura 2 las cuales son: la Arduino Uno, placa estándar con características equilibradas, la placa Arduino Mega, con más capacidades, entradas y salidas que la anterior, pero de mayor tamaño y la Arduino Nano, con un tamaño reducido pero perdiendo algunas características, como las cómodas conexiones que tren sus dos hermanas mayores.



Figura 2. Tipos de placas de ARDUINO.

2. METODOLOGIA

La construcción de la máquina se llevó a cabo en tres principales etapas:

2.1 Investigación y planteamiento del diseño.

Se comenzó con la investigación respecto a los principios que rigen el sistema y la comprensión del montaje mecánico, posteriormente se determinó un diseño de los componentes definiendo los materiales a emplear y sus respectivas dimensiones lo cual se documenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Componentes de la máquina de Atwood

Componentes	Material	Especificaciones y Dimensiones
Base	Placa de madera	38.5x44.5cm
	Gomas anti derrapantes	4 piezas con diámetro de 2cm
	Cinta métrica metálica	3m
	Tubo cuadrado de Aluminio	4x4x120cm
	Tapón de goma	Para tubo de 4x4cm
	Escuadras metálicas	4 piezas de 2x2pulgadas
	Placa de madera	8x4x4cm
	Eje metálico	14cm
	Placas de madera	Armado de cajón con dimensiones de 39x18.5x5cm

		Tapa de 35x15cm
	Tornillos y tuercas	Los necesarios
	Pegamento industrial	Kola loka
	Barras de silicón	Las necesarias
Sistema de poleas	Discos de acrílico	Diámetro de 14cm
		Diámetro de 12cm
		Diámetro de 9cm
	Baleros cerámicos	2 de diámetro de 2.5cm
		Diámetro de 1.5cm
	Círculo de vinil	Diámetro de 14cm con 90 bandas oscuras de 2mm a cada 4°
Placa rectangular de acrílico	7x0.6x1cm	
Pegamento industrial para acrílico		
Pesos	Barra de acero	Se cortaron y pegaron 4 piezas de tamaños iguales para hacer cada uno de los pesos con masas de: 110g, 190g, 200g y 220g
Para la automatización	Microcontrolador	Arduino UNO
	Protoboard	
	Sensor optointerruptor	ITR8102
	Diodo LED	
	Módulo Relé	
	Electroimán	12V
	Botón	tipo "push"
	Piezo cerámico con sensor de vibraciones	
	Resistencias	2 piezas de 220Ω
	Cables para conexiones	Los necesarios

Comer

2.2 Armado y montaje de los componentes

Primero se montó el soporte del sistema constituido por una base de madera y de manera perpendicular sobre ella un poste en el cual se especifica la altura del mismo finalmente se posicionó un brazo en la parte superior derecha para colocar el eje con la polea armada. Se cortaron barras metálicas para hacer los pesos y se les colocó en los extremos de una cuerda pendiendo de la polea, de lado izquierdo se coloca el peso con mayor masa para que la polea gire en el sentido del peso de mayor masa.



Figura 3. Materiales y herramientas. Figura 4. Construcción y montaje de componentes.

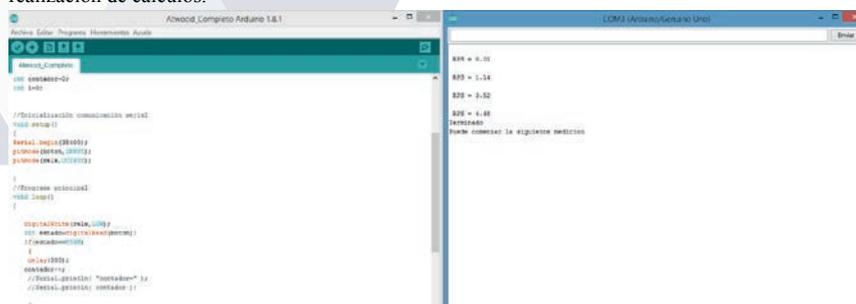
3.3Automatización

Se realizaron las pruebas necesarias para verificar el adecuado funcionamiento de la parte mecánica del sistema y se montaron los sensores de la siguiente manera: Del lado derecho sobre la base se montó un electro imán el cual detiene y suelta el peso de menor masa mediante un botón de tipo "push" lo cual hace girar la polea; del lado izquierdo y a la altura de su centro se colocó sobre el poste metálico el opto interruptor el cual se apoya de las marcas en las marcas sobre el vinil de la polea para medir la diferencia de incidencia de luz al generarse las revoluciones, finalmente la toma de datos respecto a las revoluciones se detiene gracias a la señal enviada por un sensor de vibraciones lo cual funciona midiendo la diferencia de voltaje al caer el peso de mayor masa sobre la base del prototipo.

Con base en varias pruebas se fue generando el código para crear todo el programa y en el mismo realizar los cálculos necesarios para obtener valores de tiempo, velocidad y aceleración, la cual se muestra en un monitor LCD. Al terminar el experimento el programa queda listo para realizar un nuevo experimento con sus correspondientes mediciones.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se logró la construcción de una máquina de Atwood funcional y la creación de un programa mediante el cual se controlaron algunas variables y se dio lectura de los datos con los cuales posteriormente se realizó el análisis para la realización de cálculos.



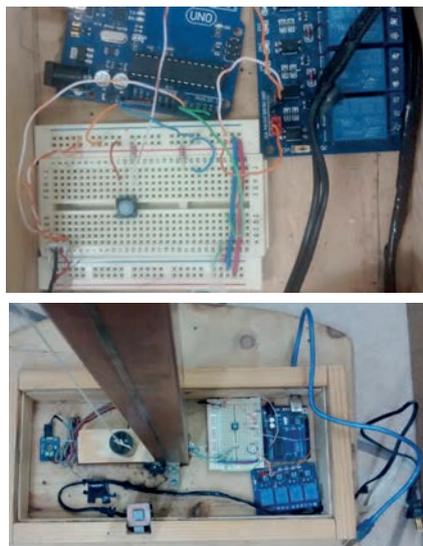


Figura 6. Montaje de sensores Figura 7. Máquina de Atwood automatizada.

CONCLUSIONES

La incorporación de las nuevas tecnologías y sistemas de tomas de datos en un ambiente educativo se ha vuelto muy prevalente en los últimos años por ello es que la automatización de prototipos didácticos para la enseñanza de la ciencia tiene un gran aporte que recae precisamente en la manera en que se recopilan los datos ya que llega a ser más sencilla y precisa, con este trabajo, se puede deducir que la plataforma de Arduino es una muy buena opción para realizar este tipo de proyectos ya que los componentes empleados son muy accesibles y su programación es muy sencilla.

Finalmente se espera que este prototipo se pueda incorporar dentro de las aulas y laboratorios donde se requiere una manera didáctica de enseñar el principio de la segunda ley de Newton y que sirva como modelo para actualizar el funcionamiento de los prototipos que se han venido usando a lo largo de los años.

BIBLIOGRAFIA

1. Lillian C. McDermott, P. S. (1994). Research as a guide for teaching introductory mechanics: An illustration in the context of the Atwood's machine. *American Journal of Physics*, 62,46.
2. De Rodrigues, R. and Souza Cunha, S. (2014). Arduino para físicos Uma ferramenta prática para aquisição de dados automáticos. [en línea] Instituto de Física. Disponible en: http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/rodrigues_v25_n4.pdf [Acceso 1 Aug. 2017].

ESTUDIO NUMERICO DE LA CORRELACIÓN ENTRE NEURONAS USANDO EL MODELO DE ISING

Jovani Guadalupe Hernández Santana¹ y Cesar Maldonado²

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, muestra a grandes rasgos la eficiencia del modelo de Ising para describir correlaciones entre un sistema de neuronas. Este estudio se basa en el modelo de Ising ferromagnético para sistemas de espines en red. Esta idea fue propuesta usando el principio de abarcando temas tales como el concepto de máxima entropía, el objetivo principal es entender cómo las neuronas codifican un estímulo y cómo ellas interactúan sus vecinas.

ABSTRACT

The next work of research shows the efficiency of the Ising model to describe the correlations between a system of neurons. This study is based on the Ising ferromagnetic model for red spine systems. This idea was proposed using the principle of covering topics such as the concept of maximum entropy; the main objective is to understand how the neurons encode a stimulus and how they interact their neighbors.

Palabras claves: MaxEnt, Spike Trains, Raster Plots, modelo de Ising, distribución de Poisson, redes biológicas, teoría de la información.

INTRODUCCIÓN

El modelo de Ising a pesar de ser un modelo estadístico para estudiar el comportamiento de materiales ferromagnéticos a resultado tener gran éxito en temas biológicos para describir procesos tales como la interacción de células nerviosas, como lo son las neuronas, específicamente en las neuronas corticales (Schneidmann²).

El modelo de Ising se especifica con su Hamiltoniano que describe la energía del sistema ferromagnético de espines, cuyas contribuciones son la interacción a pares (J_{ij}) y el campo magnético externo (h_i). Donde cada espín puede tomar la posición up (1) o down (-1) según la interpretación física de los espines de los electrones (A. Cibra¹).

El Hamiltoniano del sistema tiene la siguiente forma:

$$H(\sigma) = - \sum_{\langle i,j \rangle} J_{ij} \sigma_i \sigma_j - \sum_i h_i \sigma_i \quad (1)$$

En el contexto de los sistemas de neuronas. J_{ij} describe la correlación entre σ_i (la actividad de la i -ésima neurona) y σ_j (la actividad de la j -ésima neurona), y h_i representa físicamente la frecuencia de disparo de σ_i , σ_i es interpretada como el impulso de la neurona en el cual ocurren solo 2 posibilidades, que el impulso de disparo ocurre (1) o no ocurre (0), la interpretación dada en la primera sumatoria es la correlación total de todo el sistema de neuronas ligadas entre sí pero correlacionadas solo a pares (el signo es positivo en el modelo biológico para ambas sumatorias).

La segunda sumatoria representa la frecuencia con la que se presenta un impulso de todo el conjunto de disparos de la neurona i (Spike Trains) multiplicada por el spike train de neuronas y sumadas como un todo. La suma de ambas expresiones describen el Hamiltoniano del sistema neurobiológico (E. schneidman²).

Dicho proceso requiere de una gran cantidad de información ya que la estadística crece de forma exponencial (2ⁿ), por lo que el proceso más óptimo para encontrar la distribución de probabilidad del sistema es aplicando teoría de la información, en particular el principio de entropía máxima (U. Ferrari³).

Para ello, se resuelve el problema de multiplicadores de Lagrange en el cual queremos maximizar una función. Dicho método se omitirá en este reporte y se darán las pautas principales para que sea entendible.

El sistema parte de 2 condiciones iniciales:

1. La definición de la probabilidad de máxima entropía (U. Ferrari³):

$$S(P) = - \sum_x P(x) \log P(x) \quad (2)$$

2. La normalización probabilística:

$$\sum_x P(x) = 1 \quad (3)$$

De esta forma resolviendo el sistema, se tiene una función de partición (función Z) tal que obliga a nuestro sistema a estar siempre normalizado.

$$Z = \sum_{\sigma_i} e^{-H(\sigma_i)} \quad (4)$$

De esta manera podemos obtener la probabilidad de correlación con la que la neurona i se interrelacionan con el sistema biológico (teóricamente hablando).

$$P(\sigma_i) = \frac{e^{-H(\sigma_i)}}{Z} \quad (5)$$

¹Universidad de Guanajuato, División de ciencias e ingenierías, Loma del Bosque #103, Lomas del Campestre, León, Gto, CP.37150, hernandezsj2013@licifug.ugto.mx.

²Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C. a La Presa de San José 2055, Lomas 4 sección, San Luis, S.L.P.: C.P: 78216, Cesar.Maldonado.Ahumada@gmail.com

Así pues, el estado colectivo de una población de N variables es descrito por $\sigma = (\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3 \dots \sigma_N)$ donde sigma toma el valor de una variable binaria como ya se mencionó. La actividad colectiva de las sigmas es denotada por $P(\sigma_i)$.

Una aproximación dada para describir la correlación entre neuronas según fuentes bibliográficas es por medio de la siguiente expresión probabilística (E. Schneidman⁴):

$$J_{ij} = | \langle \sigma_i \sigma_j \rangle - \langle \sigma_i \rangle \langle \sigma_j \rangle | \tag{6}$$

Físicamente esta expresión describe la correlación entre el conglomerado de neuronas, para C_{ij} pequeño, la correlación es pequeña y para C_{ij} grande, la correlación es mayor entre las células del sistema.

La primera expresión de la izquierda se define como

$$\langle \sigma_i \sigma_j \rangle = \frac{1}{N^2} \sum_{\langle i, j \rangle} \sigma_i \sigma_j \tag{7}$$

Y la expresión de la derecha se escribe como

$$\langle \sigma_i \rangle \langle \sigma_j \rangle = \frac{1}{N^2} \sum_i \sigma_i \sum_j \sigma_j \tag{8}$$

Nuestra expresión del Hamiltoniano para el modelo de Ising queda expresada de la siguiente forma:

$$H(\sigma_k) = \sum_{\langle i, j \rangle} \left[\frac{1}{N^2} \sum_{\langle i, j \rangle} \sigma_i \sigma_j - \frac{1}{N^2} \sum_i \sigma_i \sum_j \sigma_j \right] (\sigma_i \sigma_j) + \sum_i h_i \sigma_i \tag{9}$$

Donde n es el número de neuronas que interactúan en el sistema, sabemos que existe un numero finito de combinaciones dependiendo del número de células nerviosas (2^n), en este modelo, sigma representa la combinación i de las n neuronas, así obtenemos un Hamiltoniano propio de cada caso posible dado por el número de neuronas. El ejemplo más sencillo es para 2 neuronas, en el que existen 2^2 combinaciones posibles las cuales son 11, 00, 01 y 10, por ende existirán 4 Hamiltonianos para cada 1 de estos casos. Este mismo concepto se generaliza a n neuronas teniendo de esta forma 2^n Hamiltonianos para cada caso en particular.

De esta manera somos capaces de conocer $P(\sigma_i)$ y compararla con el modelo estadístico clásico de contar el número de veces que aparece cada combinación dividido entre el número de disparos que genero la neurona i.

MÉTODOS Y MATERIALES

Puesto que el modelo matemático usado en este proyecto es meramente estadístico, se decidió usar un lenguaje de programación para optimizar el proceso de obtención de datos.

El lenguaje que mejor se adaptó a nuestros objetivos fue MATLAB ya que se trabajó constantemente con vectores (representación de los disparos de i neuronas para un tiempo t definido), a dichos vectores se les llamará Spike Trains o trenes de disparo (P. Namburi⁵).

Se generaron de forma artificial varios vectores que representan de forma aleatoria los impulsos de n neuronas para un tiempo definido entre 0 y 1000 o más, con intervalos $\Delta t=1$, es decir, que para cada intervalo igual a 1, ocurre un impulso o no ocurre, este se simboliza con un 1 o con un 0 en caso de que el impulso no ocurre.

La distribución de dichos pulsos no es un proceso aleatorio uniforme, si no que esta descrito como una distribución de Poisson el cual simula características cercanas a las neuronas reales.

A continuación se muestran algunas imágenes de las primeras simulaciones de neuronas (Raster plots) con distintas frecuencias y sus respectivas distribuciones, nótese que a medida que la frecuencia aumenta, el suceso entre disparo y disparo (entiéndase disparo como el impulso generado como un 1) es más común y a medida que la frecuencia disminuye, el sistema se vuelve homogéneo hasta perder la distribución de Poisson.

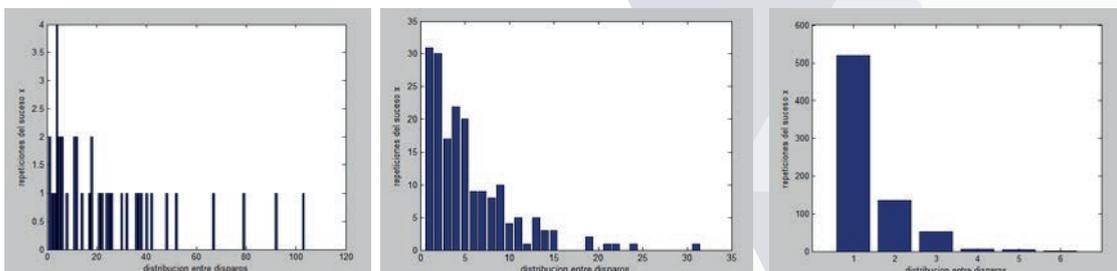


Figura 1,2 y 3. Raster plots generados en MATLAB con distintas frecuencias (50, 200 y 700 de izquierda a derecha) para un sistema de 20 neuronas.

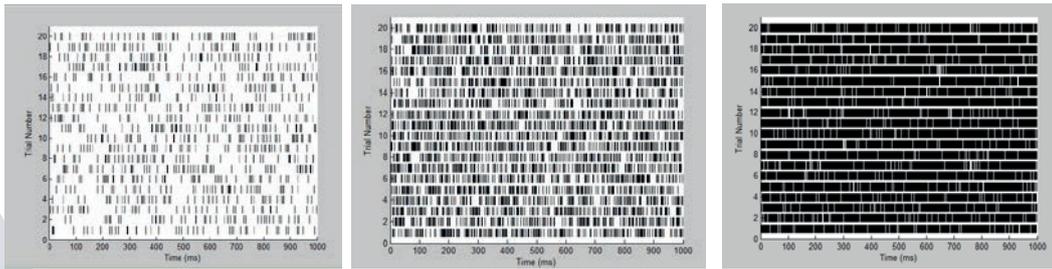


Figura 4,5 y 6. generada para frecuencias izquierda a MATLAB para neuronas

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0

Distribución distintas (50,200 y 700 de derecha) en un sistema de 20 neuronas

Se crearon 2 programas en MATLAB con el objetivo de medir la estadística con la que ocurren los 2^n sucesos posibles, siendo n el número de neuronas.

El primer programa genera n Spike Trains, cada disparo es generado en 1/1000 de tiempo por lo que hay 1000 disparos para cada neurona generados de forma aleatoria pero respetando la distribución de Poisson, después se hace el conteo de cuantas veces ocurre el caso k, es decir que para n neuronas, existen 2^n formas posibles de que ocurran los disparos al tiempo t para todas. Así de esta forma se sabe que caso es más repetitivo y por ende concluir que neuronas están más ligadas entre sí.

Este programa permite encontrar la probabilidad clásica de cada suceso, sumar todo un conjunto que cumple cierta característica y dividirlo entre el número total de sucesos.

El segundo programa aplica el modelo de Ising para encontrar $P(\sigma_i)$ e inferir sobre los datos del modelo clásico, de esta manera podemos concluir en la eficiencia del modelo de Ising para describir un sistema de neuronas correlacionadas.

A continuación se muestra un histograma que representan el número de veces que aparece k suceso para 4 neuronas a una frecuencia variable (200-300).

Tabla 1. Número de casos posibles para 4 neuronas ($2^4=16$)

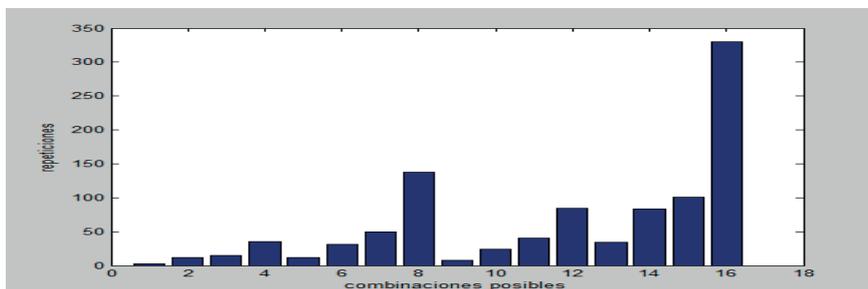


Figura 7. El grafico muestra el número de veces que se repite k suceso para 4 Spike Trains divididos en 1000 con intervalos de disparo de una Milésima de t.

Como se puede apreciar en la figura 7, el suceso 16 (0 0 0 0) es el que más se repite en este test y el segundo caso es el 8 (1 0 0 0), lo cual nos indica una correlación grande para estos eventos. Se simulo 20 veces el mismo Raster plot para la cantidad de 4 neuronas mostrando en un 100% la misma estadística, el evento 1000 y el evento 0000 siempre

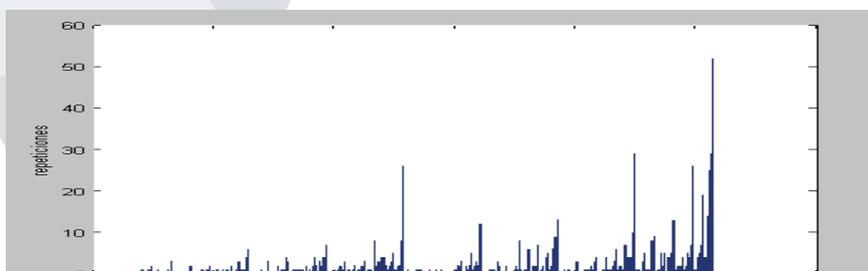


Figura 8. El histograma muestra el número de veces que se repite k suceso para 10 Spike Trains divididos en 1000 con intervalos de disparo de una Milésima de t .

La figura 8 muestra el mismo análisis pero con 10 neuronas, lo cual equivale a 2^{10} eventos posibles de los cuales, los más repetitivos de menor a mayor fueron, el evento 1000000000 con 26 repeticiones, el evento 0010000 000 con 29 repeticiones y el evento 0000000000 con 52 repeticiones.

En los siguientes resultados se muestra un sistema de 15 neuronas a frecuencias variables (400-500)

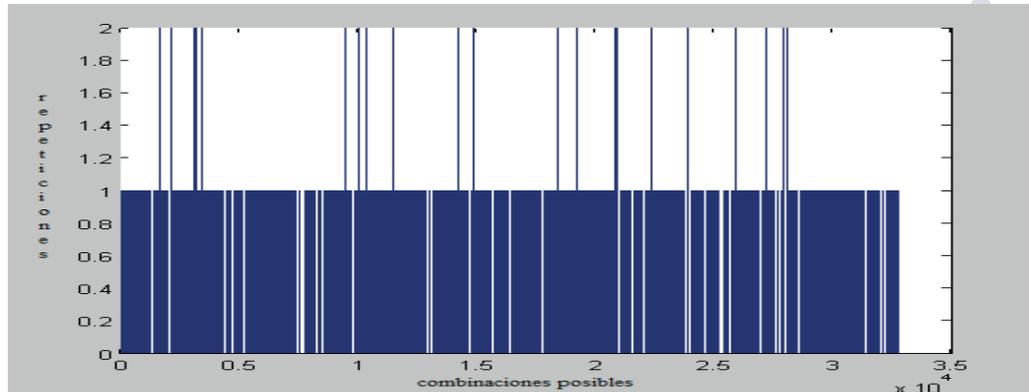


Figura 9 y 10.

El grafico muestra el número de veces que se repite k suceso para 15 Spike Trains divididos en 1000 con intervalos de disparo de una milésima de t .

Como se puede apreciar, a frecuencias grandes, la correlación se vuelve prácticamente nula, para frecuencias entre 100 y 300, las simulaciones muestran una correlación entre ciertas neuronas.

CONCLUSIONES

Existe una correlación considerable entre cierta cantidad de neuronas y a una cierta frecuencia, el sistema depende de estos 2 requisitos, pero principalmente de la frecuencia, se logró modelar la actividad de sistemas de neuronas de forma teórica, usando métodos de mecánica estadística, en base al modelo de Ising y el principio de máxima entropía recuperando, de esta forma, resultados reportados por los autores mencionados en la bibliografía.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Barry A. Cipra (2005). "An Introduction to the Ising Model." En The American Mathematical Monthly, Vol. 94, Dec. 1987, [No. 10, pp. 937-959].
- [2] Elad Schneidman, Michael J. Berry and William Bialek (2008). "Ising models for networks of real neurons." En the physical review, vol. 106, [No. 4, 620-630].
- [3] Ulisse Ferrari, Tomoyuki Obuchi and Thierry Mora (2017). "Random versus maximum entropy models of neural population activity". En the physical review e 95, 042321, DOI: 10.1103/PhysRevE.95.042321
- [4] Elad Schneidman, Michael J. Berry, Ronen Segev & William Bialek (2006). "Weak pairwise correlations imply strongly correlated network states in a neural population". Vol 440|20 April 2006, doi:10.1038/nature04701
- [5] Praneeth Namburi (2015). Simulating neural spike trains. February 5, 2015. Consultada en <https://praneethnamburi.wordpress.com/2015/02/05/simulating-neural-spike-trains/> (fecha de consulta 18/07/2017).

ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO DE TESIS EN LA MAESTRÍA DE EDUCACIÓN PARA LA CIUDADANÍA EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO: 2014-2017

María Guadalupe Pérez Solís¹ y Dra. Rocío Adela Andrade Cázares²

RESUMEN

En éste artículo se presenta un análisis de la elaboración de las tesis en la Maestría en Educación para la Ciudadanía de la Universidad Autónoma de Querétaro. Fueron revisadas un total de once tesis comprendidas entre los años 2014 y 2017, se realizó un análisis bibliométrico que permitió conocer las características generales que se encuentran en las tesis, éste mismo análisis permitió conocer el nivel de enseñanza en la investigación que se tiene dentro de la Maestría en Educación para la Ciudadanía que aunque es una maestría de carácter profesionalizante cuenta con una significativa carga curricular de materias que apoyan el desarrollo de la investigación.

ABSTRACT

This paper presents an analysis of the elaboration of thesis carried out in the Master's Degree in Education for Citizenship of the Universidad Autónoma de Querétaro. A total of one thesis was performed between 2014 and 2017, a bibliometric analysis was carried out that allowed to know the general characteristics that are found in the theses, this analysis allowed to know the level of teaching in the research that is inside of the Master's In Education for Citizenship that although it is a masters of professionalizing character counts on a significant curricular load of subjects that support the development of the investigation.

Palabras Clave: Tesis, maestría, análisis bibliométrico, Universidad Autónoma de Querétaro.

INTRODUCCIÓN

La Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ) ofrece la Maestría en Educación para la Ciudadanía, la cual es de tipo profesionalizante dentro de un plan semestral que cubre un total de 105 créditos, dicha Maestría surge del compromiso institucional de la UAQ en respuesta a las demandas sociales de instruir a profesionales para que sean capaces de intervenir los espacios públicos ya sean éstos formales o no formales, bajo un esquema de conocimientos en formación ciudadana, democracia, derechos humanos y el desarrollo cognitivo del proceso de obtención de conocimientos en éstos temas (UAQ: Programa de la Maestría en Educación para la Ciudadanía, 2016).

Dentro del plan curricular la Maestría en Educación para la Ciudadanía (2016) cuenta con tres ejes de formación: Fundamentos Teóricos-Metodológicos; para la formación profesional del maestro, Temáticas Específicas; especialización en los temas de la Maestría, y el eje de Desarrollo de Proyecto; en el cual se pretende que el alumno desarrolle competencias didáctico-metodológicas, así mismo se cuenta con dos Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC): 1) Actores y prácticas para la educación en contextos escolarizados y no escolarizados, 2) Discursos, comunicación visual y la construcción de ciudadanía.

La maestría cuenta con un total de ocho materias de dieciséis que constituyen el total de la Maestría, distribuidas en cuatro semestres, que pretenden brindar al estudiante de las técnicas y conocimientos necesarios para la creación de un trabajo de tesis: Metodología de la Investigación, Proyecto I, Coloquio I, Estancia, Proyecto II, Coloquio II, Seminario de Elaboración de trabajo de Grado, y Trabajo de Obtención de Grado, éstas materias tienen el objetivo de formar y acompañar al estudiante en el camino de la elaboración del trabajo de tesis, así que el alumno debe desarrollar durante el curso de las materias las habilidades suficientes para la elaboración de su trabajo.

La Maestría en Educación para la Ciudadanía inició labores en 2012, desde sus inicios es un posgrado con reconocimiento por parte del Programa Nacional de Posgrado de Calidad (PNPC), por lo cual los primeros titulados se dan a partir de noviembre de 2014, y se hizo la búsqueda de tesis presentadas y defendidas desde su creación hasta este año (2017), por lo que se encontraron un total de once trabajos de tesis que corresponden a dos generaciones distintas de maestrantes. Una vez revisado el plan curricular y la formación *en* investigación que se va desarrollando durante todos los semestres se espera contar con que la mayoría de las tesis sean trabajos que van avanzando de manera sólida dado que son becarios de tiempo completo de CONACYT. Se tomó en cuenta en la revisión: las consultas por países, los tipos e idiomas de las fuentes, temas de las tesis, el nivel de aplicación, el número de producción por año, los núcleos académicos de dirección y participación en revisión de tesis, herramientas, y los métodos utilizados en los distintos trabajos.

MARCO TEORICO

Para empezar es importante señalar que, como menciona Sánchez (2014) la construcción del conocimiento en los trabajos de titulación no sigue un orden estructurado y que son diferentes los factores que influyen en el resultado final del trabajo: el tiempo, el asesoramiento, la delimitación del tema, selección metodológica y de las herramientas a utilizar dentro del propio trabajo, etc... “La generación de conocimiento no sigue un recorrido único de etapas sucesivas, de pasos ordenados o fases seriadas, una tras otra, siempre las mismas, hacia el logro de un objetivo: la adquisición de conocimiento”. (Sánchez, 2014: 234).

Sánchez (2014), aporta tres pasos para desarrollar el conocimiento en la formación investigativa en los estudiantes, se puede señalar que dentro de los pasos sugeridos se encuentra tanto de manera implícita como explícita el desarrollo del *habitus* en la persona formada para la investigación:

Enseñar a investigar, se ha visto, consiste en: 1) fomentar y desarrollar una serie de habilidades y actitudes propias de la mentalidad científica; 2) capacitar y entrenar en algunas formas probadas de generar conocimiento, pues el quehacer científico es un *habitus* con una larga tradición que recoge sus

¹ Universidad de Guanajuato, División de Derecho, Política y Gobierno. Departamento de Estudios Políticos; Callejón Ramillete No. 20C, Zona Centro, C.P. 36000, Guanajuato, Gto. lu.landinso@gmail.com

² Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Psicología; Cerro de Las Campanas, s/n, Las Campanas, C.P. 76010 Santiago de Querétaro, Qro. rocioandrade2002@yahoo.com.mx

especificidades en cada campo científico y se singulariza en los rasgos característicos de la institución que forma; 3) ahora falta por explicar que enseñar a investigar consiste sobre todo en transmitir el oficio mismo de productor de conocimiento. (Sánchez, 2014: 169)

Para Moreno (2011), las condiciones institucionales observables conforman un total de seis prácticas en la formación de la enseñanza en la investigación en los trabajos de tesis de posgrado, lo que sería parte de las experiencias de formación con los seminarios:

En los seminarios suele generarse con intención formativa, pero también con carácter evaluativo, una serie de productos curriculares (ensayos, reportes de lectura, presentaciones orales, etc.) a los que el estudiante debe atender de manera simultánea al avance de su investigación... La cuestión es si esos productos curriculares resultan pertinentes en orden de apoyar la formación, pero también de brindar herramientas a los doctorandos para que éstos se desempeñen atinadamente en la investigación que tienen en proceso. (Moreno, 2011:65)

La experiencia en los seminarios deberá fortalecer la formación metodológica del alumno y brindarlo de herramientas para la investigación, pasando al siguiente punto de Moreno (2011) menciona que los coloquios (que generalmente se hacen a final de semestre para presentar avances de investigación) son parte importante de la formación:

La principal intención formativa de los coloquios es que los estudiantes se familiaricen con la crítica como elemento fundamental para el enriquecimiento de los productos que se generan por vía de la investigación; en este caso, la que ellos mismos están realizando. (Moreno, 2011:66)

En tercer lugar las tutorías tienen una estricta relación de formación más profunda, ya que se considera importante una formación *en* investigación que acompañe al alumno en la adquisición del conocimiento:

... la relación de tutoría rebasa el plano de lo académico, para dejar huella positiva en todas las dimensiones de la persona; es como si se llegara a un momento de plenitud en la relación, a partir del cual la sintonía entre tutor y estudiante es fuente de múltiples experiencias de formación. (Moreno, 2011:71).

Colina (2012) también menciona algunas cualidades que el estudiante que pretende formarse en la investigación deberá desarrollar en su formación: “Adquirir los capitales sociales y culturales que permitan el desarrollo el *habitus* científico”. (Colina, 2012:413). El concepto del *habitus* debe ser tomado en cuenta de manera prioritaria en la enseñanza en la investigación ya que comprende en su totalidad el desarrollo y experiencias integradoras del sujeto:

Por medio de las estructuras cognoscitivas y motivadoras que pone en juego, el *habitus* contribuye a determinar las cosas que hay o no que hacer, las urgencias y demás factores que desencadenan la acción. El *habitus* permite la formación de una determinación general que podemos caracterizar como sensibilidad al orden o al desorden. (Colina, 2012: 398)

Se debe considerar que dentro de la enseñanza de la investigación, como lo menciona Bourdieu (2001), existe la necesidad de una formación previa, si bien ésta no se da en la inmediatez se deberá formar con el tiempo y con la finalidad de que la persona sea capaz, con su conocimiento previo y con el desarrollo continuo del mismo, de problematizar en la investigación y de seleccionar una metodología acertada:

La definición de los problemas y la metodología de investigación utilizada proceden de una tradición profesional de teorías, de métodos y de competencias que sólo pueden adquirirse al cabo de una formación prolongada. Las reglas del método científico tal como son explicitadas por los lógicos no corresponden a la realidad de las prácticas. (Bourdieu, 2001: 34).

Entonces, el hecho científico que el investigador quiere analizar estará sujeto a la adquisición del *habitus* científico:

... la idea de *habitus* equivale a poner al principio de las prácticas científicas no una conciencia conocedora que actúa de acuerdo con las normas explícitas de la lógica y del método experimental, sino un –oficio–, es decir, un sentido práctico de los problemas que se van a tratar, unas maneras adecuadas de tratarlos, etcétera. (Bourdieu, 2001: 73)

MÉTODOS Y MATERIALES

Se realizó una búsqueda dentro de la UAQ para encontrar las tesis de la Maestría en Educación para la Ciudadanía, del total de once tesis se encontraron seis en el repositorio de la Universidad y cinco fueron encontradas en CD en la biblioteca de la UAQ. Las tesis fueron analizadas con el método bibliométrico: “Los indicadores bibliométricos proporcionan información sobre los resultados del proceso investigador, su volumen, evolución, visibilidad y estructura. Así permiten valorar la actividad científica, y la influencia (o impacto) tanto del trabajo como de las fuentes”. (Camps, 2008: 75).

Igualmente se define como la aplicación de análisis estadísticos para estudiar las características del uso y creación de documentos, como el estudio cuantitativo de la producción de documentos, tal y como se refleja en las bibliografías, y como la aplicación de métodos matemáticos y estadísticos al estudio del uso que se hace de los libros y otros medios dentro y entre los sistemas de bibliotecas. (Solano, Castellanos, López y Hernández, 2009: 60).

Para Dávila et al. (2009), la bibliometría hace posible que se lleve a cabo la medición del valor que tiene una o distintas publicaciones y a su vez se pueden establecer parámetros que midan el desempeño de la actividad científica como la calidad y la productividad, en el caso de este trabajo hablamos de la productividad que tiene la Maestría en Educación para la Ciudadanía en trabajos de tesis y de las características repetidas dentro de los documentos.

RESULTADOS

El número de producción de tesis se ha ido alternando al pasar de los años (en el año 2014 tenemos cinco tesis, en 2015 dos tesis, en 2017 cuatro tesis), esto es debido a los tiempos que CONACYT les permite para titularse, lo que implica cumplir con la duración del programa (dos años), más seis meses más de tiempo que les otorga CONACYT como plazo máximo, es decir, dos años y medio desde el ingreso hasta la fecha de la obtención de grado.

De la gráfica 1 se desprenden dos datos interesantes, en primer lugar la mayoría de las páginas que contienen las tesis (sin contar anexos) superan en casi un 50% el total de referencias, lo cual puede representar un equilibrio entre las referencias y la aportación propia de los autores de las tesis, y en segundo lugar, se cuenta con un promedio de 81.4 referencias y 151 páginas del total de las 11 tesis.



Gráfica 1. Elaboración propia.



Gráfica 2. Elaboración propia.

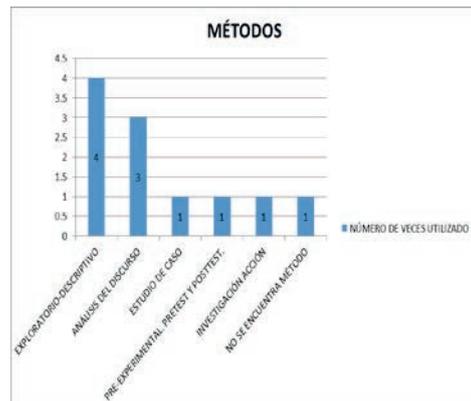
El 40.84% de las consultas realizadas corresponden a México, el restante 59.15% se reparte entre 19 países, predominando entre estos las consultas de textos de España, Estados Unidos, Colombia, Argentina y Chile, lo cual es alarmante debido a que con la implementación de la Estancia que se tiene dentro del programa de la Maestría se esperaría un impacto mayor en las fuentes del conocimiento de los alumnos de posgrado, de ahí mismo se observa que en los idiomas predomina el Español, lo cual por la proporción de fuentes de México resulta obvio, pero incluyendo a todos los países de habla hispana, hace un total del 90.89% (819 referencias) contra un 9.10% que se distribuye, únicamente, en tres idiomas: Inglés 8.32% (75), Portugués 0.66% (6) y Catalán 0.11% (1).

En total de las tesis se cuenta con 48.27% de inclusión de libros en la bibliografía, 21.97% de revistas, 12.87% de documentos institucionales, 5.99% de revistas impresas, 5.4% de ponencias en congresos, 2.99% de consulta de páginas web institucionales, 1.2% de apoyo en tesis de maestría, 0.77% en tesis de doctorado, 0.33% en conferencias magistrales de congresos y por último un 0.11% de consultas a tesis de licenciaturas. Lo anterior da cuenta una pequeña diversificación de los documentos a los cuales recurre el estudiante en búsqueda de información confiable que le sirva como apoyo en su trabajo de titulación.

De las gráficas 3 y 4 se desprenden los métodos e instrumentos utilizados en la investigación, se puede observar que existe una tendencia predilecta hacia los instrumentos como cuestionarios, entrevistas y la implementación de talleres, esto corresponde con que todas las tesis son de corte aplicado, también se observa que los métodos más usados son el exploratorio-descriptivo, el análisis del discurso y los estudios de caso, es importante señalar que la gráfica muestra todos los métodos encontrados, pero seis de ellos fueron inferidos ya que no se encontraban claramente señalados ni definidos.



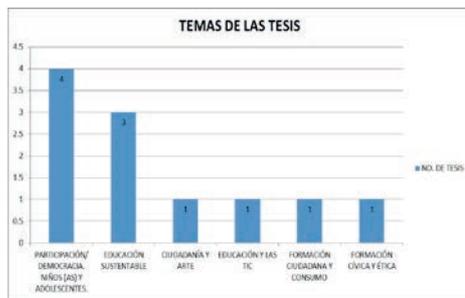
Gráfica 3. Elaboración propia.



Gráfica 4. Elaboración propia.

Para el análisis de las gráficas 5 y 6 se retoman las dos LGAC que se encuentran en el programa de la Maestría (2016), ya que al momento de realizar una clasificación por temas de las tesis, gráfica 5, podemos localizar los temas pertenecientes a cada línea y el número de tesis sustentadas en cada tema: 1) Actores y prácticas para la educación en contextos escolarizados y no escolarizados: se encuentran ocho tesis en total con los temas de participación y democracia en niños, niñas y adolescentes (4 tesis), educación sustentable (3 tesis), y formación cívica y ética (1 tesis); 2) Discursos, comunicación visual y la construcción de ciudadanía: en ésta línea se presentan un número menor de tesis pero igual número de temas, ciudadanía y arte (1 tesis), educación y las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) (1 tesis) y por último, formación ciudadana y consumo (1 tesis). De lo anterior se observa que existe una congruencia entre las LGAC y los temas que se abordan dentro de las tesis, aunque claro, unas con mayor impacto.

De la gráfica 6, se demuestra que el nivel de aplicación al que más se recurre para los trabajos de titulación es la educación básica con cuatro tesis en éste nivel y en educación superior se tiene el mismo número de tesis, en tanto que hay dos tesis que se hicieron en educación media, y una que abarca los niveles de educación media superior y también al de educación superior, resulta interesante ver que no existen estudios de tesis aplicados a nivel de posgrado.



Gráfica 5. Elaboración propia.



Gráfica 6. Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Se observa en la mayoría de las tesis una deficiencia metodológica, ya que en la revisión que se realizó no fue posible identificar con claridad, en la mayoría de las tesis, el método utilizado y fue más fácil encontrar las herramientas, así que se comprende que existe una confusión entre la metodología y el método de investigación, lo cual hace que algunas herramientas utilizadas no sean congruentes con el método, es decir, que existe una confusión entre método y técnica, en la mayoría de las tesis se encontró que los estudiantes explican sus técnicas pero no en todos se hace referencia al método que se utiliza en el planteamiento metodológico. También se destaca que debido al carácter profesionalizante de la maestría todas las tesis encontradas fueron corte aplicado y los niveles de aplicación de éstas fueron desde educación básica hasta educación superior. A su vez cabe señalar que la ayuda de la herramienta de repositorio fue de suma importancia en la recolección de datos ya que permitió encontrar prácticamente más de la mitad de las tesis disponibles a consulta en cualquier momento.

Es importante señalar que también se encontró la conformación de un grupo de tres profesores que han tenido mayor intervención en las tesis, y que han dirigido nueve de las once tesis y a su vez son los mismos que han participado en más ocasiones en los comités de trabajos de tesis, así que se puede señalar un sesgo en todas las tesis, primero por las LGAC y en segundo por los profesores que orientaron las tesis, ello explica porque a diferencia de otras maestrías éstas tesis tienen únicamente seis temas de aplicación que tienen que ver con las mismas LGAC lo cual podría ser un limitante para la elección de los temas.

Se comprende que la maestría es de carácter profesionalizante y no está completamente enfocada en la formación de investigadores, sin embargo, al contar con una alta carga académica de materias formadoras en investigación se esperaría que las tesis tuvieran una mayor influencia de rigor investigativo, lo anterior no se observa en las tesis, la mayoría carece de una teoría claramente identificada y se concentran en la descripción de conceptos, y presentan errores metodológicos y de análisis.

BIBLIOGRAFIA

- Camps, D. (2008). Limitaciones de los indicadores bibliométricos en la evaluación de la actividad científica biomédica. *Colombia Médica*, 39(1) 74-79. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28339109>
- Colina, A. (2012). La construcción del *habitus* de investigador en Educación a través de su investigación de grado. En Colina, A, y Díaz Á. La formación de investigadores en educación y la producción del conocimiento. (417). Ed. D.D.S. México, D.F. Pp. 393- 417.8
- Dávila, M., Guzmán, R., Macareno, H., Piñeres, D., de la Rosa, D., y Caballero, C. (2009). Bibliometría: conceptos y utilidades para el estudio médico y la formación profesional. *Revista Salud Uninorte*, 25(2), 319-330. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-55522009000200011&lng=en&tlng
- Hernández, S. y Jacobo, H M. (2011). Descripción de algunas tesis de maestría en educación matemática. *REDIE. Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 13(1) 123-134. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15519374008>
- Moreno, M. (2011). La formación de investigadores como elemento para la consolidación de la investigación en la universidad. *Revista de la educación superior*, 40(158), 59-78. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-27602011000200004&lng=es&tlng=es.
- Bourdieu, P. (2003). El oficio de científico. Ciencia de la ciencia y reflexividad. (2013). Ed. ANAGRAMA. Barcelona.
- Sánchez, R. (2014). *Enseñar a investigar. Una didáctica nueva de la investigación en ciencias sociales y humanas*. (252). Ed. Iisue. México, D.F.
- Solano, E., Castellanos, S., López, M., y Hernández, J. (2009). La bibliometría: una herramienta eficaz para evaluar la actividad científica postgraduada. *MediSur*, 7(4), 59-62. Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2009000400011&lng=es&tlng=es.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA ATMÓSFERA DE TITÁN.

Melisa Barrera López¹ y Miguel Ángel Trinidad Hernández²

RESUMEN

En este trabajo se presenta un análisis de las principales moléculas en la atmósfera de Titán (satélite natural de Saturno), se estudia la densidad de los principales iones y moléculas sin carga, se comparan sus propiedades, características y se busca establecer una correlación entre estos parámetros, todo ello para tener una visión más profunda de los procesos químicos en una atmósfera diferente a la terrestre.

Palabras clave: Titán, Composición atmosférica, Densidad.

ABSTRACT

In this paper we present an analysis of the main molecules in the atmosphere of Titan (Saturn's natural satellite), we study the density of the main ions and molecules without load, compare their properties, characteristics and seek to establish a correlation between these Parameters, all to have a deeper insight into chemical processes in an atmosphere different from the Earth.

INTRODUCCIÓN

Desde sus inicios la astronomía se ha interesado por el estudio de la composición y estructura de los distintos cuerpos celestes, con interés especial en aquellos que forman parte de nuestro sistema solar. Saturno es uno de las planetas más estudiados debido a sus propiedades, siendo su satélite Titán, un objeto de estudio frecuente en astronomía debido a que es el único satélite de nuestro sistema solar que posee una atmósfera propia, esta atmósfera le confiere características similares a las de la tierra, existen en la literatura investigaciones enfocadas en la atmósfera de Titán analizando tanto su composición, origen y similitud con la atmósfera terrestre, siempre con la premisa de poder llegar a detectar moléculas orgánicas en su superficie.

En este trabajo se realizó una compilación de los principales componentes de la atmósfera de Titán reportados hasta el momento con el fin de estudiar la densidad de las principales moléculas y la altura a la que se han identificado, para analizar la variación entre estos dos parámetros y que los resultados puedan utilizarse en estudios posteriores.

Marco teórico

En 1655 el astrónomo holandés Christian Huygens descubrió Titán. En 1944 G. P. Kuiper identificó metano en el espectro de luz procedente de Titán, confirmando así la presencia de una atmósfera. El 14 de enero de 2005, la sonda Huygens llegó a Titán y transmitió datos a la nave Cassini. Los objetivos de la sonda Huygens eran realizar un detallado estudio in situ de la atmósfera de Titán, así como caracterizar la superficie del satélite a lo largo de la trayectoria de descenso cerca del lugar de aterrizaje. Durante todo el recorrido todos los instrumentos tuvieron acceso directo a la atmósfera generando datos hasta el momento desconocidos^[3]. Algunos de estos datos forman parte de este estudio.

Metodología

Se realizó una amplia búsqueda bibliográfica en las principales bases de datos de astronomía Astrophysics Data System (ADS), así como en Scopus, posteriormente se realizó un análisis para comparar los distintos datos reportados, seleccionándose los más adecuados para el propósito de este trabajo. Por último los datos seleccionados se esquematizaron de acuerdo a sus características fisicoquímicas.

Resultados

Análisis de principales moléculas neutras.

En la figura 1 se observan las concentraciones de moléculas no cargadas en función de la altura, es de resaltar que en los dos elementos más abundantes metano (CH₄) y nitrógeno (N₂) se presenta que al disminuir la altura su densidad varía proporcionalmente, comportamiento que difiere al de las otras moléculas en las que se observa que las densidades más bajas se presentan a 1160 km y 960 Km, este patrón se mantiene para las

¹ Universidad de Guanajuato, División de Ciencias Naturales y Exactas, Noria Alta S/N, Noria Alta, 36050 Guanajuato, Guanajuato, mel_isa130@hotmail.com.

² Universidad de Guanajuato, División de Ciencias Naturales y Exactas, Departamento de astronomía, Callejón de Jalisco S/N, Col. Valenciana, C.P. 36240 Guanajuato, Guanajuato, trinidad@ugto.mx.

figuras 2, 3 y 4 con excepción del dióxido de carbono (CO₂) en la figura 4 y del tolueno (C₇H₈) en la figura 3 en los que se puede observar un comportamiento aleatorio.

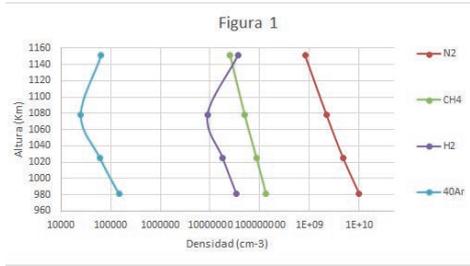


Figura 1.- Densidad de moléculas en relación con altura presentes en la atmosfera de Titán

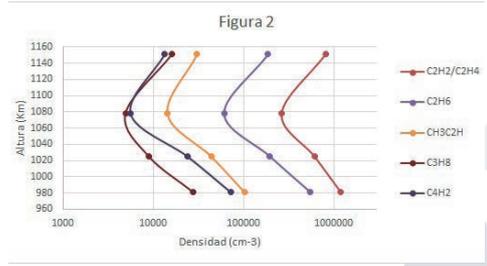


Figura 2.- Densidad de moléculas en relación con altura presentes en la atmosfera de Titán

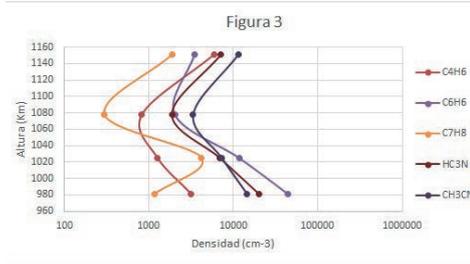


Figura 3.- Densidad de moléculas en relación con altura presentes en la atmosfera de Titán

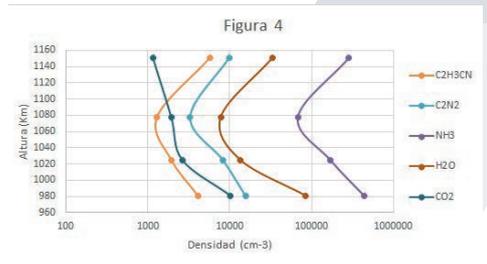


Figura 4.- Densidad de moléculas en relación con altura presentes en la atmosfera de Titán

Análisis de iones.

Los iones con mayor abundancia poseen carga positiva y son derivados del carbono en su mayoría (figuras 5,6, 8 y 9), se observa también que la densidad disminuye al aumentar la cadena de carbonos de la molécula. En la figura 7 se presenta los compuestos derivados de nitrógeno, sus datos mantienen el mismo comportamiento detectado en las figuras de compuestos de carbono.

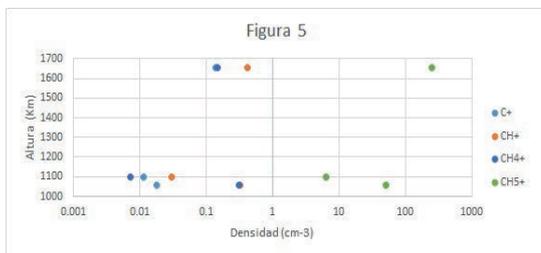


Figura 5.- Densidad de iones de carbono en relación con altura de la atmosfera de Titán

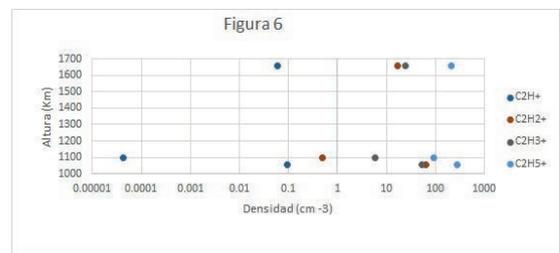


Figura 6.- Densidad de iones de dos carbonos en relación con altura de la atmosfera de Titán

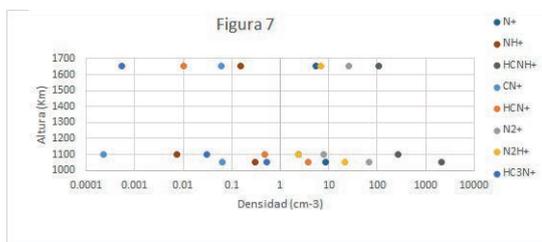


Figura 7.- Densidad de iones de compuestos nitrogenados en relación con altura de la atmosfera de Titán

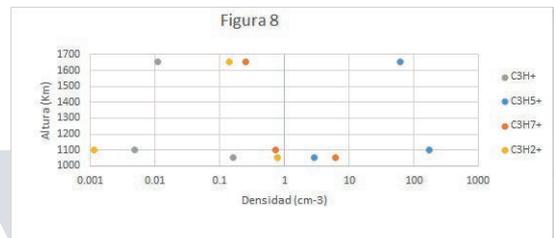


Figura 8.- Densidad de iones de tres carbonos en relación con altura de la atmosfera de Titán

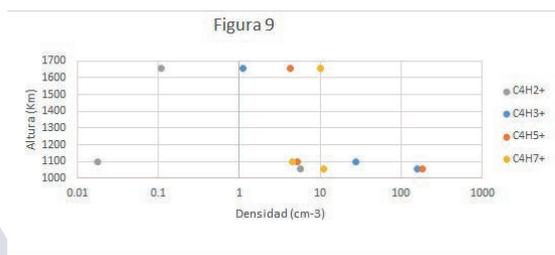


Figura 9.- Densidad de iones de cuatro carbonos en relación con altura de la atmosfera de Titán

Discusión

Los datos obtenidos indican que en moléculas neutras y de igual forma para iones los compuestos más simples (baja masa) se encuentran en mayor abundancia, se comprobó que la densidad de partículas está relacionada con la altura, encontrando densidades mayores a 1160 km y 980 km y un mínimo de concentración a 1080 km, por lo que se puede afirmar que se mantiene un patrón en la distribución de moléculas.

Los iones que se han identificado y reportado en la atmosfera de Titan son en su mayoría carbocationes. Al comparar las densidades de los iones y las moléculas neutras se constató que la concentración disminuye cuando aumenta el número de carbonos en la cadena.

Conclusión

Se comprobó la correlación existente entre la densidad de partículas, la altura y las características químicas de los distintos tipos partículas, se analizó de forma separada las moléculas neutras de los iones debido a la diferencia de concentraciones, pero al comparar ambos resultados se observó que la concentración disminuye al aumentar la masa del compuesto. La información encontrada podría ser utilizada para plantear modelos complejos de distribución química, por ello es imprescindible continuar investigando la química y los procesos químicos sobre la atmosfera de Titán.

Bibliografía

- [1] C.N Keller, V.G Anicich & T.E Cravens. (1998, marzo 6). Model of Titans ionosphere with detailed hydrocarbon ion chemistry. *Planet and Space Science*, 46, pp 1157-1174
- [2] J. Cui, R.V. Yelle, V. Vuitton, J.H. Wait Jr, W.T.Kasprzak, D.A. Gell, H.B. Niemann, I.C.F. Müller-Wodar, N. Borggren, G.G. Fletcher, E.L. Patrick, E. Raaen & B.A. Magee . (2008, diciembre 12). Analysis of Titan's neutral upper atmosphere from Cassini Ion Neutral Mass Spectrometer measurements. *Icarus*, 200, pp 581-615.
- [3] T.T Koskinen, R.V. Yelle, D.S. Snowden, P. Lavvas, B.R. Sandel, F.J. Capalbo, Y. Benilan & R.A. West. (2011, septiembre 21). The mesosphere and thermosphere of Titan revealed by Cassini/UVIS stellar occultations. *Icarus* , 216, pp 507-534.
- [4] H. Imanaka, C. P. McKay, D. P. Cruikshank, & E. T. Arakawa (2002), "Analysis of the time-Dependent Chemical Evolution of Titan Haze Tholin", *Icarus* 160: 172-182.

Desarrollo de un instrumento portátil para medición de esfuerzos en prensas industriales para inyección de plástico

Zavala Díaz Noel Alan (1), Plascencia Mora Héctor (2)

¹ [Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [alan_nzd@hotmail.es]

² [Departamento de ingeniería mecánica, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [hplascencia@ugto.mx]

Resumen

En este trabajo se integró un instrumento portátil para la medición de esfuerzos utilizando el StudentDAQ® MM01 single channel de Micro-Measurements®, una Galga extensiométrica CEA-06-062UW-350 de Micro-Measurements® y una computadora portátil. Este sistema se propuso para medir las cargas axiales a las que se someten los elementos mecánicos principales que forman parte de prensas industriales para inyección de plástico, el objetivo de este instrumento es calcular los esfuerzos axiales máximos a partir de las deformaciones medidas en campo con el instrumento portátil. Los esfuerzos máximos registrados sirven para compararlos con los esfuerzos permisibles para evitar o prever un fallo en la máquina. En éste proyecto se instrumentó una probeta con una galga extensiométrica, la cual se sometió a pruebas de tensión y de flexión, los valores experimentales obtenidos se compararon con los valores teóricos para determinar el error del instrumento portátil, finalmente se visitó una empresa que inyecta piezas de espuma de poliestireno para realizar una prueba en una máquina inyectora para validar la factibilidad del instrumento.

Abstract

In this work, a portable instrument for stress measurement was incorporated using the StudentDAQ® MM01 single channel from Micro-Measurements®, a Micro-Measurements® CEA-06-062UW-350 strain gage and a laptop. This system was proposed to measure the axial loads to which the main mechanical elements that are part of industrial press for plastic injection are subjected, the objective of this instrument is to calculate the maximum axial stresses from the deformations measured in field with the portable instrument. The maximum stresses recorded serve to compare them with the permissible stress to avoid or anticipate a fault in the machine. In this project a test piece with a strain gage was used, which was subjected to stress and flexural tests, the experimental values obtained were compared with the theoretical values to determine the error of the portable instrument, finally a company was visited that injected pieces of polystyrene foam to perform a test in an injection machine to validate the feasibility of the instrument.

Palabras Clave

Inyección de plástico; StudentDAQ®; Extensometría eléctrica; Esfuerzo; Deformación

INTRODUCCIÓN

Prensa inyectora de plásticos 1

Un sector creciente de la industria de los plásticos el moldeo por inyección es el proceso más utilizado para la producción de piezas de plástico. Es rápido, destinado a producir grandes cantidades del mismo producto en un corto período de tiempo.

Una de las partes fundamentales que componen todo tipo de máquinas de moldeo por inyección del plástico es precisamente una prensa, la cual es un sistema de apertura y cierre que contiene la pieza y está sujeto a fuerzas y presiones que provocan esfuerzos y deformaciones. Si se exceden ciertos límites pueden provocar fractura inmediata en algún elemento, llevarla a que algún componente presenta deformaciones permanentes, aun cuando no se fracture o llevarla a la falla por fatiga por la aplicación de cargas cíclicas superiores a las que se calculen para vida infinita de los elementos. [1] [2]

StudentDAQ® 2

EL "Student Data Acquisition" es un dispositivo de medición de un solo canal, alimentado por USB, para uso con medidores de deformación resistiva (extensómetros). La terminación de puente interno admite configuraciones de puente completo, de medio puente y de cuarto de puente.

Este dispositivo está diseñado para su uso en aplicaciones en las que se requiere una medida de extensometría de bajo costo y fácil de usar. [3]

Se proporciona un software de aplicación fácil de usar para controlar StudentDAQ® con un ordenador personal basado en Microsoft® Windows®. Se proporciona un código fuente completo, escrito en National Instruments® LabVIEW®. También se incluye una interfaz .NET.

El conector RJ-45 integrado simplifica la conexión de la galga extensiométrica. Proporcionando una conexión robusta y estable, se incluye un conector RJ-45, que se conecta fácilmente al cable 326-DFV usando una herramienta de crimpado estándar RJ-45. [3]

- **Extensometría eléctrica 3**

La extensometría eléctrica es una técnica de medida de deformación que utiliza un sensor llamado galga extensiométrica (strain gage), la cual consiste en una fina película metálica en forma de hilo plegado depositada sobre una lámina de plástico aislante de algunas micras de espesor. [4]

Cuando la galga se pega sobre la superficie de una pieza, si se aplican

cargas y la pieza se deforma, la galga también lo hace. Así el hilo metálico experimenta un alargamiento o acortamiento que modifica su resistencia eléctrica. La variación de resistencia se puede evaluar con la precisión en un equipo de medida y es proporcional a la deformación de la galga según la dirección a la que está situada. [4]

Por lo tanto, una galga extensiométrica puede medir la deformación longitudinal unitaria en el punto en el que se encuentra situada y según la dirección en la que está orientada.

MATERIALES Y MÉTODOS

- StudentDAQ® MM01 single channel de Micro-Measurements®
- Galgas extensiométricas CEA-06-062UW-350 de Micro-Measurements®
- Laptop con Microsoft® Windows®
- Kit de instalación de galga extensiométrica CEA-200-GAK-2-200
- Probeta de aleación de acero de 10 cm x 2.5 cm x 0.2 cm
- Conector RJ-45
- Pinzas ponchadora de plug RJ-45
- Cautín de estación profesional marca Weller®, de 50 watts

En primer lugar se procedió a revisar, descargar e instalar el software del StudentDAQ® proveniente de su página en internet en la computadora portátil. Después se implementa una instalación de una galga extensiométrica en el punto donde queremos conocer el esfuerzo a partir de la deformación, pero antes de hacer la instrumentación en la prensa de inyección de plástico, se debe de validar la medición del instrumento portátil, para ello se procedió a montar una galga extensiométrica en una probeta de aleación de acero con un módulo de Young conocido para que fuera capaz de tener un valor teórico además del experimental para comparar.

Se realizaron dos pruebas, una por flexión y otra por tensión.

Para realizar dichas pruebas primero que nada se debe hacer el pegado de una galga extensiométrica siguiendo los pasos descritos a continuación:

Paso 1: Desengrasar la superficie usando el desengrasante (CSM-3) del kit.

Paso 2: Lijar la superficie con papel lija de grano adecuado dependiendo el tipo de superficie (220, 320 y 400), en presencia de superficie oxidada o rugosa utilizar papel lija de granos gruesos (80).

Paso 3. Eliminar los residuos de la lija usando una gasa.

Paso 4: Acondicionar la superficie con el acondicionador MCA-1 contenido en el kit.

Paso 5: Marcación de los ejes para posicionar la galga extensiométrica con la ayuda de un lápiz 4H y una regla de medición, asegurando solo pasar una vez el trazo.

Paso 6: Neutralizar la superficie con el neutralizador MN5A-1 contenido en el kit.

Paso 7: Manipulación de la galga extensiométrica, utilizando las pinzas del kit, tomar una galga del paquete y colocarla sobre una superficie de vidrio previamente neutralizada junto a una terminal, con una separación aproximada de medio centímetro.

Paso 8: Colocación de la galga, con ayuda de la cinta PCT-2M, transportar la galga y terminal a la posición deseada levantándola de la superficie en un ángulo de 35°, posicionar bien y pegar la cinta a la superficie a instrumentar.

Paso 9: Colocar el catalizador, despegar parcialmente la cinta en un ángulo de 35° hasta dejar descubierta la galga y la terminal, aplicar el catalizador M-Bond 200, solo una pasada con la brocha es suficiente.

Paso 10: Colocar una gota del adhesivo M-Bond 200 cerca de la galga y otra cerca de la terminal, presionar la cinta con ayuda de una gasa en sentido contrario, ejercer presión para que la galga quede perfectamente adherida.

Paso 11: Secado, una vez adherido, colocar el dedo sobre el área de la galga y la terminal, ejerciendo presión, dejar ahí por 1 minuto, después deje la cinta otros 20 minutos más antes de retirarla con fuerza.

Paso 12: Cableado, se corta el cable 326-DFV de la longitud deseada, un lado de se separa, se quita el forro y se estaña, mientras que el otro solo se separa para poder poncharlo.

Paso 13: Alambre, se cortan dos pedazos de alambre delgado 136-AWP de la misma longitud, procurando que sean pequeños, de alrededor de un centímetro, estañar por ambos lados.

Paso 14: Colocar cinta de protección PDT-3 en la galga y la terminal procurando solo dejar descubiertas las partes a estañar, antes de hacerlo tallar con un bisturí para retirar el recubrimiento.

Paso 15: Soldar, el alambre delgado ira conectado de la galga a la terminal y el cable ira a la terminal, procurando que el cable que quede individual sea el rojo como la IMAGEN 1 muestra el resultado final.

IMAGEN 3: Prueba con el instrumento portátil y la maquina INSTRON® 8872



Una vez teniendo el sujeto de prueba listo (probeta) se realizaron las pruebas.

En primer lugar se realizó la prueba de deformación por flexión con la prueba de voladizo (cantiléver), la cual consiste en empotrar un lado de la probeta y del otro extremo colocar peso conocido para medir la deformación en la probeta debido a éste como se muestra en la IMAGEN 2.

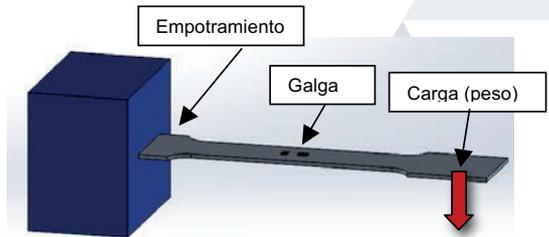


IMAGEN 2: Esquema de prueba de flexión en voladizo (cantiléver)

La segunda prueba (tensión), se llevó a cabo en la maquina INSTRON® 8872 Fatigue testing system, propiedad del laboratorio de esfuerzos de la división de ingenierías campus Irapuato-Salamanca de la universidad de Guanajuato. La cual es capaz de aplicar una fuerza axial de hasta 25kN además de que cuenta con un sensor de posición muy preciso con el que podemos conocer la elongación producida por la fuerza de tensión y con ello poder conocer la deformación para comparar con el instrumento portátil.

Como se puede ver en la IMAGEN 3, el montaje es relativamente sencillo, se sujeta de ambos lados, la parte de abajo es fija y la parte superior es la que se mueve gracias a un sistema hidráulico de alta precisión, después, se calibra la fuerza y posición en el software de la maquina al igual que la frecuencia de muestreo y carga.

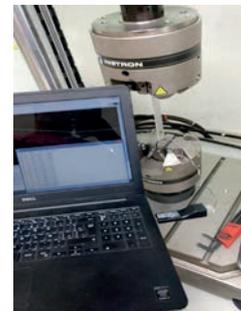


IMAGEN 1: Instalación terminada de galga extensiométrica en probeta

Una vez realizado las pruebas y validado la medición es hora de pasar a instrumentar la prensa de inyección de plástico.

La IMAGEN 4 muestra la máquina y el punto que se seleccionó para el pegado de la galga.



IMAGEN 6: Grafico de prueba de flexión.

Siguiendo el mismo procedimiento para la instrumentación de la probeta antes descrito, se obtuvo la instalación que se muestra en la IMAGEN 5.



IMAGEN 7: Grafico comparativo en tensión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la IMAGEN 6 se aprecia los resultados en la prueba de flexión, la cual es muy satisfactoria ya que los datos concuerdan perfectamente con los teóricos deseados y el error es muy cercano a 0.

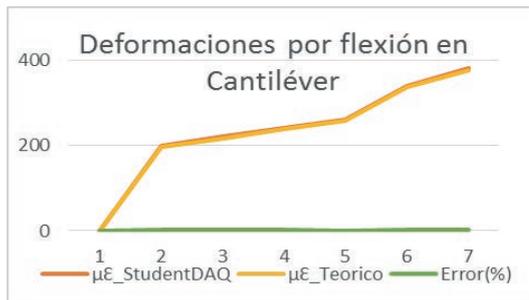


IMAGEN 8: Grafico de esfuerzo-deformación obtenido de la etapa de apertura y cierre de la prensa de inyección.

En la IMAGEN 7 se aprecia la comparación con la máquina INSTRON®, podemos ver que está desplazada ya que la máquina INSTRON tiene una frecuencia de muestreo y espuesta mayor que el instrumento, pero los valores a los que llega y las pendientes son prácticamente las mismas.

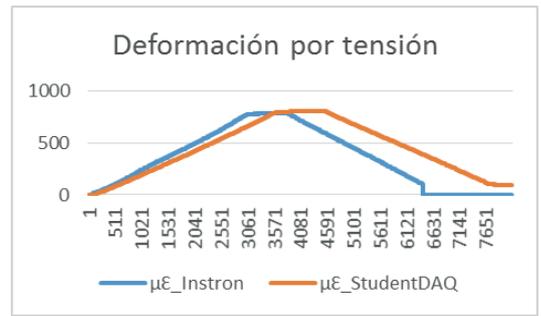


IMAGEN 4: Máquina para inyección de espuma de poliestireno

En la IMAGEN 8 se aprecia el gráfico de esfuerzo-deformación obtenido de los datos medidos en la etapa de apertura y cierre de la prensa de inyección de espuma de poliestireno, lo cual podemos ver que se encuentra dentro del límite elástico.

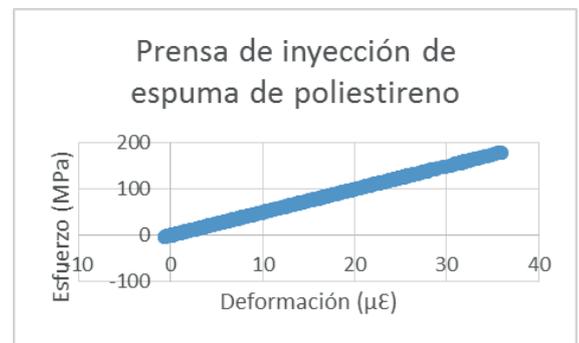


IMAGEN 5: Instalación final de galga extensiométrica en la máquina de inyección de espuma de poliestireno

CONCLUSIONES

Pese a ser un instrumento mucho más económico y menos robusto que otros en el mercado, se comprobó con los resultados obtenidos, que al implementar la instrumentación se pueden conocer la deformación con una gran precisión en una superficie determinada y que con esta variable se pueden determinar tanto los esfuerzos como las fuerzas que está actuando sobre ella, además de poder conocer la falla por fatiga por la aplicación de cargas superiores a las que se calculen para vida infinita de los elementos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a mi asesor el Dr. Héctor Plascencia Mora por su tiempo, dedicación, orientación y apoyo para llevar a cabo este proyecto de investigación y poder concluirlo de manera satisfactoria. Al laboratorio de esfuerzos de la división de ingenierías campus Irapuato-Salamanca de la universidad de Guanajuato, a Diego Armando Gómez Márquez estudiante de posgrado, a los doctores Elías Rigoberto Ledesma Orozco y Eduardo Aguilera Gómez por brindarnos el apoyo a la realización de este proyecto. También a la empresa Poliespuma del Bajío S.A de C.V. Por apoyarnos y llevar a cabo las pruebas pertinentes dentro de sus instalaciones.

REFERENCIAS

- [1] Andrew Pytel, Ferdinand Singer, Resistencia de materiales (4ta Edición), México: Alfaomega, Oxford
- [2] James M. Gere, Barry J. goodno, Mecánica de Materiales (7ma Edición), Mexico: Thomson.
- [3] Student Strain Gage Data Acquisition Device's Datasheet. Recuperado de: <http://www.vishaypg.com/micro-measurements/instruments/StudentDAQ/>, 20:00, 18/07/17
- [4] A. Edwin, M. Jose, S. Carlos, mayo de 2007, scientia et technica año xiii, no 34, universidad tecnológica de Pereira, medidores de deformación por resistencia: galgas extensiométricas, ISSN 0122-1701.

USO DE LA TEORÍA DEL FUNCIONAL DE LA DENSIDAD PARA EL ANÁLISIS DE MOLÉCULAS ORGÁNICAS DE INTERÉS ÓPTICO

Salma Patricia Gutiérrez Rivera¹ y Rigoberto Chavira Quintero²

RESUMEN

Se analizaron cuatro nuevas moléculas de pentenil éter de posible utilidad en aplicaciones de óptica no lineal sintetizadas en 2012 por investigadores de la Universidad de Guadalajara, utilizando los paquetes de software Gaussian y Quantum ESPRESSO para obtener sus estructuras de mínima energía y modos de vibración, comparándolos con los resultados experimentales.

ABSTRACT

Four new pentenyl-ether molecules with possible usefulness for non-linear optics synthesized in 2012 by researchers from the University of Guadalajara were analyzed, using the software packages Gaussian and Quantum ESPRESSO in order to obtain their minimum energy structures and vibrational frequencies, comparing them with the experimental results.

Palabras clave: teoría del funcional de la densidad, modos vibracionales, moléculas orgánicas.

INTRODUCCIÓN

La química cuántica se ocupa de estudiar las propiedades estructurales de las moléculas que conforman la materia. Estas propiedades van desde su geometría en el espacio, pasando por la distribución electrónica de sus átomos, hasta su reactividad. Para lograrlo, utiliza la ecuación de onda de Schrödinger, la cual proporciona toda la información necesaria sobre los estados cuánticos de los electrones y núcleos atómicos que conforman las moléculas. Sin embargo, esta ecuación es extremadamente difícil de resolver, ya que depende de las posiciones y velocidades de cada partícula presente en la estructura. Es por eso que, desde principios del siglo veinte, se han desarrollado aproximaciones a la solución analítica de la ecuación de onda, junto con métodos computacionales para su solución numérica.

Una de estas aproximaciones es la teoría del funcional de la densidad (DFT, por sus siglas en inglés), la cual se ha convertido, desde su establecimiento en 1965, en una herramienta invaluable para la simulación molecular. Esta teoría establece que ciertas propiedades moleculares, como la energía, pueden calcularse a partir de la densidad electrónica de los átomos que conforman la molécula, sin necesidad de recurrir a todas las variables de las que depende la ecuación de onda. En 1998, Walter Kohn y John Pople recibieron el premio Nobel de química por el desarrollo e implementación computacional de esta teoría.

Al sintetizar un compuesto, los elementos utilizados forman enlaces entre ellos. Estos enlaces, si se visualizan como líneas rectas que unen los centros de los átomos, se organizan siguiendo cierta geometría debida a las interacciones repulsivas entre electrones. A las distintas geometrías que pueden formar los enlaces de un mismo compuesto se les llama isómeros. Cada isómero tiene asociada una energía cinética particular debida a las fuerzas intermoleculares. Los isómeros cuya energía es más pequeña son los que tienen mayor recurrencia en la naturaleza. Existen métodos experimentales para conocer la estructura de un isómero, que consisten básicamente en irradiarlo con luz de cierta longitud de onda y observar cómo cambia su energía en consecuencia. Cuando la frecuencia de excitación de un enlace coincide con la frecuencia del rayo de luz incidente, el enlace absorbe energía del rayo y vibra, disminuyendo la longitud de onda de éste. Las frecuencias de estas vibraciones son registradas e interpretadas, estimándose así la estructura del isómero.

El software Gaussian, creado en 1970 por el equipo de Pople, utiliza la DFT para resolver la ecuación de onda de una molécula dada, calcular su energía y optimizarla para encontrar el isómero más probable. Es posible, posteriormente, calcular los modos de vibración de la molécula optimizada. De esta manera, se corroboran o se predicen los resultados experimentales. Gaussian utiliza conjuntos de funciones auxiliares para resolver la ecuación de onda, dependiendo del potencial de interacción entre los átomos y la cantidad de orbitales de los

¹División de Ciencias e Ingenierías, Universidad de Guanajuato, Loma del Bosque 103, Lomas del Campestre, C.P. 37150, León, Gto., MÉXICO, gutierrezrs2015@licifug.ugto.mx

²Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Dr. Salvador Nava S/N, C.P. 78260, San Luis Potosí, S.L.P., MÉXICO, rigo@fisica.uaslp.mx

mismos, entre otras características. A estos conjuntos se les llama bases. Quantum ESPRESSO, por su parte, también considera los potenciales de interacción entre partículas, pero utiliza el método de ondas planas para sus cálculos. Este método consiste en transformar las coordenadas de nuestras ecuaciones a un espacio recíproco.

En el presente trabajo se buscó, bajo los métodos ya mencionados, corroborar los resultados experimentales de cuatro moléculas orgánicas, de reciente sintetización, que han mostrado cualidades que podrían resultar útiles en el diseño de materiales para dispositivos de óptica no lineal, un tema muy actual en la fisico-química. Esas cualidades ya fueron analizadas previamente por Bivián-Castro y su equipo de la Universidad de Guadalajara en un artículo próximo a ser publicado.

Siguiendo los métodos computacionales descritos en la introducción, se optimizaron las cuatro moléculas orgánicas sintetizadas con pentenil éter que se muestran en la figura 1. Las esferas grises son carbonos, las blancas, hidrógenos, las rojas, oxígenos y las azules, nitrógenos.

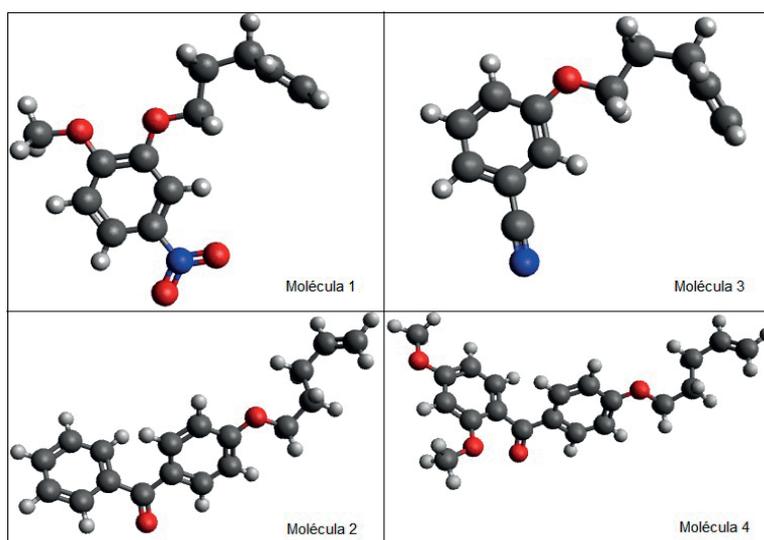


Figura 1. Las moléculas optimizadas. Se muestra el isómero 1 de las moléculas 1 y 3

Los nombres de las moléculas son: 1-metoxi-4-nitro-2-(pent-4-en-1-iloxi)benceno (molécula 1), [4-(pent-4-en-1-iloxi)fenil] (fenil)metanona (molécula 2), 3-(pent-4-en-1-iloxi)benzonitrilo (molécula 3) y (2,4-dimetoxifenil)[4-(pent-4-en-1-iloxi)fenil]metanona (molécula 4). Se trabajó con dos isómeros distintos para las moléculas 1 y 3. Todas las moléculas e isómeros fueron optimizadas con Gaussian, variando las bases y potenciales como se muestra en los resultados.

Se calculó la energía de las moléculas optimizadas y se obtuvo el promedio y la desviación estándar de ésta para las distintas combinaciones de base y potencial utilizadas. Se calcularon los modos de vibración de las estructuras finales y se compararon con los resultados experimentales. Esto se hizo con ayuda del software Avogadro. Cada molécula, ya optimizada, fue cargada en el visualizador de Avogadro y se inició una animación de sus vibraciones a cada frecuencia calculada por Gaussian. No todas las especies químicas presentes en la molécula vibran cada vez. El artículo de Bivián-Castro incluye toda la información sobre las especies que experimentalmente vibran en cada caso y el tipo de vibración presente. Esta información fue corroborada especie por especie y frecuencia por frecuencia, como se muestra en los resultados. El factor de escalamiento se calculó dividiendo la frecuencia experimental de una especie entre aquella calculada computacionalmente.

Finalmente, se optimizaron los cuatro isómeros de las moléculas 1 y 3 con Quantum ESPRESSO para comparar el tiempo de cómputo invertido y la diferencia de energía calculada entre isómeros con cada software.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestran las energías de optimización de los dos isómeros disponibles de las moléculas 1 y 3, calculadas con Gaussian y con Quantum ESPRESSO. Se utilizaron el potencial B3LYP y la base 6-311++G con Gaussian. Los pseudopotenciales de ESPRESSO fueron Martins-Troullier para carbono, oxígeno y nitrógeno y Vanderbilt ultrasoft para el hidrógeno. Se muestran, también, las diferencias de energía entre isómeros obtenidas con cada software. Los resultados finales para la molécula 3 son bastante similares con Gaussian y Quantum. No sucede lo mismo con la molécula 1, en cuyo caso, Gaussian predice una mayor energía para el segundo isómero, aunque la diferencia es muy pequeña. Quantum, en cambio, dio una mayor energía al isómero 1 y la diferencia es más marcada.

Tabla 1. Energías optimizadas de los isómeros de las moléculas 1 y 3

Molécula	Isómero	Energía Gaussian (eV)	Diferencia absoluta	Energía Quantum ESPRESSO (eV)	Diferencia absoluta
1	1	-22369.19	0.02	-4020.54	0.19
	2	-22369.21		-4020.35	
3	1	-16196.03	0.01	-2723.55	0.01
	2	-16196.04		-2723.56	

En las tablas 2 a 5 se muestran las energías de las moléculas optimizadas. Se observa que las desviaciones son pequeñas en cada caso, lo cual indica que los resultados varían poco entre las bases utilizadas.

Tabla 2. Energías de la molécula 1 isómero 1

Potencial	Base	Energía (eV)
B3LYP	6-311++G	-22369.18

Tabla 3. Energías de la molécula 2

Potencial	Base	Energía (eV)
B3LYP	6-311G	-23058.79

B3LYP	LanL2DZ	-22359.51
M05	6-311++G	-22353.61
PBEPBE	6-311++G	-22342.99
	Promedio	-22356.32
	Desviación	10.96

Tabla 4. Energías de la molécula 3 isómero 1

Potencial	Base	Energía (eV)
B3LYP	6-311G	-16196.02
B3LYP	LanL2DZ	-16189.17
M05	6-311G	-16183.15
PBEPBE	6-311G	-16175.26
	Promedio	-16185.9
	Desviación	8.83

B3LYP	LanL2DZ	-23049.48
M05	6-311G	-23040.42
PBEPBE	6-311G	-23029.26
	Promedio	-23044.49
	Desviación	12.62

Tabla 5. Energías de la molécula 4

Potencial	Base	Energía (eV)
B3LYP	6-311++G	-29293.46
B3LYP	LanL2DZ	-29281.08
M05	6-311++G	-29271.53
PBEPBE	6-311++G	-29257.17
	Promedio	-29275.81
	Desviación	15.33

En las tablas 6 a 9 se muestran los factores de escalamiento entre las frecuencias de vibración experimentales y las calculadas de las cuatro moléculas para cada combinación de base y potencial utilizada. Para la molécula 4 se utilizó solo una combinación. Los factores de escalamiento más cercanos a la unidad indican una mejor concordancia entre teoría y experimento. Como comentario, pese a que las frecuencias coincidieron muy bien, algunas especies vibraban un poco más débilmente de lo esperado. Este fue el caso del C-O-C en la molécula 3 con los potenciales M05 y PBEPBE.

Tabla 6. Comparación entre las frecuencias de vibración experimentales y teóricas del isómero 1 de la molécula 1

Especie química	Frecuencia experimental (cm ⁻¹)	B3LYP		M05		PBEPBE	
		6-311++	LanL2DZ	6-311++	6-311++		
C-O	1136	1.088	0.987	1.069	0.932		
NO ₂	1335	0.983	0.953	0.937	1.025		
CH ₃	1443	0.996	0.986	0.974	1.003		
NO ₂	1512	0.965	0.921	0.918	1.004		
vinil	1643	0.966	0.965	0.957	0.993		
CH ₂	2869	0.953	0.947	0.942	0.98		
	Promedio	0.977					

Tabla 7. Comparación entre las frecuencias de vibración experimentales y teóricas de la molécula 2

Especie química	Frecuencia experimental (cm ⁻¹)	B3LYP	M05	PBEPBE
		LanL2DZ	6-311	6-311
C-O	1149	0.997	0.982	0.919
C-O	1172	0.992	0.988	0.938
C-O-C	1257	0.990	0.97	0.998
C=O	1597	1.009	0.895	0.965
vinil	1639	0.962	0.918	1.024
CH ₂	2877	0.955	0.954	0.983
	Promedio	0.969		

Tabla 8. Comparación entre las frecuencias de vibración experimentales y teóricas del isómero 1 de la molécula 3

Especie química	Frecuencia experimental (cm ⁻¹)	B3LYP		M05		PBEPBE	
		6-311	LanL2DZ	6-311	6-311		
C-O	1149	0.974	0.972	0.954	0.91		
C-O-C	1257	0.972	0.978	0.954	0.979		
vinil	1643	0.962	0.966	0.954	0.989		
C≡N	2228	0.953	0.985	0.951	0.99		
CH ₂	2875	0.954	0.949	0.952	0.983		

	Promedio	0.964			
--	----------	-------	--	--	--

Tabla 9. Comparación entre las frecuencias de vibración experimentales y teóricas de la molécula 4

		B3LYP
Especie química	Frecuencia experimental (cm ⁻¹)	6-311++
C-O	1149	1.005
CH ₃	1420	0.952
CH ₃	1420	0.951
C=O	1597	0.976
vinil	1651	0.962
CH ₂	2869	0.957
	Promedio	0.967

Las magnitudes de las distancias entre átomos de las moléculas optimizadas iban desde los 0.12 a los 0.16 nanómetros. Prácticamente no se observó diferencia entre las magnitudes obtenidas con Gaussian o con Quantum ESPRESSO. En la figura 2 se muestra la configuración 1 de la molécula 1 optimizada con ambos softwares.

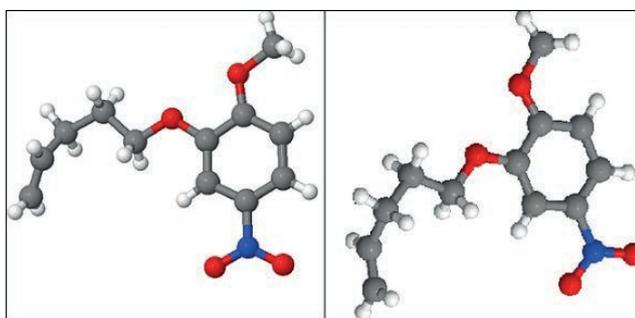


Figura 2. Configuración 1 de la molécula 1. A la izquierda, optimizada con Gaussian. A la derecha, con Quantum ESPRESSO.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos con ambos softwares en cuanto a valores de energía son muy parecidos, basándonos en el hecho de que las diferencias calculadas son muy pequeñas en comparación con las magnitudes obtenidas. Además, las configuraciones finales también eran muy parecidas. Por lo tanto, ambos softwares resultaron igualmente efectivos en la optimización de las moléculas. Por otra parte, las diferencias entre energías calculadas con distintas combinaciones de base y potencial también eran muy pequeñas, menores al 0.05%, por lo que puede concluirse que, en el caso de las moléculas analizadas, la base y potencial seleccionado no influyó fuertemente en los resultados. Finalmente, los resultados computacionales se acercan mucho a los experimentales, lo que quiere decir que es muy probable que la estructura predicha para las moléculas sea acertada.

BIBLIOGRAFÍA

Libros

LEVINE, I. N. (2001). *Química cuántica*, Madrid: Prentice Hall, [pp. 1-56. 339-353. 467-530].

SHOLL, D. S. & STECKEL, J. A. (2009). *Density functional theory. A practical introduction*, New Jersey: Wiley, [pp. 7-27].

Artículos de revista

BIVIÁN-CASTRO, E. Y., TREJO-DURÁN, M., ALVARADO-MÉNDEZ, E., SAAVEDRA-ARROYO, Q. E., SANZ-MIGUEL, P. J. & MENDOZA, A. (2012). "Synthesis and characterization of four new pentenyl ether compounds". En proceso de publicación.

Artículos en línea

GAUSSIAN MEDIA (2017). "Basis sets". Consultada en <http://gaussian.com/basissets/> (fecha de consulta 10-07-2017).

NOBEL MEDIA (2014). "The Nobel Prize in Chemistry 1998". Consultada en http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1998/ (fecha de consulta 07-07-2017).

SABATINI, R. (2017). "Pseudopotentials". Consultada en <http://www.quantum-esspresso.org/pseudopotentials/> (fecha de consulta 10-07-2017).



Agradecemos al doctor Guillermo Nieto Delgado por proporcionarnos los archivos y los recursos computacionales necesarios para la realización del proyecto.