

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

VOL. II, NUM. 7

Ingeniería y Tecnología



18° Verano
de la Ciencia

Región Centro 2016

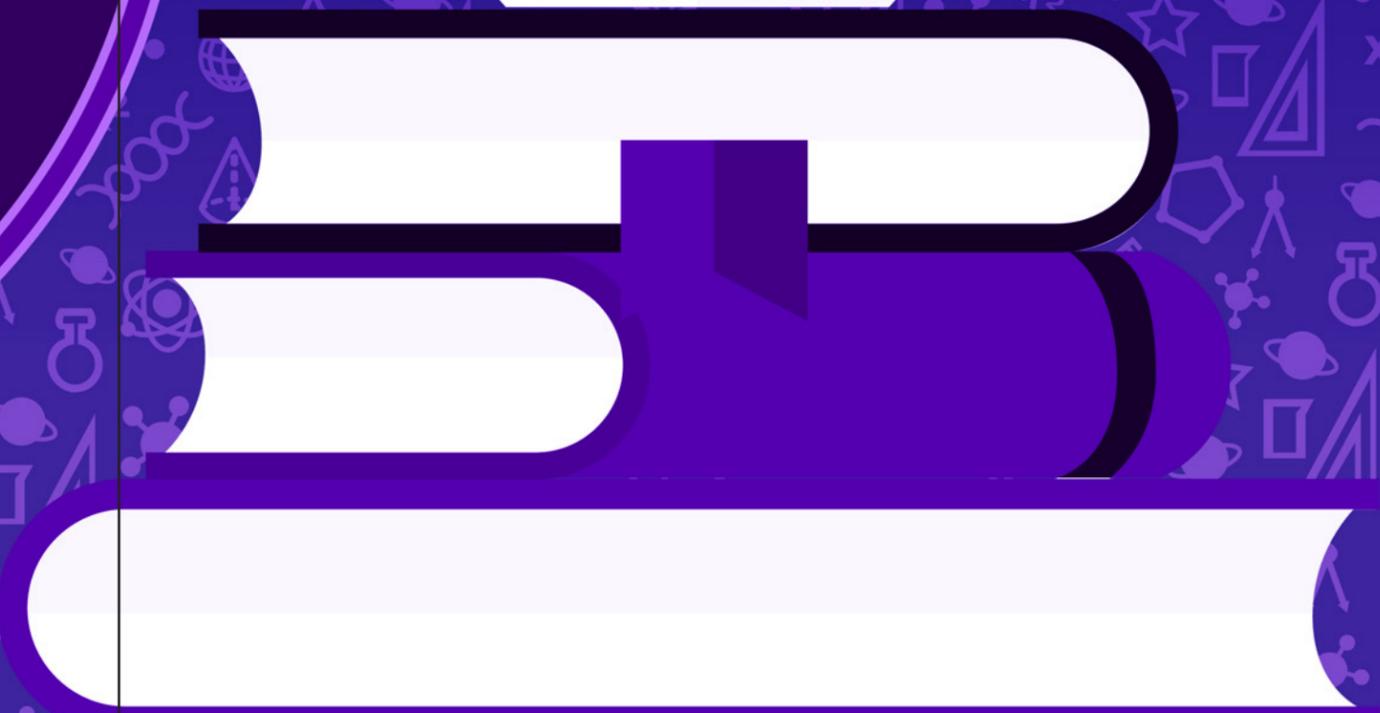
INDUCCIÓN A LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA
Y LA INNOVACIÓN EN LA REGIÓN CENTRO

VOL. II, NUM. 7

Ingeniería y Tecnología



Ingeniería y Tecnología



ÍNDICE

INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

- 30 CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE CALVILLO**
Alba Hermosillo Oscar Fernando | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AGUASCALIENTES
Ramos Leal Jose Alfredo | INSTITUTO POTOSINO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA
- 35 GENERACIÓN DE NUEVOS MATERIALES EN BASE A BIOPOLÍMEROS**
Almaraz Peralta Isela | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
Martínez Hernández Ana Laura | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE QUERÉTARO
- 39 DISEÑO, FABRICACIÓN Y APLICACIÓN DE CÁMARA PARA EL DIAGNÓSTICO MÉDICO POR MEDIO DE TERMOGRAFÍA ESTÁTICA Y TERMOGRAFÍA DINÁMICA ACTIVA**
Almendarez Gomez Alejandra | UNIVERSIDAD DEL CENTRO DE MÉXICO
Kolosovas Machuca Eleazar Samuel | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
- 44 FLOTACION DE MINERAL DE PLOMO CON XANTATO ISOPROPILICO DE SODIO**
Alonso Rodríguez Mario Alberto | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
Reyes Guzmán Claudia Verónica | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
- 49 SISTEMA PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS DE PRESIÓN, FLUJO Y NIVEL DE AGUA MEDIANTE GALILEO**
Alvarado Elías Juan Antonio | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
Solís Robles Roberto | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
- 55 EFECTO DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES A BASE DE NANOCOMPOSITOS NPs-AG- QUITOSANO EN FRESAS MÍNIMAMENTE PROCESADAS**
Arguijo Massu Karem Yuliana | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
Perez Cabrera Laura Eugenia | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES
- 60 DISEÑO DE SISTEMA PARA LA CREACIÓN DE HORARIOS ESCOLARES EN INGENIERÍA DE LA UAZ CAMPUS JALPA**
Avelar Jaime Daniel | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
Mercado Pérez Sandra | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
- 65 DISEÑO Y REALIZACIÓN DE UN DISPOSITIVO CON ENERGÍA SOLAR PARA REDUCIR LA TEMPERATURA EN ESPACIOS ENCERRADOS DEL 18° VCRC**
Ayala García Christian | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CELAYA
Torres Labra Rafael Ernesto | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE QUERÉTARO
- 71 IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA SCADA INALÁMBRICO UTILIZANDO TECNOLOGÍA DE BAJO COSTO**
Bárceñas Mera Paola Patricia | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO
Zavala De Paz Jonny Paul | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO
- 77 IMPLEMENTACION DEL ALGORITMO DE BUSQUEDA DE PATRÓN EXACTO APLICANDO PROGRAMACIÓN PARALELA CON CUDA**
Bárceñas Uribe Edgar Josiel | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
Canchola Magdaleno Sandra Luz | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
- 83 ESTUDIO DE CASO DE NEGOCIO PARA EVALUAR EL USO DE RACKS ESTÁTICOS CONTRA RACKS DINÁMICOS EN UN ALMACÉN DE MATERIAL PRODUCTIVO**
Barrera Hernández Juventino | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MONCLOVA
Rodríguez Gutiérrez Rocío Edith | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
- 88 ANÁLISIS CINEMÁTICO Y DINÁMICO DE UN MECANISMO DE THEO JANSEN**
Bautista Montejo Antonio | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
Tadeo Chávez Alejandro | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
- 94 CARACTERIZACIÓN DE ALIMENTOS POR ESPECTROSCOPIA RAMAN Y ANÁLISIS QUÍMICOS**
Bautista Velasco Emma Laura | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AGUASCALIENTES
Compeán Martínez Isaac | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

- 100 CITOTOXICIDAD Y ACTIVIDAD BACTERICIDA DE MICRO Y NANOPARTICULAS DE PLATA Y ORO**
Becerra Alcaya Mariana | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
Martínez Castañón Gabriel Alejandro | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
- 107 EJERCICIO DIDÁCTICO, MINI ACELERADOR DE PARTÍCULAS. RAYOS CATÓDICOS**
Belio Manzano Alfredo | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
Serroukh Jebari Ibrahim | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
- 113 ANÁLISIS DE LAS FILAS DE ESPERA EN FARMACIA DE HOSPITAL PÚBLICO**
Bravo Rodríguez Miriam Ivonne | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
Arreola Aguilar Miriam Ivonne | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
- 118 ADSORCIÓN DE CIANURO DE SODIO EN DISTINTOS MATERIALES**
Bravo Villaseñor Ángel de Jesús | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
Muñoz Ramírez Leonor | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
- 123 CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES PARA LA AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE INVENTARIO EN TIEMPO REAL EN PYMES**
Cabrera Rodríguez Oscar | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
Córdova Lara Gabriela de Jesús | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
- 128 ELABORACIÓN DEL MANUAL DE PRÁCTICAS: “SIMULACIÓN EN LA LOGÍSTICA CON PROMODEL Y FLEXSIM”**
Calderón Arreola Ivonne | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
Aguirre Ibarra Daniel Armando | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
- 132 ADSORCIÓN MULTICOMPONENTE DE METALES PESADOS EN CONDICIONES DINÁMICAS EMPLEANDO COLUMNAS DE LECHO FIJO DE CARBÓN DE HUESO**
Camarillo Neri Ariana | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES
Bonilla Petriciolet Adrián | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AGUASCALIENTES
- 136 CARBONATACIÓN DEL SULFATO DE ESTRONCIO PRESENTE EN EL MINERAL DE CELESTITA UTILIZANDO ÁCIDO CLORHÍDRICO Y ÁCIDO CÍTRICO**
Campos Pérez Alejandro | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
Rosales Sosa Ma. Gloria | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA

- 141 SÍNTESIS DE HIDROGELES PARA LA ABSORCIÓN DE COLORANTES Y METALES PESADOS DE AGUAS RESIDUALES**
Campos Sandoval Areli Carolina | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AGUASCALIENTES
Corona Rivera Miguel Ángel | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
- 148 APLICACION DE MATERIALES GRAFÉNICOS FUNCIONALIZADOS EN LA REMOCIÓN DEL COLORANTE AZUL DE METILENO**
Cardona Alatorre Rubí | UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO
Velasco Santos Carlos | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE QUERÉTARO
- 154 COMPORTAMIENTO ELECTROQUIMICO EN MEDIO ACIDO (H2SO4) DEL MATERIAL COMPUESTO TiC/Al**
Carrillo Falcón William Argenis | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
García Guerra Josefina | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
- 159 ANALISIS DE FRUTAS Y VERDURAS TÍPICAS EN UNA PEQUEÑA MUESTRA DE IMÁGENES**
Carrillo Flemate Jonatan | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
Vite Chávez Osbaldo | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
- 165 IDENTIFICACION DE FALLAS EN TRASFORMADORES MEDIANTE LA CORRIENTE INRUSH**
Carrillo Rodríguez Osvaldo | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MONCLOVA
Granados Lieberman David | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
- 171 PRODUCCIÓN DE BIOHIDRÓGENO A PARTIR DE LA METABOLISIS DE LAS CEPAS PSICRÓFILAS G088 Y N92 CON HIDROLIZADO DE PAJA**
Castillo Arellano Katya Azucena | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
De Leon Rodriguez Antonio | INSTITUTO POTOSINO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA
- 177 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FUENTE ELECTRÓNICA DE POTENCIA DE ALTO VOLTAJE PARA LA GENERACIÓN DE PLASMA**
Castillo Escandón Carlos Miguel | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
Soria Arguello Gustavo | CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN QUÍMICA APLICADA
- 183 POLIMEROS EN EL DISEÑO DE EMPAQUE Y EMBALAJE Y SU IMPACTO EN EL MEDIO AMBIENTE**
Cendejas López Mayra Liliana | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
Chacón Olivares Maria del Carmen | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
- 190 ANÁLISIS DE PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DE INMUEBLES TRADICIONALES (PATRIMONIALES) Y CONTEMPORÁNEOS**
Chairez Jiménez Daniel | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES
Cardona Benavides Gloria | UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO

- 196 **DETERMINACION DE LAS CONSTANTES DE VELOCIDAD DE ADSORCIÓN DE COBRE EMPLEANDO CÁSCARA DE NARANJA**
Chávez González Brenda | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AGUASCALIENTES
Bonilla Petriciolet Adrián | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AGUASCALIENTES
- 199 **PRODUCCION DE ENZIMAS HIDROLITICAS MEDIANTE FERMENTACION SOLIDA**
Chávez Rangel María Goretti | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CELAYA
Amaro Reyes Aldo | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
- 204 **DESARROLLO DE UN TRATAMIENTO TERMICO DE TEMPLE Y REVENIDO EN UN ACERO GRADO HERRAMIENTA PARA APLICACIONES DE IMPACTO Y CIZALLA**
Contreras Soto Gloria Alejandra | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
Herrera Paredes José Manuel | UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO
- 210 **RECICLAJE DE RESIDUOS SIDERURGICOS**
Contreras Valdez Carla Estefania | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
Carrillo Pedroza Francisco Raúl | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
- 214 **CAPTURA DEL MOVIMIENTO EN TIEMPO REAL PARA IMITACIÓN DEL MOVIMIENTO HUMANO**
Coronado López Rogelio Eder | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
Pineda Rico Zaira | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
- 219 **DISEÑO DE PROTESIS MECATRONICA**
Cruz Martínez José Fernando | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO
Hernández Hernández Arturo | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO
- 224 **ANÁLISIS FITOQUÍMICO DE CAPULÍN (PRUNUS SEROTINA)**
De León Medina Mariel | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES
García Vieyra María Isabel | UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO
- 230 **ANÁLISIS DE LAS CAPACIDADES Y COMPETENCIAS TÉCNICAS DE LOS RECURSOS HUMANOS DE LA REGIÓN PARA LA EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS NO CONVENCIONALES**
De León Rodríguez Romeo | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MONCLOVA
Meléndez López Edith Margoth | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MONCLOVA
- 236 **ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE ADSORCIÓN DE MATERIALES CARBONÁCEOS OBTENIDOS DE FUENTES ORGÁNICAS E INORGÁNICAS SOBRE LA REMOCIÓN DE LOS COLORANTES AZUL ÁCIDO 25 Y AZUL ÁCIDO 80**
De Lira Martínez María Fernanda | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES
Perez Cabrera Laura Eugenia | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES

- 239 **RESISTENCIA A LA CORROSIÓN LOCALIZADA Y UNIFORME DE ACERO INOXIDABLE DÚPLEX Y SUPERDÚPLEX ENVEJECIDO TÉRMICAMENTE: COMPORTAMIENTO AL DESGASTE DE UN ACERO INOXIDABLE DÚPLEX 2205 EXPUESTO A MEDIOS CORROSIVOS**
Del Abra Arzola Juan Luis | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
García Rentería Marco Arturo | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
- 245 **POTENCIAL DE BIORREMEDIACION DE MICROALGAS DE MICROALGAS NATIVAS DE MÉXICO**
Delgado Ramírez Beatriz Guadalupe | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
Ayala Islas Alberto | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
- 251 **EVALUACIÓN COLORIMÉTRICA DE TRATAMIENTOS DE DESACIDIFICACIÓN EN IMPRESIONES FOTOGRÁFICAS DE CIANOPIA**
Díaz Méndez Verónica Stefania | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
Nieto Villena Alejandra | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
- 257 **DISEÑO DE EDIFICIOS CON SISTEMAS DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA. PARTE B. ANÁLISIS DE UN EDIFICIO CON AMORTIGUADORES**
Duque Elizalde Francisco | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
Barrón Corvera Raúl | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
- 263 **SISTEMA TECNOLÓGICO APLICADO PARA LA COMUNICACIÓN TELEMÁTICA-SCADA EN ESPEJO GSM-SMS**
Espinosa Ventura José Francisco | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO
Isaza Bohórquez César | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO
- 269 **DISEÑO DE UNA GRANJA AUTOMATIZADA PARA POLLO DE ENGORDA**
Espinoza Ramírez Eliseo | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CELAYA
Avila Ramos Fidel | UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO
- 275 **EFFECTO DE BIODIESEL SOBRE LA CORROSIÓN DE UNA CAMISA DE COMBUSTIÓN**
Estrada Botello Elizabeth | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO
Manriquez Reza Elizabeth | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO
- 278 **DISEÑO, SIMULACIÓN, ESCALAMIENTO Y OPTIMIZACIÓN DE UN REACTOR DE COPOLIMERIZACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE UNA RESINA MACROPOROSA**
Estrada Durón Jairo | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AGUASCALIENTES
Román Martínez Alicia | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
- 284 **DISEÑO DE MAQUINA PRODUCTORA DE BRIQUETAS DE MINERAL DE HIERRO CON AGENTES REDUCTORES MEDIANTE PIROCONSOLIDACIÓN MECÁNICA**
Flores Soto Pablo Alexis | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
Camporredondo Saucedo Jesus Emilio | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA

- 290 SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE PUNTOS CUÁNTICOS DE InAs/GaAs (100) MEDIANTE MBE**
Fonseca Maya Omar | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
Méndez García Víctor Hugo | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
- 296 ROBÓTICA EDUCATIVA, YIYI**
Franco Delgado Gerardo | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE SAN LUIS POTOSÍ
Hernández Sustaita Martín | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE SAN LUIS POTOSÍ
- 302 ANÁLISIS DE DISEÑO DE COMPUERTAS, CANALES Y COLADAS DE MOLDE DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO PARA OPTIMIZAR EL RENDIMIENTO DE INYECCIONES A TRAVÉS DE MOLDFLOW**
Frías Córdoba Erick Martín | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE QUERÉTARO
Tanabe Mikio | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO
- 308 REALIDAD AUMENTADA PARA POTENCIALIZAR LOS ATRACTIVOS TURÍSTICOS DE LA CIUDAD DE ZACATECAS**
Fuentes Morales Flor María | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
Zepeda Valles Gustavo | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
- 314 DISEÑO DE UN ELECTRO-ESTIMULADOR TERAPÉUTICO**
Galindo Rodríguez Christian Alan | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MONCLOVA
Pérez Márquez Heber Bernabé | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
- 319 ANÁLISIS DE SISTEMAS HÍBRIDOS DE TECNOLOGÍA POWER TO GAS PARA ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA**
Gallardo Figueroa Gloria Judith | UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO
Ramírez Vázquez Juan Antonio | UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO
- 324 ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE ADSORCIÓN DE CROMO(III) CON SÍLICE OBTENIDA DE LA CASCARA DE ARROZ**
García Cortés Angélica Daniela | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CELAYA
Salazar Hernández Ma. Mercedes | UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO
- 330 ELABORACIÓN DE ADOBES A BASE DE SUELO DISPERSIVO TRATADO**
García Ezquivel Cesar Augusto | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
Gallegos Fonseca Gustavo | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
- 336 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA COMPACTADORA DE LATAS DE ALUMINIO**
García González Jesús | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
Olivera Reyna Reynel | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS

- 341 OBTENCIÓN DE PELÍCULAS DELGADAS DE MOLIBDENO POR “RF MAGNETRON SPUTTERING”**
García Mendoza Uriel | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
De Moure Flores Francisco Javier | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
- 348 DESULFURACION DE CARBON MEDIANTE UN AGENTE LIXIVIANTE NO ORGANICO DEL 18° VCRC**
García Rosales Eber Manuel | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
García Yregoi Manuel | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
- 352 IMPACTO DE LAS ASIGNATURAS DE LA INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN EL APRENDIZAJE PARA EL DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN AUTOMATIZADA DE ENTRENAMIENTO**
Garza Hernández Carlos Alberto | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MONCLOVA
Rojas Rodríguez Guillermo | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MONCLOVA
- 358 GREEN CHEMICAL REACTION ENGINEERING FOR ALTERNATIVE ENERGIES: CATALYTIC GASIFICATION OF BIOMASS**
Gomez Gallardo Mario Alberto | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
Serrano Rosales Benito | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
- 364 ANÁLISIS DE SEÑALES INDIRECTAS PARA LA DETECCIÓN DE LAS APNEAS E HIPOAPNEAS DEL SUEÑO**
Gomez Vega Carlos Antonio | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
Palacios Hernández Elvia Ruth | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
- 371 INFLUENCIA DE LAS ETAPAS DE EXPANSION EN LA EFICIENCIA TÉRMICA DE UNA TURBINA DE VAPOR**
González Arreguín María Alejandra | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
Ortega Herrera Francisco Javier | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
- 378 MODELACIÓN DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO**
González Aviña José Vidal | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
Meza De Luna Alejandro | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AGUASCALIENTES
- 384 DISEÑO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE CELDAS DE COMBUSTIBLE DE HIDROGENO TIPO PEM**
González Ortiz Marco Antonio | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
Ledesma García Janet | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
- 390 INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO PARA EL ANÁLISIS DE UNA TURBINA DE GAS CON DOS COMPRESORES Y DOS TURBINAS**
González Rivas José Antonio | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
Ortega Herrera Francisco Javier | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO

- 396 **SÍNTESIS DE NANO-HIDROGELES PARA LA LIBERACIÓN CONTROLADA DE FARMÁCOS**
González Sánchez Diana | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
Corona Rivera Miguel Ángel | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
- 403 **ALGORITMOS PARA LA SOLUCIÓN DE LABERINTOS UTILIZANDO KINECT**
González Zaragoza Alexis Alejandro | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
Vergara Esparza Rosalia | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
- 409 **APLICACIONES DINÁMICAS CON MATLAB**
Gumeta Espinosa Jorge Ismael | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE QUERÉTARO
Laguna Estrada Martín | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CELAYA
- 415 **DESARROLLO DE UN ANALIZADOR LÉXICO PARA LENGUAJE C**
Hernández Gomez Pedro Alberto | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
Mercado Pérez Sandra | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
- 421 **DISEÑO MECÁNICO DE UN BRAZO ROBÓTICO**
Hernández Hernández David | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SAN LUIS POTOSÍ
Núñez Olvera Oscar Fernando | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
- 426 **SISTEMA EMBEBIDO EN TIEMPO REAL PARA APLICACIONES ELÉCTRICAS BASADO EN LA PLATAFORMA DSC1103**
Hernández Medrano Israel | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
Tapia Tinoco Guillermo | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
- 433 **FABRICACION DE NANOESTRUCTURAS DE CARBONO DOPADOS CON NITROGENO**
Hernández Robledo José Carlos | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AGUASCALIENTES
Muñoz Sandoval Emilio | INSTITUTO POTOSINO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA
- 438 **ANÁLISIS VISUAL DE FLUJO EN EBULLICIÓN EN MICROGRAVEDAD**
Hernández Santos Maximiliano | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
Valencia Castillo César Manuel | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
- 445 **INTERFAZ GRÁFICA Y DE EXTRACCIÓN DE DATOS PARA UN SISTEMA DE REHABILITACIÓN IMPLEMENTADO EN RASPBERRY**
Hernández Sierra Luis Javier | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
González Galván Emilio Jorge | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
- 451 **DESARROLLO DE UNA BASE DE DATOS EN LABVIEW PARA EL SOFTWARE SORHI**
Hernández Silva Leo Obed | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
Navarrete Sánchez Miguel Ángel | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS

- 457 **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE CONDENSADORES FLEXIBLES DE PDMS CON MORFOLOGÍAS AJUSTABLES**
Hernández Villafaña Leonardo Daniel | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
Cabal Velarde Javier Gustavo | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
- 463 **DISEÑO DE EDIFICIOS CON SISTEMAS DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA. PARTE A: ANÁLISIS SÍSMICO DE UN EDIFICIO SIN AMORTIGUADORES**
Herrera De Casas Jorge Luis | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
Barrón Corvera Raúl | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
- 469 **ANÁLISIS DE LÍNEAS DE ESPERA EN FARMACIA DE HOSPITAL PÚBLICO**
Herrera Ledesma Erika del Carmen | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES
Arreola Aguilar Miriam Ivonne | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
- 473 **CONTROL DE ILUMINACIÓN CONTROLADO POR BLUETOOTH PARA DESARROLLO DE PLANTAS**
Hidalgo Sánchez Alan Amaury | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO
Mata Donjuan Gloria Flor | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO
- 478 **ESTUDIO DE FORMACION DE FERRITA HIBRIDA DE CALCIO Y TITANIO A PARTIR DE DOLOMITA Y RESIDUO SIDERURGICO**
Hidrogo Rico Mario Alberto | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
Rosales Sosa Ma. Gloria | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
- 483 **SISTEMA WEB DE AUTOEVALUACIÓN Y COEVALUACIÓN ACADÉMICA**
Ibarra Tapia Pamela Rocío | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO
García Morales Juan Andrés | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO
- 489 **EVALUACIÓN DE SHEWANELLA SP AISLADA DE SUELOS CONTAMINADOS DE HIDROCARBUROS PARA SU IMPLEMENTACIÓN EN CELDAS DE COMBUSTIBLE MICROBIANAS**
Irianda Araujo Roxana | UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO
Reyes Vidal María Yolanda | CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO EN ELECTROQUÍMICA S.C.
- 496 **ESQUELETO DE IMÁGENES APLICANDO PROGRAMACIÓN PARALELA CON CUDA**
Jiménez Calderón Alexis Eduardo | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
Canchola Magdaleno Sandra Luz | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

- 502 DISEÑO DE CONTROLADOR DE TÚNEL DE VIENTO PARA AEROGENERADORES**
Jiménez Olveda Amador | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MONCLOVA
Granados Lieberman David | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
- 508 PROGRAMA PARA CALCULO Y SELECCION DE MAQUINAS DE FLUIDOS**
Lara Pérez Jesus Ignacio | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
Razón González Juan Pablo | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
- 513 REALIDAD AUMENTADA PARA POTENCIALIZAR LOS ATRACTIVOS TURÍSTICOS DE LA CIUDAD DE ZACATECAS**
Lira Medina Abraham | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
Zepeda Valles Gustavo | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
- 519 ANALISIS DE OBJETOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS TÍPICOS EN UNA DEFINIDA MUESTRA IDEAL DE IMÁGENES**
López Aguilera Félix Fernando | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
Víte Chávez Osbaldo | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
- 527 PROPUESTA DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA PARA LA ELABORACION DE MALLA DE GALLINERO PARA USO EN FERROCEMENTO EN SISTEMAS DE AUTOCONSTRUCCIÓN**
López Arcega Damian | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE QUERÉTARO
Romero Zepeda Hilda | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
- 533 PROTOTIPO DIDÁCTICO PRENSA-TROQUEL (MANUFACTURA)**
Loyola Hurtado Sergio | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO
Rojo Hernandez Julio | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO
- 537 NANOPARTÍCULAS DE SIO2 COMO POTENCIALES VEHÍCULOS PARA ADMINISTRACIÓN DE ACETAMINOFÉN**
Lozano López Jesús Alberto | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES
Rodríguez González Vicente | INSTITUTO POTOSINO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA
- 543 PREDICCIÓN DE UNA ENFERMEDAD MULTIFACTORIAL (OSTEOARTRITIS) UTILIZANDO REGRESIÓN LOGÍSTICA: DATOS DE OSTEOARTHRTIS INITIATIVE (OAI)**
Luna Gómez Carlos Daniel | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CELAYA
Galván Tejada Carlos Eric | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS

- 546 CARACTERIZACIÓN DE SUPERCAPACITORES PARA SU USO EN SUSTITUCIÓN DE PILAS ELÉCTRICAS**
Luna Juárez Fernando de Jesus | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MONCLOVA
Ramírez López Raúl | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE QUERÉTARO
- 552 FABRICACION DE GEOPOLIMEROS CASO CENIZA VOLANTE Y POLVOS INDUSTRIALES**
Malto Villarreal Andrea Alondra | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
Carrillo Pedroza Francisco Raúl | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
- 558 ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA DE LLUVIA CAPTADA EN LOS TECHOS DE LOS EDIFICIOS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO**
Mares Alcantara Ana Gabriela | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
Ramírez Raya Luis Netzahualcóyotl | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
- 565 ANÁLISIS DE LA RELACIÓN DE PRESIÓN EN LA EFICIENCIA TÉRMICA Y EL TRABAJO NETO DE UN CICLO BRAYTON**
Marquez Lara Ernesto Misael | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
Ortega Herrera Francisco Javier | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
- 571 TENDENCIAS Y APLICACIONES MODERNAS DE LAS REDES NEURONALES**
Martínez Cabrera Juan Manuel | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
Becerra Sánchez Aldonso | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
- 578 USABILIDAD WEB POR PATRONES**
Martínez Godoy María Guadalupe | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO
Anaya Rivera Karina | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO
- 582 DISEÑO DE PRÓTESIS MECATRÓNICA DE MANO**
Mendoza Rosales Raúl | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MONCLOVA
Hernández Hernández Arturo | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO
- 585 DESHIDRATACIÓN DE ALIMENTOS POR MEDIO DE LIOFILIZACIÓN**
Merino Sierra Brenda | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AGUASCALIENTES
Michel Cuello Christian | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
- 591 APLICACIÓN DE TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS USANDO EL PROTOCOLO SCTP EN UN SISTEMA OPERATIVO LINUX**
Montalvo Murillo Manuel de Jesús | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
Becerra Sanchez Aldonso | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS

- 596 INVESTIGACION DE ANTECEDENTES DE ESTUDIOS REALIZADOS SOBRE LA CORROSION DE HIERRO COLADO EXPUESTO A BIODIESEL**
Montejano Nava Emanuel | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO
Manriquez Reza Elizabeth | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO
- 601 SÍNTESIS DE MATERIALES SORBENTES PARA LA ELIMINACIÓN DE CONTAMINANTES EN AGUA**
Mosqueda Ramírez Jessica | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CELAYA
Díaz Flores Paola Elizabeth | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
- 607 SINTESIS DE PELICULAS DELGADAS DE SULFURO DE PLOMO POR EL METODO SILAR SOBRE SUSTRATOS FLEXIBLES**
Moyeda Martínez Francisco Argenis | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
Mendoza Mendoza Esmeralda | CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN QUÍMICA APLICADA
- 612 SINTESIS “VERDE” Y PROPIEDADES ANTIMICROBIANAS DE NANOPARTICULAS DE OXIDO DE ZINC Y COBRE**
Muñoz Guillén Francisco | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES
Mendoza Mendoza Esmeralda | CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN QUÍMICA APLICADA
- 618 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE RUTINAS AVANZADAS PARA LA INTERACCIÓN DE ROBOTS HUMANOIDES NAO CON NIÑOS PRE-ESCOLARES**
Muñoz Ramirez Mónica | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE SAN LUIS POTOSÍ
Puente Montejano César Augusto | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
- 624 ANÁLISIS DE LAS TENDENCIAS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA, MEDIANTE INDICADORES DE CAMBIO CLIMATICO, EN ZACATECAS**
Muro Hernández Luis Javier | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
Ortiz Gómez Ruperto | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
- 630 DISEÑO DE UN CONTROLADOR ANALÓGICO Y DIGITAL APLICADO A UN SISTEMA DE RASTREO SOLAR**
Nuñez Rodríguez Luis Javier | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
Olivera Reyna Roberto | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
- 636 INTERACCIONES DEL AGUA CON EL CYPHOS® IL 104. CINÉTICA Y PRUEBAS DE TENSIÓN INTERFACIALES**
Ojeda Fuentes Luis Enrique | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
Ávila Rodríguez Mario | UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO
- 643 DESARROLLO DE ACTIVIDADES EN UNA PLATAFORMA SOBRE TECNOLOGÍA EDUCATIVA**
Olmos Serna María | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
Renteria Consecion Jennifer | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS

- 650 SIMULACION COMPUTACIONAL DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO**
Olmos Soto Armando Rafael | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AGUASCALIENTES
Meza De Luna Alejandro | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AGUASCALIENTES
- 655 SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA PARA DESHIDRATADOR DE ALIMENTOS SOLAR**
Olvera Contreras Laura Nallely Guadalupe | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
Rangel López Azahel de Jesús | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
- 661 RUTA PARA PREPARAR XEROGELES DE SILICE USANDO DIFERENTES RAZONES MOLARES DE TEOS, AGUA Y ETANOL Y DIFERENTES TEMPERATURAS DE TRATAMIENTO**
Olvera Mendoza Alejandra | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE QUERÉTARO
Gómez Guzmán Oscar | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE QUERÉTARO
- 667 MINERÍA DE OPINIONES EN TWITTER**
Olvera Ruiz Miriam Guadalupe | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO
Castillo Velásquez Francisco Antonio | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO
- 673 APLICACIONES DINÁMICAS CON MATLAB**
Ordaz González Joaquín | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CELAYA
Laguna Estrada Martín | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CELAYA
- 679 DISEÑO DE UN MÓDULO ELECTRÓNICO PARA EL SENSADO Y ACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES ELECTROCARDIOGRÁFICAS**
Ornelas Ríos Luis Francisco | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES
Soubervielle Montalvo Carlos | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
- 685 REDUCCION DE AL-Si EN UNA MEZCLA CERAMICA PARA MANUFACTURA DE UN MATERIAL ARTESANAL**
Ortegón González Adrian | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
Reyes Guzmán Claudia Verónica | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
- 691 DISEÑO MECÁNICO DE UN BRAZO ROBÓTICO**
Ortiz Hernández Roberto Ángel | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SAN LUIS POTOSÍ
Núñez Olvera Oscar Fernando | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
- 698 SOLUCIÓN DEL PROBLEMA DE DESPACHO ÓPTIMO DE GENERACIÓN MEDIANTE UN ALGORITMO GENÉTICO CON SELECCIÓN ELITISTA**
Ortiz Martínez Julio Adrian | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
García Guzmán José Miguel | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO

- 704 FABRICACIÓN DE GEOPOLÍMEROS EMPLEANDO RESIDUOS INDUSTRIALES, EFECTO DE SUS COMPONENTES**
Peña Cuellar Alondra Leticia | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
Carrillo Pedroza Francisco Raúl | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
- 710 DETERMINAR LAS TIC'S UTILIZADAS EN LAS MIPYMES DE CIUDAD FRONTERA**
Peña Villanueva Cecilia | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MONCLOVA
Aguilar Covarrubias Norma Araceli | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MONCLOVA
- 716 ADSORCIÓN DE CIANURO A PARTIR DE CARBONES ACTIVADOS**
Picazo González Jesus Eduardo | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
Muñoz Ramírez Leonor | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
- 722 ALGORITMOS Y ESTRUCTURAS DE DATOS PARA RESOLVER PROBLEMAS GEOMÉTRICOS EN 2D**
Ramírez Anaya Jonathan | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO
Vazquez Huerta Ma. Elena | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO
- 728 ALGORITMOS PARA LA SOLUCIÓN DE LABERINTOS UTILIZANDO KINECT**
Ramírez Escobar José Francisco | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
Vergara Esparza Rosalia | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
- 734 MICRODUREZA DE ALEACIONES DE ALUMINIO TRATADAS EN ESTADO LÍQUIDO CON FUNDENTES**
Ramírez Espinoza Manuel Esaí | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MONCLOVA
Toscano Giles José Arturo | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE QUERÉTARO
- 739 ANÁLISIS DE SISTEMAS HÍBRIDOS DE TECNOLOGÍA POWER TO GAS PARA ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA**
Ramírez Laguna Ana Elizabeth | UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO
Ramírez Vázquez Juan Antonio | UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO
- 744 MODELO Y SIMULACIÓN DEL RESORTE ELÉCTRICO PARA APLICACIONES DE CONTROL DE REDES INTELIGENTES**
Ramírez López Gerardo | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
Tapia Tinoco Guillermo | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
- 750 DISEÑO DE INTERFAZ GRÁFICA PARA CÁLCULO DE SISTEMAS DE TUBERIAS DE CLASE III**
Ramírez Morales Francisco Javier | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
Razón González Juan Pablo | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO

- 755 COMPORTAMIENTO ELECTROQUÍMICO EN MEDIO SALINO DEL MATERIAL COMPUESTO TiC/AL**
Ramírez Romo Elsa Juliette | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
García Guerra Josefina | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
- 760 BIOLOGÍA Y POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO Y DE BIORREMEDIACIÓN DE MICROALGAS NATIVAS DE MÉXICO**
Ramírez Sánchez Miguel Ángel | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
Ayala Islas Alberto | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
- 765 CONCRETO LIGERO**
Ramos Alfaro Juan Edgar | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MONCLOVA
Chavez Valencia Luis Elías | UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO
- 771 EXPERIENCIA DE USUARIO DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA ARQUITECTURA DE INFORMACIÓN**
Ramos Hernández Marco Alberto | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
Villa Cisneros Juan Luis | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
- 777 PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CON UN ENFOQUE DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL: SISTEMA JOB SHOP, EMPLEANDO EL TOOLBOX TORSCHÉ SCHEDULING EN MATLAB**
Rangel González Dalia Gabriela | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
Villanueva Jiménez Luis Fernando | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
- 784 POTENCIAL DE BIORREMEDIACIÓN DE MICROALGAS NATIVAS DE MÉXICO**
Razo Rodríguez Damaris Xiomara | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
Ayala Islas Alberto | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
- 789 ANÁLISIS DE RADIACIÓN EN ESPACIOS PÚBLICOS DE SALTILLO COAHUILA**
Reyna López Ana Arely | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
Molar Orozco María Eugenia | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
- 795 DISEÑO DEL CONTROL DE UNA MÁQUINA CNC BASADO EN MICROCONTROLADOR**
Ríos Rodríguez Edgar Adrián | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MONCLOVA
Pérez Márquez Heber Bernabé | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
- 800 ANÁLISIS CINEMÁTICO Y DINÁMICO DE UN MECANISMO DE THEO JANSEN**
Rivera García Abraham | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
Tadeo Chávez Alejandro | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO

- 805 ANÁLISIS DE SEÑALES RESPIRATORIAS PARA LA DETECCIÓN DEL SÍNDROME DE APNEA DEL SUEÑO**
Rivera Zamora Fernanda Elizabeth | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES
Guerrero Mora Guillermina | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
- 811 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA MANUFACTURA DEL PET RECICLADO**
Robles Romero José de Jesús | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO
Ortiz Verdin Alondra Anahí | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO
- 817 ESTRUCTURA DIGITAL CON ARQUITECTURA FPGA MULTI-PLATAFORMA PARA EL DESARROLLO DE TRANSFORMACIONES ESPACIALES DE PUNTO**
Rocha Ríos Pedro Enrique | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
Colín Robles José Ángel | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
- 827 DEMOSTRAR LA VIABILIDAD EN LA AUTOMATIZACIÓN MECÁNICA DE UNA MAQUINA FORJADORA DE TRAPEADORES, MEDIANTE UN ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS**
Rodríguez Almanza Bryan Alejandro | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
Alvarado Díaz Miguel Ángel | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
- 833 ANÁLISIS DE LAS CAPACIDADES Y COMPETENCIAS TÉCNICAS DE LOS RECURSOS HUMANOS DE LA REGIÓN PARA LA EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS NO CONVENCIONALES**
Rodríguez Barrera Manuel David | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
Meléndez López Edith Margoth | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MONCLOVA
- 839 PREPARACION Y CARACTERIZACIÓN DE ÓXIDO DE BISMUTO UTILIZANDO EL MÉTODO SILAR**
Rodríguez Hernández Marco Antonio | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
García Cerda Luis Alfonso | CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN QUÍMICA APLICADA
- 844 SÍNTESIS DE MATERIALES SEMICONDUCTORES TiO₂/GA CON POTENCIAL APLICACIÓN EN FOTOCATALISIS**
Rodríguez Hernández Yazmín | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
Peralta Hernández Juan Manuel | UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO
- 850 OBTENCIÓN DE PELÍCULAS NANOESTRUCTURAA DE CdS SOBRE SUBSTRATOS FLEXIBLES (In₂O₃:Sn) POR EL MÉTODO DE BAÑO QUÍMICO**
Rodríguez Rosales Karen | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
De Moure Flores Francisco Javier | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

- 856 RESISTENCIA A LA CORROSIÓN LOCALIZADA Y UNIFORME DE ACERO INOXIDABLE DÚPLEX Y SUPERDÚPLEX ENVEJECIDO TÉRMICAMENTE: PARTE I, CORROSIÓN LOCALIZADA DE ACERO INOXIDABLE DUPLEX 2205 Y SUPERDUPLEX ZERON 100**
Rodríguez Rosales Miguel Ángel | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
García Rentería Marco Arturo | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
- 863 ESTUDIO DE CASO DE NEGOCIO PARA EVALUAR EL USO DE RACKS ESTÁTICOS EN CONTRA DE RACKS DINÁMICOS EN UN ALMACÉN DE MATERIAL PRODUCTIVO**
Romero García Marco Antonio | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE QUERÉTARO
Rodríguez Gutiérrez Rocío Edith | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
- 869 PROTOTIPO DIDÁCTICO PRENSA-TROQUEL (DISEÑO)**
Romero Pacheco Edgar Iván | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO
Rojo Hernández Julio | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO
- 875 DETECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE COMPUESTOS VOLÁTILES PRESENTES EN LOS PULMONES**
Rubio Gutiérrez José Guadalupe | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
Gutiérrez Quintanilla Emma | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
- 881 IMPLEMENTACIÓN DE UN CANSAT PARA COMPETENCIAS**
Ruiz Alvarado Isaac Azahel | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
Castro García Ricardo | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
- 887 DISEÑO DE UN CONTROL SIMPLE PARA UN FOTOBIOREACTOR**
Ruiz Reyes Daniela Sarahí | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
Peña Caballero Vicente | UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO
- 892 SIMULACIÓN COMPUTACIONAL DE LA MICROESTRUCTURA Y LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE ACEROS PARA APLICACIONES DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ**
Ruiz Zarazúa Eric Ivan | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
Gutiérrez Castañeda Emmanuel José | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
- 898 SISTEMA DE NOTIFICACIONES DE TAREAS ASIGNADAS EN EDUCACIÓN PRIMARIA**
Salinas González Jared Daniel | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
Solís Robles Roberto | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
- 904 ANÁLISIS DEL NIVEL DE CONFORT CON ELEMENTOS NATURALES RESPECTO A LAS ARTIFICIALES EN ESPACIOS PÚBLICOS**
Sánchez Bocanegra María Cristina | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
Molar Orozco María Eugenia | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA

- 910 PREPARACIÓN DE FOTOCATALIZADORES DE ZnO Y POLÍMEROS CONDUCTORES PARA LA FOTODEGRADACIÓN DEL COLORANTE ROJO REACTIVO DEL AGUA**
Silva Aguilar Felipe de Jesús | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
Ovando Medina Víctor Manuel | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
- 916 COMPARATIVA DE MÉTODOS DE CONTAMINACIÓN SALINA FUNCIONALES AL ESTUDIO EXPERIMENTAL DE TÉCNICAS DE LIMPIEZA DE SALES SOLUBLES EN MATERIALES PÉTREOS ARTIFICIALES**
Soto Romero Liliana | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
Mastroiacovo Tanja | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
- 923 VARIABILIDAD DE ESPECTRO RAMAN EN MUESTRAS BIOLÓGICAS: CEREBRO DE RATONES SANOS Y TRANSGÉNICOS**
Stack Sánchez Pablo Antonio | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
Ramírez Elías Miguel Ghebré | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
- 929 DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE DATOS Y CITOFONÍA UTILIZANDO TECNOLOGÍA DE ÚLTIMA GENERACIÓN**
Tapia García Gerardo de Jesús | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE SAN LUIS POTOSÍ
Cervantes Gloria Omar Alejandro | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE QUERÉTARO
- 935 DISEÑO DE UN DISPOSITIVO MECATRÓNICO NO INVASIVO CONTROLADO VÍA REMOTA**
Tirado De Ita Ricardo | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO
Zea Perez Jose Marcos | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO
- 940 ANÁLISIS REGIONAL DE LA PIEZOMETRÍA LITOLÓGICA Y SU CORRELACIÓN CON LA EXISTENCIA DE AS DEL ACUIFERO DE IRAPUATO VALLE DE SANTIAGO**
Torero Araujo Ana Gabriela | UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO
González Barbosa Ricardo | UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO
- 947 ESTUDIO DE LA [Si(OH)₄] EN LA SÍNTESIS DE MESOPOROSOS DE SÍLICE**
Tovar Torres Montserrat | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AGUASCALIENTES
Salazar Hernández Ma. Mercedes | UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO
- 953 ALGORITMOS DE RUTEO EN RECTÁNGULOS PARTICIONADOS EN 2D**
Uribe Martínez Alberto | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO
González Gutiérrez Fidel | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO

- 960 TRATAMIENTO DE DESECHOS DE NARANJA PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS: EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD DEL LÍQUIDO RUMINAL COMO INÓCULO PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS A PARTIR DE DESECHOS DE NARANJA**
Urrutia Negrete Judith Taideé | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
Rosales Colunga Luis Manuel | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
- 967 ELABORACIÓN DEL MANUAL DE PRÁCTICAS: “SIMULACIÓN EN LA LOGÍSTICA CON PROMODEL Y FLEXSIM”**
Vaca Mireles José Antonio | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
Aguirre Ibarra Daniel Armando | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
- 971 USABILIDAD DE LAS PÁGINAS WEB DEL 18° VCRC**
Valdez González Tania | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO
Anaya Rivera Karina | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO
- 975 ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DE RIZOCTONIA UTILIZANDO TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES**
Vázquez García Anibal Ramsses | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
Guzmán Altamirano Miguel Ángel | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
- 982 MEDICIÓN DEL CRECIMIENTO CELULAR Y PROTEÍNA TOTAL SECRETADA EN CEPAS DE PICHIA PASTORIS HIPERRESISTENTES A G418**
Vázquez Martínez Sofía Alejandra | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
De Leon Rodríguez Antonio | INSTITUTO POTOSINO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA
- 988 EVALUACIÓN DE LOS TIEMPOS DE RESPUESTA PARA ACCIDENTES DE TRÁFICO EN LA CARRETERA FEDERAL 45 EN EL TRAMO IRAPUATO-LEÓN**
Vela Aceves Mónica Alejandra | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
Aguirre Ibarra Daniel Armando | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
- 994 ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES METALÚRGICAS DE AGLOMERADOS A BASE DE MINERAL DE HIERRO Y RESIDUOS SIDERÚRGICOS UTILIZANDO MEZCLAS DE CARBÓN MINERAL Y ALQUITRÁN DE HULLA COMO AGENTE AGLUTINANTE**
Verduzco Martínez Fernando | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
Camporredondo Saucedo Jesus Emilio | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
- 1001 REALIDAD VIRTUAL EN LA EDUCACIÓN**
Villa Fajardo Carlos Eduardo | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
Fernández Mireles Víctor Manuel | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE SAN LUIS POTOSÍ

1005 MODIFICACION FÍSICOQUÍMICA DE MATERIALES ADSORBENTES EMPLEANDO ULTRASONIDO

Villagómez Palma Pedro | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CELAYA
Bonilla Petriciolet Adrián | INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AGUASCALIENTES

1008 RESISTENCIA A LA CORROSIÓN LOCALIZADA Y UNIFORME DE ACERO INOXIDABLE DÚPLEX Y SUPERDÚPLEX ENVEJECIDO TÉRMICAMENTE: PARTE II, CORROSIÓN UNIFORME DE ACERO INOXIDABLE DUPLEX 2205 Y SUPERDUPLEX ZERON 100

Villasana Alarcón Jesus Ernesto | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
García Rentería Marco Arturo | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA

1014 ELABORACION DE PELICULAS DELGADAS POR LA TECNICA SOL-GEL

Vite González Damián | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
Trejo Durán Monica | UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO

1020 FORMULACIÓN DE AGREGADOS MULTI ENZIMÁTICOS CON ACTIVIDAD HIDROLÍTICA SOBRE RASTROJOS

Wong Lizárraga Jesús Héctor | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES
Amado Reyes Aldo | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

1025 DESARROLLO DE BIOMARCADORES IMAGENOLÓGICOS PARA EL TAMIZAJE CLÍNICO DE CÁNCER DE MAMA

Zanella Calzada Laura Alejandra | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
Galván Tejada Carlos Eric | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS

1031 FORMACIÓN DE PELÍCULAS TEXTURIZADAS DE TiO₂ MEDIANTE EL PROCESO DE REPLICACIÓN POR MOLDEO: OBTENCIÓN DE UN MOLDE DE POLISILOXANO

Zaragoza Ramírez Sergio | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
Muñiz Serrato Oliver | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO

1038 ALGORITMOS PARA LA SOLUCIÓN DE LABERINTOS UTILIZANDO KINECT

Zavala Constantino Agustín | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO
Vergara Esparza Rosalía | INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO

1044 DEPOSITO DE PELÍCULAS DE CdS SOBRE SUSTRATOS DE VIDRIO MEDIANTE EL MÉTODO SILAR

Zúñiga Zendejo Janelle | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
García Cerda Luis Alfonso | CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN QUÍMICA APLICADA

1050 REMOCIÓN DE BROMUROS EN SOLUCIONES ACUOSAS EMPLEANDO CARBONIZADOS DE HUESO

Casillas Martínez César Humberto | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES
Medellín Castillo Nahúm Andrés | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

1056 CONVERTIDOR CD/ CD BUCK

García Carmona Andrés Cosaki | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES
Flores Oropeza Luis Alejandro | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES

1063 IMPLEMENTACIÓN ELECTRÓNICA DE SISTEMAS BIOINSPIRADOS Y SISTEMAS CAÓTICOS

Ortega Silva Joaquín Fernando | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES
García Pimentel Luis Javier Ontañón | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE CALVILLO

Alba-Hermosillo Oscar Fernando¹ y Ramos-Leal José Alfredo²

RESUMEN

Para la caracterización hidrogeoquímica el acuífero del Valle de Calvillo, se consideró los datos existentes de 24 muestras de aguas subterráneas, estas muestras fueron tomadas por el Departamento de Análisis de Suelo y Agua, de la Dirección General de Geografía del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) el día 18 de septiembre de 2009, donde se determinaron "in situ" parámetros hidrogeoquímicos de conductividad eléctrica (CE), pH y Sólidos Disueltos Totales (SDT), además se determinaron en laboratorio los cationes, aniones mayoritarios. A partir de diagramas hidrogeoquímicos específicamente como el de Piper, se identificó una familia de agua bicarbonatada sódica, con el diagrama de Wilcox se obtuvo la clase C2-S1, que es buena para el riego y con Mifflin se determinó un flujo local lo cual significa que es un agua de reciente infiltración.

ABSTRACT

For the hydrochemical characterization Valley aquifer Calvillo, existing data of 24 groundwater samples were considered, these samples were taken by the Department of Analysis of Soil and Water, Directorate General of Geography of the National Institute of Statistics and Geography (INEGI) on September 18, 2009, where hydrogeochemical parameters of electrical conductivity (EC) were determined "in situ", pH and Total Dissolved Solids (TDS), plus cations were determined in the laboratory, major anions. From hydrogeochemical diagrams specifically like Piper, a family of bicarbonate water sodium, with the diagram Wilcox C2-S1 class, which is good for irrigation and Mifflin was obtained a local flow, was determined identified which means which is a recent water infiltration.

Keywords: Groundwater, Hydrogeochemistry, Piper, Wilcox, Mifflin.

INTRODUCCIÓN

En gran parte de Aguascalientes, el agua subterránea es la más importante y en ocasiones es la única fuente de agua en el estado, sea para uso agrícola, ganadero, doméstico e industrial. De igual forma el Estado de Aguascalientes cuenta con 5 acuíferos, el del Valle de Aguascalientes, Valle de Calvillo, Venaderos, El Llano y Valle de Chicalote. En esta investigación su caso de estudio es únicamente los pozos ubicados en el acuífero del Valle de Calvillo que abarca los municipios de Calvillo, Jesús María, San José de Gracia y una parte del municipio de Jalpa, en el Estado de Zacatecas; la caracterización hidrogeoquímica del agua subterránea permite conocer que tan evolucionada se encuentra un agua; así como, conocer el medio geológico en que se encuentra el acuífero, además identificar variables de interés ambiental como la calidad del agua del mismo. Siendo que también se puede conocer la distribución y circulación de especies químicas disueltas en el agua. Y si esta agua es buena para el riego ya que la principal actividad económica del municipio de Calvillo es la siembra de guayaba.

¹Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica, Av. Adolfo López Mateos Ote. N° 1801, Fracc. Bona Gens, C.P. 20256, Aguascalientes, Ags., MÉXICO, oscaralba2006@gmail.com

²Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A. C., División de Geociencias Aplicadas, Camino a La Presa de San José 2055, Lomas 4 sección, C.P. 78216, San Luis, S.L.P., MÉXICO, jalfredo@ipicyt.edu.mx

La cabecera municipal de Calvillo se ubica en las coordenadas 21°50'38"N y 102°43'05"O en el estado de Aguascalientes. Este municipio se caracteriza por estar constituido por un valle con dirección suroeste que lleva el mismo nombre. El Valle de Calvillo está rodeado por la Sierra del Laurel al suroeste limitando con el estado de Jalisco, la Sierra Fría al norte colindando con el municipio de San José de Gracia, al oeste con el estado de Zacatecas y al noreste con la Sierra de Guajolotes o Brava. La elevación del Valle es de 1500 metros sobre el nivel del mar (msnm) lo que la define como la mayor depresión en la zona. El valle desemboca en Jalpa y también incluye los municipios de Huanusco y Tabasco en Zacatecas y, en menor proporción, a Villa Hidalgo en Jalisco, tiene una superficie total de 1,368.30 Km² (Méndez, 2015).

MARCO TEORICO

Conductividad Eléctrica (CE)

Capacidad de contiene el agua para conducir electricidad, esto principalmente por los iones de sales disueltas en la misma. Esta media nos arroja de forma preliminar información sobre la alcalinidad del agua subterráneas.

pH

Mida de la acidez del agua en potencial de hidrógenos siendo $-\log H^+$. El agua en condiciones naturales se encuentra entre 5.5 y 8.5.

Sólidos Disueltos Totales (SDT)

Es el contenido de sales en el agua, su incremento afecta de forma negativa la calidad del agua.

Diagrama de Piper

Es el diagrama más empleado dentro de la hidrogeoquímica, en dicho diagrama se incluyen dos diagramas ternarios (representan los cationes y aniones mayoritarios) se usan para representar la proporción de tres especies químicas y un rombo en donde recae la información de ambos triángulos, en el que se representa la composición del agua, y con estas se obtienen las familias de agua o facies hidrogeoquímica (Custodio y Llamas, 2001).

Diagrama de Wilcox

Es un modelo que nos sirve para clasificar la calidad de agua para uso agrícola, tomando como base la conductividad eléctrica del agua y la relación de absorción de sodio (Vargas, 2001).

Diagrama de Mifflin

Este diagrama consiste en una clasificación basada en el aumento de la concentración de los iones Sodio (Na^+), Potasio (K^+), Cloruro (Cl^-) y Sulfato (SO_4^{2-}) a lo largo de un flujo. La clasificación muestra puntos regionales, los cuales corresponde a la descarga en un sistema regional, mientras que, los puntos locales e intermedios se caracterizan por el flujo de descarga de un sistema que limita a las cuencas hidrográficas. Se construye utilizando los iones en miliequivalentes, sumando cationes ($Na^+ + K^+$) y aniones $Cl^- + SO_4^{2-}$ por separado, y estos datos se grafican sobre la ordenada, los cationes y aniones en la abscisa en escala logarítmica. La gráfica está dividida en tres secciones que representan los distintos flujos local, intermedio y regional (Mifflin, 1988).

METODOLOGIA

El muestreo de este estudio estuvo a cargo del Departamento de Análisis de Suelo y Agua, de la Dirección General de Geografía del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) el día 18 de septiembre de 2009, se tomaron 24 muestras del acuífero del Valle de Calvillo, cada una de ellas de pozos donde se levantó en coordenadas UTM la ubicación de dicho aprovechamiento a través de un GPS, para determinar cationes y aniones mayoritarios, conductividad eléctrica (CE), pH y Sólidos Disueltos

Totales (SDT) (siendo estas últimas determinadas “in situ” y en laboratorio).Cada una de las botellas de polietileno de alta densidad, que se emplearon para recolectar las muestras fueron lavadas 7 veces con agua desionizada, además, los contenedores para la toma de muestras de agua para determinación de elementos trazas y cationes fueron lavadas con HCl al 10%. Para conservar las muestras de cationes y elementos trazas se acidificaron con ácido nítrico puro con un pH de hasta < 2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro del análisis realizado a las 24 muestras, se desarrolló el diagrama de Piper, Schoeller-Berkaloff, Wilcox y Mifflin, a continuación, el resultado que arrojan dichos diagramas, así como una breve, pero detallada interpretación de los mismos. En el diagrama de Piper que corresponde a la figura 1 se identifican dos tipos de agua: Bicarbonatada sódica (Na⁺-HCO₃⁻) y Bicarbonatada sódica-cálcica (Na⁺-Ca⁺⁺-HCO₃⁻), característico de la interacción con rocas ricas en sodio (volcánicas).

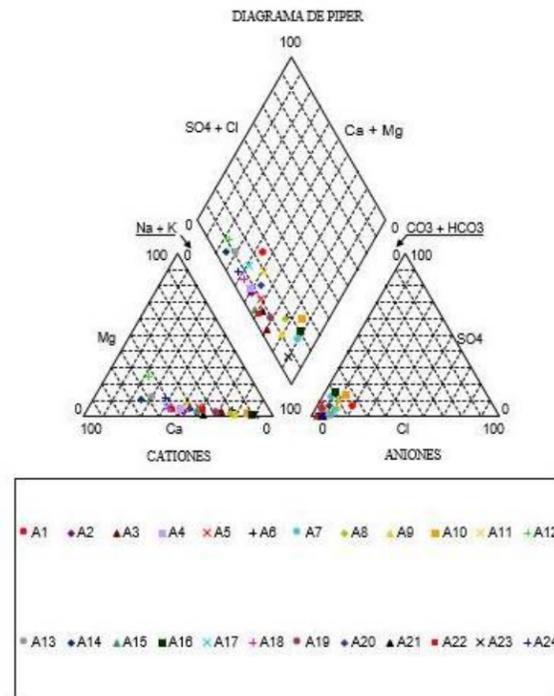


Figura 1. Diagrama de Piper, representa un comportamiento típico de aguas con interacción con rocas volcánicas.

Dentro del diagrama de Wilcox que corresponde a la figura 3, se observa una preferencia por caer los puntos en la zona de la clase C2 y S1, con un peligro de salinidad del suelo, medio y un peligro de alcalinización del suelo, la clase C2 hace referencia a una salinidad moderada, esta agua puede usarse en la mayor parte de los cultivos, a excepción de los más susceptibles a menos que cuentes con suelos permeables. Una de las características de la clase S1 es que es muy baja en sodio.

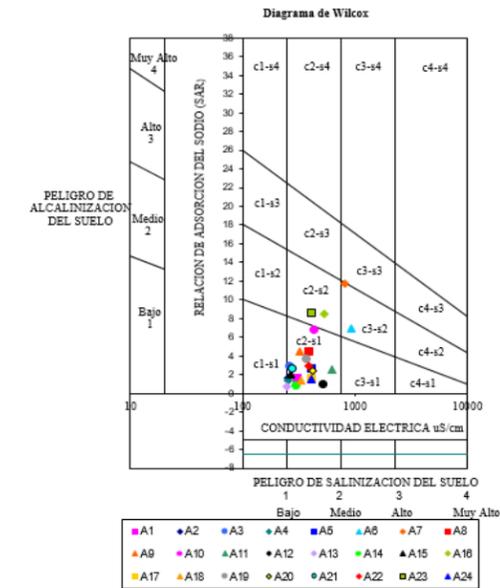


Figura 2. Diagrama de Wilcox, representa un agua de salinidad moderada y baja en sodio, puede usarse en todos los cultivos excepto los sensibles.

En el diagrama de Schoeller-Berkaloff que corresponde a la figura 3

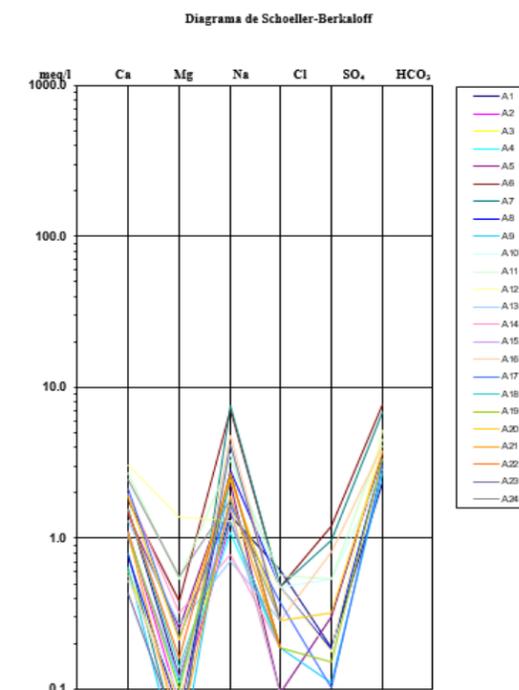


Figura 3. Diagrama de Schoeller-Bekaloff, reafirma el comportamiento visto en el diagrama de Piper.

En el diagrama de Mifflin que corresponde a la figura 4, se destaca que 19 de las 24, cae en la sección de flujo local, lo cual indica que estas aguas son recién infiltración.

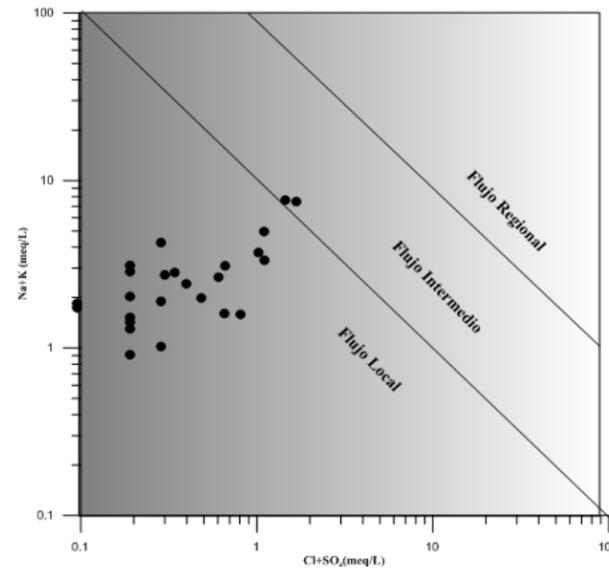


Figura 4. Diagrama de Mifflin representan los distintos sistemas: flujo local, intermedio y regional

CONCLUSIONES

El acuífero presenta agua de la Bicarbonatada sódica ($\text{Na}^+\text{-HCO}_3^-$) y Bicarbonatada sódica-cálcica ($\text{Na}^+\text{-Ca}^{++}\text{-HCO}_3^-$), característico de la interacción con rocas ricas en sodio (volcánicas). El agua subterránea es principalmente de un sistema de flujo local, siendo las bicarbonatadas sódicas son las que han tenido mayor evolución en el flujo subterráneo.

BIBLIOGRAFIA

- Méndez, H. M. (2015), "Utilización de Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica como Herramientas de Apoyo para obtener la Vulnerabilidad del Acuífero de Calvillo, Aguascalientes", UNAM, pp. [51]
- Custodio, Emilio y Llamas, Manuel, (2001), "Hidrología subterránea", segunda edición. Barcelona: Ediciones Omega, pp.[1007-11095]
- Coronel Armando, (2010), "Caracterización Hidrogeoquímica de las Aguas Subterráneas del acuífero Mesa-Las Piedras", Congreso latinoamericano de Hidrogeología, Venezuela.
- Bernard y Wueg Philippe, (2005), "Hydrochemical assessment of the Rochefort marsh: Role of surface and groundwater in the hydrological functioning of the wetland", Journal of Hydrology 314. pp. [22-42]
- Vargas, W. (2001), "Evaluación de la calidad de aguas residuales de la planta de tratamiento de alba rancho (semapa) con fines de riego", pp. [11]
- Mifflin, M. D., 1998. Region 5, Great Basin, in Back, W. Rosenshein, J. S. and Seaber, P. R. (Eds), Hydrogeology, Geological Society of America, pp. [69-78]

GENERACIÓN DE NUEVOS MATERIALES EN BASE A BIOPOLÍMEROS

Isela Almaraz Peralta¹ y Ana Laura Martínez Hernández²

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue investigar el efecto de la concentración y viscosidad de quitosano en la solución ácido acético 90% y su efectividad para la producción de las fibras electrospun usando diferentes variables para su adaptabilidad, obteniendo fibras en mayor producción cuando el contenido de quitosano fue 1.5 g usando una carga de 17 Kv posiblemente a que hubo una mayor evaporación por parte del solvente. En el caso de las soluciones concentradas a 3 y 4g de quitosano, descartadas por causa de la agitación por ser un fluido muy viscoso provocaron burbujas que no era posible eliminar una vez estando en la jeringa para su tratamiento.

En general, los resultados demuestran que es posible la fabricación de fibras bajo el proceso electrospinning a concentraciones bajas y distancias mayores.

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the effect of the concentration and viscosity of chitosan in acetic acid 90 % solution and their effectiveness for the production of fibers electrospun using different variables to their adaptability, obtaining fibers in increased production when the content of chitosan was 1.5 g using a charge of 17 Kv posiblemente that was greater evaporation of the solvent. In the case of concentrated solutions to 3 and 4g chitosan, discarded because of the agitation for being a very viscous fluid caused bubbles that could not be removed once being in the syringe for treatment.

Overall, the results show that it is possible to make fibers under the electrospinning process at low concentrations and greater distances.

Palabras Clave: Concentración, Electrospinning, Solución.

INTRODUCCIÓN

Los intentos de crear nuevos materiales poliméricos se basan cada vez más en fuentes renovables, con el objetivo de disminuir el uso de materias primas sintéticas a base de petróleo. Los polímeros naturales tienen diversas ventajas; que son el medio ambiente, no tóxico, biodegradable y algunos incluso exhiben actividad antibacteriana. A pesar de estas características, pobres propiedades mecánicas y térmicas de los biopolímeros limitan sus aplicaciones. Una forma de superar las desventajas es a través de la combinación de polímeros sintéticos y naturales de este modo se adquieren biofuncionalidades de biopolímeros, junto con una fácil modificación y capacidad de procesamiento de polímeros.

El electrospinning es considerado como una técnica bien conocida y versátil para la fabricación de micro y nanofibras con alta relación de la porosidad y área de superficie a volumen [1], y lo más importante la similitud morfológica a la matriz extracelular natural. Los elementos para la implementación del método se comienza inicialmente con la solución de polímero se lleva a cabo por su tensión superficial en la forma de una gota en el extremo del tubo capilar. A medida que aumenta la tensión, se induce carga en la superficie del fluido, y la gota se distorsiona. Por encima de una tensión crítica, un único chorro se expulsa desde el vértice de un menisco cónico, comúnmente conocida como el cono de Taylor [2]

¹Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Ciencia Y Tecnología de alimentos; Calzada Antonio Narro, Buenavista, C.P: 25315, Saltillo, Coah, ise_2926@outlook.com

²Institución Tecnológica Nacional de México, Instituto Tecnológico de Querétaro, Departamento de posgrado de la maestría en ingeniería; Avenida Tecnológico S/N col. centro, C.P: 76000, Querétaro, Qro. almh@gmail.com

Los parámetros importantes en el electrospinning no son sólo las propiedades del polímero y de la solución tales como el peso molecular, la viscosidad, la conductividad y la tensión superficial, sino también condiciones tales como el voltaje eléctrico aplicado, distancia, velocidad de alimentación de punta a colector, etc. [4], [4] y [5]. Las nanofibras tienen características sorprendentes, como antes ya mencionado muy grande proporción de área superficial a volumen y alta porosidad con un tamaño muy pequeño de los poros. Por lo tanto, las nanofibras pueden ser materiales prometedores para muchas aplicaciones biomédicas tales como plantillas de tejidos, prótesis médicas, órgano artificial, apósitos para heridas, la administración de fármacos, la composición farmacéutica. Sin embargo, las condiciones del electrospinning son relativamente limitadas en términos de concentración, peso molecular y grado de desacetilación. Algunos emplean disolventes tales como ácido trifluoroacético, diclorometano o ácido acrílico en el proceso, solventes tóxicos residuales en productos electrospun limitando las aplicaciones en el campo biomédico.

El quitosano es un producto N-desacetilado de la quitina, el segundo polisacárido natural más abundante junto a la celulosa, que está incrustado en una matriz de proteína de una concha de crustáceo o una pluma de calamar [18]. El quitosano tiene muchas propiedades útiles, tales como biocompatibilidad, biodegradabilidad, actividad antimicrobiana, efecto antitumoral, etc.

El objetivo principal de este estudio es el electrospinning de nanofibras de quitosano a diferentes concentraciones a una solución al 90% de ácido acético. En particular, hemos de optimizar las variables de tiempo de alimentación, distancia y velocidad de alimentación de punta a colector, voltaje eléctrico aplicado, viscosidad y concentración de quitosano investigando el efecto en la formación de nanofibras de quitosano con aplicación futura.

MARCO TEORICO

El proceso de *electrospinning* involucra la generación de fibras poliméricas a través de un campo eléctrico proporcionado a una gota de una solución de polímero que pasa a través de la punta de un orificio fino [6]. En la Figura 1, se observan los elementos de un equipo utilizado para llevar a cabo este proceso, en éste, un campo electrostático es aplicado entre dos polos opuestos conformados por una aguja o sistema de inyección que contiene la solución polimérica y una placa metálica o colector donde se depositan las fibras, dichas partes van conectadas a un electrodo positivo y negativo que proporcionan el voltaje que se obtiene a partir de una fuente de poder [7]. El voltaje aplicado, usualmente de 5-30 kV, sobrepasa la tensión superficial del polímero disuelto por lo que este se proyecta en forma de capilar desde el vértice de un menisco electrificado adopta la forma de un cono estacionario, llamado cono de Taylor, del cual emerge un minichorro formando fibras que se separan y alargan sufriendo divisiones y rompimientos conforme recorren cierta distancia, trayectoria en la cual se evapora el solvente, hasta que son depositadas en una placa metálica donde forman una red interconectada [7].

Una característica importante de esta técnica es que produce fibras con diámetros que varían de nanómetros a unos cuantos micrómetros y cuyas dimensiones no son fáciles de obtener por otros métodos [8]. La morfología de las fibras dependerá de la fuerza del campo eléctrico, la distancia de la punta al colector, la velocidad de flujo de la solución, el diámetro de la aguja de inyección, la velocidad del colector (en caso de ser móvil), la humedad relativa, el tipo de polímero usado, la concentración de la solución y propiedades dieléctricas de la solución [9].

El voltaje aplicado puede ser usado para controlar la cantidad de polímero que alcanza el colector. A bajo voltaje se producen fibras con morfología cilíndrica y unos cuantos defectos en forma de gotas. Cuando el voltaje se incrementa, permanece la morfología cilíndrica pero con más defectos de gota [10].

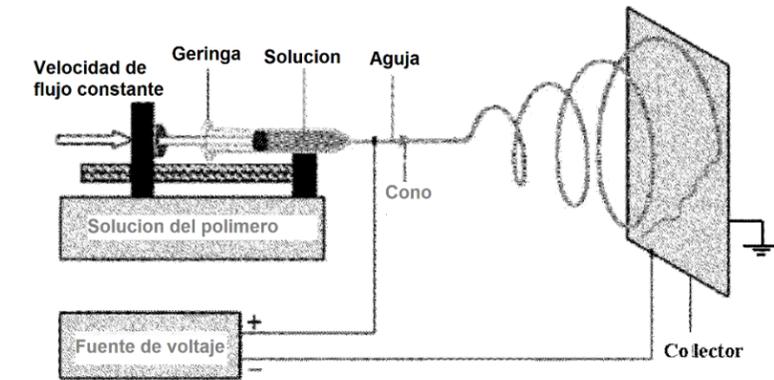


Figura 1. Configuración del equipo Electrospinning horizontal.

Los polímeros colectados a mayores distancias tienen la posibilidad de formación de estructuras más uniformes debido a la completa evaporación del solvente. Las fibras colectadas a menor distancia tendrán estructura parecida a la de una membrana debido a la incompleta evaporación del solvente [10].

MÉTODOS Y MATERIALES

Las soluciones de Quitosano con las que se trabajó fueron preparadas bajo los términos 1.5g, 2g, 3g y 4g de quitosano añadiendo solución 1:9 de ácido acético acuoso concentrado y H₂O desionizada agitado con ayuda un agitador magnético a temperatura ambiente durante 30min (sol. 1, 3, 5 y 7) y 24h (sol. 2, 4, 6 y 8). Continuamente suministrado en una jeringa con calibre (0'8 mm). Capacidad 5 ml de las soluciones respectivas con 6 variables respecto a tiempo de suministro, velocidad, distancia y kv esto para determinar y optimizar la formación de microfibras. Se usó un generador de corriente continua de alto voltaje para generar tensión de 12Kv hasta 17 Kv. El ánodo de la fuente de tensión de alimentación se conectó con la punta de la jeringa y el cátodo unido a la placa cubierta con papel de aluminio sobre la que se depositan las fibras electrohiladas. Las muestras electrohiladas se secaron a temperatura ambiente durante la noche para eliminar el ácido acético y agua posiblemente queda después de la electrospinning.

RESULTADOS

SOLUCIONES	VARIABLES					
	Tiempo de agitación de la solución	Tiempo de alimentación	Velocidad de alimentación	Distancia	KVolts aplicados	Concentración
Solución 1	30 min	30 min	3 ml/ h	10 cm	12	2 g
			3 ml/ h	14.5 cm	12	
Solución 2	24 h		3 ml/ h	10 cm	17	
			2.5 ml/ h	15.5 cm	17	
Solución 3 y 4	-	-	-	-	-	3 g
Solución 5 y 6	-	-	-	-	-	4 g
Solución 7	30 min	30 min	.6 ml/ h	12.5 cm	12	1.5 g
			.6 ml/ h	14 cm	17	
Solución 8	24 h		.6 ml/ h	15 cm	17	
			.8 ml/ h		12	

La selección de la solución adecuada de Quitosano es difícil de encontrar por la concentración y viscosidad que se obtiene durante el agitado también se debe tener en cuenta el disolvente en este caso ácido acético un buen disolvente para trabajar con solución de quitosano.

El cuanto a cada una de las variables aplicadas por 30 min en equipo se comenzó cambiando la velocidad de alimentación para tener una idea de cuál era la más conveniente para la búsqueda de la distancia adecuada, usando dos voltajes únicamente 12 y 17 Kv en cada una de las soluciones mezcladas por 30 y 24 h obteniendo resultados interesantes como en las soluciones poco viscosas (sol. 2, 8) las distancias convenientes son mayores y para las poco viscosas las distancias cortas. También se pudo observar un mayor rendimiento en producción de fibras soluciones (7 y 8) con base de 1.5 g para la preparación se apreció en el papel aluminio una película completamente blanca cubriendo en mayor perímetro cuando se trabajó con una fuente de 17 Kv. Los resultados no fueron muy favorables al utilizar soluciones con base concentrada como 3 y 4 g ya que el proceso de agitación se complicó.

CONCLUSIONES

La generación de nuevos materiales en base a polímeros como es el quitosano y con el que se trabajo dan una área muy interesante de investigación ya que los resultados obtenidos indican que es un polímero muy dócil para su manipulación buscando la formación de un material y optimizando sus variables se determina que en soluciones no tan concentradas como lo es la de 1.5g con agitación de 30 min usando una fuente de 17 kv por 30 minutos se logra la formación de una capa de nanofibras como indicador de que es posible la formación de nuevos materiales.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Wang, J., & Zhang, D. (2013). One-Dimensional Nanostructured Polyaniline: Syntheses, Morphology Controlling, Formation Mechanisms, New Features, and Applications. *Advances in Polymer Technology*, 32(S1), E323-E368.
- [2] Taylor, G. (1964, July). Disintegration of water drops in an electric field. In *Proceedings of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* (Vol. 280, No. 1382, pp. 383-397). The Royal Society.
- [3] Fong, H., & Reneker, D. H. (2001). *Electrospinning and the formation of nanofibers* (Vol. 6). chapter.
- [4] Huang, Z. M., Zhang, Y. Z., Kotaki, M., & Ramakrishna, S. (2003). A review on polymer nanofibers by electrospinning and their applications in nanocomposites. *Composites science and technology*, 63(15), 2223-2253.
- [5] Gibson, P., Schreuder-Gibson, H., & Rivin, D. (2001). Transport properties of porous membranes based on electrospun nanofibers. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 187, 469-481.
- [6] Kent, J. A. (Ed.). (2013). *Handbook of industrial chemistry and biotechnology*. Springer Science & Business Media.
- [7] Bazbouz, M. B. (2009). *An investigation of yarn spinning from electrospun nanofibres* (Doctoral dissertation, Heriot-Watt University).
- [8] ZHENG, Y. Y., & GUO, Y. (2011). Effect of Carbon Nanotubes on the Crystallization Behaviors of MC Nylon 6. *Spectroscopy and Spectral Analysis*, 31(9), 2491-2494.
- [9] Jagannathan, S. (2003). *Process-Structure-Property Relationships of Electrospun Nano Fibers*.
- [10] Guerrini, L. M., Branciforti, M. C., Canova, T., & Bretas, R. E. S. (2009). Electrospinning and characterization of polyamide 66 nanofibers with different molecular weights. *Materials Research*, 12(2), 181-190.

DISEÑO, FABRICACIÓN Y APLICACIÓN DE CÁMARA PARA EL DIAGNÓSTICO MÉDICO POR MEDIO DE TERMOGRAFÍA ESTÁTICA Y TERMOGRAFÍA DINÁMICA ACTIVA

Alejandra Almendarez Gomez¹ y Eleazar Samuel Kolosovas Machuca²

RESUMEN

En el presente documento se explican los procedimientos y técnicas utilizadas en la esquematización de un cuarto con temperatura controlada, para la detección del cáncer de mama en una etapa temprana, por métodos no invasivos. Estos métodos refieren, principalmente, a la termografía infrarroja tanto dinámica como estática, donde la primera estudia una secuencia en lo termogramas utilizando estímulos térmicos sobre el paciente y los cambios de temperatura con el paso del tiempo; y la segunda se enfoca a la situación basal. Estos métodos se realizarán con ayuda de una cámara térmica y el cuarto de temperatura controlada nos ayudará a identificar los cambios de temperatura en tiempo real y así minimizar las fuentes de radiación externa.

ABSTRACT

This paper presents the methods and techniques to take advantage for the general outline of a room that have temperature controlled to detection earlier the breast cancer with recent apparition with no invasive methods. Those methods refer, to the dynamic and static infrared termography. The first one studies the sequence of the thermo grams used thermal encouragements on the patient and the temperature changes with the pass of the time; and the second one can get focus on the basal situation. The methods do possible with thermo graphic camera help and the room of temperature controlled to identify the temperature changes on real time and minimize the external radiation.

Palabras Clave: Termografía dinámica, cámara térmica, cuarto de temperatura controlada, cáncer de mama.

INTRODUCCIÓN

La medicina ha utilizado la termografía para conocer lo cambio físicos del cuerpo humano. Nuestro cuerpo utiliza el intercambio de temperatura a través de la epidermis con el exterior para que la homeostasis se realice correctamente en cada órgano. El fundamento de esto se refleja en que el cuerpo presenta cambios de temperatura, los cuales pueden ser detectados con esta técnica, al presentar diferentes patologías. Actualmente la termografía es utilizada en los campos de neurología, cardiología, reumatología, dermatología, oncología, neonatos, oftalmología y cirugía. (Milán Gómez, y otros, 2015)

La técnica de la termografía infrarroja estática ha sido usada en el diagnóstico médico, en la elaboración de patrones de distribución de temperatura en niños sanos⁶, como un procedimiento no invasivo para evaluar heridas de quemaduras⁷, en pacientes con psoriasis⁸, en el monitoreo de niños en terapia intensiva⁹, y en el seguimiento de adultos con diabetes¹⁰. La termografía mide la temperatura sin necesidad de tocar el objeto que se está estudiando, con la finalidad de generar una imagen, donde se pueden notar cambios mínimos de temperatura en la superficie del objeto. Para la generación de la

¹Universidad del Centro de México, Ingeniería Industrial Administrativa; Capitán Caldera No. 75, Col. Tequisquiapan, C.P: 78250, San Luis Potosí, San Luis Potosí, alerines@gmail.com

²Coordinación para la Innovación y la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Centro de Aplicación de la Radiación infrarroja, Energías Alternativas y Materiales; Sierra Leona No. 550, Col. Lomas 2da. Sección, C.P: 78210, San Luis Potosí, San Luis Potosí, samuel.kolosovas@uaslp.mx

imagen, la cámara recibe una señal infrarroja y con esto se proyecta una imagen de colores, donde cada color representa un rango de temperatura diferente. (Milán Gómez, y otros, 2015)

El cáncer es una enfermedad en la que alguna o algunas células se alteran de tal manera que su reproducción es muy elevada, sin embargo, estas reproducciones de las células alteradas pueden ser tumorales, benignas o malignas. El tumor del cáncer de mama maligno es el más frecuente y la que más muertes genera en los países industrializados. Dicha enfermedad del sistema mamario se desarrolla en el tejido epitelial del seno y este se expande de forma local inflamándose a través de los sitios de menor resistencia. (Lostao, 2001)

Existen diferentes estudios donde podemos observar que la termografía ha ayudado a la detección del cáncer de mama ya que la presencia de células cancerígenas presenta cambios de temperatura en la zona analizada, los cuales podemos captar por la cámara térmica y se representan por la elevación de la temperatura local debido al aumento en el metabolismo celular propio del cáncer. (Martín del Campo Mena, 2010)

Al diseñar un cuarto de temperatura controlada se pretende reducir el ruido ocasionado por fuentes de radiación externa y optimizar los parámetros de medición para, de esta manera, obtener una medición más confiable. El comportamiento térmico de las células cancerígenas puede presentar un patrón estable a la hora de disminuir la temperatura de forma brusca en el área que se analiza, en este caso, en el seno, por lo tanto, el tiempo de recuperación térmica en las células cancerígenas será menor por el aumento del metabolismo de calor y la generación de energía que este representa.

Sin embargo, para poder obtener un punto de comparación entre los patrones, es necesario saber el tiempo de recuperación térmica a la hora de disminuir la temperatura en la zona, y así poder comparar entre una zona con menor y mayor irrigación sanguínea, siendo estas, en un principio, tomas en partes cales quiera y de aquí sacar resultados preliminares para después poder aplicarlo en la detección del cáncer de mama.

MÉTODOLOGIA

Para la realización del proyecto se usó una cámara FlexCam-S de Infrared Solutions Inc., la cual detecta cambios desde los -10 hasta los 50°C, tiene 5" de alta resolución LCD de 320 x 240 a color, (Infrared, 2006). Esta cuenta con un lente articulado, el cual puede girar hasta 180° y gracias a todas estas características se pueden obtener mediciones deseables para los fines propuestos. (WORLD, 2016)



Figura 1. Cámara termográfica utilizada

Se procedió con la realización del prototipo del cuarto de temperatura controlada, el cual, con la ayuda de el programa Inventor View, se pudo diseñar una propuesta en tercera dimensión donde se pueden ubicar, de una forma más realista y en tercera dimensión, la posición y los objetos utilizados en este prototipo (Figura 2). Mediante esta herramienta es posible obtener de una forma más real el diseño final y que tipo de materiales se utilizarán.

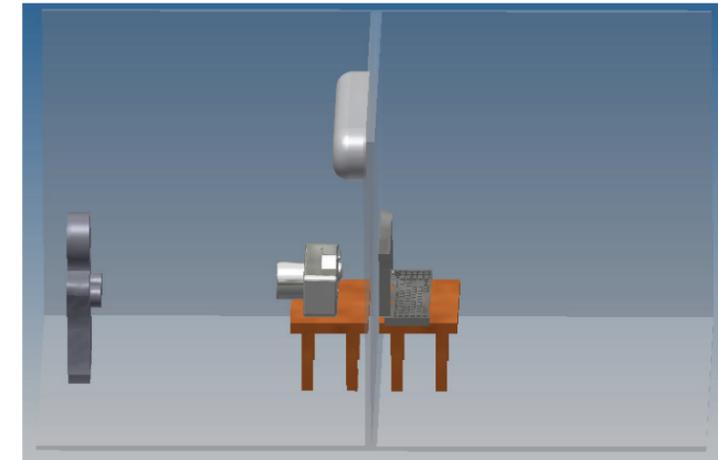


Figura 2. Prototipo de cuarto de temperatura controlada

Se plantea que el cuarto, a la hora de que el paciente ingrese a este, debe estar a una temperatura ambiente de entre los 20 y los 22°C, no solo para que la paciente pueda estar cómoda, sino también para que la cámara pueda calibrarse y que pueda detectar de mejor manera los cambios de temperatura en la zona de los senos. (Kaczmarek, 2016)

Se realizó una prueba piloto con la cámara térmica a un voluntario en dos regiones diferentes, las cuales fueron en la muñeca izquierda, por la parte paralela a la palma de la mano (Z1) y en el antebrazo derecho, proximal al codo por la parte del radio (Z2). Para la obtención de dichos datos se procedió a colocar al voluntario en una posición cómoda, donde, estando sentado, pudiera recargar sus brazos y estar relajado, a continuación colocamos la cámara termográfica a una distancia aproximada de un metro desde el punto analizado hasta el lente de la cámara y procedimos a obtener la temperatura normal en la que se encuentra la zona, para después aplicar una compresa fría (compresa de gel congelado) por aproximadamente 5 segundos y así tomar un video, de donde se pudo obtener el tiempo que tardo la zona en la recuperación de temperatura.

Se realizaron tres pruebas iguales en cada zona y en cada video tomado se registró la medición de la temperatura cada 10 segundos de video transcurrido.

Con las mediciones obtenidas procedimos a obtener el promedio de estas, así como su desviación estándar (Figura 3), y con estos datos se puede hacer una comparación entre las dos zonas para su posterior análisis.

RESULTADOS

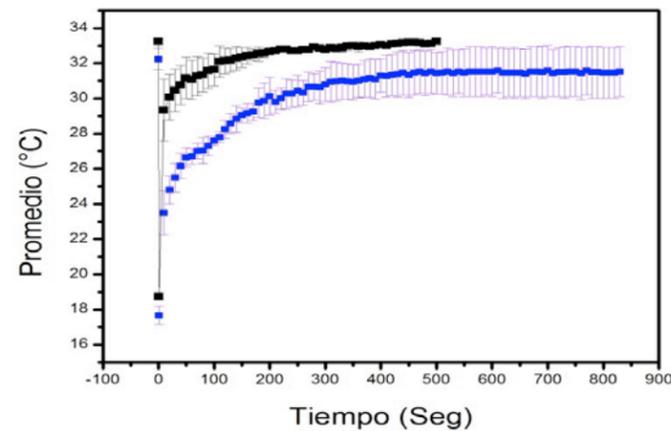


Figura 3. Gráfica de comparación entre la Zona 1 (negro) y Zona 2 (azul)

Los tumores en general, presentan una mayor irrigación sanguínea, la cámara térmica puede detectar una ligera variación en la temperatura de la parte donde se encuentra ubicado dicho tumor, (Martín del Campo Mena, 2010) podemos sospechar que si hacemos una comparación a la hora de hacer mediciones entre el tiempo de recuperación de temperatura en una zona con poca irrigación sanguínea y en una con mucha irrigación, el comportamiento del tiempo que tarda la recuperación de temperatura a la hora de experimentar un cambio brusco de temperatura a la baja, será aproximado al tomado en una zona con mayor irrigación sanguínea.

Gracias a la gráfica se observa que, al comparar una zona con mayor irrigación sanguínea, el tiempo que tarda en recuperar la temperatura después de aplicar la compresa fría, es mucho menor a la de la zona con menor irrigación sanguínea.

Las mediciones tomadas en una zona con poca irrigación sanguínea tienen un tiempo de recuperación mayor, aproximadamente 850 segundos, a la hora de aplicar la compresa fría y este resultado podrá ser proyectado en pacientes que no presentan tumores en la aérea de la mama. Las mediciones tomadas en una zona con mucha irrigación sanguínea se encuentran un tiempo de recuperación menor, aproximadamente 550 segundos, y dado el comportamiento de los tumores, este resultado implicaría la existencia de uno de ellos en la mama.

CONCLUSIONES

Gracias a lo investigado podemos decir que el cuarto medirá 3x3x3 metros y la cámara tendrá una base la cual se podrá ajustar de acuerdo a la altura de la paciente.

Con los tiempos obtenidos podemos para la realización de la prueba, podemos obtener que, la paciente desde que entra al cuarto hasta que sale y termina el estudio, se tardaría aproximadamente 20 minutos como máximo.

BIBLIOGRAFIA

Libros

Milán Gómez, E., Salazar, E., Dominguez, E., Iborra, O., de la Fuente, J., & de Córdoba, M. J. (2015). *Neurotermografía y termografía psicósomática*. Granada: CIMCYC.

Lostao, L. (2001). *Detección precoz del cáncer de mama: factores asociados a la participación en un programa de screening*. Madrid: Díaz de Santos, S.A.

Artículos de revista

Martín del Campo Mena, E. (2010). Biopsia de mama asistida por termografía digital infrarroja (BMAT). *Revista médica de la Universidad Veracruzana*, Enero-Junio 2010.

Artículos en línea

Kaczmarek, M. (Marzo de 2016). *Active IR-Thermal Imaging in Medicine*. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/292347736>

FLOTACION DE MINERAL DE PLOMO CON XANTATO ISOPROPILICO DE SODIO

Mario Alberto Alonso Rodriguez¹ y Claudia Verónica Reyes Guzmán²

RESUMEN

En la presente investigación se definieron los principales conceptos que constituyen la base para la comprensión de los principios de la Flotación por espumas de minerales, se comprendió y manejo el mecanismo y variables de la flotación de sulfuros, así la indentificación del proceso en el cual hubo mayor absorción de xantato en el experimento.

Este proceso se hizo repetitivamente variando diferentes cantidades de Promotor y espumante así como el xantato que absorberíamos, sin embargo fue la misma cantidad de mineral como la misma cantidad de agua, los procesos se hicieron en un rango de 10 a 15 minutos tomando en cuenta la recolección de la espuma que transporta al mineral.

INTRODUCCIÓN.

La flotación surgió a partir del proceso de separación en medios densos, ya que la dificultad para la obtención de fluido con algunas densidades particulares obligó a la utilización de modificadores de superficie, con el fin de mejorar la selectividad del proceso. Este dicho proceso es una "operación física unitaria", es un método de tratamiento en el que predominan los fenómenos físicos, que se emplea para la separación de partículas de una fase líquida. La flotación puede ser definida como un proceso de separación de agregados o gotas vía adhesión a burbujas de aire. Las unidades burbujas - partículas (gotas) presentan una densidad aparente menor al del medio acuoso y "levitan" o "flotan" hasta la superficie de una celda de flotación o interfase líquido/aire, de donde son removidos.

Una molécula hidrofílica es aquella que puede enlazarse temporalmente con el agua a través de un enlace hidrógeno. Esto es favorable termodinámicamente, y hace solubles a las moléculas no sólo en agua sino también en otros disolventes polares. Debido a esto también se las conoce como moléculas polares. Algunas sustancias hidrofílicas no se disuelven, y este tipo de mezcla se denomina entonces coloide.

Las moléculas hidrofóbicas son moléculas sin grupos cargados y sin átomos capaces de formar puentes de hidrógeno.

- Se trata principalmente de moléculas con cadenas hidrocarbonadas (C, H) alifáticas o aromáticas.
- Las moléculas hidrofóbicas fuerzan a las moléculas de agua a formar una estructura en forma de jaula alrededor de la molécula.

En este procedimiento utilizamos Pirita de diferentes mallas (#100, #140 y #230), agua tridestilada, el Xantato que es el reactivo al cual hay que absorber, un promotor (AERO 3477 AQ30731GG) y un espumante (aceite de pino), todo será depositado en una celda de flotación.

La Pirita además de ser apetecida en la joyería, bisutería y coleccionismo; es frecuente su uso en el sector químico industrial en la obtención de ácido sulfúrico, polvo de pulir, colores rojos y marrones y como mena de hierro, dado el alto contenido de sulfuro de este mineral.

¹ Facultad de Metalurgia, Carretera 57 Km 5, Los Bosques, C.P. 25710 Monclova, Coah.

² Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Carretera 57 Km 5, Los Bosques, C.P. 25710 Monclova, Coah. claverreyes@gmail.com

El Agua tridestilada es el agua con mayor grado de pureza y se le considera de grado fino por el proceso que lleva. Algunos usos: análisis clínicos; equipos de precisión en laboratorios químicos, clínicos y biológicos; limpieza de materiales quirúrgicos; industria de la electrónica; elaboración de esencias y perfumes; química fina en general.

Los Xantatos son Productos sólidos usados en la flotación de minerales sulfurados y metálicos. Los componentes básicos son: El Bisulfuro de Carbono, la Soda o Potasa Cáustica y un determinado Alcohol; el cual, le otorga las propiedades colectoras en el circuito de Flotación para los minerales metálicos y poli metálicos.

Promotor o colector es el reactivo fundamental del proceso de flotación puesto que produce la película hidrofóbica sobre la partícula del mineral.

Los espumantes permiten la formación de una espuma estable, de tamaño de burbujas apropiado para llevar los minerales al concentrado.

Y al final tenemos una celda de flotación que es el equipo en donde se efectúa el proceso de flotación de minerales y que consta de un tanque y un agitador especial. El agitador está montado en un eje hueco para permitir el ingreso del aire.

PARTE EXPERIMENTAL.

Material

1. Mineral de plomo .
2. Agua tridestilada (1 Lt).
3. Xantato 1 briqueta.
4. Promotor (AERO Flat 3477).
5. Espumante.
6. Contenedor de plástico.
7. Papel Filtro.

Equipos y Instrumentación

1. Molino de bolas.
2. Bolas Grandes y Bolas chicas.
3. Trituradora.
4. Tamizadora.
5. Tamices malla #100, #140, #230
6. Basculas.
7. Espátulas.
8. Mortero.
9. Celda de Flotación.
10. Propela.
11. Goteros
12. Embudos.
13. Matraz de aforación.
14. Depósito de desechos.

PROCEDIMIENTO

Se nos proporciona una muestra del material ya mencionado, el cual si no está en la malla querida pasamos a la trituradora para ahí ir bajando el volumen de este ya que salga de la trituradora pasamos al tamizador para saber si son las mallas requeridas que utilizaremos en el proceso de flotación, si al momento de triturar no nos da esas mallas (#100, #140, #230) tenemos que utilizar el molino de bolas (nota: podemos saltar el proceso de trituración e ir

directo al molino). Previamente se debe lavar el molino, para que las partículas que se quedaron en el interior sean eliminadas y no interfieran en el proceso del nuevo mineral. Dependiendo de cuanta cantidad pueda moler el molino se hace un cálculo tomando en cuenta las bolas grandes y las bolas chicas que serán introducidas para que muelan el mineral, hay que introducir un mayor peso de bolas que de mineral para que este sea molido más rápidamente y se traslada al tamiz (20 min) en busca de las mallas necesarias.

En la celda de flotación se instala la propela la cual es quien gira y mezcla los reactivos y el material, después de eso se le agrega un litro de agua tridestilada, posteriormente al ya tener las mallas requeridas para el proceso de flotación, en la báscula se pesan 100 gr de este material de una sola malla la cual se deposita en la celda de flotación hay que esperar un tiempo como de dos minutos para que este homogenice y después de eso se le deposita el xantato previamente molido y pesado en un mortero (empezamos con una briqueta). Ya que pasó dos minutos de que agregamos el xantato, con un gotero se le deposita dos gotas del promotor, hay que esperar dos minutos más y después se le deposita 3 gotas de espumante y se le inyecta aire con un compresor para que empiece a hacer espuma y así recolectarla en un contenedor de plástico con una espátula, cuando la espuma empieza a descolorarse o tomar un color más claro hasta llegar al blanco es momento de quitar el aire y apagar la celda ya que el concentrado del mineral fue el que recolectamos en la espuma y lo que queda es simplemente la cola.

A los matraces se le colocan los embudos ya con papel filtro para ahí vaciar el concentrado y quitar el exceso de líquido que no nos importa, hay que dejarlo secar (este paso se hace con la cola del material también). El líquido se deposita en el lugar de los desechos.

Este proceso se debe realizar en un lapso de 15 minutos ya que es simple.

El proceso es el mismo lo único que varía sería la cantidad de xantato, promotor y espumante el cual cambia según las indicaciones.

Proceso	# de malla (200 g)	Agua (Lt)	Xantato (gr)	Promotor (gotas)	Espumante (gotas)	Conc. (gr)	Cola (gr)
1	140	1	0.9768	2	3	105	70
2	140	1	2.0688	3	4	60	40
3	100	1	2.5864	4	5	85	85
4	100	1	2.7096	5	5	95	85
5	140	1	5.4	10	10	120	70
6	100	1	9 briquetas	15	15	105	85
7	230	1	9.1671	20	20	165	30
8	230	1	7.8475	25	25	155	40
9	230	1	6.5077	30	30	160	30
10	230	1	8.32	35	35	170	20
11	100	1	9.31	40	40	100	90
12	140	1	14.8912	45	45	135	55
13	230	1	15.1821	50	50	165	30
14	230	1	15.3502	55	55	165	30
15	230	1	16.51	60	60	170	25
16	230	1	18.9800	65	65	175	20
17	230	1	19.47	70	70	175	20
18	140	1	20.25	75	75	115	75

RESULTADOS Y DISCUSION

Con relacion al espectro raman que se realizo en la muestra de mineral, se puede observar los distintos picos en los que se presenta el xantato isopropilico de sodio el cual c muestra en los picos caracteristicos son 650, 1020, 1450, 1500 cm-1

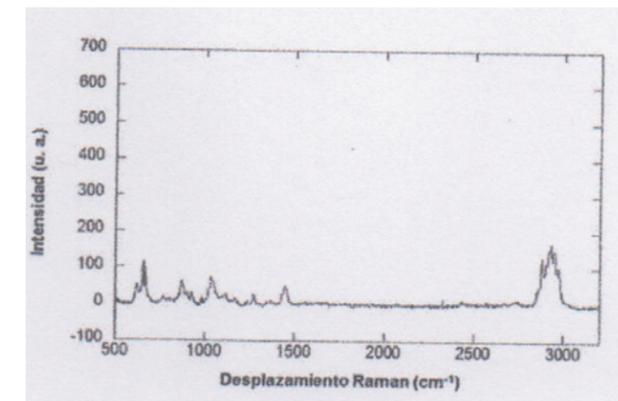


Figura 1. Espectro Raman del mineral de plomo

En base a estudios de xantato isopropilico de sodio que se han publicado anteriormente, según (K.C. Pillai, 1983) podemos comparar que, los resultados de los espectros del mineral de plomo, mismos a los que no se realizo deconvoluciones ya que se comparo con la literatura, muestras los picos caracteristicos de la presencia de xantato en su superficie los cuales producen corrimientos de los picos de plomo.

La figura 2 se muestra el espectro del carbono del nivel 1s en el cual se pueden observar 3 diferentes picos correspondientes a distintos compuestos enlazados de carbono. Para esto espectro se define que existen 3 atomos de carbono quimicamente no equivalentes localizados a 284.9, 286.3, 288.1 eV por este motivo podemos definir que existe un enlace correspondiente entre xantato-plomo lo que facilita mas su afino.

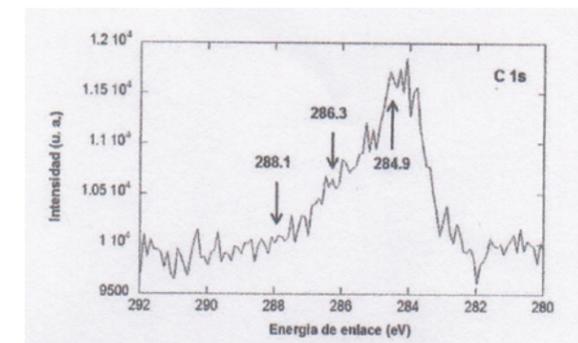


Figura 2. Espectro de plomo

CONCLUSIONES

El xantato residual presente en los procesos de flotación pueden ser removidos utilizando plomo como adsorbente del mismo esta técnica desplaza otro tipo de técnicas las cuales descomponen el xantato ya que para aplicar tecnologías encargadas de la descomposición química, se requiere gran consumo de energía reflejado en elevados costos de operación.

BIBLIOGRAFIA

- Rao S.R finch J.A a review of water reuse in flotation. Minerals engineering. 1989
 Os Zing D.M.H phys chem 1992
 k.c. Pillai XPS studies of xantate adsorption on galena surfaces 1983

SISTEMA PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS DE PRESIÓN, FLUJO Y NIVEL DE AGUA MEDIANTE GALILEO

Juan Antonio Alvarado Elías¹ y Roberto Solís Robles²

RESUMEN

En el presente documento se describe el trabajo de investigación realizado para el 18° Verano de la Ciencia de la Región Centro, el cual contiene los elementos de investigación realizados y los resultados obtenidos. Debido a la falta de atención en los servicios de control en una red de distribución de agua potable, se nos solicita en la Universidad Autónoma de Zacatecas como un proyecto, el elaborar un sistema de obtención de datos de presión, flujo y nivel de agua que puedan ser precisos y en tiempo real. Estos trabajos como tal ya se han llevado a cabo, sin embargo, se han encontrado problemas en el momento de implementar, ya sea por tiempo de ejecución o por precisión de los datos. Por lo tanto se propone solucionar estos problemas implementando una tarjeta Intel Galileo para su aplicación.

ABSTRACT

This paper presents the work made for the 18th Central Region Summer of Science, which contains the research elements performed and describes the obtained results. Due the lack of care in the control services of the water distribution network, the Autonomous University of Zacatecas generates a project to develop a data collection system that records pressure, flow and water level in an accurate way and in real-time. Although the system was implemented before, its execution time and accuracy of data were problematic. Therefore, it was proposed to implement it in Intel Galileo cards to solve these problems.

Palabras Clave: Iot (Internet of things), Sensado, Recolección de Datos

INTRODUCCIÓN

El sistema de distribución de agua potable es deficiente en la ciudad de Zacatecas, colonias se quedan sin agua diariamente y existen fugas en diferentes espacios ya que se “[...] pierde aproximadamente el 40 por ciento del agua en fugas” (Tetreault, 2014), y tales deficiencias deberían de estar ya solucionadas. Todos estos problemas pueden solucionarse si existe una forma de medir ciertos parámetros para tomar decisiones, es decir, con cierta información, la toma de decisiones puede resultar más sencilla y rápida.

Aunque actualmente se han hecho varios trabajos con el mismo fin (Solís. 2011), no han podido ser aplicados, ya que no existe una precisión y rapidez de procesamiento considerable para utilizarlo en la red de distribución de agua potable de JIAPAZ (Junta Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado de Zacatecas). Por lo tanto las variables de presión, flujo y nivel de agua siguen sin ser tomadas correctamente y/o sin ser procesadas a la velocidad esperada. El objetivo de este proyecto es desarrollar un sistema basado en una tarjeta Intel Galileo, la cual obtendrá las mediciones deseadas y las mostrará los datos mediante un display LCD y una página web.

¹Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica., Ingeniería en Computación, Carr. Zacatecas-Guadalajara Km. 6, Ejido “La Escondida”, C.P. 98160, tonnyalvarado94@gmail.com

² Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica., Ingeniería en Computación, Carr. Zacatecas-Guadalajara Km. 6, Ejido “La Escondida”, C.P. 98160, rsolis@uaz.edu.mx

MÉTODOS Y MATERIALES

Para realizar este proyecto se utilizaron los siguientes materiales: Computadora o laptop, micro controlador Intel Galileo (Fig.1), Grove starter kit (Fig.2), memoria micro SD (Fig.3), cable OTG (Fig.4), tarjeta inalámbrica WIFI USB (Fig.5) y fuente de poder (Fig.6). Para el proyecto se consideran los sensores Dwyer 628(presión), Signet 2551(flujo) y ToughSonic(nivel). La razón principal de tomar estos sensores es porque los resultados se miden en una misma escala para los tres, que es una escala de 4mA a 20mA, sin embargo, el micro controlador Galileo solamente procesa voltaje de 0 a 5 V, por lo tanto se debe incluir un circuito conversor (no realizado debido a los alcances del proyecto). Los resultados serán simulados utilizando la fuente de voltaje y regulando la salida de voltaje de 0 a 5 V para observar las mediciones de cada sensor.



Figura 1. Micro controlador Intel Galileo



Figura 2. Grove Starter kit plus

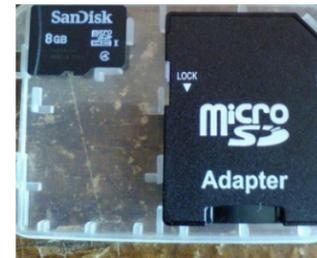


Figura 3. Memoria micro SD con adaptador



Figura 4. Cable OTG



Figura 5. Tarjeta WIFI USB



Figura 6. Fuente de voltaje

Para poder trabajar con las herramientas de IoT, se agrega en el apartado Anexos una liga con el material necesario para trabajar con la tarjeta Intel Galileo. Gracias a estas herramientas se puede trabajar con el lenguaje de programación Python. “Python está en movimiento y en pleno desarrollo, pero ya es una realidad y una interesante opción para realizar todo tipo de programas que se ejecuten en cualquier máquina” (Alvarez, 2003).

Tabla 1. Escala de sensores

	Escala de voltaje (salida del conversor)	Escala de sensor
Presión	0 – 5 V	0 – 40 bares
Flujo	0 – 5 V	0.5 – 10 m/s
Nivel	0 – 5 V	4 – 168 pulgadas

Al analizarse la Tabla 1 se observa que solamente los valores de las escalas en los sensores son las que varían y por lo tanto, se utilizará solamente la ecuación 1).

$$\left(\frac{V_e \cdot 2^X}{V_{max} \cdot 2^X} * (S_f - S_i) \right) + S_i \tag{1}$$

Donde:
 V_e: Voltaje de entrada para convertir
 S_i: Valor inferior (valor mínimo) de escala del sensor
 S_f: Valor superior (Valor máximo) de escala del sensor
 X: Número de bits de precisión.
 V_{max}: Voltaje de salida máximo.

Por lo tanto, el sistema se basa en el diagrama de la figura 6:

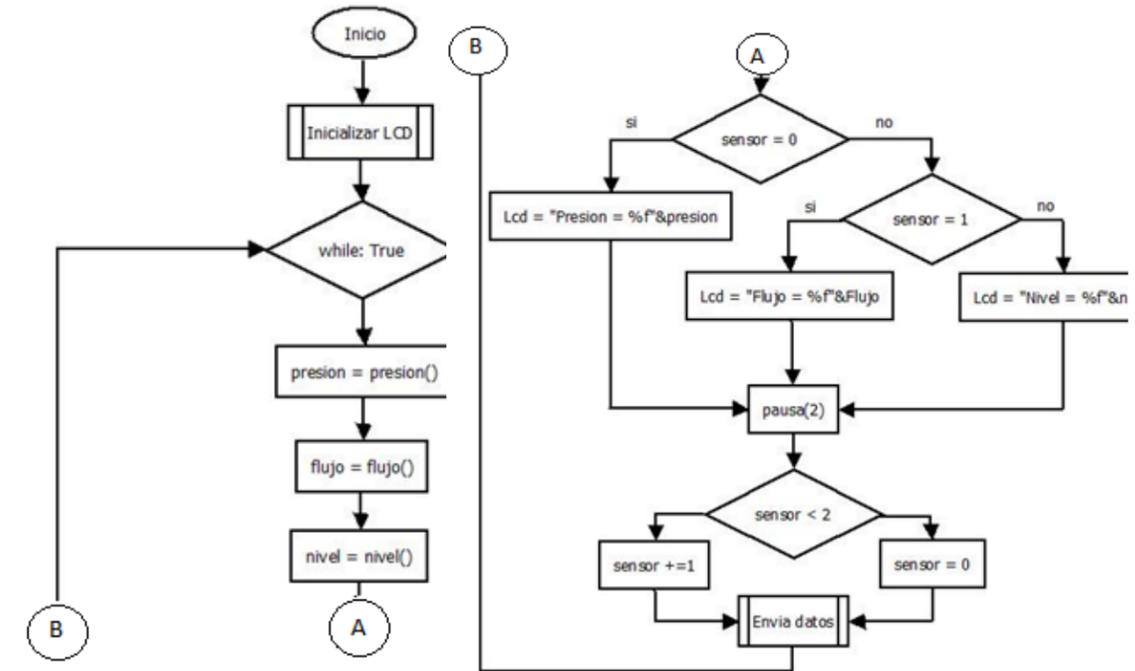


Figura 7. Diagrama de flujo del sistema

Después de programar el diagrama de flujo de la Figura 6, solamente queda visualizar los datos en la página web, para eso nos apoyaremos de una página que trabaja con datos de prueba: freeboard.io la cual tiene la “capacidad para funcionar completamente en el navegador como una aplicación web estática sin la necesidad de un servidor” (Vega, R. 2015). Para acceder a la página debemos crear una cuenta y después con herramientas intuitivas se puede visualizar los datos enviados desde el micro controlador Galileo.

RESULTADOS

Al terminar el proyecto se obtienen resultados benéficos después de varias modificaciones y ajustes. En la Tabla 2 se pueden observar algunos valores obtenidos de forma teórica.

Tabla 2. Valores en los sensores dependiendo del voltaje de entrada

	Presión(Bares)	Flujo(m/s)	Nivel(In)
0	0	0.5	4
0.5	4	1.45	20.4
1	8	2.4	36.8
1.5	12	3.35	53.2
2	16	4.3	69.6
2.5	20	5.25	86
3	24	6.2	102.4
3.5	28	7.15	118.8
4	32	8.1	135.2
4.5	36	9.05	151.6
5	40	10	168

De la Tabla 2 también se desglosan las Figuras 8 a 10, donde se observa la confiabilidad del cálculo realizado:

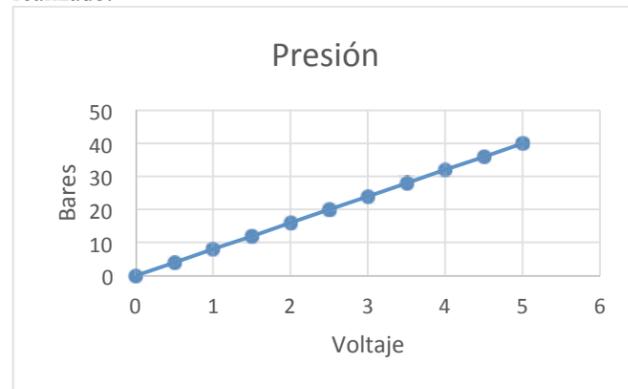


Figura 8. Gráfica del sensor de presión

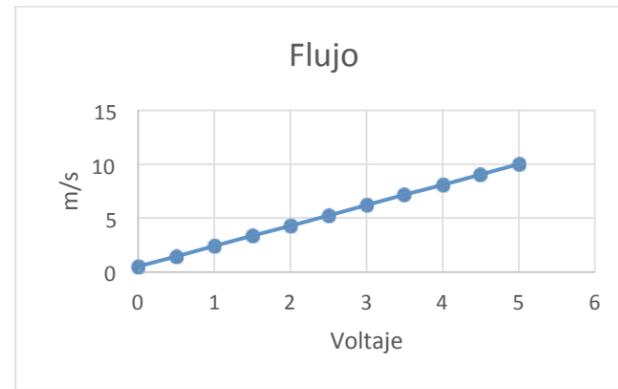


Figura 9. Gráfica del sensor de flujo

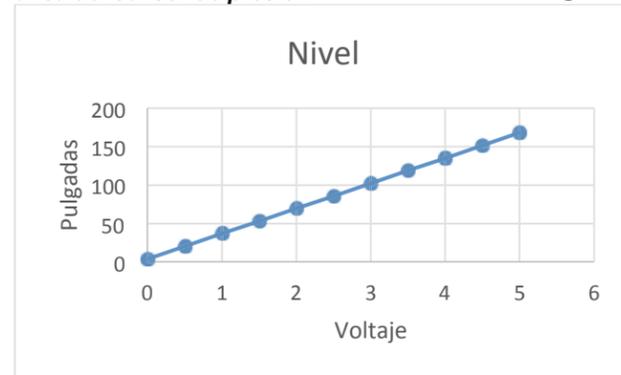


Figura 10. Gráfica del sensor de nivel

En las Figuras 11 a 13 se observan los resultados programados dentro del display LCD:



Figura 11. Valor de presión en LCD

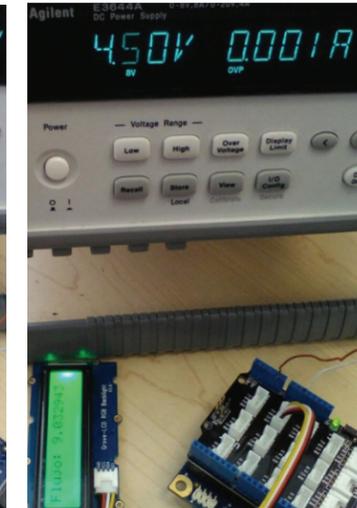


Figura 12. Valor del flujo en LCD



Figura 13. Valor de nivel en LCD

Los resultados en la práctica coinciden de manera estrecha con los cálculos obtenidos mediante la ecuación 1) de manera manual, así que el objetivo se logra cumplir al realizar el sistema y obtener datos precisos. Dentro del objetivo se encuentra el apartado que describe la ejecución en tiempo real como requisito, sin embargo, para obtener datos seguros deben realizarse pausas de aproximadamente dos segundos entre cada envío de información a la página de Freeboard, de otra manera, los datos se mantienen con un desfase en el tiempo de presentación, así que por esto, la ejecución en tiempo real se considera parcial.

En las Figuras 14 y 15 observamos los resultados de algunas mediciones para corroborar que la información efectivamente se está enviando a la página web.

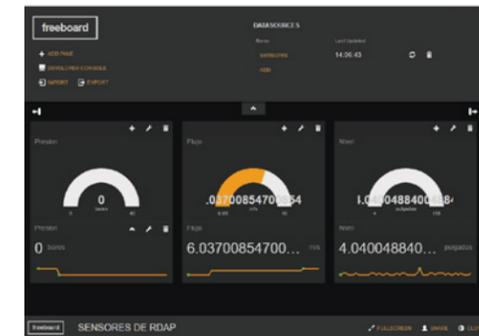


Figura 14. Capturas de Freeboard (flujo)

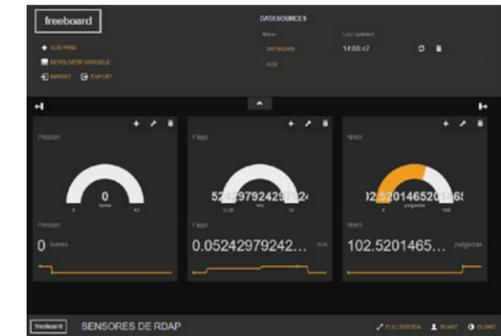


Figura 15. Capturas de Freeboard (nivel)

En la Figura 16 observamos una captura del trabajo completo para corroborar que los datos no son falsos.



Figura 16. Trabajo conectado para la medición de datos

CONCLUSIONES

El sistema trabaja de manera precisa y efectiva, presentando la información en una página web y además presentándose en la misma tarjeta Intel Galileo mediante el display LCD. Las herramientas utilizadas de IoT ofrecen una amplia variedad de formas de trabajar, por lo que es aconsejable trabajar con el ambiente que ofrece (Arce, 2016).

El trabajo se realiza enfocado a ser de código abierto con fines de mejoras, o para ser aplicado en redes de agua potable de diferentes lugares. El problema sobre el agua potable es algo que nos perjudica a todos, por eso, creamos una posible solución libre para todos.

ANEXOS

Software necesario para iniciar: <https://mega.nz/#fm/fJ4yjTjS>

Imagen Linux IoT para Galileo: <http://iotdk.intel.com/images/iot-devkit-latest-mmcbk0.direct.bz2>

Código fuente del sistema: <https://github.com/tonnyalvarado/VCRC2016.git>

BIBLIOGRAFÍA

Alvarez, M. A. (19 de 11 de 2003). desarrolloweb.com. Obtenido de *desarrolloweb.com*: <http://www.desarrolloweb.com/articulos/1325.php>

Arce, A. (2016). "Internet of things". Cursos de capacitación de LABSOL del 30 al 31 de marzo del 2016.

Solis, R. et al. (2011). "Beneficios y Desafíos en el uso de una Red Inalámbrica de Sensores para el Monitoreo de una Red de Distribución de Agua Potable", Memorias del CONCYE 2011, pp 21-23. ISBN: 978-607-7678-56-4

Vega, R. (2015). "FREEBOARD.IO: VISUALIZA EL INTERNET DE LAS COSAS" en *ricveal.com*. Consultada en <https://ricveal.com/blog/freeboard-io/> (fecha de consulta 09-08-2016).

Tetreault, V. (2014). "El abastecimiento del agua en Zacatecas y Guadalupe ¿Cuál es el problema?" en *La Jornada Zacatecas*. Consultada en <http://ljz.mx/2014/02/26/el-abastecimiento-del-agua-en-zacatecas-y-guadalupe-cual-es-el-problema/>

EFECTO DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES A BASE DE NANOCOMPOSITOS NPs-AG- QUITOSANO EN FRESAS MÍNIMAMENTE PROCESADAS

Karem Yuliana Arguijo Massú¹ y Laura Eugenia Pérez Cabrera²

RESUMEN

Se evaluó el impacto en la calidad fisicoquímica de recubrimientos comestibles que contenían nanocompositos aplicados a fresa mínimamente procesada. Para la formación de nanocompositos se utilizó quitosano obtenido de *Cheraxquadricarinatus* (QL) y quitosano comercial (Sigma-Aldrich) (QC), ambos se sintetizaron mediante reducción de AgNO₃ con NaBH₄ en un reactor microondas (CEM, 908005). Se dispersaron en medio ácido los biopolímeros de quitosano. Se seleccionaron y sanitizaron fresas y se sumergieron en las dispersiones durante 8 min y 1 h de secado a 10 °C posteriormente se envasaron a 8 °C y se monitorio los cambios en color (L*, Cab* y hab*), índice de decaimiento (escala Arbitraria), la firmeza de la piel (N) y la elasticidad (mm) (TAXT2) pérdida de peso (%).

ABSTRACT

the impact on the physical and chemical quality of edible coatings containing nanocomposites applied to strawberry minimally processed was evaluated. For the formation of nanocomposites obtained chitosan was used *Cheraxquadricarinatus* (QL) and commercial chitosan (Sigma-Aldrich) (QC), both synthesized by NaBH₄ reduction with AgNO₃ in a microwave (CEM, 908 005) reactor. biopolymers chitosan were dispersed in acid medium. were selected and sanitized strawberries and immersed in dispersions for 8 min and 1 h drying at 10 °C subsequently packaged to 8 °C and changes in color (L *, Cab *, and hab *) is payment, index decay (Arbitrary scale), the firmness (N) and elasticity (mm) (TAXT2) weight loss (%).

Palabras Clave: Quitosano, Recubrimientos comestibles, Fresas, Nanocompositos.

INTRODUCCIÓN

El quitosano es un aminopolisacárido, el cual es el principal derivado *N*-desacetilado de la quitina aislada de los desechos de crustáceos (Rhazi *et. al.* 2004). Debido a las propiedades funcionales y fisicoquímicas del quitosano, se ha podido identificar una enorme cantidad de aplicaciones que abarcan áreas tan variadas como: alimentación, medicina, agricultura, cosmética, y farmacia, entre otras. Se han reportado diversos métodos físico-químicos para su obtención y caracterización, sin embargo, su aplicación está limitada principalmente debido a la variación en su composición química, grado de desacetilación, tamaño de la cadena polimérica y purificación. La obtención de quitosano aporta una gran ayuda al medio ambiente ya que durante el procesamiento industrial de langosta, camarón, cangrejo y langostinos se genera un volumen muy grande de residuos (Zamarron, 2014), de manera que si no se les da un adecuado tratamiento pueden generar un grave e importante problema ambiental, por estas razones y dándole una utilidad a estos desechos se llevó a cabo la obtención del quitosano a partir de *Cherax quadricaranatus*, y se llevó a cabo la formulación de los recubrimientos y los nanocompositos a base del mismo siendo aplicado a fresas por su gran susceptibilidad a ser atacadas por el moho *Botrytis cinerae* teniendo en cuenta que el quitosano es por excelencia un potencial antimicrobiano. La aplicación de recubrimientos comestibles promete ser una excelente tecnología para una mejora en la calidad y

¹ Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Biológicas, 27275 Torreón, Coahuila. yulikarem@hotmail.com

² Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Tecnología de Alimentos, Av. Universidad N. 940 Ciudad Universitaria, C.P. 20,000 Aguascalientes, Ags. leperez@correo.uaa.mx

conservación de los alimentos durante el procesado y su almacenamiento (Zambrano y col. 2013). En frutas y hortalizas se aplican para alargar su vida útil y de anaquel (López y col. 2012), reducir pérdidas de humedad y retardar el proceso de maduración así como aportar brillo al producto. Los recubrimientos comestibles también pueden usarse como vehículo para incorporar antimicrobianos, antifúngicos, antioxidantes, entre otros (J.W. Rhim y col., 2013).

MÉTODOS Y MATERIALES

Síntesis de nanocompositos de plata-quitosano: Preparados por una adaptación al método descrito por Medina y col., (2009) por reducción de AgNO₃ con NaBH₄ en un horno reactor de microondas (CEM, 908005). Se dispersaron 100µg de quitosano (QC: quitosano Sigma Aldrich; QL: quitosano de langostino) en 10 mL de ácido acético (J.T. Baker) al 1% y se dejó en agitación constante durante 20 min. a 7 rpm, posteriormente se le añadirá 37.5 µg de AgNO₃ (J.T. Baker) evitando la agitación al añadir AgNO₃, se colocará el matraz en un horno reactor de microondas CEM 908005.

Formulación de recubrimientos: Se dispersaron 1.5 g de quitosano comercial (QC, Sigma Adrich, GD≤75%) o quitosano de langosta en medio ácido (100 mL agua desionizada + 0.7 mL ácido láctico al 85%), se ajustara su pH=4.1±0.2, y se adicionaran 0.7% de glicerol como plastificante, se agitará por 24 h a 7 rpm, para posteriormente se aplicó un tratamiento térmico (94 °C/15 min) para garantizar su inocuidad. Se colocaron 40 mL del RQL por duplicado y a uno se le agregara NPs-Ag-QC y al otro NPs-Ag-QL en una relación de 1:40 (40 mL del recubrimiento + 1 mL de NPs-Ag-QL/QC), se colocaron en agitación constante de 7 rpm por 24 h a temperatura ambiente, obteniendo de esta manera los siguientes recubrimientos RQL/NPs-Ag-QC y RQL/NPs-AgQL. El mismo proceso se realizara para los recubrimientos comestibles de quitosano comercial (RQC/NPs-Ag-QC y RQC/NPs-AgQL).

Materia prima: Se utilizaron fresas (*Fragaria ananassa*) var. Festival proporcionadas por el proveedor Hamberry®, las cuales se seleccionaron y clasificaron en base a la norma NMX-FF-062-2002 en el grado de calidad Extra (México 1). Posteriormente las fresas serán procesadas aplicando técnicas de procesamiento mínimo (lavado, sanitizado, centrifugado) se realizó la higienización por inmersión con NiconPQ (4mL/10 Lt de agua) se utilizaron fresas sin sanitizar como control. Se pesaron 50g. Las fresas se recubrieron por inmersión durante 8 min, posteriormente se secan a 10° C por un lapso de 2 h para llevar a cabo el empaquetado de las muestras, el cual se realizara en bolsas "Bolco®" (Zamarrón y col. 2014), se medirán los parámetros durante 7 días de almacenamiento.

Incremento de peso por aplicación del recubrimiento: Una vez recubiertas las muestras de fresa se procedió a determinar el incremento de peso por la aplicación de los mismos, tomando en cuenta los pesos de las muestras antes de la aplicación y después de recubrir para determinar en porcentaje cuanto es que aumenta el peso de las muestras y cuál es la cantidad del recubrimiento que se adhiere de mejor forma al fruto.

Índice de decaimiento: El índice de decaimiento (IDC) se realizó mediante la observación de cada fruto por separado de todos los tratamientos, cuantificando el nivel de daño según lo indica la siguiente escala:

1 = no dañado, 2 = daño ligero (≤25%), 3 = daño moderado (≥25% y ≤50%) 4 = daño severo (≥50% y ≤75%) y 5 = completamente dañado (75 – 100%). Una vez cuantificado el daño en cada fruto de todos los tratamientos y cada una de las muestras, se agruparon los datos determinando el promedio, y se obtuvo el índice de decaimiento mediante la ecuación siguiente:

$$ID = \frac{\sum(\text{nivel de daño})(\text{numero de frutos en este nivel})}{\text{Numero de frutos totales}} \quad (1)$$

Color: Los valores de color (CIEL*a*b*) se obtuvieron mediante el colorímetro Minolta.

Fuerza de la piel (N) y elasticidad (mm): Los valores cuantitativos de textura se obtuvieron mediante el sometimiento de 4 frutos por cada muestra en tratamiento en el tiempo mencionado, a pruebas en el texturómetro (TA – XT Texture Analyzer), utilizando el aditamento P/2, el cual mide la fuerza necesaria para penetrar las paredes de la estructura de origen vegetal (fuerza de la piel). Serán obtenidos y comparados los valores de la fuerza máxima requerida por para la penetración por dicha sonda.

RESULTADOS

Caracterización fisicoquímica de los recubrimientos

En la Tabla 1 se muestran los valores de la caracterización fisicoquímica realizada a cada uno de los recubrimientos mostrando todos una desviación estándar no significativa. Posterior a la integración de NPs-Ag-QC y NPs-Ag-QL el valor de pH de las muestras RQL, RQL/NPs-Ag-QC, RQL/NPs-Ag-QL denotan valores similares, donde las muestras RQL/NPs-Ag-QL y RQL tienen un pH= 4.2, mientras que la muestra de RQL/NPs-Ag-QC tiene un valor de pH de 4.4 (tabla 1). Los resultados anteriores son consistentes con lo esperado puesto que el pH al que se disolvieron las muestras para garantizar su solubilidad fue de 4.2, esto debido a que el pKa del quitosano es 6 y se requiere de un medio ácido para disolverlo (Chenite y col., 2000).

Tabla 1. Caracterización fisicoquímica de recubrimientos comestibles

Recubrimiento	pH	% sólidos totales	% sólidos por desecación	Índice de refracción	Actividad de agua	% humedad
RQC	4.2	2.3 ± 0.1	14.9 ± 0.7	1.3363 ± 0.0	0.996 ± 0.0	2.9 ± 0.1
RQC-NPs-Ag-QL	4.3	2.3 ± 0.2	14.8 ± 0.2	1.3364 ± 0.0	0.996 ± 0.0	2.9 ± 0.0
RQC-NPs-Ag-QC	4.3	2.4 ± 0.3	14.3 ± 1.2	1.3366 ± 0.0	0.998 ± 0.0	2.8 ± 0.2
RQL	4.2	3.6 ± 0.2	22.3 ± 1.3	1.3383 ± 0.0	0.993 ± 0.0	4.4 ± 0.2
RQL-NPs-Ag-QL	4.4	4.3 ± 0.0	12.6 ± 14.9	1.3390 ± 0.0	0.991 ± 0.0	4.4 ± 0.2
RQL-NPs-Ag-QC	4.4	4.0 ± 0.0	22.0 ± 1.7	1.3389 ± 0.0	0.993 ± 0.0	4.4 ± 0.3

Color

En la tabla 2 se logra observar la variación de color entre muestra y muestra.

MUESTRA	L*	C*	Hab*
CONTROL	42.3 ± 2.4	35.2 ± 4.2	34.0 ± 3.4
BLANCO	47.4 ± 2.1	31.4 ± 3.0	33.9 ± 3.8
RQC	39.9 ± 3.0	37.7 ± 4.8	33.9 ± 4.8
RQL	39.9 ± 2.6	37.9 ± 3.5	34.4 ± 4.5
RQL-NPs-Ag-QC	38.3 ± 1.3	34.5 ± 3.3	30.6 ± 1.9
RQC-NPs-Ag-QC	38.5 ± 2.5	32.8 ± 3.0	31.8 ± 3.7
RQL-NPs-Ag-QL	39.4 ± 1.2	37.7 ± 1.7	34.0 ± 2.8
RQC-NPs-Ag-QL	39.6 ± 2.5	34.5 ± 3.4	32.4 ± 3.1

Tabla 2. Color medido con colorímetro minolta. (L*,Cab* Y Hab*) de las fresas recubiertas, control y blanco.

Las muestras con mayor luminosidad (L*) fueron las del blanco seguidas de las muestras control con márgenes de error poco significativos, se puede observar también que las muestras que presentaron mayor saturación (croma C*) fueron las identificadas como RQL y al final encontramos que la muestra identificada como RQL tiene un valor de 34.4 siendo el mas alto en la columna del tono (h*). Se cree que las muestras control y blanco tienen mayor luminosidad debido a que el color de los recubrimientos con nanocompositos es marrón.

Índice de decaimiento

En la tabla 3 se observan el nivel de daño promedio de las muestras control, blanco y recubiertas.

Tabla 3. Índice de decaimiento en fresas recubiertas, control y blanco.

Muestra	Nivel de daño
Control	2.1 ± 0.6
Blanco	2.6 ± 0.9
RQC	3.0 ± 0.8
RQC-NPs-Ag-QC	3.2 ± 0.6
RQC-NPs-Ag-QL	2.8 ± 0.5
RQL	2.5 ± 0.3
RQL-NPs-Ag-QC	1.8 ± 0.4
RQL-NPs-Ag-QL	3.1 ± 1.0

Se observó que Las fresas recubiertas identificadas como RQC-NPs-Ag-QC tuvieron un daño elevado en comparación de las demás muestras, el rango de límite de error de estimación en las muestras esta entre 1.0 y 0.3. Las muestras con menor daño se observó que fueron las que tenemos identificadas como RQL-NPs-Ag-QC. Se cree que el quitosano de langostino tiene un poder antifungico levemente mayor que el quitosano comercial.

Propiedades mecánicas

En la tabla 4 se muestra las propiedades mecánicas medidas en la fresa como lo fueron Fuerza (N) y elasticidad (mm), se puede observar que la incorporación de nanocompositos en quitosano langostino produce un material más resistente, el rango de margen de error oscila entre los ± 0.3 y ± 0.1 en la fuerza aplicada y en cuanto a elasticidad se obtuvo un rango de margen de error de entre ± 6.4 siendo este un valor significativo y ± 1.2 .

Tabla 4. Fuerza de la piel y elasticidad.

Muestra	ME (N)	σF (mm)
Control	0.64 ± 0.2	23.2 ± 1.8
Blanco	0.56 ± 0.3	18.8 ± 2.7
RQL	0.55 ± 0.1	24.5 ± 1.2
RQL/NPs-Ag-QC	0.72 ± 0.2	24.9 ± 1.6
RQL/NPs-Ag-QL	0.60 ± 0.3	19.4 ± 6.4
RQC	0.47 ± 0.1	21.6 ± 3.1
RQC/NPs-Ag-QC	0.61 ± 0.2	23.3 ± 2.0
RQC/NPs-Ag-QL	0.61 ± 0.2	22.6 ± 1.8

CONCLUSIONES

Se concluye que la formulación de recubrimientos y composición no existen diferencias significativas entre si al realizar el análisis fisicoquímico, las fresas recubiertas con RQL-NPs-Ag-QC se mantienen en buenas condiciones en comparación a las muestras control después de 7 días de almacenamiento, observando que el recubrimiento da resultados favorables. Los recubrimientos con y sin nanocompositos no afectan el color, sabor ni apariencia de las fresas siendo estos resultados los esperados.

BIBLIOGRAFIA

Medina, Ramirez I., Bashir, S., Luo, Z., & Luo, J. (2009). Green synthesis and characterization of polymer-stabilized silver nanoparticles. Ciencias Basicas UAA.

Zaragoza M., Quintanar, Cornejo, Cárdenas, González R., Gutiérrez E., "Recubrimientos comestibles cargados con ingredientes funcionales y su uso para incrementar la vida útil de los alimentos". UNAM.

Rhazi M, Desbrieres J, Tolaimate A, Alagui A, Vottero P. (2004). Investigation of different natural sources of chitin: influence of the source and deacetylation process on the physicochemical characteristics of chitosan. Polymer International, 49(4), 337-44.

Jong-Whan Rhim, Hwan-Man Park, Chang-Sik Ha. Bio-nanocomposites for food packaging applications. Progress in polymer science 30 Elsevier(2013).

Chenite, A., Chaput, C., Wang, D., Combes, C., Buschmann, M., HOEMANN, C., Leroux, J., Atkinson, B., Binette, F., Selmani, A. Novel injectable neutral solutions of chitosan form biodegradable gels in situ. Biomaterials, 21(21):2155-2161, 2000.

Romo- Zamarrón, K. F. (2014). Efecto de películas comestibles a base de quitosano de langostino (*Cherax quadricarinatus*) aplicadas en fresa y guayaba. Universidad autónoma de zacatecas.

Romo-Zamarrón K. F.; Pérez-Cabrera L. E.; Ramírez-Carrillo R. E.(2014) Quitosanos de *Cherax Quadricarinatus* utilizados como recubrimientos comestibles sobre frutos de fresas mínimamente procesadas. Ciencia y Tecnol. Agropec. México Vol. 2, Núm. 1:36-43

Zambrano-Zaragoza M.L., E. Mercado-Silva, P. Ramirez-Zamorano, M.A. Cornejo-Villegas, E. Gutiérrez-Cortez, D. Quintanar-Guerrero (2013). Use of solid lipid nanoparticles (SLNs) in edible coatings to increase guava (*Psidium guajava* L.) shelf-life. Food research international, 51, 946-953. Elsevier Academic.

Lopez, M. A., Ruiz, S, Navarro, C., Ornelas, J. d. J., Estrada, M. I., y col. (2012). Efecto de recubrimientos comestibles de quitosano en la reducción microbiana y conservación de la calidad de fresas. Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud.

DISEÑO DE SISTEMA PARA LA CREACIÓN DE HORARIOS ESCOLARES EN INGENIERÍA DE LA UAZ CAMPUS JALPA

Daniel Avelar Jaime¹ y Sandra Mercado Pérez²

RESUMEN

En el presente trabajo se muestra el diseño de un sistema para la creación de horarios escolares, se especifica la creación de la base de datos y se muestran algunas de las interfaces de usuario creadas para dicho sistema, se plantean también las siguientes etapas para la realización completa de dicho sistema.

ABSTRACT

In this work the design of a system for creating class schedules is shown, the creation of the database is specified and some of the user interfaces created for such system is shown, the following steps for the full implementation of the system are also described.

Palabras Clave: Horarios, sistema, base de datos.

INTRODUCCIÓN

La elaboración de un horario de clases puede considerarse como un problema de asignación de recursos como son: materias, docentes, grupos y salones; al realizarse dicho horario de manera manual, se suelen cometer equivocaciones de carácter humano, por ejemplo, equivocarse de día la asignación de una clase; asignaciones siguientes se hacen en base a asignaciones anteriores y en ocasiones corregir un error como el mencionado implica volver a realizar el horario completo.

Existen aplicaciones para la creación de horarios, con las cuales se evitan errores humanos e incluso se realizan las asignaciones de forma automatizada basadas en restricciones especificadas por el usuario. Algunas de estas aplicaciones cuentan con excesivas funciones que en ocasiones no son utilizadas, o tienen una interfaz de usuario poco amigable o son muy caras.

Habiendo tomado en cuenta lo anterior se decidió realizar una aplicación para la creación de horarios en la UAZ Campus Jalpa dirigido al área de ingeniería. Dicha aplicación es dirigida específicamente al área de ingeniería ya que las interfaces de usuario se diseñaron basándose en la realización manual de horarios en esta área, aunque esto no implica que dicho sistema no pueda ser usado en otras instituciones escolares.

MARCO TEORICO

Un sistema de información está formado por componentes que colaboran para procesar datos y producir información. Está integrado por varios subsistemas con metas secundarias, las cuales contribuyen a la

¹ Universidad Autónoma de Zacatecas Campus Jalpa, Ingeniería en computación; Iturbide #810, El Rosario, C.P: 99601, Jalpa, Zacatecas, danielavelarjaime@yahoo.com.mx

² Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica Plantel Jalpa, Ingeniería en Computación; Libramiento Jalpa Km. 156+380, Frac. Solidaridad, C.P. 99601, Jalpa, Zacatecas, smercado@uaz.edu.mx

meta principal de la organización. (Effy, 2007) Un lenguaje de programación es una serie de comandos que permiten codificar instrucciones de manera que sean entendidas y ejecutadas por una computadora.

Los lenguajes de programación de alto nivel permiten utilizar lenguajes de habla normal para alcanzar una meta, estas frases se traducen mediante un software especial al lenguaje de máquina. Los programadores cuentan literalmente con miles de lenguajes de programación diferentes, como Visual Basic, Java, C++, etc. (García Yashira, 2013)

La interfaz de usuario es el medio con que el usuario puede comunicarse con una máquina, un equipo o una computadora, y comprende todos los puntos de contacto entre el usuario y el equipo. Normalmente suelen ser fáciles de entender y fáciles de accionar. (<http://www.ecured.cu/>, s.f.) Una base de datos es un "almacén" que nos permite guardar grandes cantidades de información de forma organizada para que luego podamos encontrar y utilizar fácilmente. (maestrosdelweb, s.f.)

MÉTODOS Y MATERIALES

En el presente trabajo se llevó a cabo tanto el diseño de la base de datos, como las interfaces de usuario.

Para el diseño de la base de datos se tomaron en cuenta las siguientes entidades: docente, materia y salón están son las entidades principales, para la entidad docente se tomaron en cuenta los siguientes atributos; RFC, grado del docente, nombre, apellido paterno, apellido materno y fecha de ingreso; esta última es necesario para establecer prioridad de docentes en el acomodo de materias.

Para la entidad materia se tomaron en cuenta los siguientes atributos código, nombre, abreviatura, semestre, programa, sesiones, créditos y unida con; este último atributo se utiliza solo si la materia está unida con otra en caso de que así sea se coloca el código de la materia con la que está unida. Para la entidad salón fueron los siguientes atributos id, nombre, pintarrón, proyector, capacidad, edificio, nivel y descripción.

En la figura 1 se muestra como con la relación de las entidades docente y materia se crea una nueva entidad llamada doc_mat la cual sirve para saber cuáles materias da cada docente, en esta entidad se tienen los atributos id, el código de la materia, el rfc del docente y un atributo llamado programa el cual se utilizará como bandera para saber si la materia es unida o no.

Esta entidad se relaciona con la entidad llamada horario la cual se utiliza para guardar los datos de los horarios la cual tiene como atributos doc_mat_id; dicho atributo sirve para saber cuál materia y cual docente son, también se tiene el atributo ses_hora el cual es para saber la hora de la sesión, el atributo ses_día sirve para saber el día de la sesión por último se tiene id del salón saber en cual salón se da la sesión.

También existe la entidad usuario la cual sirve para tener acceso a la aplicación dicha entidad tiene relación con docente ya que cada usuario le pertenece un docente ya que nadie que no esté dado de alta como docente puede tener acceso a la aplicación.

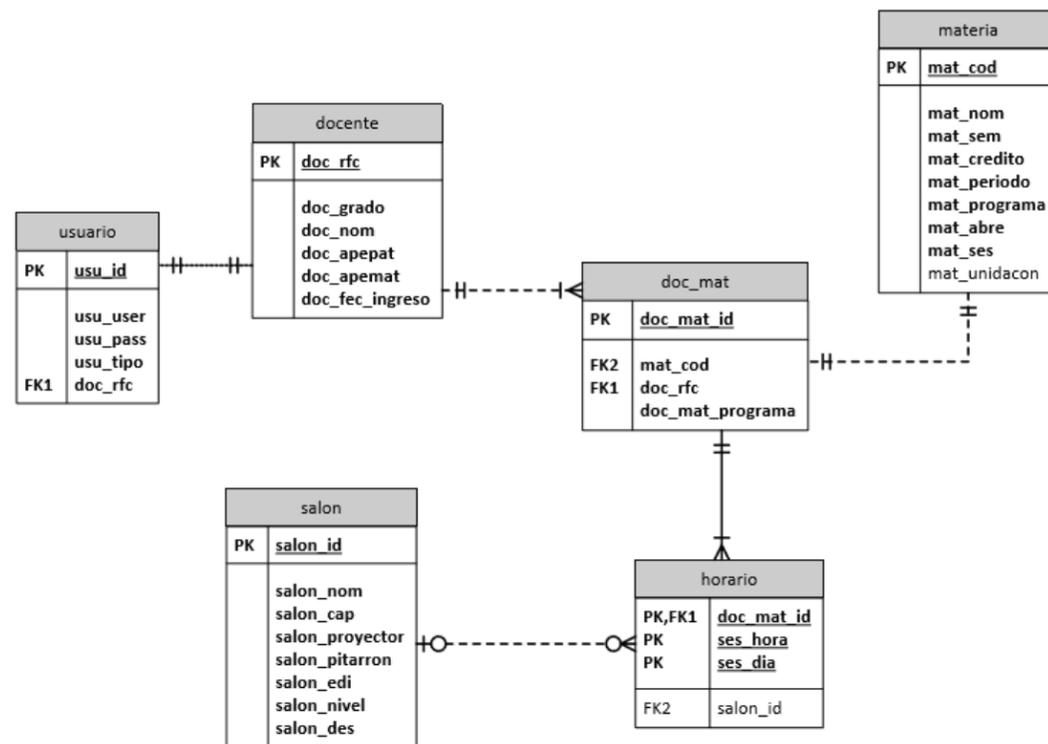


Figura 1 Diagrama Entidad-Relación

La interfaz de usuario se diseñó en apego al proceso con el que se realizan los horarios de forma manual, es decir se muestra en pantalla tablas que representan las sesiones de clase de la semana de cada de los grupos, en la cuales cada docente asigna el día y la hora para cada una de sus materias a impartir a la vez que se visualiza en otra tabla el horario del docente.

RESULTADOS

En la presente sección se muestran algunas de las interfaces de usuario diseñadas para el sistema de creación de horarios escolares.

En la figura 2 se muestra la interfaz para la asignación de clases en la cual se muestran todas las opciones necesarias para realizar un horario como son un combo con las materias del docente, una tabla en la cual se muestran los horarios de los grupos y otra en la parte inferior en la que se visualiza el horario del docente.



Figura 2 Interfaz para la asignación de clases

En la figura 3 se muestra la interfaz para realizar la relación materia-docente en la cual se tienen las siguientes funciones: en la parte superior izquierda se tiene un combo con todos los docentes disponibles también se tiene una tabla llamada materias sin relacionar la cual contiene todas las materias sin relación con algún docente, en la parte derecha se tiene una tabla en donde se visualizan las materias relacionadas con el docente que se eligió en el combo y por ultimo con los botones que se visualizan entre las tablas tienen como función poder dar de alta o de baja materias según la necesidad.

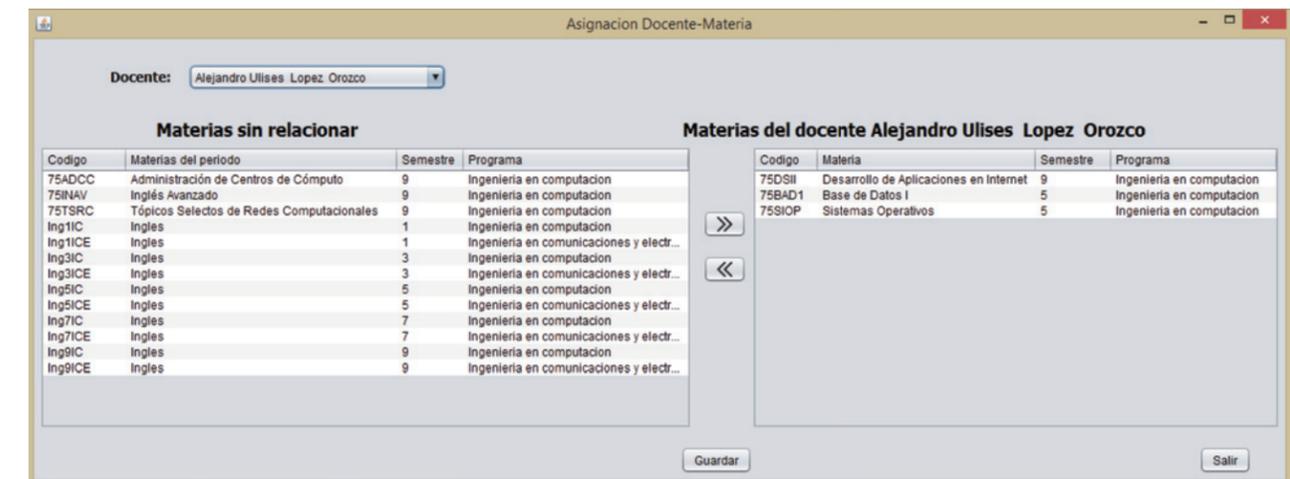


Figura 3 Interfaz para relacionar materias con docentes

CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Tanto la base de datos como las interfaces de usuario se diseñaron en apego a especificaciones proporcionadas, la siguiente etapa sería llevar a cabo la codificación para que la aplicación desarrollada sea capaz de sustituir al sistema manual para la realización de horarios, validando cada asignación para evitar errores. Teniendo ya el sistema desarrollado, se agregará un módulo para la generación automática de horarios basada en restricciones, por ejemplo rango de horario disponible de cada docente, clases que se tienen que llevar a cabo en laboratorio, no dejar huecos en el horario de grupos, etc.

BIBLIOGRAFÍA

Effy, O. (2007). *Administración de los Sistemas de Información. 5 edición*. Thomson.

García Yashira, N. Y. (2013). *Sistema de control administrativo de agua potable para la comunidad del remolino, Juchipila, Zac. (SICAAP)*. Jalpa, Zacatecas.

<http://www.ecured.cu/>. (s.f.). Recuperado el 16 de 08 de 2016, de http://www.ecured.cu/Interfaz_de_usuario

maestrosdelweb. (s.f.). Recuperado el 15 de 08 de 2016, de <http://www.maestrosdelweb.com/que-son-las-bases-de-datos/>

DISEÑO Y REALIZACIÓN DE UN DISPOSITIVO CON ENERGÍA SOLAR PARA REDUCIR LA TEMPERATURA EN ESPACIOS ENCERRADOS DEL 18° VCRC

Christian Ayala Garcia¹ y Rafael Ernesto Torres Labra²

RESUMEN

En el siguiente reporte encontraran los resultados obtenidos de evaluar celdas de peltier y celdas solares para ajustar un sistema que con la captación de energía solar permita acondicionar la temperatura en un espacio cerrado, se eligió la energía del sol para tener un ahorro en el consumo de energías producidas por combustibles fosiles. De acuerdo con las pruebas realizadas se optó por utilizar celdas solares y para aprovechar la corriente se utilizó un circuito elevador de voltaje, se logró que el dispositivo encendiera dos ventiladores pequeños para acondicionar la temperatura, lo cual no se logró como se planeaba ya que el sistema requiere de un módulo de enfriamiento de aire adicional.

ABSTRACT

In the following report found the results to assess cell peltier and solar cells to adjust a system with solar energy allows conditioning the temperature in a closed space, the sun's energy was chosen to be a saving in consumption energies produced by fossil fuel. According to tests it was decided to use solar cells and to harness the power of solar cells a booster voltage circuit was used, it was possible that the device ignited two small fans to condition the temperature, which was not achieved as It planned because the system requires a cooling module additional air.

Palabras Clave: Boost, energía solar, climatización.

INTRODUCCIÓN

Todas las sociedades necesitan de servicios energéticos para cubrir las necesidades humanas básicas (por ejemplo, de alumbrado, cocina, ambientación, movilidad y comunicación) y para los procesos productivos. Desde 1850, aproximadamente, la utilización de combustibles de origen fósil (carbón, petróleo y gas) en todo el mundo ha aumentado hasta convertirse en el suministro de energía predominante, situación que ha dado lugar a un rápido aumento de las emisiones del dióxido de carbono (CO₂). Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que genera la prestación de servicios energéticos han contribuido considerablemente al aumento histórico de las concentraciones de esos gases en la atmósfera. En el Cuarto Informe de Evaluación (CIE) del IPCC se concluyó que "la mayor parte del aumento observado en el promedio de las temperaturas desde mediados del siglo XX se debe muy probablemente al aumento observado en las concentraciones de GEI antropogénicas". Con el uso de energías alternas como la energía solar directa se puede ayudar a disminuir estos efectos.

La energía solar directa explota la energía irradiada por el sol para producir electricidad mediante procesos fotovoltaicos o mediante la energía por concentración solar, generando energía térmica (con fines de calefacción o refrigeración, y por medios pasivos o activos) para usos de iluminación directa y, posiblemente, para producir combustibles para el transporte o de otra índole. La energía solar es variable y, en cierta medida, impredecible, aunque en determinadas circunstancias el perfil temporal de la producción de la energía solar está bastante correlacionado con la demanda de energía.

¹Instituto tecnológico de Celaya, Ingeniería Electrónica ; Antonio García Cubas Pte #600 esq. Av. Tecnológico, Fovissste, C.P: 38010, Celaya, Guanajuato, 12030062@itcelaya.edu.mx

²Institución Tecnológico de Querétaro;Academia de Ingeniería Industrial; Av. Tecnológico S/N, Centro, C.P. 76000, Santiago de Querétaro, Querétaro, rtorres@mail.itq.edu.mx

El sistema propone que la captación de energía solar permita acondicionar la temperatura en un espacio cerrado, se decidió probar el sistema dentro de un automóvil dado que al realizar un viaje durante la tarde, o entrar al coche después de haberlo dejado estacionado en un lugar soleado, hace que la temperatura dentro del automóvil se incremente considerablemente y puesto que en general se considera que el consumo de combustible al utilizar el aire acondicionado del automóvil puede subir entre un 5% y un 20% .

MARCO TEORICO

El sistema obtiene energía mediante celdas solares las cuales son conectadas a un circuito elevador de voltaje tipo boost para aprovechar toda la corriente suministrada por las celdas. A continuación se describe la construcción y funcionamiento de las celdas solares y el circuito elevador boost.

La construcción básica de una celda solar de unión p-n de silicio se presenta en la figura 1. La capa metálica conectada al material tipo n y el grosor de este mismo son tales que aseguran que un número máximo de fotones de energía luminosa alcancen la unión. Un fotón de energía luminosa en esta región puede chocar con un electrón de valencia e impartirle suficiente energía para que abandone el átomo padre. El resultado es una generación de electrones libres y huecos. Este fenómeno ocurrirá a cada lado de la unión. En el material tipo n los nuevos huecos generados son portadores minoritarios y se moverán con bastante libertad a través de la unión, como en el caso de la unión p-n básica sin polarización aplicada. Un argumento similar se cumple para los electrones generados en el material tipo p. El resultado es un aumento en el flujo de portadores minoritarios, cuya dirección es opuesta a la de la corriente directa convencional de una unión p-n.

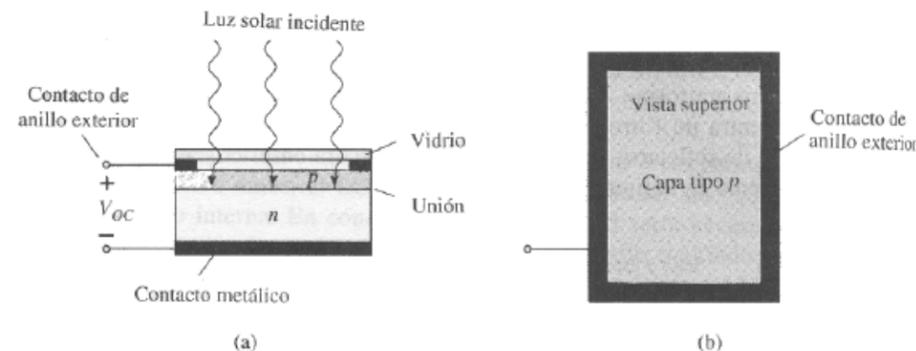


Figura 1. Celda solar (a) sección transversal (b) vista superior

El convertidor tipo Boost es un circuito elevador de tensión, que usa las características del inductor y el capacitor como elementos almacenadores de energía para elevar la corriente proveniente de la fuente de alimentación y usarla para inyectarla al condensador, produciendo así niveles de voltaje mayores en la carga que los de la fuente. El interruptor en el esquema (fig. 2), consiste de dos elementos: un elemento de conmutación rápida como un transistor

BJT, un Mosfet o el más comúnmente usado el IGBT y el otro, un diodo con un tiempo de recuperación mucho menor que el periodo de la señal de control; la función de éste último, es impedir que la corriente de descarga del condensador se devuelva, ya que se desea que cuando la fuente se desconecta del condensador y de la resistencia de carga para almacenar energía en la bobina, se suministre corriente a la carga mediante la descarga del condensador.

Cuando el transistor está en conducción (interruptor en 1), la inductancia almacena energía para luego suministrarla simultáneamente a la carga y al condensador a otro nivel de voltaje en los intervalos en los que el transistor esté en corte (interruptor en 2).

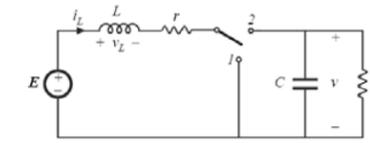


Figura 2. Circuito convertidor elevador.

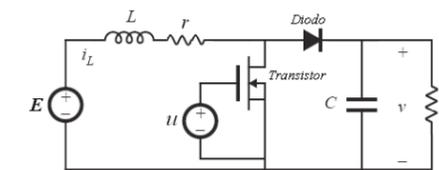


Figura 3. Convertidor real con transistor y diodo que cumplen la función del interruptor. Este tipo de convertidor tiene una función de transferencia que se muestra en la ecuación 1.

$$\frac{V_O}{V_I} = \frac{1}{1-D} \quad (1)$$

Por lo que podemos despejar el ciclo útil D para conocer los posibles valores que puede tener. Por lo que con una salida constante, el valor que varía es la tensión de entrada.

El valor de la inductancia crítica para que el circuito opere en modo corriente continua y no trabaje en forma discontinua, está dada por la ecuación 2,

$$L_{min} = \frac{RD(1-D)^2}{2f_s} \quad (2)$$

Finalmente calculamos el condensador de salida a usar, para lo cual usaremos un rizado no mayor al 2%. De acuerdo a lo anterior tenemos el valor del condensador dado por la ecuación 3.

$$C = \frac{V_o D}{f_s R \Delta V_o} \quad (3)$$

MÉTODOS Y MATERIALES

El objetivo del proyecto es utilizar la energía solar para encender un par de ventiladores y hacer rotar el aire dentro de un automóvil para acondicionar la temperatura, los ventiladores utilizados tienen las siguientes características de alimentación 12 volts y 140 miliamperes.

Al iniciar el proyecto se comenzó realizando diferentes pruebas con celdas de peltier para producir energía eléctrica, las celdas de peltier aprovechan la diferencia de temperaturas entre sus dos caras para producir energía eléctrica, los resultados de las pruebas no fueron lo esperado ya que la diferencia de temperatura entre las dos caras de las celdas no era lo suficientemente grande para producir la energía requerida para alimentar el sistema.

Una vez descartadas las celdas de peltier se comenzó a experimentar con celdas solares, las celdas solares utilizadas tenían las siguientes especificaciones proporcionaban 6 volts y 100 mili amperes, el problema de esto era la que la cantidad de corriente que proporcionaba una sola celda era muy poca para alimentar el sistema, sabiendo esto se propuso un arreglo de 8 celdas conectadas en paralelo para así obtener el mismo voltaje pero una corriente de 800 miliamperes, después de hacer este arreglo el otro problema era

el voltaje ya que el sistema planeado consumía el doble del voltaje se propuso un circuito elevador tipo BOOST para obtener el voltaje deseado. El circuito elevador se muestra en la figura 3 el cálculo de los elementos del circuito se realizó mediante las ecuaciones descritas (1, 2, 3). Una vez obtenidos los valores de los elementos del BOOST se utilizó el software Pcb Wizard el cual es un programa que permite crear esquemas de circuitos electrónicos y a partir de estos, obtener de una manera sencilla el diseño del circuito impreso.

Al tener arreglo en paralelo de las celdas y la placa impresa del circuito elevador de voltaje se realizaron diferentes pruebas dentro y fuera del automóvil para probar el funcionamiento del sistema

RESULTADOS

En la figura 4 se puede observar el diseño del circuito impreso que se realizó en el software pcb wizard y en la figura 5, se muestra una vista previa del circuito elevador boost con los elementos soldados a la placa

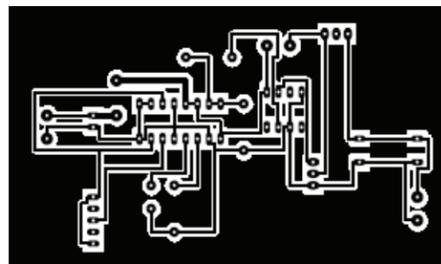


Figura 4. Diseño del PCB del Boost

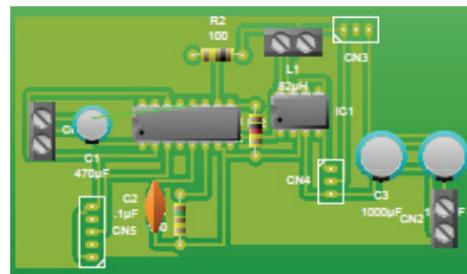


Figura 5. Vista real del Boost

Para las pruebas de funcionamiento dentro del automóvil se utilizó un termopar para registrar la temperatura sin el sistema instalado, las temperaturas registradas fueron entre las 12 y las 15 horas ya que en estas horas el sol se tiene una mayor radiación solar, en la figura 6 puede observarse un gráfico del comportamiento de la temperatura dentro del automóvil.

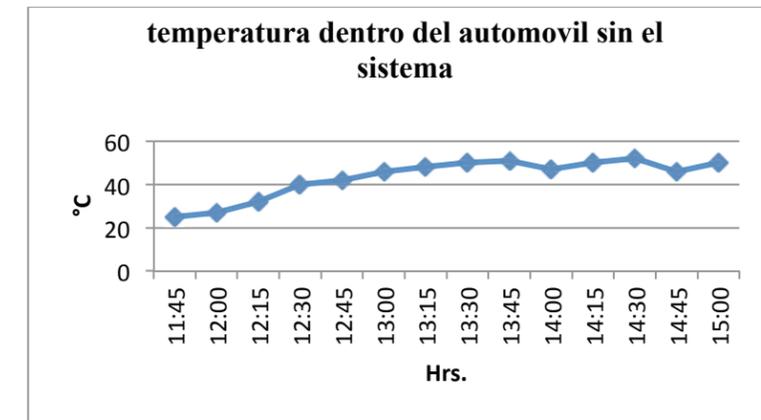


Figura 6. Gráfico de la temperatura dentro del automóvil

En la figura 7 se puede observar que al probar el sistema dentro del automóvil la temperatura no tiene cambios tan drásticos pero aun así no se logra una disminución significativa de la temperatura.

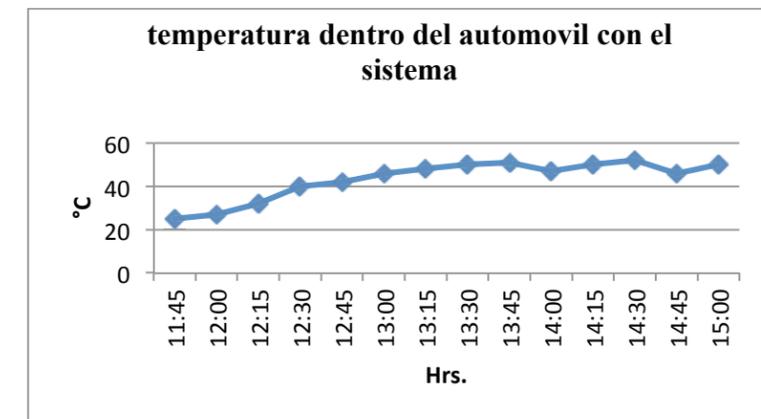


Figura 7. Gráfico de la temperatura dentro del automóvil con el sistema instalado

CONCLUSIONES

Al implementar el arreglo de las celdas en paralelo y el circuito elevador Boost se logró obtener una mayor cantidad de corriente y voltaje lo cual se requería para la alimentación del sistema, esto nos indica que se logró obtener una mayor eficiencia de la energía proporcionada por las celdas. El sistema no logró acondicionar la temperatura dentro del automóvil como se esperaba, rotaba solo aire caliente, entonces dio a la necesidad de un módulo para enfriar el aire que los ventiladores hacían fluir el aire dentro del automóvil. Esto nos deja pauta para seguir ampliando la investigación, al encontrar que no solo con el uso de celdas solares con su controlador y ventiladores permitirá un ambiente fresco al interior de un espacio encerrado, como es el caso del vehículo. Nos deja claro que debemos de integrar un sistema intercambiador de calor; empleando la energía solar como fuerza motriz en lugar del compresor mecánico movido con energía eléctrica, y un sistema de condensación se ubica un absorbente como el bromuro de litio, que es una sal binaria de bromo, que absorbe los vapores de otras sustancias, por ejemplo el agua, para obtener finalmente aire frío. En fin, se deja la investigación para integrar otro módulo que deberá incorporarse para buscar resolver el problema acondicionar el interior.

BIBLIOGRAFIA

Libros

- HERNANDEZ, R. (2010). *Metodología de la Investigación, México*, Mc Graw Hill Educación.
- PEREZ, J. (2005). Normatividad para la elaboración de propuestas de proyecto de investigación, México, El cid editor.
- Benito, T. P. (2008). *Instalaciones de paneles solares térmicos*. México: Alfaomega Grupo Editor.
- Madrid, A. (2009). *Energías Renovables*. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Pernick, R. (2008). *The Clean Tech Revolution*. New York, USA: Harper Collins Publishers.
- Solís, O. G. (2004). *energías renovables: una perspectiva ingenieril*. México: Trillas.

Artículos de revista

- GEOGRAPHIC, NATIONAL.(2016). “¿Qué es el calentamiento global?” Consultada en <http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/calentamiento-global/calentamiento-global-definicion> (fecha de consulta 27-07-2016).

Artículos en línea

- SEMARNAT. (2009). "Cambio climático. ciencia, evidencia y acciones" Consultado en http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/cambio_climatico_09-web.pdf (fecha de consulta 04-07-2016).
- MELFORD,M. (2011). “Informe especial sobre fuentes de energía renovables y mitigación del cambio climático” Consultado en https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/srren_report_es.pdf (fecha de consulta 07-07-2016).
- REUTERS. (2016). “Crudo vuelve a bajar por exceso de oferta global” Consultado en <http://eleconomista.com.mx/precios-petroleo> (fecha de consulta 09-08-2016).
- Labardini, L. M. (29 de Julio de 2016). Tiene la gasolina magna mayor alza mensual en 18 años. *El Financiero*.

IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA SCADA INALÁMBRICO UTILIZANDO TECNOLOGÍA DE BAJO COSTO

Bárceñas Mera Paola Patricia¹ y Zavala De Paz Jonny Paul²

RESUMEN

Se presenta la implementación de un sistema SCADA inalámbrico utilizando tecnología de bajo costo, el sistema se encarga de supervisar sensores y tomar acciones para generar un control de proceso que se encuentran a cierta distancia. Se desarrolló un dispositivo versátil que puede funcionar con diferentes sensores de forma remota entregando una señal para procesamientos posteriores, donde se almacena el historial de las mediciones, permitiendo realizar y presentar una gráfica para la visualización del usuario.

ABSTRACT

Presents the implementation of a wireless SCADA system using low-cost technology, the system is in charge of monitoring sensors and take actions to generate a control process that are a certain distance. Developed a versatile device that can be operated with different sensors of remotely delivering a signal for later processing, where the history of measurements is stored, allowing performing and presenting a chart for the display of the user.

Palabras Clave: SCADA, sensores,telemetría, adquisición de datos.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los sistemas de telemonitoreo son de gran utilidad para el desarrollo de proyectos de la automatización, es una forma de tener un mejor control sobre alguna variable física así mismo poder tener el control de manera remota y tener la decisión de elegir una solución en caso de tener un problema. En dicho trabajo se pretende telemonitorear un invernadero a través de la tecnología de bajo costo llamada GSM en especial SMS, las variables a telemonitorear es la temperatura, la humedad y ausencia de luz las cuales son fundamentales para el buen funcionamiento de un invernadero.

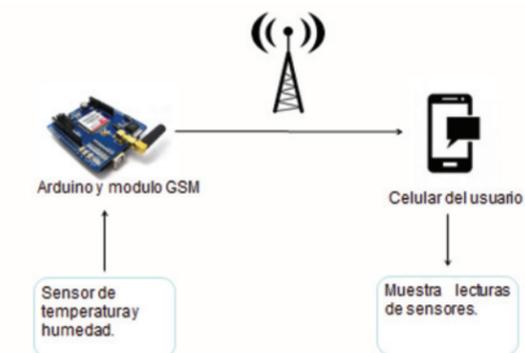


Figura 1. Implementación del sistema SCADA.

¹Universidad Politécnica De Querétaro, Carretera estatal 420 S/N, C.P: 76240, El Marqués, Qro, pau_bame@hotmail.com

²Universidad Politécnica de Querétaro, Carretera estatal 420 S/N, C.P: 76240, El Marqués, Qro., jonny.zavala@upq.edu.mx

MARCO TEORICO

SCADA

De las siglas de "Supervisory Control And Data Adquisition", es la adquisición de datos y control de supervisión. Se trata de una aplicación software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos, sensores, actuadores) y controlando el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador.

Arduino

Es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar. El microcontrolador de la placa se programa usando el Arduino Programming Language.

Sim900

Es un módulo GSM / GPRS cuatribanda completa en un tipo de SMT y diseñado con un potente procesador de un solo chip, permite realizar llamadas, SMS, GPS, toda una gama de GSM.

GSM

El sistema global para las comunicaciones móviles, es un sistema estándar, libre de regalías, de telefonía móvil digital. GSM se considera, por su velocidad de transmisión,

Sensor DTH11

El DHT11 es un sensor de humedad/temperatura de bajo costo y de media precisión. El DHT11 es un sensor que proporciona una salida de datos digital. Entre sus ventajas podemos mencionar el bajo coste y el despliegue de datos digitales.

Fotorresistencia

Una fotorresistencia es un componente electrónico cuya resistencia disminuye con el aumento de intensidad de luz incidente. Puede también ser llamado fotorresistor, fotoconductor, célula fotoeléctrica o resistor dependiente de la luz.

METODOLOGIA

La funcionalidad de un sistema SCADA está dividida en tres bloques principales:

- Adquisición de datos y control (SCADA)
- Sistema de adquisición y mando (sensores y actuadores)
- Sistemas de comunicaciones

Se utilizó la red del sistema global de comunicaciones móviles GSM ya que es una red que existe en cualquier lugar y con una gran cobertura por lo que tiene un costo bajo y actualmente es de las tecnologías que más se utilizan.

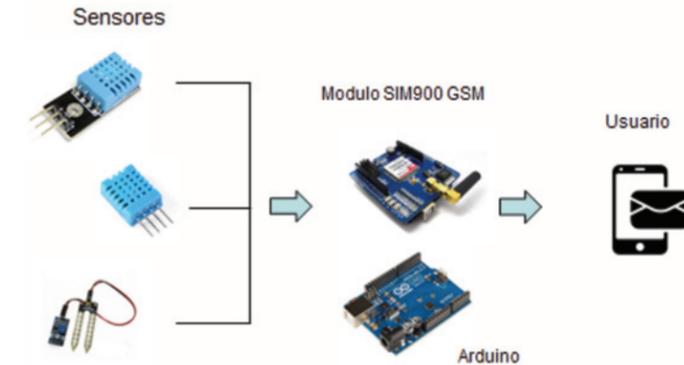


Figura 2. Desarrollo de la metodología.

MATERIALES

Se realiza el prototipo de un invernadero con hortalizas de zanahoria al cual se le aplico el telemonitoreo en las variables de control de temperatura, humedad y ausencia de luz.

Los materiales que se emplean para el telemonitoreo de dicho prototipo son:

- Arduino uno
- Módulo sim900
- Ventilador
- Sensor DTH11
- Sensor fotorresistencia
- Jumper
- Led
- protoboard

Los materiales que se utilizan para la creación de la maqueta son:

- Caja de madera
- Plástico
- Alambre
- Bolsa negra
- Tierra
- Zanahorias

Para la realización de la maqueta del invernadero, se utilizó un huacal en la que se le clavaron clavos y se le puso alambre para simular los arcos del invernadero, se le colocó las plantas de la zanahoria y se le agregó tierra una vez que se terminó de acomodar las plantas, por último se le agregó el plástico alrededor de la base de los arcos de metal para darle la fachada de invernadero, quedando de la siguiente manera.



Figura 3. Maqueta de invernadero.

Para el sistema de telemonitoreo conectamos al protoboard los sensores y el sistema que implementaríamos dentro del invernadero, realizamos la programación en arduino dentro de esta se analizó los requerimientos del sistema de telecontrol con la tecnología de bajo costo GSM en el cual lo que se desea es que si la temperatura aumenta a un máximo de 20°C se prendiera un ventilador ya que las zanahorias es la temperatura máxima que aguantan, cuando la temperatura disminuyera a 9°C se prendieran focos de calor, en cuanto se presentara la ausencia de luz se activaran focos y la humedad controlarla a un 80%. La programación se unió con el módulo sim900 para mandar el SMS con la acción que estaba haciendo en ese momento el sistema, es decir te mandaba un SMS con los datos de la temperatura y te decía que estaba actuando.

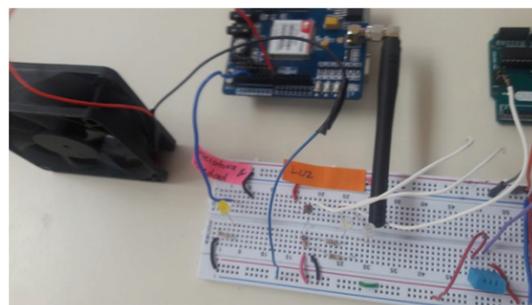


Figura 4. Sistema de control de telemonitoreo.

RESULTADOS

Una vez que se implementó el sistema de telemonitoreo con la tecnología de bajo costo que en este caso utilizamos GSM obtuvimos un sistema SCADA a través de SMS.

```

File Edit Sketch Tools Help
luminosidad_sms
digitalWrite(ledPin2, LOW);
}
else if (lectura > 300)
{
digitalWrite(ledPin1, LOW);
digitalWrite(ledPin2, HIGH);
}
if (lectura < 300) {
tt="ausencia de luz, luminosidad de : ";
tt+=lectura;
tt.toCharArray(temp, 50);
if (gsm.begin(2400)) {
Serial.println("\nstatus=READY");
started=true;
}
else Serial.println("\nstatus=IDLE");
}
if (started) {
//Enable this two lines if you want to send an SMS.
if (sms.SendSMS("4424704655", temp))
Serial.println("\nSMS sent OK");
}
}
delay(1000);
}

```

Figura 5. Código del arduino.



Figura 6. Sistema de telemonitoreo con módulo sim900.



Figura 7. SMS de sensores.



Figura 8. SMS de sensor de ausencia de luz.

CONCLUSIONES

En este proyecto se trabajó con la tecnología de GSM en especial SMS, dicho proyecto para poder obtener buenos resultados se implementó dentro de un invernadero en donde se utilizaron sensores como fueron de temperatura, humedad, ausencia de luz así como actuadores que en este caso fueron los focos y el ventilador, dentro de dicho proyecto se crearía un sistema SCADA sin embargo la tecnología SMS ya tiene hecha su interfaz por lo que solo se le dio un ajuste a cómo es que se presentaría la información adquirida en cada SMS, este proyecto se logró con los requerimientos que se querían y nos deja con la mente abierta para seguir dándole continuidad en agregar más requerimientos y darle más utilización a toda la tecnología GSM.

La tecnología GSM es una tecnología de bajo costo que nos permite realizar distintas tareas como lo son SMS, llamadas, etc. Tiene una amplia cobertura, es fácil de adquirir y existe en todo el mundo. Permite enviar lecturas de variables físicas como lo son temperatura, humedad, etc. en tiempo real, por lo que este sistema nos brinda una mejor adquisición de datos en tiempo real.

BIBLIOGRAFIA

CARLOS A., ROGER C. and ALFREDO S. (2012), "Diseño de un sistema Scada basado en Labview, implementando el protocolo de comunicación inalámbrica Zigbee", *Revista Prospectiva*, vol. 10, No. 1, [pp. 44-52].

HERRERA J., BARRIOS M., PERZ S. (2014), "Desing and implementation of a wireless scada system by means of zigbee and arduino technology", *Prospect*, Vol 12, No. 2, [pp45-50].

Automatas Industriales. <http://www.automatas.org/redes/scadas.htm> (fecha de consulta 08-07-2016).

Arduino. <https://www.arduino.cc/> (fecha de consulta 03-07-2016)

CCM. <http://es.ccm.net/contents/681-estandar-gsm-sistema-global-de-comunicaciones-moviles> (fecha de consulta 08-07-2016)

ALVAREZ F. *Instructables*. <http://www.instructables.com/id/Llamada-y-env%C3%ADo-de-SMS-con-ARDUINO-UNO-y-el-m%C3%B3dulo/> (fecha de consulta 06-07-2016)

GONZALEZ A. G. *Panama Hitec*. <http://panamahitek.com/dht11-sensor-de-humedad-temperatura-para-arduino/> (fecha de consulta 15-07-2016)

LARA E. *HETPRO*. <http://hetpro-store.com/TUTORIALES/sim900-gsm-shield-arduino/> (fecha de consulta 03-07-2016)

MORENO G. *Mediciones Industriales*.

http://martinezmorenomedicionesind.blogspot.mx/2007/06/fotoresistencia-ldr_16.html (fecha de consulta 15-07-2016)

IMPLEMENTACION DEL ALGORITMO DE BUSQUEDA DE PATRÓN EXACTO APLICANDO PROGRAMACIÓN PARALELA CON CUDA

Edgar Josiel Bárcenas Uribe¹ y Sandra Luz Canchola Magdaleno²

RESUMEN

Uno de los problemas que se presentan en la Bioinformática es la búsqueda de patrones exactos la cual consiste en analizar cadenas de texto con millones de elementos y encontrar dentro de ellas todas las ocurrencias de un patrón o secuencia, lo cual es importante cuando se buscan éstos patrones para explicar enfermedades o mutaciones genéticas.

Mediante la aplicación de cómputo paralelo con la ayuda de CUDA se puede llegar a una gran mejoría en los tiempos de búsqueda y esto se da a notar cuando se comparan con la programación tradicional.

ABSTRACT

One of the problems arising in Bioinformatics is to search for exact patterns which is to analyze text strings with millions of elements and find all occurrences of a pattern or sequence in this string, which is important when the patterns are sought to explain diseases or genetic mutations.

By applying parallel computing through CUDA, it is possible to achieve a great improvement in search times and it is more evident when compared to traditional programming.

Palabras Clave: Patrón exacto, Computo paralelo, Bioinformática, CUDA

INTRODUCCIÓN

Acorde a Backofen y Gilbert, la Bioinformática consiste en la resolución de problemas que provienen de la Biología mediante metodologías aportadas por la ciencia de la Computación (Backofen, Gilbert, 2001).

Una de las propiedades de la Bioinformática consiste en que se trabaja normalmente con cantidades extremadamente grandes de datos. Un ejemplo de ello es que el genoma humano está compuesto por el tamaño aproximado de 3×10^9 letras (Lesk, 2014). Otros ejemplos vienen dados por las largas cadenas generadas por las secuencias de ácidos nucleicos, secuencias aminoácidos de proteínas, entre otras.

La Bioinformática no sería posible sin los avances a lo largo de los años tanto en hardware como en software (Lesk, 2014). La rapidez y gran capacidad tanto de procesamiento como de almacenamiento es esencial para llevar cabo muchas de las tareas en el área.

Uno de estos procesos importantes consiste en analizar las largas cadenas de ADN u otras secuencias con miles o millones de datos y encontrar patrones dentro de ellas para la detección de enfermedades. Para que esto se pueda realizar, es necesario la ayuda de una computadora, y esta debe de ser capaz de hacerlo con estas grandes cantidades de información, así como en un tiempo muy reducido y una opción para poder lograr estos dos objetivos, es mediante el aprovechamiento de los avances en informática, como lo es el uso del paralelismo haciendo uso de las tarjetas NVIDIA las cuales tienen la capacidad de paralelizar los procesos mediante CUDA.

¹ Universidad Autónoma de Querétaro, Av. de las Ciencias sin número Campus Juriquilla, Juriquilla, Querétaro, Qro. C.P. 76230 México Tel (442) 192 1200, ejbarce13@hotmail.com

² 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

MARCO TEORICO

CUDA

En Noviembre de 2006 NVIDIA introdujo CUDA, la cual es una arquitectura de computo paralelo de propósito general con el propósito de solucionar problemas con una alta complejidad computacional de una forma más eficiente que en un computadora tradicional que cuenta únicamente con un CPU (NVIDIA, 2012).

En el modelo de programación en paralelo, el problema es particionado en varios problemas más pequeños que son solucionados en forma independiente en párelo por bloques de hilos, y a su vez cada sub problema contiene tareas que se pueden resolver de forma cooperativa en paralelo por todos los hilos dentro del bloque.

Cada que una función es lanzada se genera un Kernel con sus respectivos threads (hilos) para realizar el procesamiento. Este kernel está compuesto como se muestra en la figura 1.0.

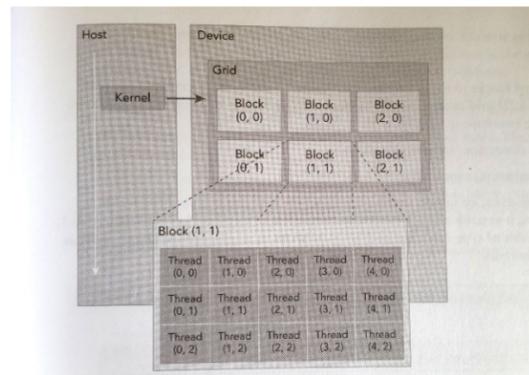


Figura 1. Representación gráfica de los elementos con los que trabaja CUDA

Los parámetros que usa el kernel para su llamada son (2)

1. blockDim = Dimensión del bloque, medida en hilos (threads).
2. blockDim = Dimensión del grid, medido en bloques (blocks).

Los bloques y los grids pueden usarse en una, dos o tres dimensiones (Sanders, Kandrot, 2011).

Cabe mencionar que cada bloque de hilos se puede programar en cualquiera de los multiprocesadores disponibles dentro de una GPU, en cualquier orden, simultáneamente o secuencialmente, de modo que un programa compilado CUDA puede ejecutar en cualquier número de multiprocesadores.

Hay un límite en el número de hilos por bloque, ya que se espera que todos los hilos de un bloque residan en el mismo núcleo del procesador y deben compartir los recursos de memoria limitados a ese núcleo. En las GPU actuales, el máximo de hilos permitidos en una secuencia es de 1024 hilos.

Sin embargo, un núcleo (kernel) puede ser ejecutado por varios bloques de hilo, de modo que el número total de hilos es igual al número de hilos multiplicado por el número de bloques (Cheng, Grossman, Mckercher, 2014).

Reconocimiento de patrones exactos

La búsqueda de patrones en largas secuencias tiene aplicaciones muy diversas que van desde usos en editores de textos y bases de datos hasta la aplicación en muchas áreas de las ciencias, una de ellas muy importante y de particular interés es en la Biología (De Necochea, Canul, 2004).

El problema consiste en encontrar todas las ocurrencias de un patrón P en un texto T que viene siendo una secuencia muy larga. Un patrón (P) se entiende como una secuencia ordenada de símbolos o caracteres.

Los símbolos del patrón y el texto son formados a partir de un conjunto finito predeterminado, llamado alfabeto (Σ), el cual a su vez y por lo general, el alfabeto puede ser cualquier conjunto finito de símbolos / letras (Benuskova, sf).

En Bioinformática, los alfabetos algunos de los alfabetos más usados acorde con Benuskova son:

- ADN $\Sigma = \{A, C, G, T\}$,
- ARN $\Sigma = \{A, C, G, U\}$;
- Proteína $\Sigma = \{A, R, N, \dots V\}$ (20 amino ácidos)

El procesamiento de datos en Bioinformática involucra de una forma u otra el reconocer patrones dentro de las secuencias anteriormente listadas, es decir en el ADN, ARN o secuencias de proteínas.

MÉTODOS Y MATERIALES

Características principales del equipo

Sistema Operativo: Windows 10 Home Single Language 64-bit - Lenguaje: Español - Fabricante: MSI, Modelo de Sistema: MS-7636, BIOS: Default System BIOS, Procesador: Intel(R) Core(TM) i3 CPU 540 @ 3.07GHz (4 CPUs), ~3.1GHz- Memoria: 4096MB RAM - Memoria disponible del sistema: 3960MB RAM - DirectX Versión: 11.2

Tarjeta de Video

NVIDIA GeForce GT 630 - Familia de GPU: GF108 - Memoria de reloj: 800 Mhz - Gráficos de reloj: 700 Mhz
Procesador del reloj: 1400 Mhz - Tipo de RAM: DDR3 - Fabricante: NVIDIA - Memoria dedicada: 1996 MB
Memoria compartida: 1979 MB - Modo Actual: 1920 x 1080 (32 bit) (60Hz)

Entorno de desarrollo

Microsoft Visual Studio Ultimate 2013 Update 5 C++ y NVIDIA CUDA 7.5

Metodología

Dado el patrón conocido, como una cadena de texto $p = p_1 \dots p_n$ y una secuencia como una cadena de texto más grande $t = t_1 \dots t_m$, el problema del encuentro del patrón exacto consiste en encontrar todas las ocurrencias del patrón P dentro de la secuencia T.

Cada símbolo de las cadenas tanto del texto como del patrón puede verse como un espacio en un vector

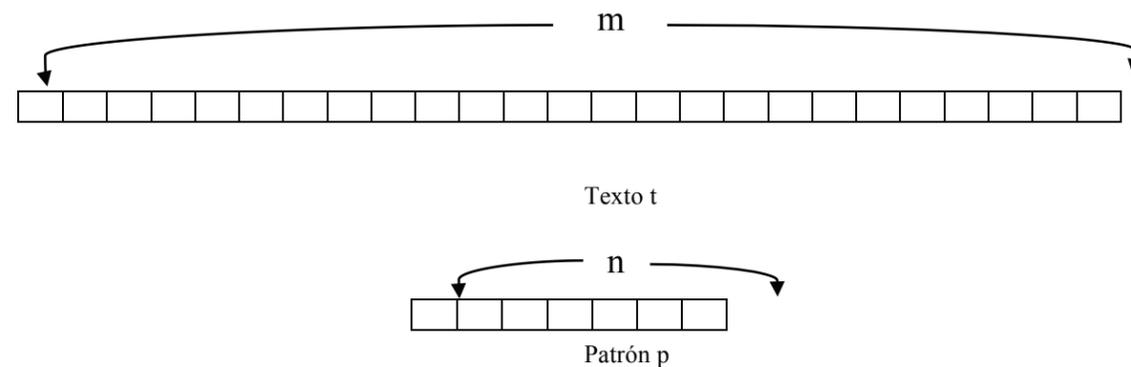


Figura 2. Representación gráfica del texto y Patrón

En resumen, como entradas y salidas del problema, se muestra a continuación:

Entradas: Patrón $p = p_1 \dots p_n$ y Secuencia $t = t_1 \dots t_m$

Salidas: Todas las posiciones $1 \leq i \leq m + 1$; para ello, en cada posición i , se verifica si el inicio de p está en dicha posición en cuyo caso se analiza la siguiente posición, es decir $t_i = p_1$, $t_{i+1} = p_2$ y así se continúa con esta operación hasta que no haya coincidencia, o bien finalice $t_{i+m} = p_n$, en cuyo caso el patrón p ha sido encontrado en t iniciando desde la posición i la cual debe de ser guardada como referencia que en dicho lugar el patrón fue encontrado en el texto y represente la salida (Jones, Pevzner, 2004).

Como se mencionó anteriormente, CUDA trabaja con bloques de hilos, por lo que la estrategia a seguir para realizar la paralelización, consiste en crear un grid de tamaño:

$$\text{gridDim} = \text{longitud de texto } (m) / (\text{cantidad de hilos } (N) * \text{caracteres trabajados por hilo } (M)) + 1 \quad (1)$$

Y cada bloque creado estará compuesto de 4 hilos, y será representados por la letra N , por lo tanto, $N = 4$, entonces el $\text{blockDim} = N$ (número de hilos por bloque).

La estrategia para trabajar de forma paralelo el algoritmo consiste en indexar cada uno de los hilos para que trabajen sobre las posiciones asignadas, en esto caso, cada hilo estará definido para que trabaje con 256 posiciones, la cantidad de posiciones estará representada por la letra M , por lo cual $M = 256$, y la fórmula de indexamiento será la siguiente:

$$\text{indice} = (\text{blockIdx.x} * \text{blockDim.x} * M) + (\text{threadIdx.x} * M) \quad (2)$$

El trabajo del índice, el cual es un hilo, consiste en revisar el carácter en cada una de las posiciones asignadas, en este caso 256 por hilo, para verificar si el carácter revisado coincide con el inicio de la subcadena, si es así procede a comparar los caracteres siguientes hasta comprobar si ha encontrado una coincidencia de patrón exacto o haya encontrado una diferencia termina su trabajo.

RESULTADOS

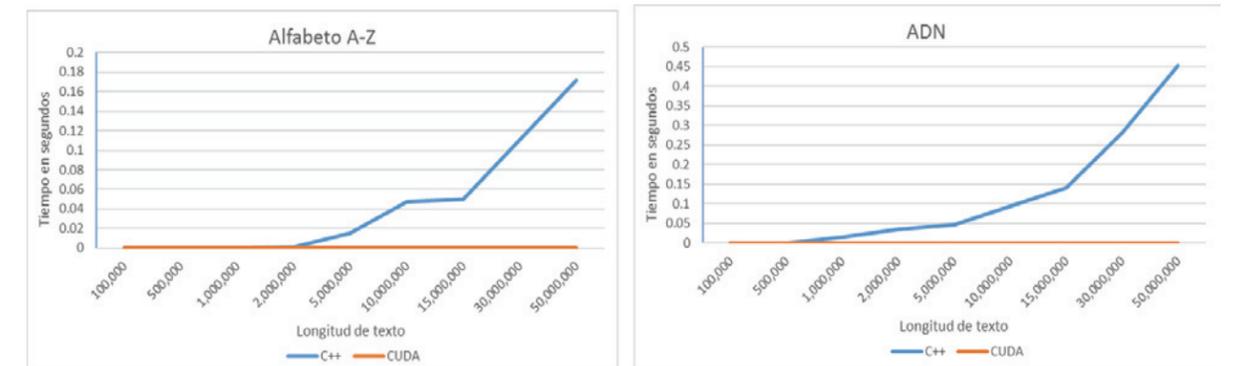
Para realizar una muestra de la eficiencia que tiene la programación en paralelo contra hacerlo de la manera tradicional, el mismo algoritmo mencionado en el punto anterior se implementó en ambos ambientes, por un lado, en paralelo con la ayuda de CUDA y de forma tradicional en C++, ambos con la ayuda del IDE de Visual Studio.

De igual manera se realizaron 2 pruebas con variantes, donde las cadenas y sub cadenas en la primera parte se encuentran compuestas por el alfabeto completo (26 letras) mientras que en la segunda parte únicamente se consideró a las letras que componen el ADN, es decir, las letras: A, C, G, T.

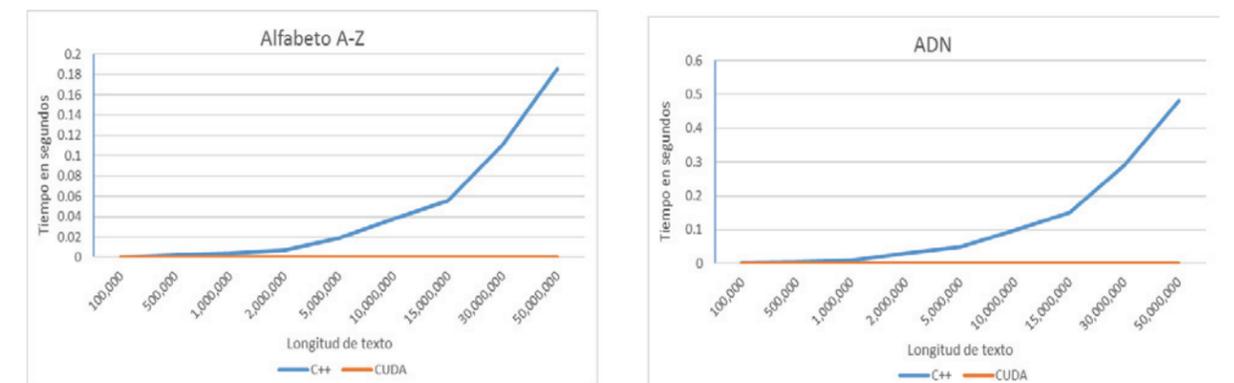
Los patrones de prueba fueron de longitud 3, 6 y 10, donde se obtuvo resultados similares un tanto similares, aunque en los patrones de longitud 3, se encontraron muchas más coincidencias de patrones al ser más fácil de que se repitieran con mayor frecuencia en el texto a encontrar cadenas exactas de 10 caracteres de longitud.

Los tiempos de ejecución se fueron elevando constantemente conforme incrementaba la cantidad de elementos en el texto a inspeccionar, y se nota considerablemente la diferencia entre la programación tradicional aplicada con C++ contra CUDA, en el cual los tiempos de ejecución eran apenas microsegundos en los casos con mayor cantidad de elementos.

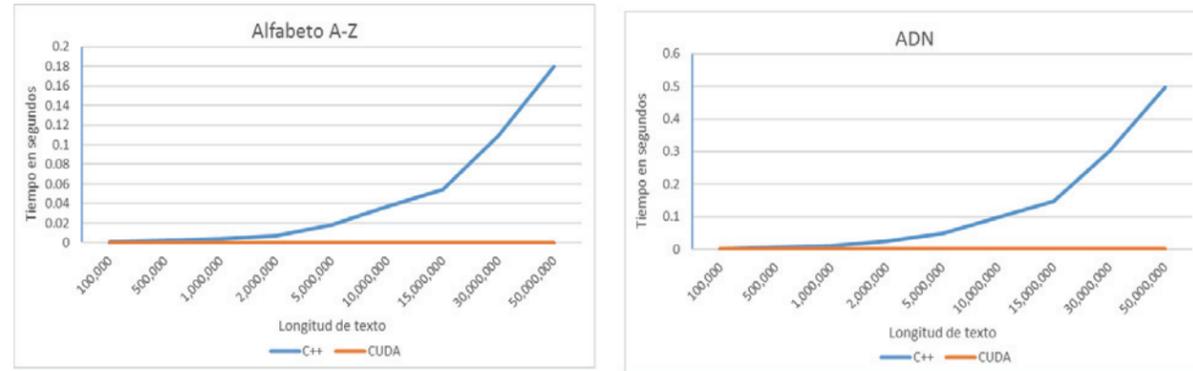
A continuación, se muestran los resultados obtenidos en gráficas, en el eje horizontal se muestran la cantidad de elementos que conformaba el texto, mientras que en el vertical se encuentran el tiempo de ejecución en segundos.



Gráfica 1. Patrones con 3 elementos de longitud



Gráfica 2. Patrones con 6 elementos de longitud



Gráfica 3. Patrones con 10 elementos de longitud

CONCLUSIONES

El implementar el algoritmo en forma paralela con CUDA permite que el proceso se ejecute de manera muy rápida, y conforme crece el número de elementos y el proceso se vuelve más largo y pesado, se puede apreciar aún más la diferencia del tiempo de ejecución en ambos ambientes, lo que deja claro como el procesamiento en paralelo es mucho más eficiente.

BIBLIOGRAFIA

Libros

BACKOFEN R., GILBERT D. (2001) "Bioinformatics and Constraints" pp 141-156.

LESK A, M. (2014) "Introduction to Bioinformatics" Oxford: The Pennsylvania State University

CHENG, J., GROSSMAN, M., MCKERCHER, T. (2014) "Professional CUDA C Programming", Indianapolis: John Wiley & Sons, Inc (figura)

SANDERS, J., KANDROT, E., (2011) "CUDA BY EXAMPLE An introduction to General-Purpose GPU Programming", Boston: NVIDIA Corporation

JONES, N., PEVZNER, P. (2004) *An introduction to bioinformatics algorithms*, Massachusetts

Artículos en línea

DE NECOCHEA, R., CANUL, J. (2004) "Secuencia de ácidos nucleicos". pp. 6-8 Consultada en http://www.ibt.unam.mx/computo/pdfs/met/secuenciacion_acidos_nucleicos.pdf (fecha de consulta 02-08-2016).

BENUSKOVA, L. (sf) "Computing for Bioinformatics". Consultada en http://www.cs.otago.ac.nz/cosc348/alignments/Lecture04_StringSearch.pdf (fecha de consulta 04-08-16).

ESTUDIO DE CASO DE NEGOCIO PARA EVALUAR EL USO DE RACKS ESTÁTICOS CONTRA RACKS DINÁMICOS EN UN ALMACÉN DE MATERIAL PRODUCTIVO

Juventino Barrera Hernández¹ y Rocío Edith Rodríguez Gutiérrez²

RESUMEN

Muchas veces las personas no se dan cuenta de los puntos fuertes que tienen, respecto a mejora continua, por no tener abierto el panorama mental y estar cerradas en cuanto a sus propias ideas. En los almacenes industriales, y en ocasiones de cualquier tipo, es muy común que sucedan este tipo de situaciones, y es un punto al que se le debe de dar gran importancia por el hecho de involucrar costos principales, tales como: manejo de materiales, cargas y descargas, tiempos, entre otros.

El objetivo principal de esta investigación es analizar a fondo las ventajas y desventajas que tienen, tanto el uso de racks estáticos como el uso de racks dinámicos en un almacén de material productivo, y comprobar cómo éste último puede resultar mucho más beneficioso que el primero. Se tiene que tener en cuenta que esas ventajas y desventajas deben influir directamente en la disminución de costos, reducción de tiempos de manejo, maniobra de materiales menos compleja y menor esfuerzo de personal operario, entre los puntos más importantes.

En ocasiones, las estanterías estáticas pueden resultar mejores que las dinámicas en un almacén, pero eso es debido al tipo de almacén del que se esté hablando. Por ejemplo, en un almacén de materia prima que maneje grandes cantidades de material, es conveniente que el manejo de material sea el adecuado, ya que corre la posibilidad de que ocurran daños en el mismo. Sin embargo, cuando se habla de un almacén de material productivo, sub-ensambles o producto terminado, se busca siempre la rotación de inventarios adecuada para que los procesos dentro de la empresa sean mucho más efectivos. Ya que implica reducción de costos en los procesos de almacenaje y manejo de materiales y, la utilidad será mayor para la empresa en cuestión.

El estudio de caso de negocio de nuestro trabajo consiste en abordar argumentos válidos con los que la propuesta de un rack dinámico se pueda justificar verdaderamente, para el desarrollo de una empresa y/o negocio en el cual su almacén tenga la necesidad de esto. Para ello se recopila información clave respecto al tema; fundamentos y bases, metodologías, ventajas y desventajas, etc., sobre la idea innovadora que se trata en esta investigación, además de una breve investigación de campo donde una empresa de la industria automotriz brinda su experiencia respecto al tema.

Todo esto con el fin de motivar a las industrias hacia la mejora continua en su área de almacén, además de incentivarlas para responder eficientemente ante las áreas de oportunidad que tienen en estos procesos.

ABSTRACT

Most of the times people don't realize of strengths they have in relation with the continuous improvement, because they aren't open minded, but closed with their own ideas. In the industrial warehouses, sometimes of any type, it is common that these situations happen, this is a point very important that should be considered just for the only reason that it is directly related with the main costs, about movements, loads and downloads, times, among other aspects.

¹ Instituto Tecnológico Superior de Monclova "Ejército Mexicano", Ingeniería Industrial, carretera 57 km 4.5, Unidad Tecnológica y Universitaria, C.P: 95245, Monclova, Coahuila, nnoitraj.5@hotmail.com

² Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Ingeniería en Logística, Carretera Irapuato - Silao km. 12.5, C.P: 36821, Irapuato, Guanajuato, rocio.rodriguez@itesi.edu.mx

The main objective of this investigation is analyzing the advantages and disadvantages dynamic racks have in relation with the static racks in a warehouse, and checking how the first ones are better than the last ones. It's important knowing that the advantages and disadvantages should influence directly with the lower costs, the time and spaces reduction, material drive less complex, and the least effort of the operators, among the main points.

Sometimes, the static shelves can be much better than the dynamic ones in the warehouse, but it is about the type of warehouse that we are talking about. For example, in a warehouse of raw material which drives large quantities of material, it is not convenient to make it work with much movement because of the possible damages that could happen in the place. However, when we are talking about of a warehouse of productive material, subassemblies, or finished product as well, people have to know that a high rotation of material is always searched, so the process in the business is more effective, because the more rotation exists, the less costs of warehouse will happen and in this case, it will have a huge utility for the industry.

The business case study consists in exposing those valid arguments, then, with them really justify the proposal of a dynamic rack, for the developing of one industry or business where its warehouse has this necessity. For this reason, the study collects key information about the topic; basis, methodology, advantages and disadvantages, etc. About the installation of this innovative idea, besides of a brief field research in which complex General Motors give its experience about the topic.

All these with the only objective to motivate the industries to include themselves into the idea of a continuous improvement in their warehouses area, besides to encourage them to see that there are many opportunity areas that they have in their responsibilities.

Palabras clave: Warehouse, dynamic rack, improvement, industry.

INTRODUCCIÓN

“Sistema de almacenaje: Son aquellas construcciones estratégicamente diseñadas en las cuales las mercancías o unidades de carga se colocan sobre estanterías. Con ellas se pretende optimizar la superficie y la altura del edificio, aunque también depende de los equipos disponibles para el sistema que se quiera implantar.” (Escudero, 2014).

Las estanterías estáticas y/o convencionales han sido la metodología óptima para desarrollar un buen almacén en cuestión a tiempos y movimientos, y así poder reducir costos. Cada una de estas se diseña estratégicamente para que se encuentren en el lugar y en el momento adecuado para almacenar el material que ahí se maneja, de manera que esto optimice los procesos y tiempos de operación. A lo largo de la historia y mediante el análisis de los procesos se han diseñado estrategias que resuelvan ciertos problemas que afectan de forma general a los negocios, la reducción de la rotación del material, las cantidades almacenadas que no se podían incrementar, el tiempo de búsqueda y de manejo del producto crecía y esto hacía deficiente algunos de los procesos. Situaciones en las que, en vez de optimizar los procesos de la empresa, ocurría lo contrario, haciendo que se perdiera la esencia de los objetivos de la organización.

Hoy en día, la utilización de los racks dinámicos, es una posibilidad y ha ido reemplazando la propuesta de los racks estáticos. Los problemas de los que se hablaba anteriormente, han sido solucionados de diversas maneras gracias a la idea innovadora de movilizar el producto que se resguarda en el almacén para su alta rotación, reduciendo su tiempo de almacenaje, la cantidad de producto almacenado podría ser mucho mayor, y otro aspecto muy importante, la calidad tiene menor posibilidad de ser afectada. Con todo esto, además de otros puntos, la propuesta de un rack dinámico ha tomado un lugar muy importante en el mercado industrial.

El objetivo del siguiente análisis es mostrar los argumentos por los cuales el rack dinámico resulta ser mejor en un almacén de material productivo, que el rack estático; mostrar sus modelos, características, ventajas y desventajas, como se estructuran realmente los racks y cuáles son sus funciones para que sean utilizadas de manera efectiva en el proceso en que se empleen.

Analizar qué son los racks dinámicos y estáticos, para qué sirven, cómo funcionan dentro de dicha empresa, cómo benefician a la misma, y por qué unos son mejor que otros es el objetivo que buscamos alcanzar en este caso de negocio. La exposición de estos datos recopilados tiene la intención de que éstos

puedan llegar a los gerentes y directivos de las empresas que llevan a cabo estos procesos y que se encuentran en la región, y puedan así contemplar la posibilidad de implementar esta propuesta en sus procesos de trabajo, como parte de la mejora continua.

MARCO TEÓRICO

Un rack dinámico puede funcionar mejor que uno estático, para ello se debe tener en cuenta varios aspectos: la distribución de espacio, a través de ésta se mejora también los tiempos de los procesos, por el hecho de que entre menos espacio se tenga que recorrer, más rápidos y eficientes serán los movimientos que se tengan que realizar para las operaciones. Así se determina cuánto espacio es requerido para almacenar y manejar el material y se analiza como acomodar la estantería (perpendicular o paralelo) para que haya suficiente espacio de carga y descarga y las instalaciones y estos movimientos no se vean afectados.

Existen distintos principios que rigen la asignación de espacio, y primordialmente son básicos para la instalación de cualquier rack, entre los más importantes están: edificio de una sola planta, evitando el uso de elevadores y escaleras, la altura útil del lugar que tendrá una medida determinada por el tipo de mercancía con la que se trabaja, su forma de manipular y la manera de almacenarla, la capacidad de resistencia que está a la par de los bienes que se manejen en el almacén, se deben construir el espacio según funciones, superficies, disponibilidad y prever también las instalaciones eléctricas para la iluminación. El acceso de las puertas debe ser largo y ancho para evitar desperfectos con el manejo de material, los pasillos se dividen en grandes bloques de almacenamiento para favorecer a la cantidad que se puede almacenar y ser lo suficientemente amplios en relación al material que se maneja.

En cuanto a las estanterías, son estructuras la mayoría de las veces estáticas que tienen la función de resguardar el material que se utiliza en la empresa, sus dimensiones deben considerar la altura del lugar y su espacio, así como los límites de los medios de transporte y manejo de material. Debido a ello se le da a la estantería una altura y una separación específica una de otra de forma que no perjudiquen el proceso de almacenamiento. Existen medidas reglamentarias, por ejemplo, si utilizamos paletas de 800 x 1.200 mm., los pasillos de maniobra necesitan reunir ciertas condiciones, como las siguientes. (Escudero, 2014).

Tabla. 1. Medidas de los pasillos según los equipos de manipulación.

Condiciones de los pasillos de maniobra según el medio de elevación	
Anchura aproximada	Altura máxima
Apiladores: de 2 a 2,20 m	Apiladores: 7 m
Carretillas contrapesadas: de 3 a 3,50m	Carretillas contrapesadas: 9 m
Carretillas retráctiles: de 1,50 a 2,50 m	Carretillas retractiles: 11 m
Carretillas trilaterales: de 1,50 a 1,70 m	Carretillas trilaterales: 12 m
Translevadores: de 1,10 a 1,20 m	Translevadores: 40 m
*** Las carretillas tipo torre, bilateral o trilateral, y los translevadores necesitan, dentro de los pasillos, un sistema de guiado.	

Fuente: Logística de almacenamiento, Madrid, 2014 por Ediciones Paraninfo, SA.

El volumen de las mercancías, su peso máximo, accesibilidad, características de tamaño y forma, son además otros aspectos de consideración para la instalación de estanterías.

“Existen 4 principales sistemas de almacenaje que son el convencional, compacto en bloque, dinámico y móvil.” (Escudero, 2014). El convencional almacena los productos combinando mercancías paletizadas con artículos sueltos que se manipulan de forma manual, se requiere en los almacenes de gran variedad de referencias paletizadas. No tienen profundidad y se diferencian por la base de sus estantes: de bandeja

o paletización, permiten el acceso directo a cada paleta almacenada, tienen un rápido control del producto y permiten una distribución rápida del espacio. Sin embargo, no complacen las bases de la metodología FIFO, el volumen de su mercancía se limita en manipulación y no se pueden utilizar paletas de varias medidas. El almacenaje compacto consiste en formar bloques de mercancías paletizadas, hasta la altura que permiten los medios mecánicos, se dividen en dos tipos que son “drive-in” y “drive-through”. El primero forma un conjunto de ubicaciones en profundidad apoyadas, por la parte trasera, sobre la pared y un único pasillo frontal para la circulación de los vehículos. Sus funciones radican en el criterio LIFO (último que entra, primero que sale) lo que resulta ser más un inconveniente que un punto a favor. Los drive-through se instalan en forma de islas dejando a ambos frentes pasillos de maniobra y así los vehículos pasan por las calles interiores de las estanterías, y éste complace totalmente el criterio FIFO (primero que entra, primero que sale) lo que por obvias razones es preferentemente utilizado comparado con el drive-in.

El sistema dinámico se utiliza para mercancías que requieren una rotación perfecta, ya que el flujo de stock responde a los criterios LIFO o FIFO, son estructuras metálicas compactas con unos caminos de rodillos donde se ubican las paletas o las cajas. Los rodillos se instalan con una ligera pendiente (en función del peso y de las cargas) para el desplazamiento de las paletas, para los cuales incluyen mecanismos de frenado y topes al final de cada extremo para su debido detenimiento. Las estanterías pueden ser accionadas por gravedad o motorizadas; las primeras, se introducen las paletas por la parte más alta de los rodillos y por la fuerza de gravedad el material llegará al otro extremo; las segundas, tienen caminos de rodillos que se activan con pequeños motores eléctricos para el debido desplazamiento de las paletas. En el almacenaje móvil se instalan las estanterías sobre plataformas o railes para su debida movilidad y así puedan dejar pasillos entre ellas, pueden ser manuales o automáticas, de forma que por medio de un mecanismo se puedan mover las estanterías o se puedan accionar por medio de motores a la voluntad deseada. Sirven mucho para aumentar la capacidad del almacén al máximo (Mauleón, 2003).

Existen ciertos principios de almacenamiento que son clave para poder realizar una operación eficiente y que deben de llevarse a cabo si es que de verdad se quiere llevar a cabo una buena instalación de racks, en especial dinámicos: el movimiento de productos debe de hacerse con la mayor cantidad posible, optimizar las distancias eligiendo la ruta más corta, aprovechar hasta el espacio más pequeño del lugar, hacer las operaciones con la mayor brevedad posible, reflejar el mínimo número de manipulaciones con el material, agrupar y recolectar el material con la mayor rotación posible y con una línea equilibrada que pueda evitar los inventarios en espera (Mora, 2011).

MÉTODOS Y MATERIALES

Una vez identificada la situación a mejorar, en este caso la optimización de los procesos en un almacén, se generan ideas sobre cómo llevarla a cabo. Cuando se elige la mejor, que también en este caso son los racks dinámicos, la idea se evalúa y se prepara para ser justificada y poder generar planes de acción para ponerlas en marcha. Se plantea una justificación propia de la instalación que sea acorde a los objetivos que tenga la empresa y sus métodos de trabajo, entonces se procede a plantear los objetivos del proceso planeado.

Después de esto, se analizan las ventajas competitivas que tienen los racks dinámicos en el sector al que se involucra (almacenes) al igual que se estudian los procesos que tiene la empresa y sus servicios, para entender como los racks pueden mejorar sus procesos. Si es posible, se diseña un diagrama de flujo que explique los procesos más detalladamente con la estantería actual que tiene el negocio, para después compararlo con otro donde ya se haya implementado la idea.

Posteriormente, se lleva a cabo el estudio de factibilidad técnico; primordialmente se analiza el tamaño del proyecto físico (distribución del espacio y medidas, equipo requerido y localización) y económicamente (recurso humano y financiero para hacer la instalación). Se procede a realizar un análisis sobre las posibles proveedoras del trabajo, en este caso, las empresas expertas encargadas de

realizar instalación de racks dinámicos. Se analizan en cuanto a procesos, calidad, tiempos y sobre todo costos para poder elegir la más conveniente a los procesos de la empresa.

Con todo lo anterior, es necesario hacer estratégicamente un lay-out donde se planee la instalación, para anticipar medidas y estructuras que vayan acorde a la optimización que se busca. Por otro lado, también es necesario contemplar los recursos necesarios, tanto materiales como humanos, capacitación y equipo requerido para los nuevos procesos de almacenamiento.

A continuación, el estudio de factibilidad financiera; se verifica el costo de toda la nueva instalación e infraestructura, para poder presupuestar la inversión inicial, para luego completar la evaluación financiera. Finalmente se determina la viabilidad del proyecto, para su puesta en marcha y para el inicio de la operación con ya con la implementación planeada.

RESULTADOS

En la experiencia que se recabo a través de la investigación de campo en la industria automotriz, se comprobó el éxito que puede tener la instalación de racks dinámicos en un almacén de material productivo. En este caso, en una empresa que tiene problemas de rotación de inventario, generados por falta de espacio para almacenar en el área; el personal debe cumplir tiempo extra forzosamente para que el material que se requiera esté en tiempo y forma en el lugar que se requiere, así como también el personal tiene que quedarse tiempo extra para organizar bien los estantes, lo que provoca también descontento por parte de los operarios. Con la implementación de racks dinámicos, la empresa analizada pudo mejorar la distribución de su almacén. La estrategia solucionó los percances anteriores, además de que se pudieron optimizar los procesos de manejo de material productivo dentro de la empresa, existiendo así un punto de retorno económico asegurado hacia esta empresa del ramo automotriz.

CONCLUSIONES

El objetivo de esta investigación es informar y asesorar a algunas empresas que llevan a cabo manejo de material productivo en almacenes y que pudieran presentar la problemática anteriormente descrita. No solamente ser motivación para tomar en cuenta esta propuesta en los almacenes, sino para que las empresas orienten sus estrategias hacia la mejora continua que todo proyecto pretende, pero que en muchas ocasiones las industrias se niegan a implementar, a veces por desconocimiento de las ventajas y beneficios posibles. Al realizar el análisis se comprendió totalmente la importancia de la eficiencia en las operaciones de un almacén y de sus procesos, concluyendo en que la planeación estratégica de éste último es un factor clave de éxito en las organizaciones y debe ser tomada muy en cuenta.

BIBLIOGRAFÍA

- SERRANO, M. J. (2014), *Logística de almacenamiento*, Madrid: Ediciones Paraninfo, SA.
- MORA, L. (2011), *Gestión logística integral*, Madrid: Starbook Editorial.
- BALLOU, R. (2004), *Logística, administración de la cadena de suministro*, México: Pearson Educación.
- MAULEÓN, M. (2003), *Sistemas de almacenaje y picking*, Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S. A.
- BACA, G. (2006), *Evaluación de Proyectos*, México: McGraw-Hill.
- ROUX, M. (2013), *Manual de logística para la gestión de almacenes*, España: Gestión 2000.

ANÁLISIS CINEMÁTICO Y DINÁMICO DE UN MECANISMO DE THEO JANSEN

Antonio Bautista Montejo¹ y Alejandro Tadeo Chavez²

RESUMEN

En el presente trabajo se muestra el desarrollo de la simulación dinámica de un mecanismo del tipo Theo Jansen, en donde se considera una configuración de 4 patas delanteras y 4 traseras. El trabajo presenta un desarrollo a partir del modelado, desarrollo de contactos, análisis dinámico, para determinar la estabilidad del mecanismo empleado. Todo esto con la finalidad de proponer un adecuado análisis previo del diseño del mecanismo.

ABSTRACT

In this document the development of dynamic simulation of a mechanism like Theo Jansen, where it is considered a configuration of 4 front and 4 rear legs shown. The paper presents a development from modeling, development of contacts, dynamic analysis, to determine the stability of the mechanism employed. All this in order to propose an adequate prior analysis of mechanism design

Palabras clave: Mecanismo, locomoción, paso.

INTRODUCCION

Theo Jansen, un inventor holandés ha creado una multitud de máquinas capaces de moverse libremente bajo la acción del viento, la simple energía potencial de este elemento genera la energía suficiente para dar movimiento a sus diversos mecanismos, como si fuera el proceso de darle vida a un seres vivos. Puede decirse que los desarrollos de este tipo de mecanismo entrelazan la ingeniería y el arte.

Considerando los mecanismos desarrollados de Theo Jansen como inspiración, se desarrolló un modelo que a diferencia de los que Theo Jansen consta de 4 patas delanteras y 4 traseras, o 4 pares de patas, esto con la finalidad de reducir el número de patas. En base a esta selección se genera un modelo en donde se generan simulaciones dinámicas para verificar su funcionalidad y estabilidad, debido a la eliminación de pares de patas que presentan los modelos de inspiración.

MARCO TEORICO

Theo Jansen, nació el 14 de Marzo de 1948 en Scheveningen al sur de Holanda y actualmente vive y trabaja en Holanda. Construye grandes mecanismos imitando esqueletos de animales que son capaces de caminar usando la fuerza del viento de las playas holandesas. Define su trabajo como la fusión entre arte e ingeniería.

¹ Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Ingeniería en Mecatrónica; Carretera Irapuato - Silao km 12.5, El Copal, C.P:36821, Irapuato, GTO,tonymontejo048@gmail.com.

² Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Ingeniería en Mecatrónica; Carretera Irapuato - Silao km 12.5, El Copal, C.P:36821, Irapuato, GTO, altadeo@itesi.edu.mx.

Este artista y escultor autodidacta se dio a conocer al mundo entero a raíz de su aparición en un anuncio de la marca de coches BMW, dónde salía uno de sus mecanismos cinéticos. En este anuncio, Jansen expresaba su filosofía con la frase:

1. "The walls between art and engineering exist only in our minds".

“Las barreras entre el arte y la ingeniería existen sólo en nuestra mente”.

Para saber más se puede consultar [2].

Cabe mencionar que la fascinación por mecanismos caminantes no es un tema de actualidad siendo Theo Jansen una de tantas investigaciones hechas relacionadas al tema propuesto los cuales podemos observar en [3], pero no siendo hasta que E. J. Marey quien inventó un dispositivo de grabación neumática en la década de 1870 lo cual le permitió grabar una serie de patrones de movimiento siendo lo más cercano a un análisis dinámico como lo que se pretende hacer durante esta investigación como lo menciona [4], no obstante actualmente ya existe mas interés en este tema llegando a clasificaciones en base al ambiente, numero de patas y estructura como lo podemos observar en [5].

METODOS Y MATERIALES.

Como primer punto dentro de esta investigación el requisito indispensable fue tener conocimiento básico en la correcta forma de la utilización de software de simulación siendo esta la principal herramienta durante la realización del proyecto.

Los paquetes de simulación usados fueron los siguientes:

- SolidWorks
- ADAMS

Combinando ambas herramientas se obtuvo muy buenos resultados en la investigación.

Como metodología lo primero que se realizo fue la propuesta de las dimensiones del mecanismo el cual debía tener un máximo de 150 cm de ancho, 150 cm alto, 100 cm de largo, cuidando sobre todo el paso durante la locomoción.

Teniendo en cuenta las dimensiones establecidas se procedió a proponer las dimensiones que tendría el mecanismo en cada una de sus partes que lo conforman como se puede observar en la Ilustración 1.

Sólido	Nº de nudos	Nudos
Bancada	2	O - C
1	2	O - A
2	2	A - B
3	3	B - C - D
4	2	D - F
5	2	C - E
6	2	A - E
7	3 (2 en maqueta)	E - F (- G)

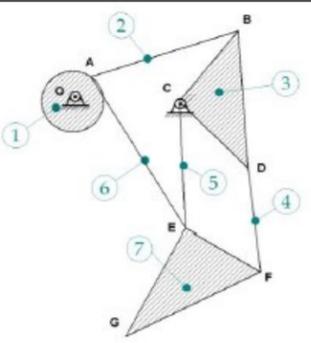


Ilustración 1 Mecanismo de Theo Jansen estructura básica

Tabla 1 Dimensiones propuesta para la elaboración del mecanismo.

PARTE	DIMENSIONES PROPUESTAS	ESPESOR PROPUESTO	MATERIAL PROPUESTO
Bancada (O-C)	108mm	3mm	MDF
Parte (O-A)	50mm	3mm	MDF
Parte (A-B)	130mm	3mm	MDF
Parte (B-C-D)	(100-100) mm	3mm	MDF
Parte (D-F)	130mm	3mm	MDF
Parte (C-E)	115mm	3mm	MDF
Parte (A-E)	203mm	3mm	MDF
Parte (F-E-G)	(100-150)mm	3mm	MDF

Posteriormente a la propuesta de las dimensiones, espesor y material del mecanismo se procede a realizar la simulación y ensamblaje de las piezas que conformaran el mecanismo cabe resaltar que para la elaboración del presente mecanismo se utilizó el software de SOLIDWORKS puesto que la elaboración de piezas en este entorno es mucho más sencillo que su contraparte ADAMS para ello se requiere conocimientos básicos que permitan la realización de piezas así como también y en base a la intención de diseño realizar un mecanismo lo más próximo a su construcción y que requiera modificaciones mínimas en caso de su elaboración ya que los resultados obtenidos dependerá de la futura contemplación para llevar a cabo un prototipo. A continuación se presenta de manera resumida el método básico para elaborar una pieza en SolidWorks.

Paso 1.- como primer paso se procede a elaborar el croquis del cual se obtendrá la pieza a realizar en SolidWorks.

Paso 2.- como segundo paso se realizaran las operaciones a las cuales se someterá el croquis en este caso solo se realizó una operación de extrusión para darle espesor a la figura esta misma operación se repite para todas las piezas

Paso 3.- posterior a terminar la simulación de todas las piezas se procede a realizar el ensamblaje de cada una de las piezas (ver ilustración 4).

Una vez terminada la simulación de las piezas y ensamblaje en SOLIDWORKS procedemos a exportar el ensamblaje ADAMS. Para realizar el análisis dinámico así como también el de energía el cual será parte fundamental para corroborar la estabilidad del mecanismo. Siendo esta parte el principal papel que desempeña ADAMS en la elaboración de este proyecto de investigación. Cabe también mencionar que a pesar de que ADAMS es un software de Simulación que facilita gran parte de la realización de cálculos matemáticos pero está limitado en la parte de manejo de datos en este caso se utilizó EXCEL para el manejo de los datos obtenidos por el software facilitando aún más su interpretación en los resultados finales.

Culminando la parte del análisis dinámico así como el de energías se cumplen los principales objetivos a realizar en la investigación como un objetivo añadido se podría incluir la posibilidad de construcción en base a los resultados de la investigación.

RESULTADOS

El resultado final fue dividido en las tres fases que se abarcaron durante la investigación las cuales eran dependientes del paso anterior.

Primera fase

Durante el ensamblaje final se tuvieron que hacer ciertos cambios a las dimensiones propuestas en un principio para el mecanismo sobre todo cabe resaltar que la dimensión del cigüeñal es la parte más crítica durante el ensamblaje debido a que de esta dimensión depende el paso que dará el mecanismo durante la locomoción a continuación se hace una comparativa sobre los resultados finales contra los propuestos.

Tabla 2 Dimensiones propuestas para el mecanismo.**Tabla 3 Dimensiones finales del mecanismo**

PARTE	DIMENSIONES PROPUESTAS	ESPESOR PROPUESTO	PARTE	DIMENSIONES PROPUESTAS	ESPESOR PROPUESTO
Bancada (O-C)	108mm	3mm	Bancada (O-C)	75mm	3mm
Parte (O-A)	50mm	3mm	Parte (O-A)	25mm	3mm
Parte (A-B)	130mm	3mm	Parte (A-B)	130mm	3mm
Parte (B-C-D)	(100-100) mm	3mm	Parte (B-C-D)	(100-100) mm	3mm
Parte (D-F)	130mm	3mm	Parte (D-F)	130mm	3mm
Parte (C-E)	115mm	3mm	Parte (C-E)	115mm	3mm
Parte (A-E)	203mm	3mm	Parte (A-E)	150 mm	3mm
Parte (F-E-G)	(100-150)mm	3mm	Parte (F-E-G)	(100-150)mm	3mm

Siendo el mecanismo final el siguiente.

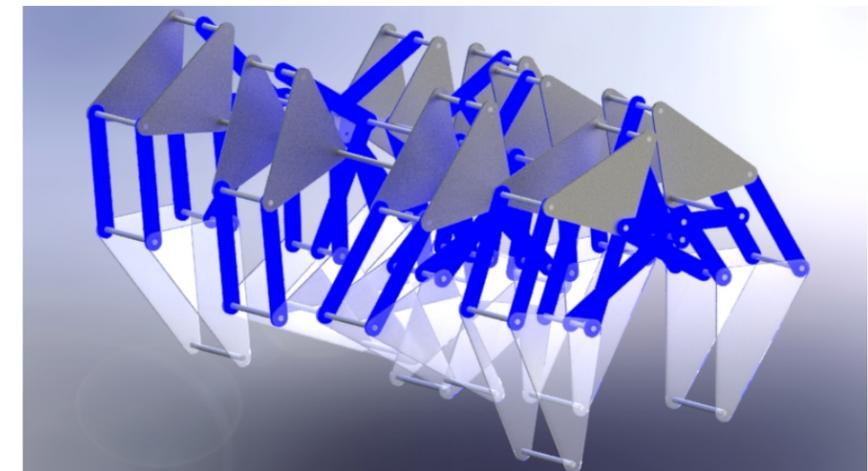


Ilustración 2 Modelado final del mecanismo en Solid Works

Segunda fase

La segunda fase corresponde a la realización dinámica posterior al ensamblaje la cual se llevó a cabo en el segundo software utilizado ADAMS como parte importante cabe mencionar que en esta simulación se tomó en cuenta tanto los materiales propuestos como las fuerzas externas que actuarían en el mecanismo siendo la única la gravedad. A continuación se muestran los resultados obtenidos en esta fase. Cabe destacar que en esta parte es la parte más crítica en la investigación y es aquí donde se hicieron notar los principales contratiempos en los cuales el comportamiento final no era el adecuado y se tuvo que replantear el ensamblaje en base a distintos factores siendo la simetría una parte fundamental.

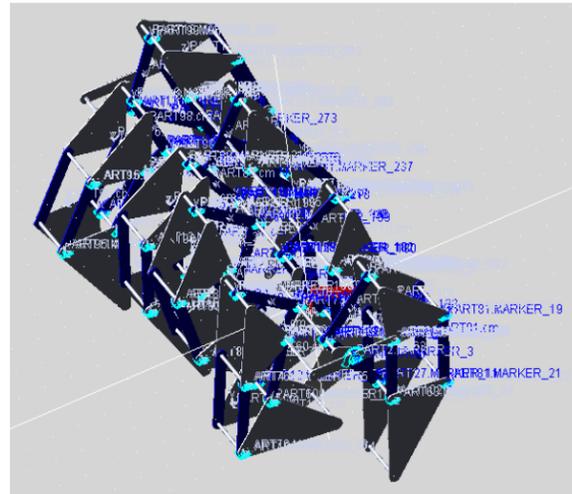


Ilustración 3 Contactos establecidos en el mecanismo

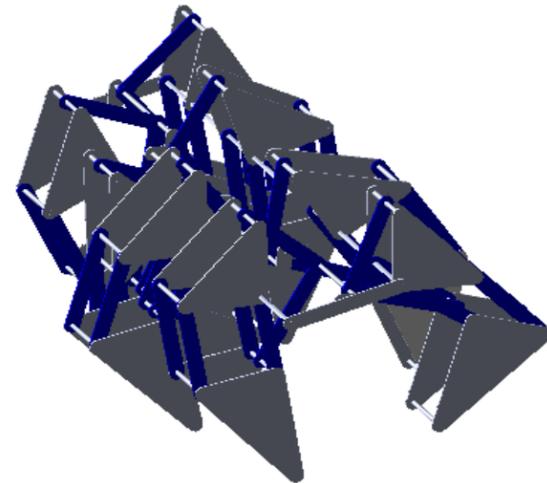


Ilustración 4 Simulación final en Adams

Tercera fase

Como tercera y última fase es realizar el análisis energético al mecanismo, así como la obtención de datos y la realización de graficas de los mismos, para el manejo de la información se utilizó Microsoft EXCEL para la interpretación de resultados siendo el resultado final presentado en la siguiente gráfica.

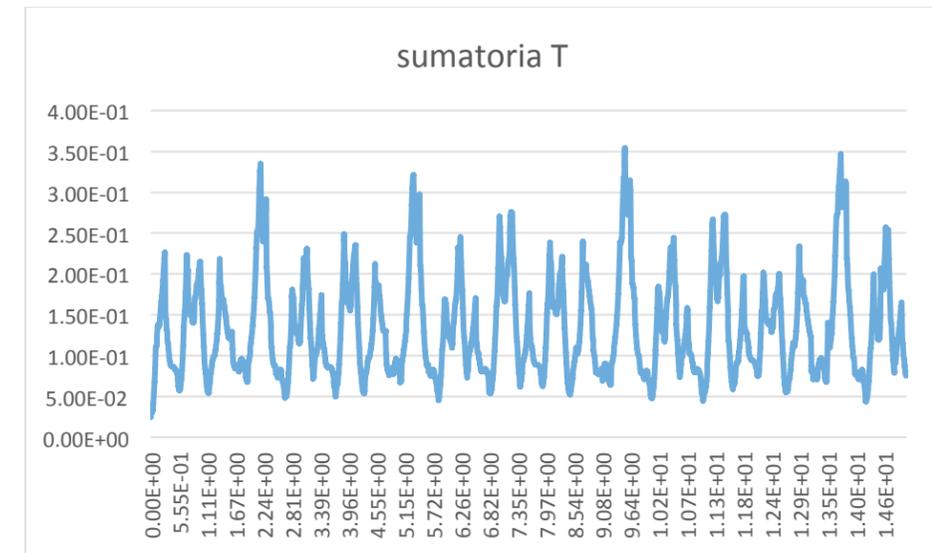


Ilustración 5 Grafica final obtenida en base al análisis de energías

Siendo el pico máximo 3.54 E-1 y el pico mínimo 2.42E-2 con una diferencia de 3.30 E-1 se puede concluir la estabilidad del modelo.

Es importante resaltar el salto de un entorno simulado a un entorno real aun la gráfica y los resultados muestren una información aparente a la hora de la construcción y dependiendo el ambiente y diversos factores los resultados obtenidos pueden variar.

CONCLUSIONES

A partir de los análisis desarrollados en la simulación de Theo Jansen podemos visualizar un comportamiento previo al sistema donde podemos visualizar una estabilidad presente en el mecanismo sin embargo se debe esperar a un prototipo físico para poder corroborar los resultados obtenidos en la investigación.

BIBLIOGRAFIA

1. Freyr Hardarson,(2002). Stability analysis and synthesis of statically balanced walking for quadruped robots (tesis doctoral). Royal Institute of Technology , Estocolmo Suecia,[pp.13-14]
2. Theo Jansen oficial , [<http://www.strandbeest.com/>]
3. Anthony James Ingram. ,(2006). A new type of mechanical walking machine (tesis doctoral). Univerdidad de Johannesburgo , Sudafrica,[pp. 8]
4. Richard Reeve,(1999) Generating walking behaviours in legged robots (tesis doctoral).Univerdidad de Edinburgh, Escocia.
5. Florina Moldovan, Valer Dolga, Ovidiu Ciontoş, Cristian Pop. (2011). “cad design and analytical model of a twelve bar walking mechanism” en u.p.b. sci. bull, vol. 73, [pp. 36-38]

CARACTERIZACIÓN DE ALIMENTOS POR ESPECTROSCOPIA RAMAN Y ANÁLISIS QUÍMICOS

Emma Laura Bautista Velasco E.¹ e Issac Compeán Martínez²

RESUMEN

La espectroscopia Raman es una herramienta analítica que ha cobrado auge en los últimos años debido a las características y ventajas que presenta. Esta técnica es capaz de detectar y cuantificar moléculas orgánicas e inorgánicas a bajas concentraciones. En las últimas décadas las necesidades de las sociedades han aumentado, lo que ha provocado que los avances en las ciencias crezcan exponencialmente, buscando que las técnicas sean más rápidas y eficientes, en la industria alimenticia, las técnicas deben de ser especialmente confiables y eficientes para detectar componentes tóxicos, anomalías, adulteraciones y comprobar los lineamientos establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas para este tipo de industria. El objetivo principal de este trabajo es conocer la composición química del amaranto como proteínas, ácidos grasos, lípidos, minerales y aminoácidos. En la actualidad, el amaranto se considera un alimento de suma importancia, debido a sus múltiples beneficios, una de las razones del renovado interés es su excelente perfil de nutrientes; comparable con los cereales. Las cualidades nutricionales y características agronómicas de las distintas especies de amaranto las convierten en plantas de potencial beneficio para ser empleadas en la industria agroalimentaria. En este trabajo se evaluó la composición química del amaranto por medio de espectroscopia Raman y análisis fisicoquímico. Los resultados de las frecuencias Raman que más destacan son las de 1002 y 1032 cm⁻¹, correspondientes a los enlaces de C-O, indicando la presencia de aminoácidos. Con la prueba de cenizas obtuvimos 2.77% de cenizas, y 0.037 % de acidez.

ABSTRACT

Raman spectroscopy is an analytical tool that has gained momentum in recent years due to its characteristics and advantages. This technique is able to detect and quantify organic and inorganic molecules to low concentrations also has great potential to measure, among other things, chemical components in substances and concentrations in organic and inorganic matter. In recent decades the needs of societies have increased, which has led to advances in science grow exponentially, seeking the techniques faster and more efficient, in the food industry, the techniques should be especially reliable and efficient detect toxic components, anomalies, adulteration and check the guidelines established by the Mexican Official Rules for this type of industry. The main objective of this work is to determine the chemical composition of amaranth as proteins, fatty acids, lipids, minerals and amino acids. Currently¹, amaranth is considered an important food because of its many benefits, one of the reasons for the renewed interest is its excellent nutrient profile; comparable with cereals. The nutritional qualities and agronomic characteristics of different species of amaranth plants make them potential benefit to be used in the food industry. Its use is very broad, such as vegetables, grain and forage; so it is important to know their main health benefits. In this paper the chemical composition of amaranth was evaluated by Raman spectroscopy and physicochemical analysis, this being a fast, reliable and efficient for this type of analysis method. With the results that we obtained it was possible to find the 1002 and 1032 cm⁻¹ Raman shifts, this ones are for C-O, this mean the aminoacide. With the ashes test we found 2.77% for the ash test and 0.037% for the acidity test.

Palabras clave: Espectroscopia Raman, composición química, amaranto.

¹Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Departamento de Química y Bioquímica; Av. Adolfo López Mateos Ote. No. 1801, Fracc. Bona Gens, 20256 Aguascalientes, Ags., emma.bautista@hotmail.com

²Coordinación Académica Región Altiplano de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Departamento de Secretaría General; Carretera Cedral Km. 5+600, Ejido San José de las Trojes, C.P. 78700, Matehuala, S.L.P., isaac.compean@uaslp.mx

INTRODUCCIÓN

En los últimos años el amaranto ha sido ampliamente estudiado, se considera un alimento de suma importancia, debido a sus múltiples beneficios, una de las razones del renovado interés es su excelente perfil de nutrientes; comparable con los cereales, gracias a todos estos descubrimientos se ha logrado su inserción en la dieta mexicana. Desde el punto de vista nutricional y alimentario, el amaranto es un alimento completo, ya que contiene ocho aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales. La variedad que se consume en México tiene un promedio de aproximadamente 16-18% de proteína, lo cual lo pone en ventaja con otras variedades de cereales como el trigo que contiene entre 12-14% de proteína o el maíz con un 9-10% (ALGARA S. P., 2013). Las cualidades nutricionales y características agronómicas de las distintas especies de amaranto las convierten en plantas de potencial interés para ser empleadas en la industria agroalimentaria. En este trabajo se evaluó la composición química del amaranto por medio de espectroscopia Raman, siendo este un método rápido, confiable y eficiente para este tipo de análisis. Actualmente la espectroscopia Raman se ha utilizado para análisis de proteínas, vinos, entre otros.

MARCO TEÓRICO

El amaranto es una planta perteneciente a la familia *Amarantaceae*, género *Amaranthus*. Son plantas de hojas anchas brillantemente coloreadas, con flores violetas, anaranjadas, rojas y doradas (Secretaría de Agricultura, 2016). Existen cerca de 20 especies del género *Amaranthus*, en México crecen en forma silvestre, entre las que destacan *A. hypochondriacus*, *A. cruentus* y *A. caudatus*. Desde el punto de vista nutricional y alimentario, el amaranto es un alimento completo, ya que contiene ocho aminoácidos esenciales, vitaminas, minerales y además de su alto contenido de almidón, que se encuentra en pequeñas cantidades de sacarosa y rafinosa.

La variedad que se consume en México tiene un promedio de aproximadamente 16-18% de proteína, lo cual lo pone en ventaja con otras variedades de cereales como el trigo que contiene entre 12-14% de proteína o el maíz con un 9-10%. Cabe mencionar que la calidad de la proteína es sobresaliente por su alto contenido de lisina, un aminoácido esencial, triptofano, treonina y valina; globulina y glutenina, las cuales son ricas en leucina, e histidina. En lo que respecta a otros componentes nutricionales, la semilla contiene sodio, potasio, calcio, magnesio, zinc, cobre, manganeso, níquel y hierro, además de un alto contenido de grasas mono y poliinsaturadas, tales como el ácido linoleico mejor conocidos como aceites Omega-3. Actualmente estos aceites esenciales han cobrado gran interés por los usuarios, debido a sus recientes descubrimientos sobre los beneficios a la salud y en contra de algunos problemas cardiovasculares. (ALGARA S. P., 2013). En la actualidad la espectroscopia Raman se utiliza para detectar y cuantificar moléculas orgánicas e inorgánicas a bajas concentraciones (MEDINA V. J., 2006).

Recientemente podemos encontrar a la espectroscopia Raman en diversas aplicaciones tal es el caso de diversas adulteraciones en los alimentos, siendo uno de éstos el análisis de la leche con moléculas de nitrógeno y sacarosa (NIEUWOUDT M. K., 2016), la caracterización de los aceites de macadamia y pacanas para detectar mezclas con otros aceites de semillas comestibles (CARMONA M. A., 2015), la caracterización vibracional de grano de café tipo comercial (SOLER B. G., 2013) y la caracterización microbiológica del pulque y cuantificación de su contenido de etanol (CERVANTES-CONTRERAS M., 2008). El objetivo principal de este trabajo es conocer la composición química del amaranto como proteínas, ácidos grasos, lípidos, minerales y aminoácidos por medio de espectroscopia Raman y validar los resultados por análisis físico químicos. En las últimas décadas las necesidades de las sociedades han aumentado, lo que ha provocado que los avances en las ciencias crezcan exponencialmente, buscando que las técnicas sean más rápidas y eficientes, en la industria alimenticia, las técnicas deben de ser especialmente confiables y eficientes para detectar componentes tóxicos, anomalías, adulteraciones y comprobar los lineamientos establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas para este tipo de industria; un ejemplo de estas normas es la NOM-251-SSA1-2009, en la cual se establecen prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios, su objetivo es instaurar los requisitos mínimos de buenas prácticas de higiene que deben observarse en el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios y sus materias primas a fin de evitar su contaminación a lo largo de su proceso.

METODOLOGÍA

PRUEBAS FÍSICOQUÍMICAS

DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TOTAL.

Para homogeneizar la muestra, se molieron 12.5 gramos de la muestra y se transfirieron a un matraz bola de fondo plano con cuello esmerilado de 250 ml, al que de igual forma se le adicionó 150ml de agua destilada con ayuda de una probeta de 200 ml, y se mezcló con ayuda de un agitador de vidrio. Se colocó el matraz al condensador (equipo de reflujo) y se calentó a ebullición durante 30 minutos. Una vez que la muestra se enfrió, se filtró en un matraz kitasato con ayuda de la bomba de vacío, luego la vaciamos a un matraz volumétrico de 250 mL y se aforó con agua.

Posteriormente se tomaron 10 mL de la muestra, se le agregaron 3 gotas de fenolftaleína y se tituló con NaOH al 0.1N. Se midió la acidez total con la Norma Mexicana *NMX-F-288-1977 NMX ALIMENTOS. DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TITULABLE EN AVENA.*

$$\% \text{ Acidez} = \frac{(C - B) * (N. \text{ NaOH}) * \text{ meq. ac. linoleico}}{\text{mL de la muestra}} * 100 \quad (1)$$

C = mL empleados para titular el problema.

B = mL empleados para titular el blanco.

N = normalidad de la solución hidróxido de sodio

meq = miliequivalente químico del ácido linoleico

DETERMINACIÓN DE pH

Se agregaron 20 mL de la muestra en un vaso de precipitados y se midió el pH con ayuda del medidor Conductronic pH120 en un lapso de 2 minutos.

DETERMINACIÓN DE CENIZAS

Se llevó el crisol a la estufa a una temperatura de 100-135°C durante 30 minutos; se dejó enfriar en el desecador por 15 minutos, para llevar a peso constante y se determinó su masa. Se agregaron 1.5 gramos de la muestra al crisol y se colocó a fuego directo en el mechero de Bunsen hasta que dejaron de salir humos negros, se metió a la mufla a 600°C durante 3 horas, se pesó nuevamente el crisol y se obtuvo la diferencia de pesos para obtener la cantidad de cenizas por medio de la Norma Mexicana *NMX-F-066-S-1978. DETERMINACIÓN DE CENIZAS EN ALIMENTOS.*

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{(P - p) * 100}{M} \quad (2)$$

P = masa del crisol con las cenizas en gramos.

p = masa de crisol vacío en gramos.

M = masa de la muestra en gramos.



Figura 1. Determinación de las cenizas

Figura 2. Determinación de la acidez

Fig. 3 Determinación del pH

Fig. 4 Total de las cenizas

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La determinación de la acidez total se realizó conforme a los lineamientos establecidos por la norma *NMX-F-288-1977 NMX ALIMENTOS. DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TITULABLE EN AVENA* con la fórmula (1) resultando los siguientes valores:

$$\% \text{ Acidez} = \frac{(0.2 - 0.0667) * 0.1 * 0.282}{10} * 100$$

$$\% \text{ Acidez} = 0.0376$$

La determinación de las cenizas se realizó conforme a los lineamientos establecidos por la norma *NMX-F-066-S-1978. DETERMINACIÓN DE CENIZAS EN ALIMENTOS* con la fórmula (2) resultando los siguientes valores:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{(14.8268 - 14.7830) * 100}{1.5771}$$

$$\% \text{ Cenizas} = 2.7772$$

RESULTADOS DE CARACTERIZACIÓN POR MEDIO DE ESPECTROSCOPIA RAMAN

En las siguientes gráficas mostramos los resultados de las frecuencias Raman del Amaranto natural analizado en polvo, diluido, y en grano.

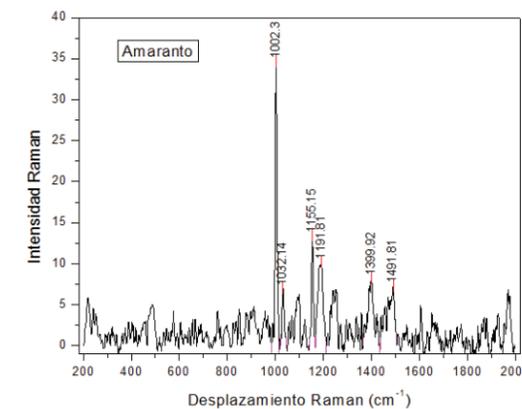


Figura 1. Espectro del amaranto

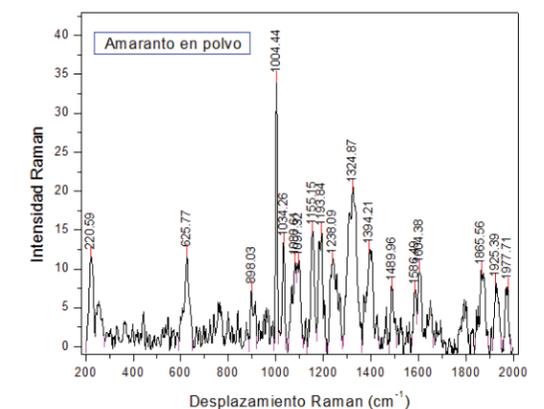


Figura 2. Espectro del amaranto en polvo

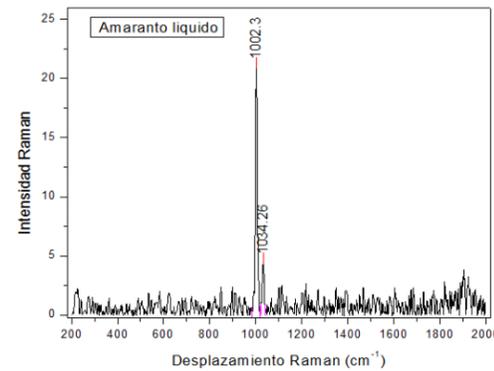


Figura 3. Espectro del amaranto líquido

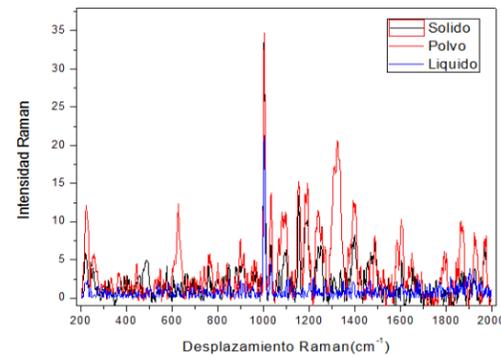


Figura 4. Comparación de los espectros del amaranto en grano, en polvo y líquido

Tabla 1. Frecuencias Raman de los grupos funcionales del Amaranto (COLTHUP B. N., 1990)

Frecuencias Raman cm^{-1}	Grupo funcional	Frecuencias Raman cm^{-1}	Grupo funcional
1032, 1034 (1000-1300)	C-O	1586 (1500-1660)	NH_2
1155, 1192, 1238 (1150-1350)	CH_2 CH	1634 (1500-1900)	C=O
1324, 1394, 1399 (1330-1420)	OH	1865 (1550-1700)	C=C C=N
1489, 1491	C=C	1925, 1977 (1550-1900)	C=O

CONCLUSIONES

Las frecuencias Raman más relevantes que encontramos en el amaranto corresponden a las frecuencias de 1032 y 1034 cm^{-1} , indicando la presencia de aminoácidos, así como en las frecuencias de 1586 y 1634 cm^{-1} correspondientes a los grupos funcionales de NH_2 y C = O, respectivamente, indicando la presencia de los grupos funcionales de las proteínas, los resultados de las pruebas de Cenizas y de acidez nos mostraron que el amaranto si cumple con las normas Mexicanas, por lo que podemos decir que la espectroscopia Raman es una técnica factible para la caracterización del amaranto. Las perspectivas de este trabajo es realizar pruebas con otros amarantos de otras regiones para comparar el contenido de proteínas.

BIBLIOGRAFÍA

ALGARA, S. P., GALLEGOS, M. J., & REYES H. J. (2013). Amaranto: efectos en la nutrición y la salud. *Revista Tlatemoani*, 12, 1-236.

CARMONA, M. A., LAFONT, F., JIMÉMEZ, S., & RUIZ, J.R. (2015). Characterization of macadamia and pecan oils and detection of mixtures with other edible seed oils by Raman spectroscopy. *Revista Grasas y aceites*, 66(3), 293-295. <http://dx.doi.org/10.3989/gya.1191142>

CERVANTES, C. M., & PEDROZA, M. A. (2008). Caracterización microbiológica del pulque y cuantificación de su contenido de etanol mediante espectroscopia Raman. *Superficies y vacío*, 21(1), 1-6.

COLTHUP, B. N. DALY, H. L. & WIBERLEY, E. S. (1990). *Introduction to infrared and Raman spectroscopy*. (3^a ed.) San Diego, CA.: Academic Press Limited.

MEDINA, V. J., MEDINA, G. C., & CAMPOS, R. S. (2006). Detección de contaminantes orgánicos sobre superficies pasivas por espectroscopia raman estimulada. *Conciencia tecnológica*, vol 31, 1-7.

NIEUWOUDT, M.K., HOLROYD, S.E., MCGOVERIN, C.M., SIMPSON, M.C., & WILLIAMS D.E. (2016). Raman spectroscopy as an effective screening method for detecting adulteration of milk with small nitrogen-rich molecules and sucrose. *American Dairy Science Association*, 99(4), 2520-2536. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-10342>

QUINTERO-MONTERO, K., MORENO-ROJAS, R., MOLINA, E., & SÁNCHEZ-URDANETA, A.B. (2011). Composición química del *Amaranthus dubius*: una alternativa para la alimentación humana y animal. *Facultad de Agronomía (LUZ)*, 28(1), 619-627.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2016). En México, la alegría ¡se puede comer!. Recuperado el 17 junio 2016, de gob.mx. Sitio web: <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/en-mexico-la-alegria-se-puede-comer?idiom=es>

SOLANO, J. P. (2010). Diversidad genética en algunas especies de amaranto (*Amaranthus* spp.). *Revista Fitotecnica Mexicana*, 33(2), 89-95.

SOLER, B. G., LOSADA, L. J., & VARGAS-HERNÁNDEZ, C. (2013). Caracterización vibracional por espectroscopia Raman del grano de café tipo comercial. *Scientia et Technica*, 18(1), 275-279.

“NMX-F-288-1977 NMX Alimentos. Determinación de acidez titulable en avena”, (FUENTE: Diario Oficial de la Federación).

“NMX-F-066-S-1978. Determinación de cenizas en alimentos”, (FUENTE: Diario Oficial de la Federación).

CITOTOXICIDAD Y ACTIVIDAD BACTERICIDA DE MICRO Y NANOPARTICULAS DE PLATA Y ORO

Mariana Becerra Alcaya¹, Gabriel Alejandro Martínez Castañón²

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar la actividad bactericida y toxicidad de las nanopartículas de plata, oro, y de micropartículas de plata contra microorganismos orales y células tumorales. Las muestras fueron sintetizadas por un método fácil, de bajo costo utilizando como precursor ácido ascórbico (AA), nitrato de plata (AgNO₃) para las micropartículas (AgMPs) y ácido gálico (C₇H₆O₅), nitrato de plata y ácido cloroáurico (HAuCl₄) para las nanopartículas de plata (AgNPs) y oro (AuNPs), respectivamente. Las partículas se caracterizaron por Microscopía Electrónica de Transmisión (TEM), Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) y Dispersión de Luz Dinámica (DLS). La concentración mínima inhibitoria (MIC) y concentración mínima bactericida (MBC) fue realizada en *Staphylococcus aureus*, y *Escherichia coli*. Se realizó un ensayo citotóxico con las células tumorales HeLa y glioma C6 de rata. En conclusión, la citotoxicidad y el efecto bactericida es mejor en nanopartículas de plata que en los otros grupos experimentales.

ABSTRACT

The objective of this work was to determine the bactericidal and toxicity activities of silver and gold nanoparticles and silver microparticles against oral microorganism and tumoral cells. The samples were synthesized by an easy and low cost method using as a precursor an ascorbic acid (AA), silver nitrate (AgNO₃) for microparticles (AgMPs) and galic acid (C₇H₆O₅), silver nitrate and chloroauric acid (HAuCl₄) for silver (AgNPs) and gold (AuNPs) nanoparticles respectively. The particles were characterized by Transmission Electron Microscopy (TEM), Scanning Electron Microscopy (MEB) and Dynamic Light Scattering DLS. Minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericide concentration (MBC) the groups were determined against *Staphylococcus aureus*, and *Escherichia coli* growth. Citotoxicity were tested against HeLa and Rat c6 Glioma. We conclude the citotoxicity and bactericidal effect is better in silver nanoparticles than the other experimental groups.

Palabras clave: nanopartículas, micropartículas, citotoxicidad, antibacteriano.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los nanomateriales, son utilizados para la fabricación de una gran variedad de productos para la satisfacción humana, se utilizan en electrónica, ropa, pinturas, cosméticos, en la industria médico-farmacéutica y alimentaria. Se define nanomaterial como «un material natural, secundario o fabricado que contenga partículas, sueltas o formando un agregado o aglomerado en el que el 50% o más de las partículas en la granulometría numérica presente una o más dimensiones externas en el intervalo de tamaños comprendido entre 1 nm y 100 nm» (Wing, 2002).

La plata (Ag) ha sido ampliamente utilizada desde hace miles de años. en aplicaciones como la joyería, utensilios, fotografía, etc. Sus propiedades antimicrobianas ya se explotaban antiguamente en la medicina tradicional (Monge, 2009). Las nanopartículas de plata (AgNPs), tienen mayor auge en la comercialización dentro de la sociedad, debido a esto, es necesario que el uso de estas partículas sea seguro en su interacción con el ser humano y con el medio ambiente. Se ha demostrado que la toxicidad de las AgNPs depende de una serie de factores como son el tamaño, la forma, el área superficial, la carga superficial, la solubilidad y el estado de aglomeración (Martínez-Castañón, 2009).

¹ Instituto Tecnológico Superior de Irapuato Extensión San José Iturbide, Ingeniería en Materiales; Camino a Cerrito de Galomo No. 50 Comunidad Cerrito de Galomo, C.P 37980, San José Iturbide Guanajuato Gto. maye_17_0295@hotmail.com

² Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Estomatología, Av. Manuel Nava No. 6, C.P. 78260, San Luis Potosí S.L.P. mtzcastanon@fciencias.uaslp.mx

Su actividad antimicrobiana es la principal característica para el desarrollo de productos con en los que se incluyen ; apósitos para heridas, dispositivos anticonceptivos, instrumental quirúrgico y prótesis, para evitar el crecimiento bacteriano; también han evaluado la utilización en el tratamiento de enfermedades que requieren una concentración mantenida de fármaco en sangre o con un direccionamiento específico a células u órgano, funcionando como inhibidor de la capacidad del virus para unirse con las células del huésped (Ávalos, 2013). Se han observado las propiedades antimicrobianas de las nanopartículas de plata, y se ha determinado el efecto bactericida que tienen sobre *Escherichia coli*, *Vibrio cholera*, *Pseudomonas aeruginosa* (Morones JR, 2005), *Bacillus subtilis*, y *Staphylococcus aureus* etc. (Shrivastava S, 2007). Dependiendo de la concentración de las partículas se dará una respuesta capaz de inhibir la viabilidad celular, pero aún existen pocas investigaciones acerca de los daños tóxicos que produzcan las partículas en interacción con las células (Nuñez, 2010). Reportes recientes indican que las AgNPs son tóxicas para las células tumorales pero pueden traer consigo consecuencias inflamatorias, oxidativas y genotóxicas. El presente proyecto fue realizado con el objetivo de evaluar la actividad bactericida de micro y nanopartículas de plata y oro, con respecto a las bacterias de *E. coli* y *S. aureus* y el efecto citotóxico sobre la línea tumoral HeLa y Glioma C6 rata

METODOLOGÍA

Síntesis de nanopartículas de plata.

- **Nanopartículas de plata 10nm(A) y 20nm(B).**

Se realizó la síntesis de 2 tamaños diferentes de nanopartículas de plata, colocando para la muestra A, de un total de 100 ml de AgNO₃ 0,0014 M y para la muestra B AgNO₃ 0,0028 M, posteriormente se colocó en un recipiente de 250 ml. Bajo agitación magnética, se añadieron 10 ml de agua desionizada que contenía 0,01 g de ácido gálico a la solución de Ag

- **Nanopartículas de oro 10nm(A) y 80nm(B).**

Las nanopartículas de oro con 2 tamaños diferentes se prepararon en condiciones ambientales usando ácido gálico como reductor y agente estabilizante, todas las preparaciones comenzaron con 100 ml de una solución de oro 0,001 M preparada a partir de HAuCl₄ y agua desionizada. Para las muestras se añadieron 10 ml de agua desionizada que contenía 0,001 y 0,0001 mol de ácido gálico, bajo agitación magnética, a la solución de oro.

Micropartículas de plata.

Las micropartículas de plata se prepararon a dos tamaños diferentes, una solución de nitrato de plata se preparó disolviendo 2 mmol (relación 1:2) y 4mmol (relación 1:4) de la sal en 100 ml de 0,1 M de ácido nítrico, esta solución se colocó en un recipiente de reacción 400 ml y, bajo agitación magnética, una cantidad específica de ácido ascórbico (AA) disuelto en 10 ml de agua desionizada se añadió. La reacción se llevó a cabo en condiciones ambientales.

Caracterización:

DLS

Las nanopartículas producidas se caracterizaron mediante espectroscopía DLS (dispersión dinámica de luz), se realizó en un Malvern Instruments Ltd, a una temperatura de 25°C.

MEB

Las micropartículas fueron caracterizadas mediante MEB (microscopía electrónica de barrido), se realizó en un JEOL/EO JSM-6510 a un voltaje de aceleración de 15 Kv.

TEM

El análisis TEM se realizó en un JEOL JEM-1230 a un voltaje de aceleración de 100 kV.

Concentración mínima inhibitoria (CMIS) Y concentración mínima bactericida (CMBS)

Se evaluaron 4 grupos:

- Nanopartículas de Plata (AgNPs) de 10 nm
- Nanopartículas de Plata (AgNPs) de 20 nm
- Nanopartículas de Oro (AuNPs) de 10nm
- Nanopartículas de Oro (AuNPs) de 80nm

Se colocaron en 5ml de BHI (infusión cerebro corazón) y se le colocó cierta cantidad de *S.aureus* y *E.coli* posteriormente se incubó durante 24 hrs a 37°C.

Después de las 24 hrs se realizó un inóculo de la bacteria a 0.5 en la escala de McFarland y se procedió a hacer el ensayo: Se utilizó una placa de 96 pozos, se colocaron en los pozos 1 y 2, 50 ul de la solución muestra, en los pozos del 2 al 12 se colocó caldo BHI y se realizaron diluciones del pozo 2 al pozo 11. Posteriormente se colocó la bacteria en todos los pozos, se incubó a 37 grados y se leyeron los resultados. En base a los resultados de CMIS se sembraron placas de agar para obtener CMBS.

➤ Ensayo MTT sobre células HeLa y Glioma.

La línea celular HeLa y Glioma fueron desprendidas con Tripsina-EDTA, colocando ésta 1 ml durante 5 minutos, se inactivó con 1ml de DEMEM y se colocó en un tubo eppendorf. se llevaron a centrifugación durante 1 minuto. Posteriormente se agregó 1ml de DEMEM al pellet obtenido, se llevó a vortex 10 segundos y se colocaron 15ul en una cámara de Neubauer. Se contaron las células y se sembraron 10 000 por pozo en placas de 96, se incubaron 24 horas a 37°C y 5% de CO₂, al día siguiente se retiró el medio de las células y se colocó 50ul de la sustancia problema y 150 de DEMEM, se dejaron como controles medio con células y medio sin células, se incubaron 24 horas a 37 °C y 5% de CO₂. Se retiró el DEMEM nuevamente y se colocaron 20ul de la solución de MTT más 180ul de DEMEM se llevaron a la incubadora 4 horas, posteriormente se colocó la solución para disolver los cristales de formazán formados (150ul), y se llevó a leer a un lector de micro placas (BIO-RAD iMark Microplate Reader) a una longitud de 570nm con sustracción de 620nm. Este ensayo se realizó por triplicado.

RESULTADOS Y DISCUSION

Caracterización.

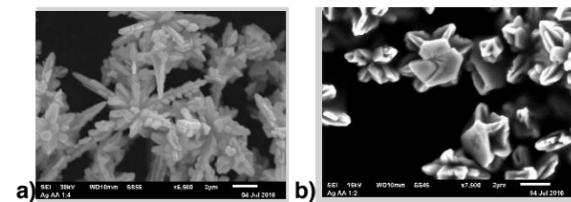


Figura 1. Micrografía de MEB, micropartículas de plata, relación a) 1:2 y b)1:4 de ácido ascórbico.

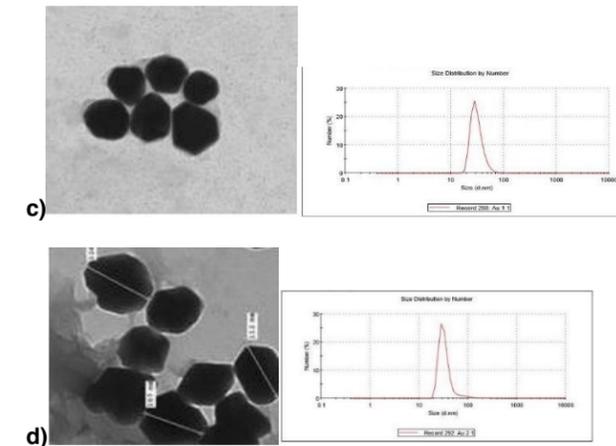
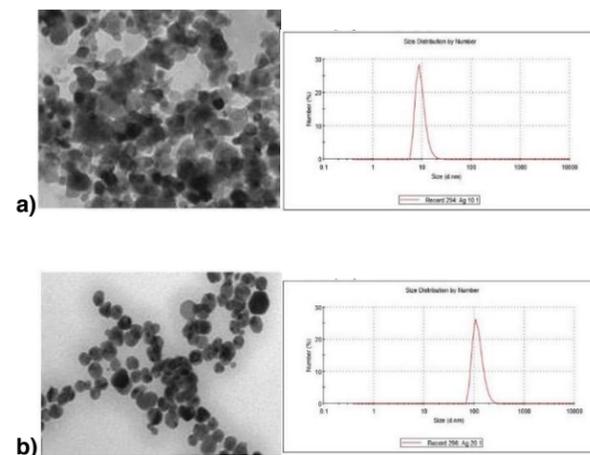


figura 2. Micrografías de TEM, a) nanopartículas de plata 10nm, b) nanopartículas de plata 20nm. C)nanopartículas de oro 10nm y d) nanopartículas de oro 80nm.

En la figura 1, podemos apreciar a) micropartículas de plata de 2 micras, con una morfología dendrítica, y b) micropartículas de plata de 4 micras con morfología de poliedro con ligero crecimiento.

En la figura 2 observamos imágenes del TEM y resultados de DLS, a) micropartículas de plata de 10nm con una forma esférica, en DLS nanopartículas de plata de 10nm con un pico centrado en 9nm de ancho. b) nanopartículas de plata de 20nm, esféricas y el DLS muestra su pico en 10.1nm de ancho. c) se observan partículas uniformes de un tamaño de 10nm y el DLS con el pico de anchura de 13nm. d) la imagen TEM, nos arroja partículas sin uniformidad con un tamaño alrededor de 80nm, y el DLS un pico de anchura en 99nm.

Hubo variación en el tamaño dado por el DLS debido a que el equipo registró material aglomerado, pero por medio del TEM pudimos obtener el tamaño correcto de las partículas.

En estudios anteriores ya se han realizado síntesis de nanopartículas usando como precursores hidróxidos como polioles, borohidruro de sodio y nitrato de plata, pero se obtuvieron tamaños mayores (50 a 100nm) con una morfología distinta, sin embargo, a menor tamaño (como las aquí empleadas) los estándares de inhibición son mayores, (Robert Prucek, 2006) y (Slopeck, 2004).

**Tabla 1. Concentración mínima inhibitoria (CMIS)
Y concentración mínima bactericida (CMBS)**

Bacteria <i>S.aureus</i>	CMIS	CMBS
(AgNPs 10nm)	26.75mg/ml ± 0	26.75mg/ml ± 0
(AgNPs 20nm)	35.66mg/ml ± 0	35.6mg/ml ± 0
(AuNPs 10nm)	197mg/ml ± 0	197mg/ml ± 0
(AuNPs 80nm)	197mg/ml ± 0	197mg/ml ± 0
(AgMPs 1:2)	35.66mg/ml ± 0	35.66mg/ml ± 0
(Ag MPs 1:4)	35.66mg/ml ± 0	35.66mg/ml ± 0

Bacteria <i>E.coli</i>	CMIS	CMBS
(AgNPs 10nm)	49.25mg/ml ± 0	49.25mg/ml ± 0
(AgNPs 20nm)	98.5mg/ml ± 0	98.5mg/ml ± 0
(AuNPs 10nm)	197mg/ml ± 0	197mg/ml ± 0
(AuNPs 80nm)	197mg/ml ± 0	197mg/ml ± 0
(AgMPs 1:2)	35.66mg/ml ± 0	35.66mg/ml ± 0
(Ag MPs 1:4)	35.66mg/ml ± 0	35.66mg/ml ± 0

En relación a CMIS y CMBS el grupo que presento mayor inhibición sobre *S.aureus* fue el de AgNPs 10 nm, con 26.75mg/ml, y en *E.coli* fueron las AgMPs con 35.66mg/ml.

Para las nanopartículas de oro (AuNPs) podemos concluir que éstas no poseen propiedades bactericidas para *S. aureus* y *E. coli*, a esta concentración.

Por lo tanto, *S.aureus* es más receptivo a los efectos bactericidas de las AgNPs sintetizadas que *E.coli*; otros estudios afirman obtener efectos antibacterianos de AgNPs mejores para bacterias Gram-positivas que para Gram-negativas (Amin, 2009), (M., 2009).



Figura 3. Viabilidad células Glioma C6 rata, A) micropartículas de plata y B) nanopartículas de plata y oro.

En la figura 3 se muestra la relación viabilidad-concentración con respecto a las nano y micro partículas, a) observamos una viabilidad menor en las micropartículas de plata 1:2 (55.07%) que con las micropartículas de 1:4; b) en las nanopartículas de oro y plata, la mayor disminución en la viabilidad en el grupo de nanopartículas de plata 10 nm (65.45%), siendo menos efectivas en su acción contra las células las nanopartículas de oro 80nm, con un porcentaje de 81.86%.

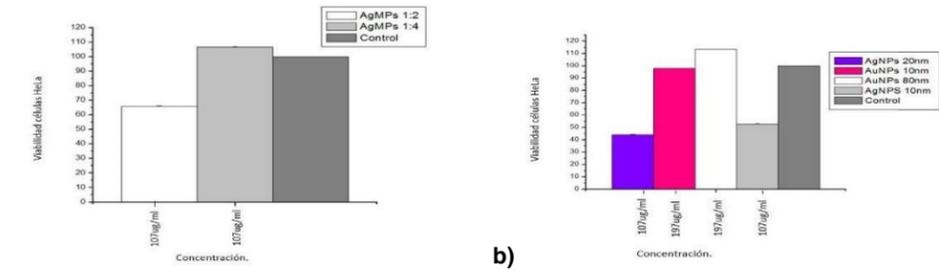


Figura 4. Viabilidad células HeLa, a) micropartículas de plata y b) nanopartículas de plata y oro.

En la figura 4 se muestra la relación viabilidad-concentración con respecto a las nano y micro partículas, a) observamos un resultado más favorable en micropartículas de plata 1:2 (65.91%) que con las micropartículas de 1:4, b) con nanopartículas de oro y plata, la menor viabilidad se llevó a cabo en las nanopartículas de plata 20nm (44.23%) que los demás grupos, siendo las nanopartículas de oro 80nm, menos efectivas ya que incluso aumentaron la viabilidad con un porcentaje de 113.34%.

Estudios indican que el tamaño de las partículas tiene un efecto importante al entrar en interacción con las células, ya que a menor tamaño es más fácil que las partículas atraviesen la pared celular y así poder atacar la célula; existe un tamaño óptimo para la interacción partícula-celula, sin embargo, este tamaño varía dependiendo el tipo de célula (Li Shang, 2014).

CONCLUSIONES

En conclusión los resultados dados por los CMIS y CMBS, nos muestran que, para las bacterias *S. aureus* las partículas que mostraron un mayor efecto de inhibición fueron las AgNPs de 10nm, y en *E.coli* fueron las AgMPs 1:2.

En las nanopartículas de oro a la concentración de 197ug/ml no obtuvimos efecto bactericida, sin embargo, se puede seguir buscando la concentración ideal para lograr la inhibición bacteriana.

En las pruebas citotóxicas en Glioma C6 rata, las partículas con menor viabilidad fueron las AgMPs 1:2, y en la línea celular HeLa las AgNPs 20nm, esto debido a lo ya mencionado, que, dependiendo el tipo de célula, será el tamaño óptimo para la viabilidad de estas.

En conclusión la actividad bactericida es mejor mientras más pequeña sea la partícula ; y hablando de citotoxicidad dependiendo el tipo celular será el tamaño que necesite para una menor viabilidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Ales ´ Pana ´ ek, †. L. (s.f.).
 Amin, R. M. (2009). Rapid and Sensitive Microplate Assay for screening the effect of silver and gold nanoparticles on Bacteria. *Nanomedicine* , 637-643.
 Avalos, A. H. (2013). Silver nanoparticles: applications and toxic risks to human health and environment . *Complutense de Ciencias* , 5-8.
 Elechiguerra JL, B. J.-B. (2005). Interaction of silver nanoparticles with HIV-1. *Nanobiotechnology*, 3-6.
 Guerrero, D. J. (08 de Noviembre de 2011). Estudio de nanopartículas de plata. Colombia, Bucaramanga, Colombia.
 Li Shang, K. N. (2014). Engineered nanoparticles interacting with cells: size matters. *Journal of nanobiotechnology*, 2-8.

- M., N. A. (2009). Biosynthesis of silver nanoparticles from staphylococcus aureus and its antimicrobial activity against MRSA and MRSE. *Nanomedicine*, 456.
- Martínez-Castañón, G. (2009). Synthesis of silver particles with different sizes and morphologies. *Materials Letters*, 1266-1268.
- Monge, M. (2009). Nanopartículas de plata: métodos de síntesis en disolución y propiedades bactericidas. *Investigación Química*, 33-35.
- Morones JR, E. J. (2005). The bactericidal effect of silver nanoparticles. *Nanotechnology NCBI*, 2346-2353.
- Robert Pucek, M. K. (2006). Las nanopartículas de plata coloide: Síntesis, caracterización y su actividad antibacteriana. *J. Phys. Chem. B*, 250-252.
- Shrivastava S, B. T. (2007). Characterization of enhanced antibacterial effects of novel silver nanoparticles. *nanotechnology*, 1-9.
- Slopeck, I. S. (2004). Nanopartículas de plata como agente antimicrobiano. *El sevier*, 178-180.
- Sukdeb Pal, Y. K. (2006). ¿Actividad antibacteriana de nanopartículas de plata depende de la forma de la nanopartícula? Un estudio de las bacterias Gram-negativas Escherichia coli. *American society for microbiology.*, 127-132.
- Wing, C. E. (2002). Las Nanopartículas, pequeñas estructuras con un gran potencial. *EL ININ hoy*, 24-26.

EJERCICIO DIDÁCTICO, MINI ACELERADOR DE PARTÍCULAS. RAYOS CATÓDICOS

Alfredo Belio Manzano¹ y Ibrahim Serroukh Jebari²

RESUMEN

Los aceleradores de partículas son máquinas capaces de acelerar partículas a velocidades cercanas a la velocidad de la luz y que tienen aplicaciones en distintas áreas científicas y tecnológicas. Uno de los más conocidos en la actualidad se encuentran los sincrotrones con un brillo que supera el sol miles de veces. El tipo más sencillo y de interés didáctico y histórico como acelerador de partículas se considera el tubo de rayos catódicos o CRT (Cathode Ray Tube), que sigue siendo usado en muchas televisiones, osciloscopios y monitores de ordenadores. El ejemplo de estudio ha sido no solo un elemento clave histórico para impulsar al desarrollo científico y tecnológico. Varios físicos en el siglo 19 estudiaron la conducción de la electricidad a través de los gases, por ello diversos tubos de vidrio donde se aplica altos voltajes entre las 2 placas para que salgan rayos del cátodo (CRT). Posteriormente, gracias al tubo catódico, se ha podido relacionar el descubrimiento del electrón con el modelo atómico. Mediante un estudio minucioso, se ha demostrado que los rayos estaban formados por un flujo de partículas cargadas negativamente, que nombraron electrones. Que a su vez constituye el elemento principal del modelo atómico. Asimismo, es muy oportuno como ejercicio reproducir uno de los experimentos más importantes de la historia.

ABSTRACT

Particle accelerator are machine able of to accelerate particles nearly to the speed of light. Frontier Scientific and technological application is posible using this kind of thousands brighter than a sun. Cathode Ray Tubes (CRT) are very simple and useful tools to use for didactic purpose and as mini historical accelerator known as CRT. Many experiments are done to impulse both science and technology. Such old monitor of TV and oscilloscope. Represent one of the most beautiful experiment ever done to help defining the atomic model.

Palabras clave: Acelerador, partículas, aplicaciones, tubo de rayos catódicos.

INTRODUCCIÓN

En la década de 1890, muchos científicos estaban interesados dentro de la astronomía o la física de partículas, el descubrimiento de nuevas partículas de la materia, el estudio de la radiación, la emisión, transmisión y absorción. La información obtenida en transcurso de la historia dio desarrollos de instrumentación tal como los aceleradores de partículas: Van de Graaff, Rayos Catódicos, Ciclotrones, Sincrotrones, aceleradores lineales...etc. que dieron a su vez resultados científicos notables contribuyendo al desarrollo de del modelo atómico que a su vez esta vinculada a la historia de la mecánica cuántica. Los rayos catódicos fueron como aceleradores de los electrones, como descubrimiento y aplicaciones que se derivaron de ello.

Consta de un tubo de vidrio del cual se ha generado el vacío para minimizar la fricción de las partículas con los átomos. Si se colocan dos placas metálicas como ánodo y cátodo. Se genera una diferencia potencial con una fuente de voltaje, la placa con carga negativa, llamada *cátodo*, emite un rayo de luz. Este rayo catódico se dirige hacia la placa positiva, llamada *ánodo*. Su trayectoria predeterminada por el campo generado entre las 2 placas antes de chocar con la pantalla ubicada al otro extremo del tubo de vidrio. La pantalla como pared fluorescente recibe la energía del rayo del electrón. (Chang, 2010). Lo que permite observar los rayos y sus trayectorias de forma más precisa.

Los científicos tenían diversas opiniones acerca de la naturaleza de los rayos catódicos. En un principio, no quedó claro que tipo de rayos estaban generando. Hasta que los científicos como J. J. Thomson, hicieron su demostración experimental mostrando la existencia de las partículas cargadas negativamente, llamadas electrón. El experimento fue una inspiración de muchos científicos y

tecnólogos. Los experimentos revelaron que los campos electromagnéticos desviaban los rayos catódicos electrones. Utilizando diferentes materiales como cátodo, se ha demostrado que el cociente entre la carga y la masa es un invariante (Brown, et al., 2004).

ACELERADORES DE PARTÍCULAS Ciencia y su aplicación.

Los aceleradores de partículas actuales se pueden dividir en aceleradores lineales y circulares. Son dispositivos que se basan en los campos electromagnéticos para acelerar partículas cargadas por ejemplo el electrón. Las velocidades pueden llegar a la velocidad cercana a la de la luz. Para descubrir nuevas partículas se colisionan las partículas aceleradas (Ciclotrón). En otras ocasiones como el caso del sincrotrón se aceleran los electrones para obtener la radiación de luz parecido al fenómeno producido por una antena. El espectro obtenido es ideal y sin precedentes para analizar la materia. Por ello, se puede considerar como el gran microscopio. Los aceleradores de partículas tienen aplicaciones muy diversas disciplinas, tanto en las áreas científicas como tecnológicas. La industria es uno de los sectores que se ha beneficiado bastante sobre todo en la innovación de sus productos. En el mundo de los aceleradores se encuentra aplicaciones tal como la radiografía industrial, la esterilización de materiales biológicos, médicos y de quirúrgicos, la irradiación alimentos, tratamiento de tejidos, tratamiento de aguas residuales (Caro, R et al., 1998).

CERN, Organización Europea para la Investigación Nuclear, es uno de las organizaciones que se ha mantenido como laboratorios de primera mano y de estudios de frontera como laboratorio de física de partículas más grande del mundo. Su tecnología se ha iniciado desde sus comienzos de 1954. En estos laboratorios se han descubierto distintos tipos de partículas que anteriormente sólo se habían encontrado teóricamente y estos importantes descubrimientos han contribuido enormemente en el entendimiento del universo. Lo que ha permitido a la organización de cumplir con la creación de nuevos conocimientos a través de la realización de la investigación básica, el desarrollo de nuevas tecnologías para los aceleradores, detectores y Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), para capacitar a los científicos e ingenieros del futuro. Es un espacio donde las culturas y los diferentes pensamientos innovadores y de vanguardia se encuentran. (Nilsen, V, et al. 2016).

Para citar algunas destacables investigaciones que actualmente se realizan en los aceleradores de partículas son los siguientes: estudio de los efectos biológicos de los antiprotones, detectar plasma de quark-gluón, un estado de la materia que se asemeja con el estado de la materia poco después del Big Bang, estudios de átomos de anti hidrógeno, buscando la materia oscura, la antimateria, y estudia las propiedades de las colisiones de materia-antimateria, buscar partículas fundamentales, como los fermiones y bosones, y sus gluones para entender el mundo físico, ...etc. Y últimamente, desde el 4 de julio de 2012, el CERN declaró la observación de la existencia de la partícula conocida por su inventor Higgs como el Bosón de Higgs. Junto con F. Englert, el experimento caminaba hacia explicar la teoría que explica el mecanismo que da que origen a la materia (masa) de las partículas elementales.

MARCO TEÓRICO

Una breve y simple descripción relacionado con los tubo de rayos catódicos se considera en este párrafo. Una fuente de alto voltaje y debe estar encerrado en un recipiente al vacío (botella de vidrio), de no ser así, los electrones acelerados se dispersarían y se frenarían debido a los átomos del aire en el interior tubo. Al conectar los electrodos (placas) a la fuente de voltaje, se genera un campo eléctrico y por consiguiente, una diferencia potencial, capaz de acelerar los electrones del cátodo, hacia el ánodo con altas velocidades (véanse los cálculos).

La velocidad a la que son acelerados los electrones se puede calcular en base a las leyes clásicas del electromagnetismo. En base a los conceptos mecánicos del electrón, no relativista, se puede deducir la trayectoria del electrón. La aceleración y la velocidad del electrón se relacionan con la siguiente ecuación:

$$(1) \quad v^2 = v_0 + 2a(d - d_0)$$

El electrón esta acelerado uniformemente.

En el caso del tubo de rayos catódicos la $v_0 = 0$ y $d_0 = 0$ por lo que sustituyendo los valores y despejando para v obtenemos la siguiente ecuación

$$(2) \quad v = \sqrt{2ad}$$

la aceleración a se puede obtener como se muestra a continuación

$$(3) \quad F = ma \rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m}$$

donde el campo eléctrico E es

$$(4) \quad E = \frac{V}{d}$$

Si se sustituye la ecuación (4) en la ecuación (3) y la ecuación (3) en la ecuación (2) encontramos que

$$(5) \quad v = \sqrt{2 \frac{qV}{m}}$$

$$(6) \quad \frac{e}{m} = \frac{EE}{2BBV}$$

Midiendo E , B , V se puede determinar el cociente entre la carga y la masa. El cociente es siempre revela una constante independiente de los materiales utilizados como cátodo. Lo que indicaba la existencia de esta partícula fundamental llamada electrón. Posteriormente con el experimento conocido por la gota de aceite conducido por Robert Millikan y Harvey Fletcher (1909) se ha medido la carga elemental del electrón. Desde el científico Hertz se ha observado que los electrones se arrancan con la radiación de luz con menos longitud de onda (mayor frecuencia). La energía cinética de los electrones podía medirse a partir de la diferencia de potencial de un simple circuito. La energía del frenado en un tubo de rayos catódicos se determina por la energía de la diferencia potencial. La radiación ultravioleta requiere mayor potencial del frenado que la radiación del infrarrojo. Conocido por el efecto fotoeléctrico junto con el experimento de Black van a constituir una de las bases fundamentales en el desarrollo de la mecánica cuántica.

DISEÑO DEL EXPERIMENTO

Materiales

Los materiales que se utilizaron para la construcción del tubo de rayos catódicos son los siguientes:

- Una botella de vidrio,
- Tapón de plástico,
- Fósforos,
- 30 centímetros de tubo de cobre de $\frac{1}{4}$,
- Resina epóxica,
- Bomba de vacío, dos metros de manguera de plástico de $\frac{1}{4}$,
- Transformador 120v a 1500v 30 v.
- Bobina de tesla con un voltaje de salida de 24.28 kV,
- 2 metros de cable calibre 14
- Foco de 70 watts.



Figura 1. Anillo de acero y orificio sellado con resina epóxica

Método

Como el tubo catódico se usa una botella donde se realiza un agujero en uno de los lados de la botella. Se forma una mezcla de una solución (agua + fósforos). Esta solución se colocó en el fondo de la botella con la finalidad de obtener una pantalla fluorescente que nos permita observar los rayos catódicos. Después se colocó un anillo de acero dentro de la botella. Se sella el orificio después de introducir el alambre (pegamento epóxico), observar en la **Figura 1**. Finalmente se realizó un orificio en el tapón plástico de 3/16 de pulgadas por el que se introdujo a presión el tubo de cobre. En el otro extremo del tubo de cobre se acopló la manguera de plástico, la que a su vez se conectó a la bomba de vacío **Figura 2**.

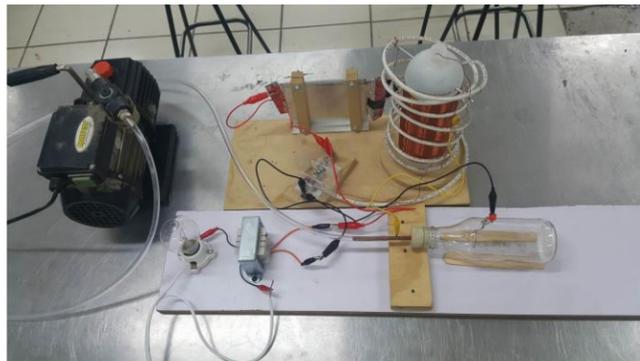


Figura 2. Tubo de rayos catódicos conectado al sistema de vacío.

El circuito del tubo de rayos catódicos emplea el transformador de 120v a 1500v conectado a la bobina de tesla. El voltaje de salida de la bobina secundaria de la bobina de tesla se conecta al anillo de acero, al que desde ahora nos referiremos a él como cátodo y se conecta también al tubo de cobre, al que llamaremos ánodo. El circuito completo se muestra en la **Figura 3**.



Figura 3. Circuito del tubo de rayos catódicos. 1 Resistencia, 2 transformador, 3 bomba de vacío, 4 bobina de tesla, 5 tubo de rayos catódicos.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

El tubo de rayos catódicos funcionó exitosamente, produciendo un rayo color rosado (Figura 4), trabajando con el voltaje de salida de la bobina de tesla de 24.28 kV y de corriente alterna. El trabajar con corriente alterna en lugar de corriente directa cambia el sentido en el que viajan los electrones dentro del tubo con una frecuencia de 149.37 kHz y al variar el voltaje desde -24.28 kV a +24.28 kV también varían las velocidades de las partículas. La velocidad máxima alcanzada por estas partículas se calcula con la ecuación (5) como se muestra a continuación

$$(7) \quad v = \sqrt{2 \frac{qV}{m}}$$

donde $q = |-1.6 \times 10^{-9}| C$ que corresponde a la carga del electrón al igual que la masa, $m = 9.1 \times 10^{-31} Kg$ y el voltaje es el voltaje suministrado por la bobina de tesla $V = 24.28 kV$. Sustituyendo los valores en la ecuación (6) y resolviendo se obtiene

$$(8) \quad v = \sqrt{2 \frac{(1.6 \times 10^{-9})(24.28 \times 10^3)}{9.1 \times 10^{-31}}} = 9.24 \times 10^7 m/s$$

los valores de las velocidades a las que viajan en el sistema son de $-9.24 \times 10^7 m/s$ a $+9.24 \times 10^7 m/s$.

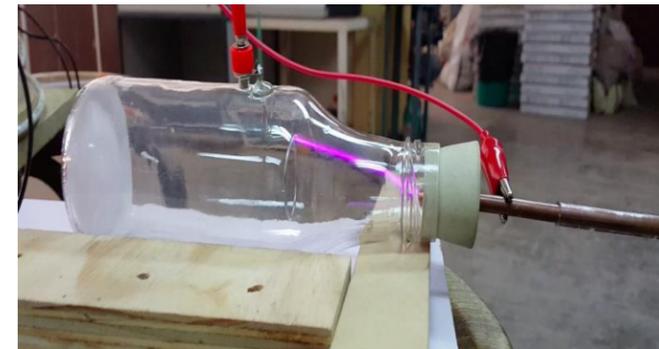


Figura 4. Tubo de rayos catódicos en funcionamiento (rayos catódicos en color rosa)

Comparemos el resultado de la velocidad calculada con la física clásica y la velocidad calculada con la física relativista, primero se obtendrá el valor de la velocidad relativista como se muestra a continuación

$$(9) \quad v = c \sqrt{1 - (1/\gamma)^2}$$

La energía total E de los electrones acelerados es su energía en reposo mc^2 y la energía cinética eV que ganan en virtud del trabajo realizado sobre ellos por el campo eléctrico al desplazarlos del ánodo al cátodo:

$$(10) \quad \gamma = 1 + \frac{eV}{mc^2}$$

Los electrones acelerados a través de un aumento de potencial $V=24.28 kV$ gana una cantidad de energía de 24.28 keV; por lo tanto, tenemos que

$$(11) \quad \gamma = 1 + \frac{24.28 \times 10^3}{0.511 \times 10^6} = 1.048$$

y

$$(12) \quad v = 3 \times 10^8 \sqrt{1 - (1/1.048)^2} = 8.97 \times 10^7 m/s$$

si comparamos el resultado de (7) con el resultado obtenido en (11) observamos que

$$(13) \quad \frac{9.24 \times 10^7 m/s}{8.97 \times 10^7 m/s} = 1.03$$

el resultado clásico es 1.03 veces más grande. Este resultado indica que la mecánica clásica da una aproximación a la velocidad del electrón. Sin embargo, considerando la teoría relativista, se puede observar mejores resultados confirmando las bondades y los esfuerzos de los científicos en crear nuevas teorías (Relatividad).

CONCLUSIONES

La utilización de los tubos de rayos catódicos, como se ha demostrado en este trabajo realizado como estancia de verano en la universidad Autónoma de Querétaro, con duración de un mes y medio, un experimento didáctico introductorio al estudio de los aceleradores de partículas. Este TRC permite comprender de forma simple el principio físico del diseño y el funcionamiento de los grandes aceleradores de partículas cargadas. El diseño permite profundizar en los conceptos científicos y tecnológicos relacionados con esta importante invención histórica de experimentos. No solo permite visualizar la unificación entre electricidad y magnetismo sino las aplicaciones que abrieron las puertas a nuevos experimentos para construir una nueva teoría que ha dado la vuelta al sentido común de la comunidad de los científicos.

Realizando algunas mejoras al TRC, como la implementación de un puente rectificador, daría el resultado de una corriente directa y de esta forma demostrar el funcionamiento de un acelerador de partículas con campo eléctrico estático lo que da como resultado la orientación de los electrones a una sola dirección. Contrario, cuando se utiliza campo eléctrico variable. La utilización de una fuente de alto voltaje variable, en lugar de la bobina de tesla, podría permitir controlar la aceleración que se desea aplicar a las partículas y observar la dependencia entre el voltaje suministrado al TRC.

De otra parte, en otras ocasiones se puede experimentar con el efecto fotoeléctrico por emisión de electrones de una superficie metálica cuando esta es iluminada por luz. Un arreglo experimental similar utilizado en este trabajo, que consiste de dos placas metálicas paralelas dentro de una botella a la que se le ha practicado vacío. Se mide la corriente. Cuando el potencial polarizado negativamente, frenando al movimiento de los electrones, se encuentra que existe un potencial de umbral, V_m , multiplicado por la carga es la energía del fotón o de la luz incidente en la placa.

BIBLIOGRAFÍA

1. CHANG, R. (2010). Química, México: Editorial Mc Graw Hill.
2. Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., Burdge, J. R. (2004). Química la Ciencia Central, México: Editorial Pearson Educación
3. Caro, R., Delgado, J. M. Fernández, O. González García, L., Lizuain Arroyo, M. C., López Ortiz, G., Martí Climent, J. W., Millán Cebrián, S., Sánchez Angulo, C., Sánchez Ojanguren, M. C. y Vañó Carruana, E. (1998). "Aceleradores de partículas", España: Consejo de Seguridad Nuclear, [pp. 21-25].
4. Nilsen, V., Anelli, G., (2016). "Knowledge transfer at CERN" en Technological Forecasting & Social Change. CERN. (2016).
5. Experiments, en CERN, consultada en <http://home.cern/about/experiments> (fecha de consulta 14-07-2016).

ANÁLISIS DE LAS FILAS DE ESPERA EN FARMACIA DE HOSPITAL PÚBLICO

Miriam Ivonne Bravo Rodríguez¹ y Miriam Ivonne Arreola Aguilar²

RESUMEN

El presente proyecto de investigación describe diferentes métodos de análisis de líneas de espera aplicados en una farmacia de un hospital público. A partir de una evaluación en sitio se registran los parámetros del modelo y la identificación de los atributos. Con la información que se obtuvo a partir de los muestreos tomados dentro del hospital, se realizó una simulación en ProModel, con el fin de conocer cómo es que se comporta la fila. Este estudio se realizó con el fin de tener un panorama de la situación actual por la cual tienen que pasar las personas diariamente, para posteriormente trabajar con un sistema de picking automatizado.

ABSTRACT

This project describes different methods of analysis of waiting lines applied in a pharmacy in a public hospital. From a site evaluation model parameters and identifying attributes are recorded. With the information obtained from the samples taken within the hospital, a simulation was performed in ProModel, in order to know how the line behaves. This study was conducted in order to have an overview of the current situation in which people have to go daily to later work with automated picking system.

Palabras Clave: Líneas de espera, modelo, cola, sistema.

INTRODUCCIÓN

En nuestra vida diaria es muy normal tener que esperar un cierto tiempo para poder recibir un servicio o hacer uso de éste, las colas son algo que comúnmente nos encontramos al esperar un servicio, no importa qué tipo de servicio sea el que se ofrecerá siempre tenemos que "hacer cola" para poder recibir los servicios, esto no nada más se presenta en los seres humanos, sino también en las grandes empresas, en los aeropuertos incluso cuando esperamos en el tráfico para que cambie el semáforo.

El estudio de las líneas de espera trata de cuantificar el fenómeno de esperar formando colas, mediante medidas representativas de eficiencia, como la longitud promedio de la cola, el tiempo promedio de espera en ella, y la utilización promedio de las instalaciones (Taha, 2004).

Lo principal que se debe saber en un sistema de línea de espera o cola es conocer el servidor y el cliente. El estudio de las colas es importante porque proporciona tanto una base teórica del tipo de servicio que podemos esperar de un determinado recurso, como la forma en la cual dicho recurso puede ser diseñado para proporcionar un determinado valor de servicio a sus clientes. Al igual si al llegar a la instalación donde se recibirá. La farmacia de un hospital es una de las locaciones en las que se presentan líneas de espera, lo

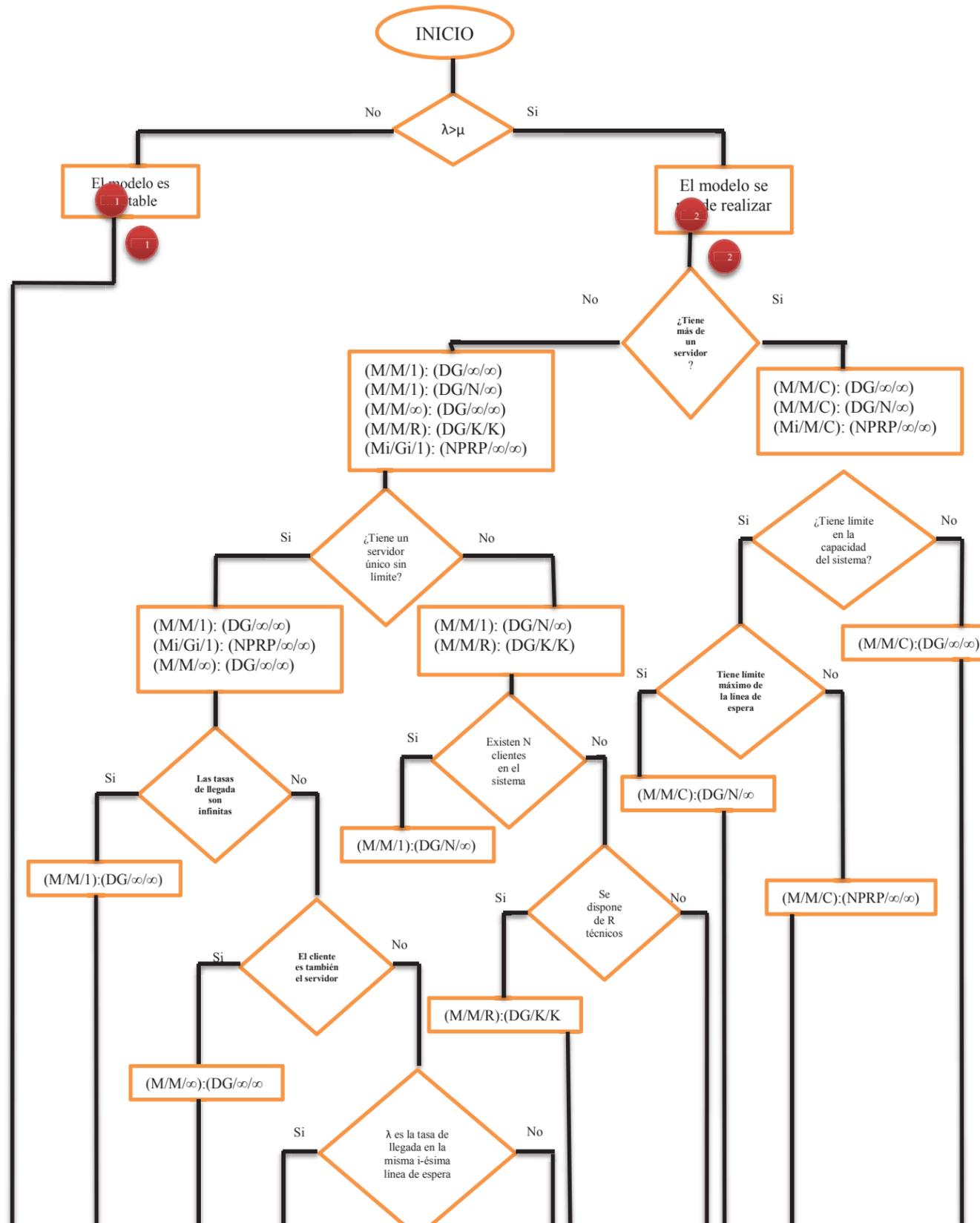
¹ Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Departamento de Logística; Carretera Irapuato – Silao Km 12.5, Colonia El Copal, Irapuato, Guanajuato, México ivozrguez@gmail.com

² Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Departamento de Logística, Carretera Irapuato – Silao, Colonia El Copal, Irapuato, Guanajuato, México miriam.arreola@itesi.edu.mx

que representa una disminución en la calidad del servicio. Aunque la teoría de líneas de espera ha sido ampliamente utilizada en la industria, el número de aplicaciones en el sector hospitalario es relativamente bajo (Belciug & Gorunescu, 2015).

En los análisis de líneas de esperas con múltiples servidores se asume que la capacidad de los servidores es la misma (Li & Stanford, 2016), sin embargo dentro de un hospital público no se cuenta con un tiempo promedio para atender a los usuarios, ya que los servidores no tienen las mismas capacidades y al igual no todos los usuarios tienen las mismas necesidades para poder ser atendidos en un mismo tiempo.

Es relevante el tiempo de espera de los usuarios en la fila para contar con sus medicamentos ya que a esta acuden usuarios con características y necesidades diferentes, algunos no pueden permanecer esperando por tiempos prolongados. A estas personas se les debe asignar una prioridad mayor para su atención. En la figura 1 se muestra un diagrama de flujo donde se encuentran los modelos de líneas de espera, estos se utilizan dependiendo de qué características tenga el sistema, número de servidores, número de clientes, etc.



MÉTODOS Y MATERIALES

Se realizó en primera estancia una revisión bibliográfica de los modelos de líneas de espera, para así poder hacer una selección del modelo de espera que se utilizara para este tipo de cola. Esta investigación fue de campo y analítica, ya que tomo un muestreo y después de obtener datos se simulan en el programa ProModel y ahí se analizan cómo se comportan los servidores, los atributos y la línea de espera.

Se realizó un muestreo dentro del Instituto Mexicano del Seguro Social N. 2, durante el muestreo se realizó la clasificación de los atributos, para los atributos se tomaron las personas de la tercera edad, las mujeres embarazadas y las personas con alguna discapacidad, se tomaron los tiempos de cada que tiempo tarda en llegar una persona a la fila y en diez minutos en promedio cuantas personas llegan, al igual se tomaron los tiempos de cuánto tiempo tarda un servidor en atender a cada usuario.

Al obtener los resultados se realizó una simulación en ProModel, donde se corrió el programa aproximadamente diez veces, esto se realizó para ver cómo se comportan los servidores, los atributos, la cola y así poder analizar la fila.

RESULTADOS

Se realizaron las simulaciones y se observó que el tiempo entre llegadas de los pacientes sigue una distribución exponencial con una media de 0.7 minutos.

En la Figura 2 se muestra que un paciente dedica el 85% de su tiempo a esperar para ser atendido por un servidor de la farmacia, este tiempo se cuenta desde que el paciente arriba al sistema, en promedio el 5% de su tiempo se muestra como un bloqueo, esto quiere decir que es el tiempo que el paciente está al frente de la línea de espera.

Se obtiene de la simulación que el tiempo promedio que un paciente pasa espera en la fila es de 18.45 minutos en promedio. El total de pacientes que llegan a la fila son 1085 en un periodo de simulación de 12.5 horas, que corresponde al periodo de atención en las instalaciones. El contenido promedio de pacientes en la fila es de 26.69 y el máximo registrado es de 57 lo que representa una extensa línea de personas en espera para surtir su medicamento.

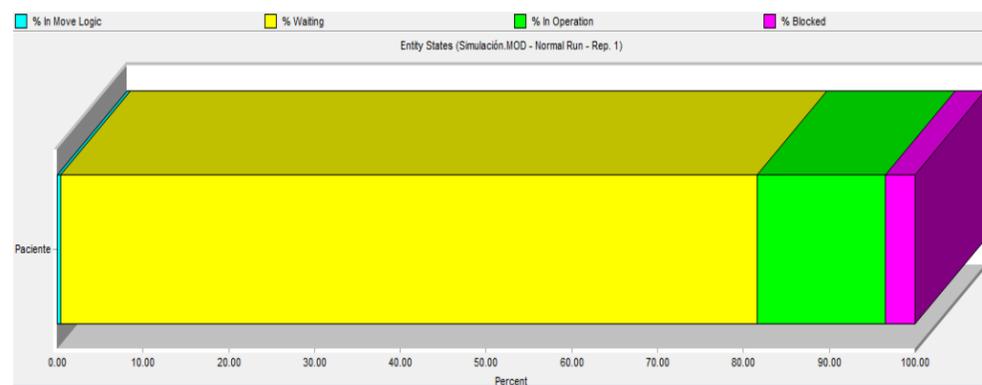


Figura 2. Distribución del tiempo de espera.

CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de la investigación se hicieron diferentes tomas de muestro, se recomienda que para realizar una mejora dentro de este servicio se deben tomar más muestreos a diferentes horas en un día, debido a que no acude la misma cantidad de personas a todas horas, al igual se debe tomar nuestros en diferentes días de la semana para tener una mayor cantidad de muestras para que sean más exactos los resultados y así tener una mayor satisfacción en los resultados.

BIBLIOGRAFIA

- Taha, H. A. (2004). *Investigación de operaciones, 7a. edición*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Belciug, S., & Gorunescu, F. (2015). Improving hospital bed occupancy and resource utilization through queuing modeling and evolutionary computation. *Journal of Biomedical Informatics*, 261-269.
- Li, N., & Stanford, D. A. (2016). Multi-server accumulating priority queues with heterogeneous servers. *European Journal of Operational Research*, 866-878.

ADSORCIÓN DE CIANURO DE SODIO EN DISTINTOS MATERIALES

Ángel de Jesús Bravo Villaseñor¹ y Leonor Muñoz Ramirez²

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo con el fin de observar el comportamiento de diferentes minerales al ponerlos en contacto con una solución con iones de cianuro a diferentes concentraciones de este, durante cada una de las pruebas realizadas con estos minerales se evaluó la cantidad de cianuro en solución y la cantidad de cianuro adsorbido por estos minerales en diferentes tiempos, estas cantidades se evaluaron por medio de la técnica analítica para la determinación de cianuro donde el cianuro se determina por titulación con nitrato de plata, este es el método APHA-AWWA 4500-CN D. Se hizo una comparación de la capacidad de absorbancia de dichos minerales. Entre estos minerales se encuentran la molibdenita, fluorita, calcita, barita, ceniza volante y carbón cascara de coco. De acuerdo con los experimentos realizados, hay una disminución de la concentración de los iones de cianuro al poner en contacto los materiales con la solución conforme pasa el tiempo, esto es debido a que los iones de cianuro son absorbidos por dichos materiales, o que el cianuro haya reaccionado con la superficie y formado complejos con otros metales que traiga el material. Con relación al carbón activado hay mucha información de su comportamiento como adsorbente en contacto con el ion cianuro con respecto a los otros materiales da la pauta para investigar su comportamiento como un material adsorbente.

ABSTRACT

This work was carried out in order to observe the behavior of different minerals by putting them in contact with a solution of cyanide ions at different concentrations of this, during each of the tests performed with these minerals the amount of cyanide was evaluated in solution and the amount of cyanide adsorbed by these minerals at different times, these amounts were evaluated by the analytical technique for the determination of cyanide where cyanide is determined by titration with silver nitrate, this is the APHA-AWWA 4500-CN D method. A comparison of the absorbance capacity such ores. These minerals are molybdenite, fluorite, calcite, barite and other materials such as coal ash and coconut shell. According to experiments, there is a decrease in the concentration of cyanide ions by contacting the materials with the solution as time goes on, this is because cyanide ions are absorbed by such material, or that cyanide has reacted with the surface and complexed with other metals to bring the material. With regard to activated carbon much information their behavior as adsorbent in contact with cyanide ion with respect to other materials gives the pattern to investigate its behavior as an adsorbent material.

Palabras claves: Adsorción, cianuración, cianuro, minerales, complejo.

¹ Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ingeniería, Dr. Manuel Nava No. 8, Col. Zona Universitaria Poniente, C.P. 78290, San Luis Potosí, S. L. P., angelos@alumnos.uaslp.edu.mx

² Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Carretera 57 Km 5, Los Bosques, C.P. 25710 Monclova, Coah. leonorm68@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

1.1 Problemática de los procesos de cianuración

Los procesos industriales de extracción y recuperación de oro por cianuración generan grandes volúmenes de soluciones y efluentes con cianuro. El proceso de cianuración consiste generalmente en la disolución de oro mediante la formación de complejos estables con cianuro.

Debido a sus propiedades químicas el cianuro también reacciona con otros compuestos del mineral produciendo especies tales como cianuros simples, cianuros complejos, ácido cianhídrico, cianato, tiocianato y amonio.

El exceso de cianuro utilizado en los procesos es debido a la presencia de otras especies tales como el cobre, se forman complejos de cobre, Muñoz ²).

1.2 Descripción de la adsorción

El proceso de adsorción consiste en la captación de sustancias solubles presentes en la interface de la solución, pudiéndose constituir dicha interface entre un líquido y un gas, un sólido o entre dos líquidos diferentes.

El uso del término sorción se debe a la dificultad de diferenciar la adsorción física de la adsorción química y se emplea para describir el mecanismo por el cual la materia orgánica se adhiere a la superficie. El equilibrio se alcanza cuando se igualan las tasas de sorción y desorción, momento en que se agota la capacidad de adsorción .

La cantidad de adsorbato que puede retener un adsorbente es función de las características y de la concentración del adsorbato y temperatura, ²).

1.3 Descripción de los minerales

La Molibdenita presenta la siguiente composición 60.0 % Mo y 40.0 % S. Es muy abundante en la naturaleza, de estructura laminar, compuesta por una capa de átomos de Molibdeno, entre dos capas de átomos de Azufre. Esta configuración tipo sandwich le confiere propiedades especiales. La estructura cristalina de tipo hexagonal. La molibdenita se analiza considerando las características anisotrópicas de la superficie del mineral. En esta estructura cristalina se tiene dos tipos de enlaces: 1) enlaces covalentes entre átomos de Mo – S y 2) enlaces de Van der Waals entre capas de S – Mo-S. Debido a esta característica estructural, las partículas de MoS₂ presentan dos tipos distintos de superficie : 1) una superficie se crea por ruptura de enlaces de van der Waals, que se conoce como “cara” y 2) una superficie que se genera por ruptura de enlaces Mo-S, que se conoce como “borde”, ³

La calcita el mineral más estable que existe de carbonato de calcio, frente a los otros dos polimorfos con la misma fórmula química aunque distinta estructura cristalina: el aragonito y la vaterita, más inestables y solubles. Presenta una variedad enorme de formas y colores. Se caracteriza por su relativamente baja dureza y por su elevada reactividad incluso con ácidos débiles, tales como el vinagre.

La barita es un mineral no metálico, una de sus principales características es que es un material inerte, se usa como protección en los cuartos de rayos X debido a que con su alta densidad es capaz de absorber la radiación. Substituye en ciertos casos al plomo.

La fluorita CaF₂ pertenece al sistema de cristalización cúbico y con una morfología muy variada: cubos, octaedros, dodecaedros y, rara vez, tetraquihexaedros. Posee una propiedad denominada conductividad aniónica, íntimamente ligada a las propiedades de su estructura cristalina, que permite circular aniones. Otros compuestos químicos similares por su apariencia exterior se denominan en algunas ocasiones

fluorita, algunos casos son como el compuesto BaSO₄ (Sulfato de Bario) se denomina igualmente fluorita pesada y la fluorita selenítica que es CaSO₄ (Sulfato de Calcio).

El Carbón Activado de Cascara de Coco (vegetal) está fabricado a partir del huesillo de cáscara de coco, es un material activado con vapor, por lo que no contiene agentes químicos que puedan contaminar o reaccionar con el medio donde sea utilizado, se caracterizan por tener una gran cantidad de micro a mesoporos (5nm-50 nm) adecuados para la eliminación de moléculas pequeñas, contiene un PH neutro, se puede fabricar en cualquier granulometría. Tiene una alta dureza, puede ser utilizado en columnas de lecho fijo o lecho móvil, con un mínimo de pérdidas en los procesos de retrolavado y regeneración. La mayoría de fabricantes basan la calidad del carbón activado de coco en la capacidad de adsorción que está directamente relacionada con el área de contacto, generalmente realizan pruebas de adsorción con una solución de yodo.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

Se prepararon las soluciones a las concentraciones requeridas, estas soluciones son: nitrato de plata, la solución con los iones cianuro a diferentes concentraciones (200, 400, 600 y 800 ppm de CN⁻), el indicador usado para la titulación y se pesó la cantidad de un gramo de diferentes materiales.

Estos materiales se pusieron en contacto directo con las soluciones de cianuro (a diferentes concentraciones), poniendo estas soluciones en agitación. Este contacto con agitación se mantuvo durante una hora, en la cual se hicieron muestreos de la cantidad de cianuro en solución en diferentes tiempos, esto se hizo sacando alícuotas a los tiempos establecidos.

A cada una de estas alícuotas se les determinó la cantidad de cianuro en solución, mediante la técnica de cuantificación de cianuro APHA-AWWA 4500-CN D.

2.1 Técnica de Cuantificación de Cianuro APHA-AWWA 4500-CN D

La determinación de los iones cianuro libres en la solución se determinó por titulación de nitrato de plata. El principio básico de esta técnica es la determinación del ion cianuro por titulación de nitrato de plata (AgNO₃) para formar un complejo soluble de cianuro de plata ($Ag(CN)_2^-$). En el momento en que todo el cianuro está en forma de dicho complejo y existe un pequeño exceso de plata, este es detectado por un indicador, cambiando la coloración de la solución. La reacción que ocurre es la siguiente:



El procedimiento para la determinación de cianuro libre en solución fue el siguiente:

- 1- Se tomaron 10 mL de la muestra problema.
- 2- Se colocó la alícuota en un vaso de precipitado de 50 mL y se añadieron 3 gotas de la solución indicadora de $C_{12}H_{12}N_2OS_2$.
- 3- Se tituló la muestra con la solución de $AgNO_3$.
- 4- Al momento en que ocurre un cambio de coloración de la muestra, se detuvo la titulación y se tomó la lectura del volumen de $AgNO_3$ consumido.
- 5- Se hicieron los cálculos correspondientes, de acuerdo a la siguiente relación:

$$1 \text{ mL de } AgNO_3 \text{ añadido} = \frac{20 \text{ mg } CN^-}{L}$$

RESULTADOS

A. adsorción de cianuro

En 200 ppm de Cianuro de sodio al estar en contacto con los distintos materiales, el mejor adsorbente fue la molibdenita al igual que el carbon vegetal presentando un 53% de adsorción, esto es debido a que la molibdenita presenta en su superficie enlaces que están despareados y hace más fácil el anclaje de los iones de cianuro que están en la solución disponibles para enlazarse con los iones molibdeno de la superficie.

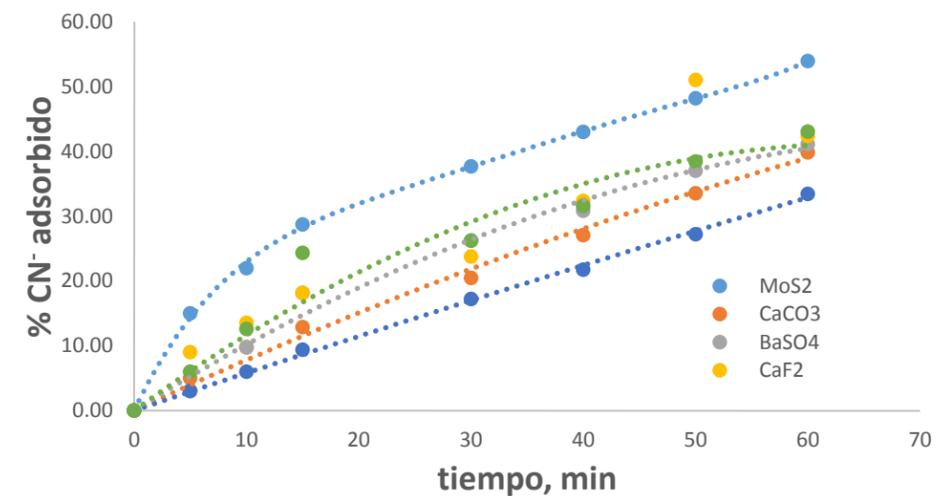


Figura 1. Adsorción de cianuro en diferentes materiales a 200 ppm de cianuro de sodio

En 400 ppm de cianuro de sodio se presenta el mismo fenómeno de adsorción siendo nuevamente la molibdenita la que mejor adsorbe el ion cianuro.

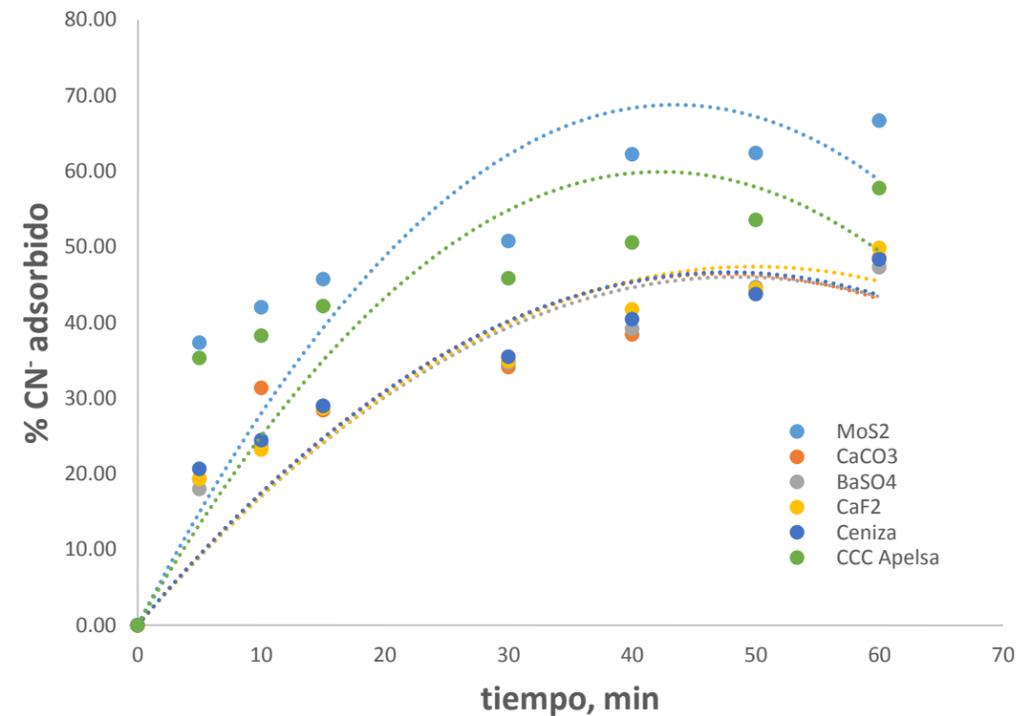


Figura 2. Adsorción de cianuro en diferentes materiales a 400 ppm de cianuro de sodio

CONCLUSIONES

De acuerdo con los experimentos realizados, hay una disminución de la concentración de los iones de cianuro al poner en contacto los materiales con la solución conforme pasa el tiempo, esto es debido a que los iones de cianuro son absorbidos por dichos materiales, o que el cianuro haya reaccionado con la superficie y formado complejos con otros metales que traiga el material.

Con relación a el carbon activado hay mucha información de su comportamiento como adsorbente en contacto con el ion cianuro con respecto a los otros materiales da la pauta para investigar su comportamiento como un material adsorbente.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Bravo Villaseñor A de J
- 2) Muñoz Ramírez Leonor, 2015, Tesis, Adsorción de cianuro en diferentes carbones activados
- 3) López Valdivieso Alejandro y Reyes Bahena Juan Luis, Flotación de calcopirita y molibdenita en minerales de cobre tipo pórfidos.

CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES PARA LA AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE INVENTARIO EN TIEMPO REAL EN PYMES

Oscar Cabrera Rodríguez¹ y Gabriela de Jesús Córdova Lara²

RESUMEN

En la actualidad, las empresas que desean seguir creciendo en el mercado, buscan estrategias que permitan aumentar el valor de sus productos o de sus servicios. La incorporación de nuevas tecnologías permiten la mayoría de las veces, mejorar sus estrategias de negocio. Sin embargo, para lograr éxito en la incorporación de estas tecnologías, es muy importante conocer los procesos de las empresas, para poder determinar claramente las variables que tienen un impacto directo para la automatización de los procesos, y cuales variables tienen una influencia indirecta en los mismos. En el presente trabajo, se muestra el estudio realizado para la caracterización de variables en una PyME, que permitan llevar a cabo la automatización y control de inventario en tiempo real.

ABSTRACT

Currently, the companies require for keeping grow in market, search strategies to increase the value of their products or services. The incorporation of new technology allows in most of time, improve their business process. However, to achieve a success in the technologies incorporation is important to know each business process, to identify clearly the variables that have a direct impact in automation process and which have an indirect influence. This work presents variables characterization in a PyME, determining which have a direct influence for the process automation.

Palabras Clave: Procesos empresariales, automatización, caracterización de variables.

INTRODUCCIÓN

Las pequeñas y medianas empresas se han catalogado en el mundo como organizaciones muy importantes para la economía en general y para la sociedad en particular, por su potencial de generar empleo, su capacidad de producir ingreso para los sectores débiles, ampliar la base del sector privado, contribuir a reducir la concentración de poder económico y por su aporte al producto nacional. Las PyMEs poseen ventajas competitivas importantes: su tamaño les permite una respuesta rápida a los cambios del entorno y facilita su integración como eslabón en cadenas productivas; también como proveedores eficientes de bienes intermedios o finales, y de servicios en esquemas de subcontratación nacionales o internacionales que alimentan el surgimiento de empresas nacionales más grandes [1].

Aunado a lo anterior, desde la segunda mitad de la década de los 90's, se ha producido una importante revolución económica fundada en el uso intensivo de la Internet y otras tecnologías basadas en la computación (TIC's). La adopción de aplicaciones de cómputo para la automatización de los procesos productivos, el acceso, uso y adopción de aplicaciones basadas en la Internet por parte de las empresas, es de tal magnitud que apenas comenzamos a comprender sus efectos, ya que incluye aspectos tanto económicos, sociales, culturales y políticos.

¹Universidad Autónoma de Zacatecas, Ingeniería en Computación, Domicilio en Carretera Zacatecas-Guadalajara Km 6, Ejido la Escondida, C.P: 98160, Zacatecas, Zacatecas; cdjocr@gmail.com

²Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería en Computación; Carr. Zacatecas-Guadalajara km 6, Ejido la Escondida, C.P: 98160, Zacatecas, Zacatecas, icegaby@uaz.edu.mx

Ahora bien, la adopción de las TIC's por parte de las PyMEs, puede llegar a tener grandes implicaciones aumentando sus ventas, mejorando sus servicios, reduciendo los tiempos en los procesos de compra y venta (e- bussiness) entre otros. Además, de no ser adoptadas estas nuevas tecnologías, muy posiblemente las PyMEs no podrá sobrevivir en el nuevo entorno de mercado. Esta incorporación de las tecnologías, no debe de concebirse como un reto, sino no más bien debe concebirse como una oportunidad de negocio, sobre todo en países emergentes como México.

Sin embargo y a pesar de que la incorporación de nuevas tecnologías en las PyMEs juega un papel importante para mejorar la productividad y la competitividad de la misma, es de suma importancia determinar todas y cada una de las variables que en cada uno de los procesos se tiene. No es la tecnología el secreto, sino la habilidad para integrarla en la empresa y convertirla en un instrumento de innovación [2]. Para que esta integración tenga el éxito esperado, tanto el dueño de la misma, como el encargado de incorporar estas nuevas tecnologías, deben de tener muy claros los procesos que se llevan a cabo en la misma, de manera que se puedan encontrar las variables importantes y que tendrán una influencia directa primero, en la selección de la tecnología, y después en el funcionamiento de la misma.

El presente trabajo, se llevó a cabo en una PyME cuyo giro comercial está enfocado en la compra y venta de material eléctrico. El problema principal que se tiene en la empresa, es que en el proceso de compra venta de los productos, hay un cierto desfase entre lo que se tiene en almacén y lo que presenta el sistema como existente, debido a que cuando se realiza la venta de los productos, estos no son actualizado en la base de datos hasta que se realiza la factura, y en algunas ocasiones no es solicitado por los clientes.

En este sentido, este trabajo esta enfocado en la realización de un estudio a profundidad para llevar a cabo la caracterización de las variables que permitan la automatización de dicho proceso, identificando claramente:

- Cuál o cuáles procesos se desean mejorar con la incorporación de nuevas tecnologías
- Las variables que permitirán la automatización del proceso de compra - venta
- Las variables que tienen una influencia indirecta en el proceso

METODOLOGIA

Toda organización consigue su propósito a través de varios procesos relacionados entre si. Estos pueden ser proceso de compras, proceso comercial, proceso de cobros y facturación, de recursos humanos, de mantenimiento de equipos, control de recepción, y un largo etcétera.

Para identificar todos los procesos que conforman la actividad global de una organización puede ser útil realizar un seguimiento del producto o servicio que ofrece. Así será fácil identificar procesos tales como, búsqueda de proveedores, realización de las compras a los mismos, búsqueda de clientes, ventas, servicio posventa, atención al cliente y facturación, entre muchos otros. No hay más que observar la marcha de la organización o las actividades que realiza cada trabajador a lo largo de su jornada, para identificar estos y otros procesos con los que no se había contado en un principio.

Existe una gran diversidad en cuanto a la clasificación de procesos, encontrando algunas que los dividen en procesos directivos, operativos y de soporte, o en procesos estratégicos, fundamentales y de soporte y un largo etcétera. Lo cierto es que la norma no especifica ninguna clasificación, tampoco que estos deban clasificarse de modo alguno. La única utilidad que se ha encontrado a lo largo de este estudio es la de identificar cuales deberán ser analizados con más detenimiento debido a la repercusión sobre la satisfacción del cliente. Los principales procesos encontrados de forma general son los mostrados en la Figura 1.

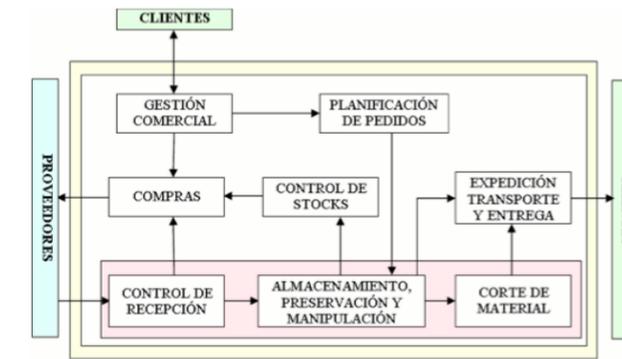


Figura 1. Mapa inicial de los procesos de una empresa

RESULTADOS

La elaboración del mapa de procesos detallado de una empresa puede resultar algo complicado, pues una vez determinada la interrelación entre los procesos, al intentar plasmarlo todo en un solo formato es necesario ordenarlos de modo que las líneas de relación no resulten una red ilegible. Para facilitar esto, es posible englobar varios procesos en un solo macro-proceso. Primeramente, es necesario tener claramente identificado el proceso en el cuál la PyME requiere la actualización con una mejora tecnológica. Para este caso en particular, el proceso que es necesario automatizar, es el proceso de control de entradas y salidas de los materiales (stock). Para poder entender este proceso, se realizó un análisis de todos los procesos que se llevan a cabo en la empresa, los cuales se presentan en la Figura 2.

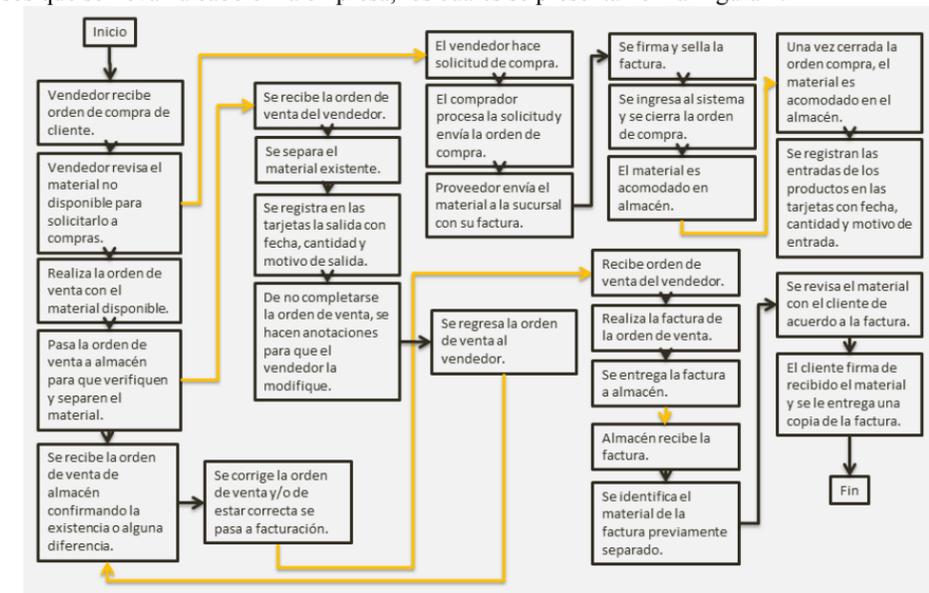


Figura 2. Procesos analizados en la empresa

Ahora bien, el proceso importante como se mencionó anteriormente es el proceso de entrada y salida de materiales para poder realizar la automatización que se desea, que es la de despacho automático de productos. Es este sentido, lo siguiente a realizar es el análisis de como se lleva a cabo únicamente ese proceso. Esto es resaltado en la Figura 3.

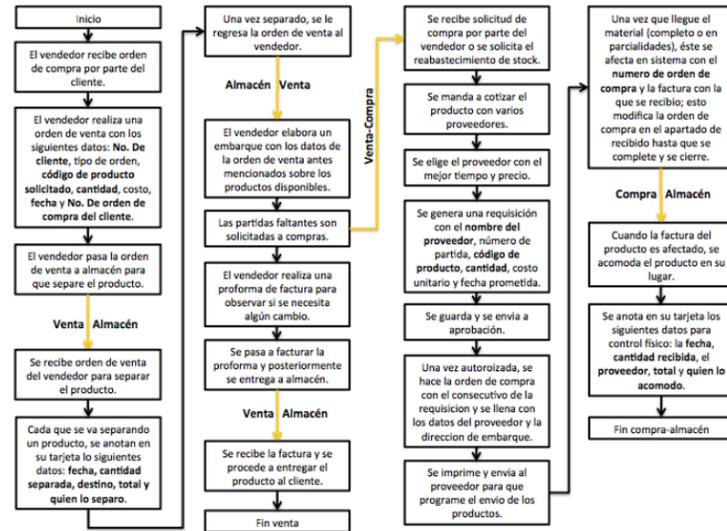


Figura 3. Diagrama del proceso de compra y venta

La Tabla 1 muestra las variables encontradas del análisis del proceso de compra venta para poder llevar a cabo la automatización de dicho proceso, y con ello el despacho de forma automática de los productos, de tal manera que se pueda generar la información de la existencia en almacén en tiempo real.

Tabla 1. Variables en el proceso de compra – venta

Variable
Código del producto solicitado
Cantidad
Fecha
Número de orden de compra
Nombre del proveedor
Número de cliente
Destino
Nombre de quien despacha los productos

Ahora bien, para determinar las variables que tienen que ser enviadas al sistema para realizar la automatización del proceso, es importante hacer ahora un nuevo análisis sobre la relación de los procesos y de las variables con el sistema. Esto se muestra en la Figura 4.

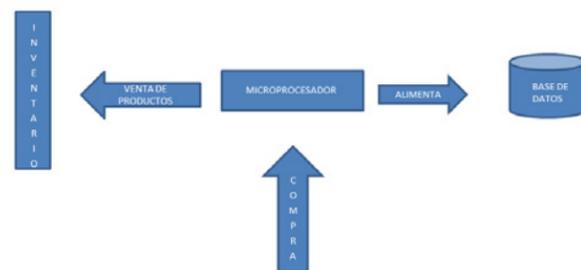


Figura 4. Automatización del proceso de compra-venta

En este sentido, las únicas dos variables que influyen en el proceso de automatización para el despacho automático de productos y con ello la actualización en tiempo real de los productos existentes en el almacén serían las de *código de producto solicitado* y *la cantidad*, que serían enviadas tanto a almacén para el despacho automático por medio de un microprocesador, y a la base de datos de la empresa. En esta base de datos es necesario agregar todas las demás variables y con eso lograr la automatización del proceso.

CONCLUSIONES

En definitiva la integración entre tecnología y negocio es un punto clave para la competitividad de las PyMES en esta era del uso de las tecnologías, ya que no sólo se ha convertido en un lujo capaz de ofrecer innovación, sino en una estrategia para mejorar los procesos y con ello, las relaciones con los clientes. Un cliente satisfecho en definitiva es la mejor estrategia que se puede tener para la promoción y sobrevivencia de la PyME.

En este trabajo se demuestra que a pesar de que las variables involucradas parecieran ser muchas, en realidad solo son dos las que tienen que ser enviadas al microprocesador para generar el despacho automático de los productos. Sin embargo, es importante hacer ver al dueño de que en la empresa se requiere no sólo de la integración del proceso de automatización como tal, sino también una actualización en el manejo de las bases de datos que se tienen.

BIBLIOGRAFIA

Libros

[1] Monge, G. R., Alfaro-Azofeifa, C., & Alfaro-Chamberlain, J. (2005). TICs en las PYMES de Centroamérica: Impacto de la adopción de las tecnologías de la información y la comunicación en el desempeño de las empresas. Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.

Artículos de revista

[2] Castellanos Méndez, Juan Gonzalo; (2003). “PyMES INNOVADORAS. CAMBIO DE ESTRATEGIAS E INSTRUMENTOS”. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, enero-abril, [pp. 315-343].

[3] Moraleda, Amparo; (2004). “La innovación, clave para la competitividad empresarial”. *Universia Business Review*, primer trimestre, 128-136.

[4] Rada, María Renée (2009). “Estrategia Empresarial Basada En Tecnologías De Información Y Comunicaciones”. *En Fides Et Ratio*, n.3, vol.3, Septiembre, [pp. 27-40].

Artículos en línea

[5] Koetzier, Wouter; Schorling, Christopher (2013). “5 Key Points to Consider when Developing an Innovation Strategy” en *Innovation Management*, Consultada en <http://www.innovationmanagement.se/2013/07/03/5-key-points-to-consider-when-developing-an-innovation-strategy/> (fecha de consulta 01-08-2016).

AGRADECIMIENTOS

Nuestro más infinito agradecimiento a la empresa “Técnica Eléctrica de Parral S.A. de C.V.” por su amable colaboración, apoyo y disposición para poder llevar a cabo la investigación de campo.

ELABORACIÓN DEL MANUAL DE PRÁCTICAS: “SIMULACIÓN EN LA LOGÍSTICA CON PROMODEL Y FLEXSIM”

Ivonne Calderón Arreola¹ y Daniel Armando Aguirre Ibarra²

RESUMEN

El presente documento contiene los procesos para la realización de simulaciones mediante el uso del software PROMODEL, donde se utilizaron diversas herramientas para poder crear este manual de simulación tales como diversas fuentes bibliográficas y la asesoría de nuestro profesor encargado del manual.

Este trabajo se clasifica en el área de campo, por la importancia que resulta para el usuario de este software el conocer todos los comandos, pero su enfoque principal fue el constructor de lógica y como dar un mejor uso de los comandos dentro de este constructor, dependiendo de los procesos que se vayan a realizar con este software, de esta manera se describe el uso de cada comando PROMODEL.

ABSTRACT

The present document, contains how to do the process of simulations, during the PROMODEL software, do they used divers tools to can create the simulation manual as like divers bibliographical sources and consulting to the investigator teacher. This work classify in the camp area, the importance result to the user of the software to know all the commands but the principal focus in the logistic building and how to give the better use to the command inside the builder, depending the process were going to crate with the software, this way describes the command use of PROMODEL.

Palabras Clave: proceso, comando, simulación.

INTRODUCCIÓN

La simulación es una metodología reconocida debido a que posee un alto nivel descriptivo de los escenarios a evaluar. Los simuladores comerciales cuentan con diversos módulos de análisis de la información y en años recientes, los desarrolladores de sistemas discretos de simulación han puesto su atención en mejorar las características de los programas de simulación con el objetivo de reducir los esfuerzos necesarios para desarrollar proyectos de simulación (Mujica Mota, Piera, Flores, & Guasch, 2013).

Algunos simuladores como ProModel se han enfocado en desarrollar una interfaz por medio de módulos gráficos (Charles, 2012) lo cual lo convierte en una herramienta útil para la asignatura de Simulación en los programas educativos profesionales.

La elaboración de proyectos de simulación en ProModel sigue una dinámica sistemática basada en la identificación de los componentes de un sistema (García, 2006).

En la Figura 1 se muestra un diagrama de decisión para el uso de modelos de simulación.

¹Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Ingeniería en Logística, Carretera Irapuato-Silao km 12.5, Colonia El Copal, C.P: 36821, Irapuato , Gto, ivicalder@gmail.com

²Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Ingeniería en Logística, Carretera Irapuato-Silao km 12.5, Colonia El Copal, C.P: 36821, Irapuato , Gto, armando.aguirre@itesi.edu.mx

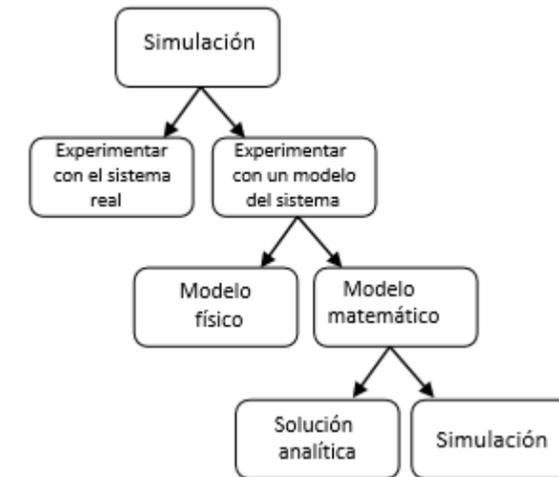


FIGURA 1

MÉTODOS Y MATERIALES

Para la realización del manual de prácticas de simulación en PROMODEL, se realizaron diversas investigaciones en libros especializados en el software para así entender los diferentes procesos que pueden generarse utilizando el mismo y aplicarlos, también consultorías con nuestro asesor de la investigación que en cada momento supervisaba los avances de la misma verificando el correcto uso de los comandos.

El manual se estructuró con su objetivo, práctica propuesta, sintaxis de la programación y la vista del texto programado. (Ver Figura 2)

Sintaxis:

```

BEGIN or {
WHILE FRECAP(Loc1) > 5 DO
BEGIN
INC Var2, 5
WAIT 5 sec
END

IF Var1 > 5 THEN
{INC Var2, 5
WAIT 5 sec}
  
```

FIGURA 2

En la Figura 3 se muestra la programación usando el comando Send.

Nombre	Cap	Unidades	Estadist	Reglas	Costos
Building	1	1	Series de tiempo	Más Tiempo, ,	
Pickup	1	1	Series de tiempo	Más Tiempo, ,	
Warehouse	1	1	Series de tiempo	Más Tiempo, ,	
Pallet	3	1	Series de tiempo	Más Tiempo, ,	
Pickup2	1	1	Series de tiempo	Más Tiempo, ,	
Loc1	INFINITE	1	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO,	
Loc2	INFINITE	1	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO,	
Loc3	INFINITE	1	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO,	
Loc4	INFINITE	1	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO,	
Loc5	INFINITE	1	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO,	
* Entidades *					
Nombre	Velocidad (Ppm)	Estadist	Costos		
Gear	150	Series de tiempo			
* Procesamiento *					
		Proceso	Enrutamiento		
Entidad	Locación	Operación	Blk Salida	Destino	Regla Lógica de Movimiento
Gear	Building	1	Gear	Loc1	FIRST 1
Gear	Loc1	1	Gear	Pickup	FIRST 1
Gear	Pickup	1	Gear	Loc2	FIRST 1
Gear	Loc2	1	Gear	Warehouse	FIRST 1
Gear	Warehouse	1	Gear	Loc3	FIRST 1
Gear	Loc3	1	Gear	Pallet	FIRST 1
Gear	Building	Send 9	Gear	To Pallet,	5
		1	Gear	Loc5	FIRST 1
Gear	Loc5	1	Gear	Pallet	FIRST 1
Gear	Pallet	1	Gear	Loc4	FIRST 1
Gear	Loc4	1	Gear	Pickup2	FIRST 1
Gear	Pickup2	1	Gear	EXIT	FIRST 1
* Arribos *					

Entidad	Locación	Cant. por Arribo	Primera Vez	Ocurrencias	Frecuencia	Lógica
Gear	Building 1	inf	4 min			

FIGURA 3

Se logró un avance del 80% en la elaboración de las prácticas usando los comandos del constructor de lógica. El objetivo es concluir el proyecto y publicar el manual con un registro ISBN.

CONCLUSIONES

El proceso de la realización de este manual, consto de tener un mejor conocimiento de las herramientas que componen al software, para así entender más la lógica de el mismo, y mostrar a los usuarios la forma en la que se utiliza cada comando de una forma más sencilla, dando ejemplos en forma de texto y el processing de el mismo y así ellos mismos podrán realizar paso a paso su propia simulación uniendo los comandos que ellos necesiten para que la lógica del proceso sea lo más completa posible.

BIBLIOGRAFIA

Libros

Charles Harrel, B. K. (2012). *Simulation Using ProModel*. New York: The McGraw-Hill Companies.
 Eduardo García Dunna, H. G. (2006). *Simulación y análisis de sistemas con ProModel*. México : Pearson Educación.
 Roberto Hernández Sampieri, C. F. (2006). *Metodología de la Investigación*. Méico: McGraw-Hill / Interamericana editores S.A de C.V.

Artículos de revistas

Mujica Mota, M., Piera, M. A., Flores, I., & Guasch, A. (2013). Modelos de simulación usando Simio y redes petri. *Research Gate*.

ADSORCIÓN MULTICOMPONENTE DE METALES PESADOS EN CONDICIONES DINÁMICAS EMPLEANDO COLUMNAS DE LECHO FIJO DE CARBÓN DE HUESO

Ariana Camarillo-Neri¹ y Adrián Bonilla-Petricholet²

RESUMEN

En este trabajo se estudió la remoción multicomponente de iones de Cd^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} y Cu^{2+} en solución acuosa empleando columnas de lecho fijo con carbón de hueso a distintas condiciones de operación con el objetivo de identificar los efectos de competencia existentes bajo condiciones de adsorción dinámicas. Específicamente, se evaluó el efecto de la presencia de los iones de Cd^{2+} , Zn^{2+} y Cu^{2+} sobre la remoción de Ni^{2+} en sistemas ternarios y cuaternarios conformados por dichos cationes. Los resultados obtenidos muestran que existe un efecto de adsorción antagónico entre los cationes evaluados.

Dicho efecto aumenta a medida que la cantidad de adsorbatos y la concentración de los mismos en solución incrementan. Se observó que la capacidad de adsorción del níquel decrece hasta en un 94% en las mezclas ternarias y hasta en un 96% en las mezclas cuaternarias, en comparación con el sistema monocomponente. Este efecto inhibitorio puede explicarse considerando que a bajas concentraciones, hay un mayor número de sitios disponibles para la remoción de las especies metálicas en comparación con la cantidad de iones metálicos en la solución. Por tanto, el nivel de competencia entre los cationes no es significativo. De acuerdo con los resultados obtenidos el Ni^{2+} es más sensible a la presencia de Cu^{2+} en la solución. Finalmente, se observó que el carbón de hueso puede ser una alternativa adecuada para tratar efluentes contaminados por iones de Cd^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} y Cu^{2+} en soluciones multicomponentes ya que sus capacidades de remoción son superiores a las obtenidas con otros adsorbentes.

ABSTRACT

This study analyzes the simultaneous removal of Cd^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} and Cu^{2+} ions in aqueous solutions at dynamic adsorption conditions using bone char as adsorbent. Specifically, the presence of Cd^{2+} , Zn^{2+} and Cu^{2+} ions on the Ni^{2+} removal was evaluated in ternary and quaternary systems formed by these cations. Results indicate that there are significant antagonistic adsorption effects derived from the competition between metal ions present in the multicomponent solutions.

Overall, results showed that the Cu^{2+} has the greatest antagonistic effect on the nickel ions removal. This effect increases as the amount of adsorbates in solution increases. On the other hand, the adsorption capacity of nickel decreases around 94% in ternary mixtures while, in quaternary system this decreases in a 96% compared to the single component system.

Palabras clave: Adsorción multicomponente, carbón de hueso, columnas de lecho fijo, metales pesados.

¹ Universidad Autónoma de Aguascalientes, Departamento de Ingeniería Bioquímica, Avenida Universidad 940, Ciudad Universitaria, Villas de la Universidad, 2013. Aguascalientes, Ags. arinericam@outlook.com.

² Instituto Tecnológico de Aguascalientes. Departamento de Ingeniería Química. Av. Adolfo López Mateos Ote. No. 1801, Fracc. Bona Gens, 20256 Aguascalientes, Ags. petricholet@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La remoción simultánea de metales pesados a partir de soluciones que contengan dos o más especies iónicas desempeña un papel importante en el diseño y operación de procesos de tratamiento, ya que la presencia de varios iones en un medio puede generar efectos de competencia, inhibición o interacción entre los contaminantes, los cuales afectan positiva o negativamente el comportamiento del adsorbente [1]. Por tanto, es necesario evaluar el efecto de la concentración de un metal sobre la adsorción de otros cationes para identificar la presencia de tales procesos y establecer la viabilidad de aplicar determinado adsorbente en el tratamiento de aguas residuales. Debido a lo anterior, en este trabajo se estudió la remoción multicomponente de Cd^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} y Cu^{2+} en columnas de lecho fijo con carbón de hueso a distintas condiciones de operación con el objetivo de identificar los efectos de competencia existentes bajo condiciones de operación dinámicas. Específicamente, se evaluó el efecto de la presencia de los iones de Cd^{2+} , Zn^{2+} y Cu^{2+} sobre la remoción de Ni^{2+} en sistemas ternarios y cuaternarios conformados por dichos cationes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El carbón de hueso antes de ser utilizado en el proceso de adsorción, se sometió a un proceso de lavado con agua desionizada hasta obtener un pH constante y posteriormente se secó a 110 °C durante 24 h. Enseguida, se realizó una reducción de tamaño del mismo hasta obtener una partícula de dimensión 20-35 mallas. Los experimentos de adsorción se realizaron empleando columnas de plástico de 1.07 cm de diámetro interno, empacadas con 2.6 g de carbón de hueso.

Se obtuvieron curvas de ruptura a 30 °C, pH 5.0, con flujo ascendente de 4 mL/min, empleando mezclas ternarias y cuaternarias con concentraciones iniciales de 100 mg/L de Cd^{2+} y 50 mg/L de Ni^{2+} , Zn^{2+} y Cu^{2+} , respectivamente. Se tomaron muestras del efluente a intervalos regulares de tiempo. Las concentraciones de los metales se determinaron mediante absorción atómica empleando un espectrofotómetro Thermo Scientific modelo Ice 3500. Los resultados obtenidos fueron empleados para calcular la capacidad de adsorción empleando el método del trapecio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran que existe un efecto de adsorción antagónico entre los cationes evaluados (ver Figura 1). Dicho efecto aumenta a medida que la cantidad de adsorbatos y la concentración de los mismos en solución incrementan. Este efecto inhibitorio puede explicarse considerando que a bajas concentraciones, hay un mayor número de sitios disponibles para la remoción de las especies metálicas en comparación con la cantidad de iones metálicos en la solución.

Por tanto, el nivel de competencia entre los elementos no es significativo. No obstante, a medida que la concentración se eleva, la competencia por los sitios de adsorción se hace más intensa dando lugar al decremento en la capacidad de adsorción para los metales en competencia. Bajo las condiciones de estudio evaluadas, las curvas de ruptura del Ni^{2+} son más pronunciadas y se desplazan hacia el origen a medida que la concentración de los iones en solución incrementa (ver Figura 1). El tiempo de ruptura de las columnas empacadas es inversamente proporcional a la cantidad de iones presentes en la solución. Por otra parte, se observó que la remoción multicomponente del Ni^{2+} es más sensible a la presencia del ion Cu^{2+} en la solución en el sistema.

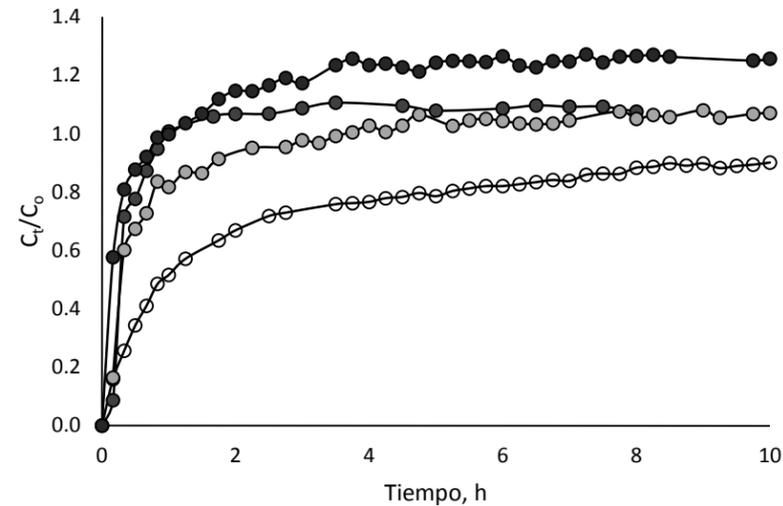


Figura 1. Curvas de ruptura para la adsorción de Ni²⁺, empleando columnas de lecho fijo empacadas con carbón de hueso. Nomenclatura: Sistema monocomponente (○), mezcla ternaria Ni-Zn-Cd (◐), mezcla ternaria Ni-Zn-Cu (◑), mezcla cuaternaria (◒).

Las curvas de ruptura del Ni²⁺ en las mezclas multicomponentes muestran diferencias significativas con respecto a las obtenidas en el sistema monocomponente (ver Figura 1). Bajo ciertas condiciones de estudio, las curvas de ruptura del Ni²⁺ se caracterizan por un exceso de concentración del ion, es decir, la concentración de salida del metal es superior a la concentración de entrada del mismo ($C_t/C_0 > 1$).

Dicho comportamiento se debe a los efectos de competencia y se basa en la naturaleza de adsorción de estos cationes en el carbón de hueso. Específicamente, cuando la columna está próxima a alcanzar su punto de saturación, los iones metálicos con menor afinidad (Ni²⁺) son parcialmente desplazados del sorbente por el adsorbato con mayor afinidad. Resultados similares han sido reportados por Escudero y col. (2013). El decremento en la capacidad de adsorción del Ni²⁺ presente en las soluciones ternarias y cuaternaria (ver Tabla 1), se debe a la presencia de Zn²⁺, Cu²⁺ y Cd²⁺, los cuales compiten con el Ni²⁺ en las zonas de interés de adsorción.

Tabla 1. Capacidades de adsorción del Níquel en solución acuosa en sistemas monometálicos, ternarios y cuaternarios

	Sistema			
	Monocomponente	Mezcla ternaria: Ni-Cd-Zn	Mezcla ternaria: Ni-Cu-Zn	Mezcla cuaternaria: Ni- Cd-Zn-Cu
Capacidad de adsorción, mg/g	53.6	4.09	3.3	1.9

CONCLUSIONES

Las capacidades de adsorción obtenidas muestran que existe un efecto de adsorción antagónico entre los cationes evaluados. Dicho efecto aumenta a medida que la concentración de los iones en solución incrementa. Adicionalmente, se observó que en los sistemas ternarios, la remoción de Ni²⁺ es más sensible

a la presencia de iones Cu²⁺. Por otra parte, la capacidad de adsorción de dicho catión disminuye hasta en un 94 y 96% en los sistemas ternarios y cuaternarios, respectivamente, en comparación con el sistema monocomponente. Finalmente, se concluye que el carbón de hueso puede ser una alternativa adecuada para tratar efluentes contaminados por iones de Cd²⁺, Ni²⁺, Zn²⁺ y Cu²⁺.

BIBLIOGRAFIA

- [1] V.C. Srivastava, I.D. Mall, I.M. Mishra, J. Chem. Eng. Data 54 (2009) 705.
[2] C. Escudero, J. Poch, I. Villaescusa, Chem. Eng. J. 217 (2013) 129.

CARBONATACIÓN DEL SULFATO DE ESTRONCIO PRESENTE EN EL MINERAL DE CELESTITA UTILIZANDO ÁCIDO CLORHÍDRICO Y ÁCIDO CÍTRICO

Alejandro Campos Perez¹ y Ma. Gloria Rosales Sosa²

RESUMEN

En el presente documento se dan a conocer los resultados de la eficiencia en la obtención de carbonato de estroncio como producto de la carbonatación del Sulfato de estroncio presente en la celestita, utilizando ácido clorhídrico y ácido cítrico a concentraciones de 4% 6% y 8% como medios lixiviantes, para posteriormente ser utilizados para la sinterización de ferritas de estroncio.

ABSTRACT

This paper presents the results of the efficiency obtaining Strontium carbonate as product of Strontium sulfate carbonation, which is available in celestite mineral, this, using different concentrations of hydrochloric acid and citric acid (4% 6% 8% in both cases) as leachates, this is to synthesize strontium ferrites.

Palabras Clave: Celestita, Carbonatación, Ferritas de estroncio, Ácido Clorhídrico, Ácido Cítrico.

INTRODUCCIÓN

El carbonato de estroncio (SrCO_3) se encuentra en la naturaleza como el mineral estroncianita. La estroncianita natural no puede usarse en aplicaciones comerciales ya que está muy contaminada con diversas impurezas. El carbonato de estroncio puro es manufacturado sintéticamente y tiene numerosas aplicaciones industriales. Es de color blanco o amarillo, insípido y ligeramente alcalino.

El carbonato de estroncio es un ingrediente clave en los vidrios y es usado ampliamente en la industria de la cerámica. Le suma durabilidad y dureza al vidrio y reduce las microfisuras. Cubrir una sustancia con carbonato de estroncio la hace resistente a la corrosión, los químicos y los efectos del calor excesivo. Las pinturas con base carbonatada se aplican en los barcos y los fuselajes de los aviones para evitar la corrosión. Es también usado ampliamente en la pirotecnia. Las sales de estroncio se queman con una llama de color rojo y son usadas comúnmente como colorante para impartir una llama roja brillante a los fuegos artificiales. Es capaz de neutralizar efectivamente los ácidos presentes en la composición de los fuegos artificiales en base a clorato (que de otra manera se encenderían espontáneamente ante la presencia de una pequeña cantidad de ácido). Los dispositivos de pirotecnia en base a carbonato de estroncio tienen usos tanto militares como no militares. Las aplicaciones no militares incluyen los fuegos artificiales y los dispositivos de emergencia. Las aplicaciones militares que contienen este compuesto incluyen signos de socorro marinos, bengalas militares y munición rastreadora.

Según el libro "Shreve's Chemical Process Industries" (Procesos industriales químicos de Shreve), el carbonato de estroncio es usado como agente de proyección en el cristal plano de los tubos de televisión. También es usado para hacer ferrita de estroncio (SrFe_2O_7). Los imanes de ferrita de estroncio son quebradizos, gruesos y fuertes. Según "Industrial Minerals & Rocks: Commodities, Markets, and Uses" (Minerales y rocas industriales: artículos, mercados y usos), los imanes de ferrita de estroncio tiene una

¹Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia; carretera 57 km 5, Monclova, Coahuila, alecamper10@hotmail.com

² Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia; carretera 57 km 5, Monclova, Coahuila, mrosales@uadec.edu.mx

alta reactividad química y térmica, una alta fuerza de cohesión y son químicamente inertes. No son afectados por las altas temperaturas y no reaccionan con los solventes químicos. Son resistentes a la corrosión y pueden operar en forma óptima entre -40 y +250 grados Celsius. Estos imanes son usados en artesanías, juguetes, altavoces, magneto terapia, bisutería, acoplamiento magnéticos, sistemas de imanes de retención y motores eléctricos.

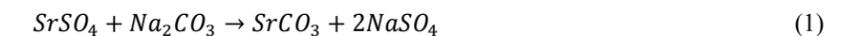
El carbonato de estroncio es agregado al hierro fundido para mejorar su colabilidad y maquinabilidad. El aluminio con base de carbonato de estroncio es mejor para realizar piezas fundidas. El aluminio fundido está reemplazando al acero en la industria automotriz. Según "Industrial Minerals & Rocks: Commodities, Markets, and Uses" (Minerales y rocas industriales: artículos, mercados y usos), el aluminio fundido con base de carbonato de estroncio mejora la eficiencia del combustible del vehículo y reduce su peso.

En este trabajo se utilizó el método 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 comparando el desempeño de dos agentes lixiviantes: ácido clorhídrico (HCl) y ácido cítrico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}$) a tres diferentes concentraciones cada uno (4,6 y 8%v/v).

MARCO TEORICO

Los ácidos utilizados en la parte experimental fueron diluidos con respecto a %v/v por lo que se prepararon 100mL de cada concentración añadiendo el porcentaje de ácido en mililitros y el resto de agua.

Para calcular la cantidad de carbonato de sodio necesaria para la adecuada carbonatación se consideró la fórmula 1).



En base a esta reacción se llegó a la fórmula 2) para calcular los gramos de carbonato de sodio necesarios para cada muestra.

$$\frac{(\text{peso de SrSO}_4 \text{ lixiviado}) \cdot (\text{PM Na}_2\text{CO}_3)}{(\text{PM SrSO}_4)} = (\text{Peso de Na}_2\text{CO}_3) \quad (2)$$

A este valor en gramos se le añadió 10% extra de carbonato de sodio para asegurar una correcta carbonatación.

El orden de las 6 carbonataciones fue realizado al azar y cada muestra extraída de cada carbonatación se extrajo después de dejar sedimentar 1 minuto para medir solamente la concentración de carbonato de estroncio que se encontraba diluida.

MÉTODOS Y MATERIALES

Solventes y reactivos:

- Mineral de celestita (SrSO_4) proveniente de minas de Santa Clara, con 96 % de pureza.
- Ácido Clorhídrico (HCl) FERMONT con un 37.2% de pureza.
- Ácido Cítrico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}$) de calidad alimentaria.
- Carbonato de Sodio (Na_2CO_3) FAGA LAB con un 99% de pureza.
- Hidróxido de Amonio (JALMEK CIENTIFICA SA DE CV con un 30% de pureza)
- Dicloruro de bario al 10% (BaCl_2)
- Agua Destilada

Equipo:

-Lixiviación: El sistema experimental utilizado para las reacciones de lixiviación consistió de un vaso de precipitado de 500 mL.

-Carbonatación: El sistema utilizado para la carbonatación consistió de un matraz erlenmeyer de 500 mL con tapón provisto de termómetro, colocado sobre una parrilla de agitación magnética MODELOS CIMAREC

THERMO SCIENTIFIC el control del pH se llevó a cabo con un Potenciómetro marca ORION modelo 420A Plus.

Metodología:

-Lixiviación:

Para la lixiviación se tomaron muestras de 30g para cada una de las concentraciones de ambos ácidos (6 muestras en total), cada muestra se colocó en un vaso de precipitado de 500ml con el agente lixivante correspondiente previamente diluido a las concentraciones de (4, 6 y 8% (v/v)), las muestras se digirieron durante 10 minutos; posteriormente se filtraron con papel filtro Whatman No. 40 y se lavaron con 10 ml de agua destilada caliente, el papel filtro se colocó en un vidrio de reloj y se dejó evaporar el agua en el ambiente. Las muestras secas se pesaron y se determinó el rendimiento de reacción. Las muestras son transferidas a un vaso de precipitado en donde se neutralizaron con Hidróxido amonio al 4, 6 y 8 % (v/v) en agua durante 10 minutos; posteriormente se filtraron con papel filtro Whatman No. 40 y se lavaron con 10 ml de agua destilada caliente, el papel filtro se colocó en un vidrio de reloj y se dejaron secar para la etapa de carbonatación⁽¹⁾.

-Carbonatación:

En un matraz erlenmeyer de 500 mL se colocó la muestra lixiviada y seca, posteriormente se añadieron 150 mL de agua destilada y después se agregó el correspondiente estequiométrico de carbonato de sodio más un 10% de exceso. Después se procedió a agitar a una temperatura constante de 90°C por 1 hora extrayendo una muestra de 3 mL cada 15 minutos empezando con el tiempo de 0 minutos como la primera muestra extraída. A cada muestra extraída se le agregó 2 ml de Dicloruro de Bario al 10% mientras se calentaba a flama directa por 2 minutos, esto con el fin de precipitar el Carbonato de Estroncio presente en cada muestra. Finalmente se dejó secar cada muestra y se pesó para medir la cantidad de Carbonato de Estroncio presente.

RESULTADOS

Al pesar los precipitados de todas las concentraciones a todos los tiempos anteriormente mencionados se obtuvo la Tabla 1), la cual se puede interpretar gráficamente en la Figura 1) donde se muestra el peso de carbonato de estroncio obtenido en 3 mL extraídos a cierto tiempo para cada concentración, mientras que en la Figura 2) se muestra el peso del carbonato de estroncio sobrante después de 1 hora de carbonatación.

Tabla. 1. Pesos de carbonato de estroncio disuelto a diferentes concentraciones y tiempo por 3ml extraídos.

Concentración/ Tiempo	4%HCl	6%HCl	8%HCl	4% C ₆ H ₈ O	6% C ₆ H ₈ O	8% C ₆ H ₈ O
0 minutos	0.2790g	0.5921g	0.3365g	0.6412g	0.6945g	0.5021g
15 minutos	0.2529g	0.6329g	0.3670g	0.3567g	0.6978g	0.3590g
30 minutos	0.3157g	0.4065g	0.3806g	0.3788g	0.7203g	0.3456g
45 minutos	0.2531g	0.4110g	0.3803g	0.4010g	0.3110g	0.3510g
60 minutos	0.2391g	0.4246g	0.3883g	0.3738g	0.2985g	0.3486g

Carbonato de Estroncio sobrante	24.5882g	25.6799g	25.9476g	26.7491g	26.6057g	26.8933g
---------------------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

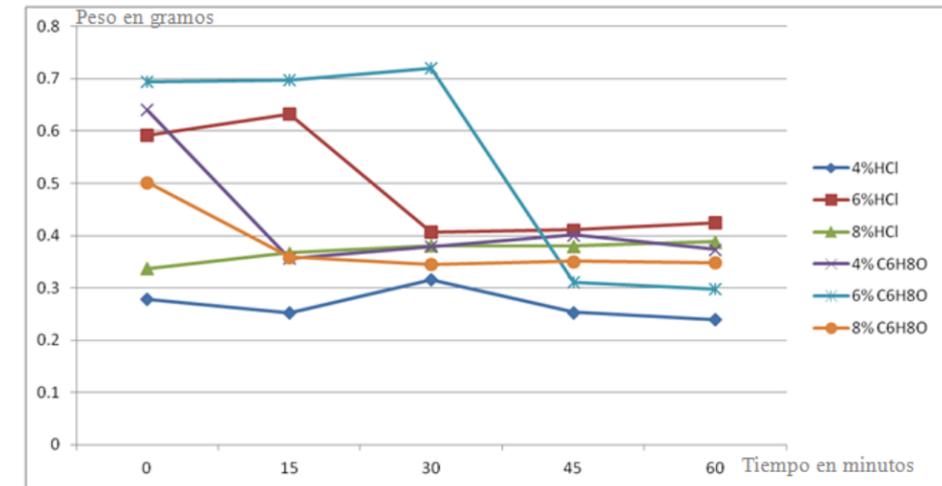


Figura 1. Pesos de carbonato de estroncio disuelto a diferentes concentraciones y tiempo por 3ml extraídos.

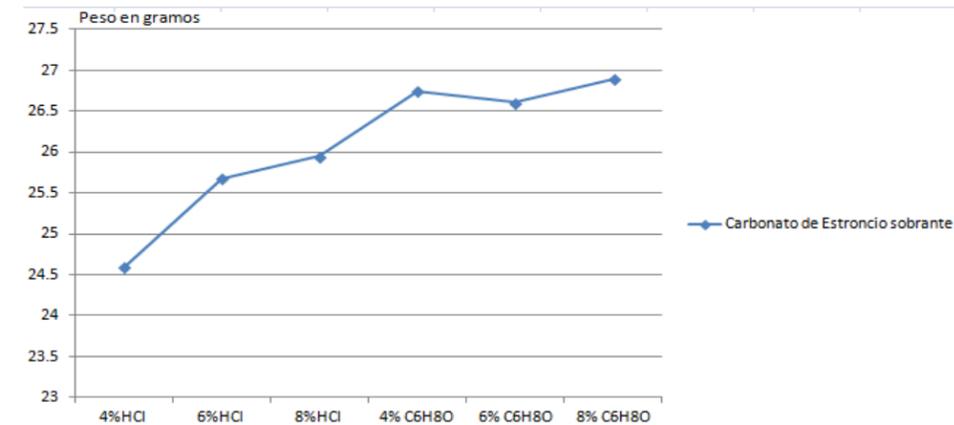


Figura 2. Pesos Carbonato de Estroncio sobrante de cada concentración después de carbonatar 1 hora

CONCLUSIONES

1. El mineral de celestita es una fuente extraordinaria de producción de carbonato de estroncio.
2. El mejor lixivante, de los dos ácidos usados, es el ácido cítrico ya que con él se obtiene más muestra lixiviada y más carbonato de estroncio al tratarla con carbonato de sodio.
3. El más alto rendimiento se obtuvo con ácido cítrico al 6%, donde se obtuvieron 0.7203 gr en un tiempo de 30 minutos.

4. El ácido orgánico resultó ser mejor lixiviante del mineral de celestita para obtener carbonato de estroncio.
5. Un mayor tiempo de agitación no necesariamente significa una mayor recuperación.

BIBLIOGRAFIA

1. Natasha Gilani . (2013). Usos del carbonato de estroncio. 20 de julio 2016, de E-How Sitio web: http://www.ehowenespanol.com/usos-del-carbonato-estroncio-lista_150067/
2. Javier Rivas Ramos, Eduardo Sánchez C, Daniel Meade M. (1987). Obtención de Carbonato de Estroncio a partir de Celestita. ITESM Campus Monterrey, México: Departamento de Química, División de Ciencias y Humanidades.
3. Sutarno, R.H.Lake and W.S.Bowman. (1970). extraction of Strontium from the mineral Celestite. En The extraction of Strontium from the mineral Celestite(223). Canada: Mines Branch Research Report.
4. I.A. Facundo A., G.G. Treviño V., M.G. Rosales S., F.R. Carrillo P. M. García. Tratamiento Químico y Térmico de la Celestita para Formar Ferritas Magnéticas de Estroncio. Facultad de Metalurgia de la U.A.deC..
5. Mario Alfonso Cantú Suárez. (2013). Anuario Estadístico de la Minería Mexicana 2012. 22 julio 2016, de Secretaría de Economía Coordinación General de Minería Sitio web: http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/minero/pm_celestita_1013.pdf
6. Elisa Vega A. (2003). Teoría y práctica en el laboratorio de química analítica I. México, DF: Universidad Autónoma Metropolitana.

SÍNTESIS DE HIDROGELES PARA LA ABSORCIÓN DE COLORANTES Y METALES PESADOS DE AGUAS RESIDUALES

Campos Sandoval, A.C.¹ y Corona Rivera, M.A.²

RESUMEN

En este trabajo se presenta una alternativa para la absorción de colorantes y de metales pesados disueltos en agua como puede ser en aguas residuales generadas en mayor volumen por las industrias, esta técnica consiste en la síntesis de hidrogeles sintéticos formados por acrilamida (AAM), ácido acrílico, magnetita, quitosano, entre otros componentes, con proporciones y condiciones adecuadas para la óptima absorción. Se encontró el punto de carga cero (PZC) en un pH de 3.0 de un hidrogel con el fin de establecer la distribución de cargas sobre su superficie y así evaluar su capacidad de remoción de los colorantes azul de metileno, rojo reactivo 120 y violeta cristal en solución ácida. Los resultados obtenidos se reportan mediante cinéticas de hinchamiento y cinéticas de absorción alcanzando una remoción de azul de metileno del 78% y de violeta cristal del 74%.

ABSTRACT

This paper presents an alternative for absorbing dyes and dissolved heavy metals in water as can be wastewater generated in higher volume by industries, this technique consists in the synthesis of synthetic hydrogels formed by acrylamide (AAM), acrylic acid, magnetite, chitosan, among other components, with proportions and adequate conditions for optimal absorption. The point of zero charge (PZC) was found at pH 3.0 of a hydrogel in order to establish the distribution of charges on its surface and assess their ability to removal of methylene blue, reactive red 120 and crystal violet in acid solution. The results obtained are reported by kinetics swelling and absorption kinetics reaching a removal of methylene blue of 78% and of 74% crystal violet.

Palabras clave: dyes, heavy metals, hydrogel, point of zero charge, absorption kinetics.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la presencia de colorantes y de metales pesados en efluentes municipales e industriales, han sido un problema de creciente preocupación ambiental. Los colorantes interfieren en los procesos de la vida acuática impidiendo el libre paso de la luz y del oxígeno, mientras que los metales pesados al no degradarse se acumulan en los organismos vivos biomagnificándose, es así como estos dos contaminantes al no ser removidos afectan de manera perjudicial la operación de las plantas de tratamiento de aguas residuales y en consecuencia al medio ambiente (Díaz, 2015).

Hoy en día, existen 100 000 colorantes disponibles en el mercado y se estima que del 10 al 15% de estos son descargados en efluentes durante un proceso de coloración, la clasificación de colorantes de mayor de aplicación son los sintéticos (Demirbas, 2009). La industria textil es la principal industria que genera grandes volúmenes de aguas residuales con altas concentraciones de colorantes, y que estos a su vez, producen subproductos cancerígenos, además, otras industrias vierten metales pesados que están presentes en los colorantes los cuales también pueden ir directamente a los acuíferos o a las plantas de

¹ Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica, Av. Adolfo López Mateos No.1801 Ote., C.P. 20256, Aguascalientes, Ags., MÉXICO, arelicarolina1@hotmail.com

² Coordinación Académica Región Altiplano, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ciencias Químicas, Carretera Cedral km 5+600, Ejido San José de las Trojes, C.P. 78700, Matehuala, S.L.P., México, coronamiguelangel@yahoo.com.mx

tratamiento (Bautista, 2011). Actualmente en la mayoría de las aguas residuales en México no se les proporciona un tratamiento de remoción eficiente de colorantes y de metales pesados, debido al alto costo de equipos especializados que se necesitan ya que por su naturaleza química tanto los colorantes como los metales pesados tienen un bajo porcentaje de remoción en las plantas de tratamiento convencionales, por esta razón se ha tomado en cuenta la alternativa de absorción. La absorción se logra a partir de la acumulación de materia contenida en una solución siendo depositada en la superficie de un sólido denominado "Hidrogel" con características apropiadas para el buen funcionamiento (Torres, 2012).

El objetivo principal de este trabajo es la investigación y la experimentación de la absorción de ciertos colorantes y de metales pesados en solución acuosa mediante la síntesis de hidrogeles obteniendo técnicas y procedimientos como la evaluación del PZC para la eliminación de estos y que en trabajos posteriores puedan aplicarse en el tratamiento de agua residual.

MARCO TEÓRICO

Los hidrogeles, son aquellos materiales poliméricos entrecruzados, de origen natural o sintético, en forma de red tridimensional que cuando entran en contacto con el agua se hinchan y forman compuestos elásticos, flexibles y que además retienen una cantidad significativa de esa misma estructura, pero sin disolverse. La propiedad más importante que presentan los hidrogeles es su grado de hinchamiento, su capacidad de absorción, su permeabilidad para disolver diferentes solutos, entre otras. Los hidrogeles son considerados sistemas inteligentes, ya que tienen una respuesta de hinchamiento selectiva dependiendo de las condiciones del medio como pH, temperatura, concentración, tiempo de absorción, agitación, fuerza iónica, campo eléctrico y magnético, por mencionar algunas (Hormaza et al., 2012; Vijayakumar et al., 2012; El-Latif et al., 2010; Wanchanthuek & Thapol, 2011; Elkady et al., 2011).

Los colorantes provienen de compuestos orgánicos, los cuales dan una coloración a un medio ya sea fluorescente o de un color intenso que imparten color, estos pueden removerse química o físicamente (Torres, 2012). La evaluación de los parámetros PZC y punto isoelectrico (IEP) determina la afinidad particular de un material absorbente, lo que posibilita establecer mejores condiciones para la absorción de colorantes iónicos en soluciones y metales (Amaringo & Hormaza, 2013).

Los hidrogeles de poli(acrilamida) (PAAm) se obtienen por el monómero de AAm, este es un compuesto neurotóxico, no obstante, una vez formados los hidrogeles no son tóxicos, carcinógenos, alérgicos y mutagénicos, debido a esto hoy en día se llevan a cabo gran variedad de trabajos sobre este polímero (Cisneros, 2014).

METODOLOGÍA

Síntesis de Hidrogeles

Se llevó a cabo la síntesis de tres distintos hidrogeles para los estudios de absorción de colorantes y de metales pesados, estos tuvieron una experimentación similar las cuales se describen a continuación.

La primera síntesis inició con la mezcla de 25gr de agua destilada en un vaso de precipitado de 50ml con dos tipos de monómeros "AAm y ácido acrílico" con relación 70/30 respectivamente (1.75gr y 0.75gr), Cisneros (2014) comprobó que la anterior relación es la óptima para la mejor absorción. A la solución anterior se le adiciono 0.025gr (1% respecto a la cantidad de los monómeros) de agente entrecruzante N,N'-Methylene-bisacrylamide, 99% (NMBA) y un agitador magnético. La mezcla anterior se colocó en baño maría a temperatura constante de 70°C y con agitación entre 4 y 6 correspondiente a una parrilla Hotplate Stirrer por diez minutos, para luego agregar 0.025gr del iniciador 2,2-Azobis(2-methylpropionamide) (V50) también 1% respecto a la cantidad de los monómeros. A los pocos minutos comenzaron a entrecruzarse cadenas poliméricas, observándolo porque el agitador magnético se paralizó, no obstante, se continuó suministrando agitación y temperatura constante de 70° C por dos horas para

que finalizará la reacción de la formación del hidrogel. El hidrogel se lavó, se colocó con agua destilada por un par de días para retirar sustancias que no hayan reaccionado y para lograr su hinchamiento, se dejó escurrir, se seccionó en varias partes y se secó hasta peso constante para sus análisis.

En la segunda síntesis de hidrogeles se agregó AAm con el biopolímero quitosano en vez de ácido acrílico con relación 60/40, lo que significa, que se mezcló 1.5 y 1gr respectivamente, y como agente entrecruzante se utilizó 0.025gr de Dimetilacrilato de etilenglicol. Este tipo de hidrogel presentó alta viscosidad y quedó diseñado para la remoción de los metales pesados disueltos.

En la última síntesis se hizo una serie de tres hidrogeles con AAm y ácido acrílico teniendo concentraciones de 1, 5 y 10ppm (0.025, 0.125 y 0.25gr respectivamente) de magnetita con respecto a la cantidad del monómero la cual se agregó antes del iniciador V50 en un ultrasónico. En estos hidrogeles también se estudiará la absorción de metales pesados.

Punto de Carga Cero y Punto Isoeléctrico

La determinación del PZC y del IEP de un hidrogel de AAm-ácido acrílico está basada en la metodología elaborada por Amaringo & Hormaza (2013). Se tomaron 50ml de agua destilada en diez erlenmeyers de 120ml, ajustando el pH de cada solución entre 2 y 11 unidades utilizando un pH-metro PC 300 OAKTON y agregando NaOH 0.1M y HCl 0.1M, en las soluciones se agregó 0.5gr de xerogel (hidrogel seco), se mantuvo con agitación mínima y a temperatura ambiente. Para el IEP se dejaron transcurrir 2 horas, posteriormente se hicieron mediciones de conductividad con el electrodo respectivo del pH-metro, el cual arrojó conductividades en Siemens, para su estudio se graficó la conductividad en función del pH inicial. Respecto a el parámetro de PZC después de 48 horas se midió el valor de pH final, y en su estudio se graficó pH final en función de pH inicial, y el PZC corresponde al punto donde la curva del pH corta la diagonal.

Estudio de absorción

Para los estudios de absorción de los hidrogeles, primeramente, se siguieron cinéticas de hinchamiento de los xerogeles de AAm-Ácido acrílico, de magnetita 1% y uno de oro 1%, estas consistieron en graficar el tiempo contra el por ciento de hinchamiento que se obtuvo a partir de la ecuación 1, utilizando el peso seco del hidrogel y el peso húmedo (lo que absorbía en determinado tiempo menos el peso seco).

$$\%Hinchamiento = \frac{Peso\ húmedo - Peso\ seco}{Peso\ seco} * 100 \quad (1)$$

Para las cinéticas de absorción se agregaron cuatro xerogeles de AAm-ácido acrílico en vasos de precipitado que contenían soluciones de un colorante con concentraciones de 5,10,15 y 20ppm, al pH en que se encontró el PZC y con agitación mínima. El estudio de absorción se hizo en las primeras 8 después a las 24, 48 y así hasta las 144 horas en un espectrómetro UV-VIS Evolution 220 Thermo Scientific. Los colorantes que se utilizaron son azul de metileno, rojo reactivo 120 y violeta cristal.

Mediante las concentraciones finales de los colorantes que se localizaron en las cinéticas de absorción se logró determinar el por ciento de remoción utilizando la ecuación 2.

$$\%Remoción = \frac{Concentración\ inicial - Concentraciones\ en\ equilibrio}{Concentración\ inicial} * 100 \quad (2)$$

La evaluación de los metales pesados se llevará a cabo en trabajos posteriores en un espectrómetro Raman BWTEK con los hidrogeles de magnetita y de quitosano.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El valor del PZC para el hidrogel AAm-ácido acrílico fue encontrado en 3.0, como se muestra en la figura 1, este valor señala que a ese intervalo de pH se alcanza una remoción eficiente de un determinado contaminante. A valores mayores de este valor se genera una superficie cargada negativa y a valores menores una superficie cargada positiva.

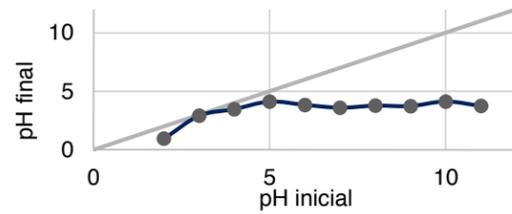


Figura 1. Punto de carga cero del hidrogel acrilamida-ácido acrílico

La figura 2 muestra la gráfica que se hizo para calcular el IEP, sin embargo, debido a que se desconocía la intensidad de corriente no se logró graficar el pH contra el potencial zeta. El punto más cercano a cero fue el de pH 9.0.

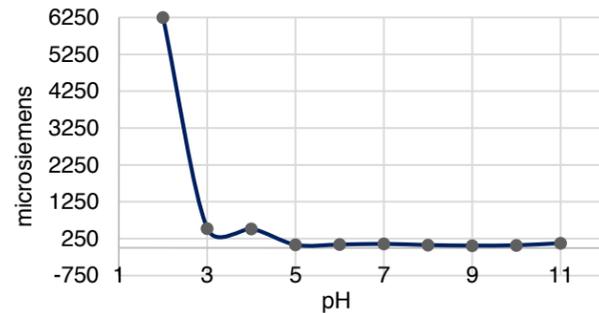


Figura 2. Punto isoeléctrico del hidrogel acrilamida-ácido acrílico

En la figura 3 se muestra el hinchamiento de hidrogeles en soluciones alcalinas y ácidas, el hinchamiento máximo de agua estuvo en un pH de 11, esto no significa que en este pH se absorban mejor los colorantes.

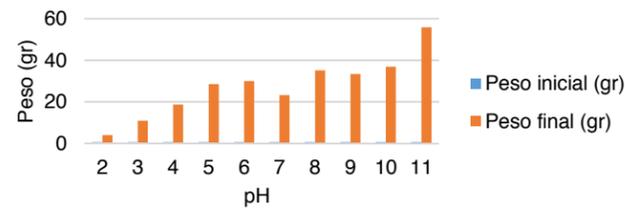


Figura 3. Hinchamiento de hidrogeles de AAm - Ácido acrílico a diferentes valores de pH.

En la figura 4 se muestran las cinéticas de hinchamiento que se siguieron en un tiempo de 76 horas. Se observa que el hidrogel de oro llegó más rápido al equilibrio, pero con menos por ciento de hinchamiento, el hidrogel con mayor por ciento de hinchamiento fue el de AAm-ácido acrílico.

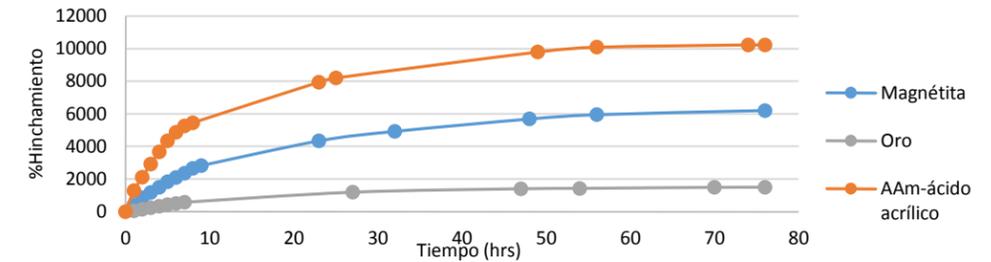


Figura 4. Cinéticas de hinchamiento

En la figura 5 se muestran los hidrogeles de las cinéticas de hinchamiento como xerogeles e hinchados.

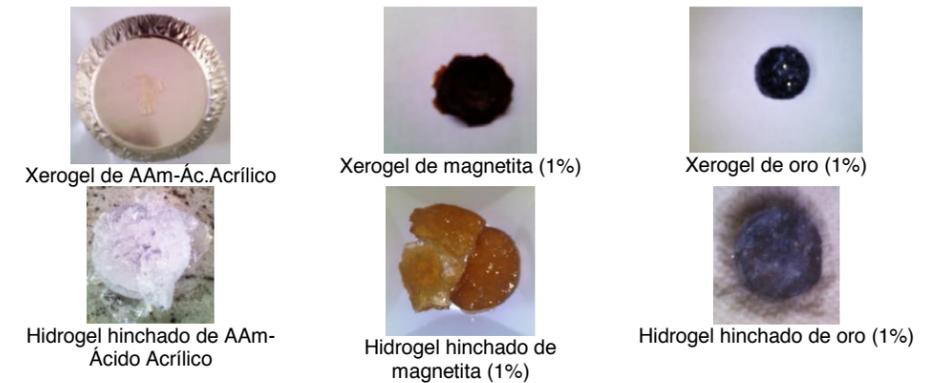


Figura 5. Xerogeles e hidrogeles hinchados

Se realizó una curva de calibración de cada colorante entre 5 y 20ppm para determinar la concentración de colorantes que disminuía en las soluciones. Las curvas de calibración se muestran en la figura 6.

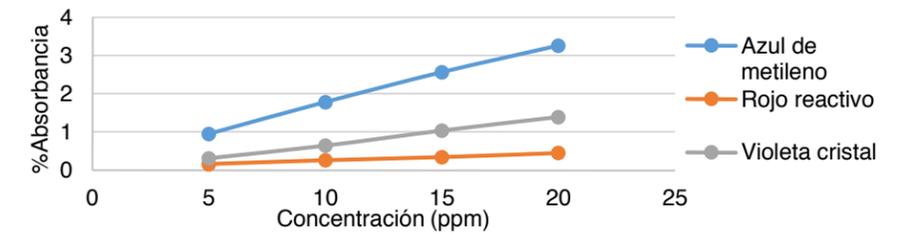


Figura 6. Curvas de calibración

En la figura 7 se muestra la cinética de absorción de los tres colorantes evaluados a un pH 3. En la solución de 5ppm de azul de metileno se obtuvo una remoción del 78% en un tiempo de 144 horas siendo este el por ciento más alto, así mismo para la solución de 5ppm de violeta cristal también se alcanzó mayor remoción con un 74% en un mismo tiempo. Por otro lado, en ninguna de las soluciones de Rojo reactivo 120 se obtuvo remoción significativa del colorante, por lo que sólo la evaluación se hizo en un tiempo de 22 horas.

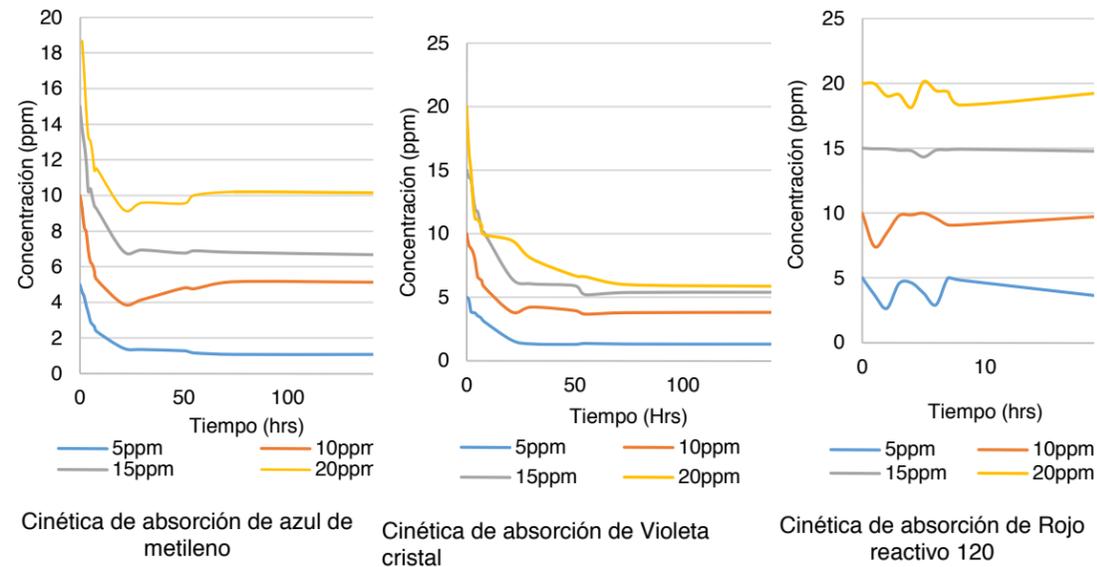


Figura 7. Cinéticas de absorción de los colorantes

CONCLUSIONES

Se elaboró la síntesis de hidrogeles sintéticos de AAm-Ácido acrílico con los cuales se consiguió una remoción de dos colorantes (azul de metileno y violeta cristal) en solución acuosa, obteniendo por cientos de remoción arriba de 70% ya que los hidrogeles se encontraban en condiciones óptimas de absorción como es en el pH del PZC. Por otro lado, no se logró la absorción de metales pesados disueltos en agua, sin embargo, se sintetizaron los hidrogeles de magnetita y de quitosano para su posterior estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Díaz, C. (2015). Preparación de un catalizador de ZnO/Politiofeno fotoactivo con luz visible para la degradación de colorantes orgánicos (Tesis de Ingeniería Química). Universidad Autónoma De San Luis Potosí, Coordinación Académica Región Altiplano, Matehuala S.L.P.
- Cisneros, C. (2014) Síntesis de nano-hidrogeles de poliacrilamida mediante polimerización en microemulsión inversa (Tesis de Ingeniería Química). Universidad Autónoma De San Luis Potosí, Coordinación Académica Región Altiplano, Matehuala S.L.P.
- Rodríguez, A. (2013). Remoción de azul de metileno presente en agua sobre desechos agrícolas (Tesis de Ingeniería Química). Universidad Autónoma De San Luis Potosí, Coordinación Académica Región Altiplano, Matehuala S.L.P.
- Torres, R. (2012) Remoción y degradación del colorante rojo azoico presente en las aguas residuales de la industria textil (Tesis para obtener el grado de maestro en Ingeniería Ambiental). Universidad Autónoma De San Luis Potosí, Coordinación Académica Región Altiplano, Matehuala S.L.P.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la asesoría del Dr. Miguel Ángel Corona Rivera, a la COARA y por supuesto gracias al apoyo incondicional de mi familia Campos Sandoval encabezada por mi madre Carolina Sandoval Gómez y Jaivo Campos Jasso.

APLICACION DE MATERIALES GRAFÉNICOS FUNCIONALIZADOS EN LA REMOCIÓN DEL COLORANTE AZUL DE METILENO

Rubí Cardona Alatorre¹ y Carlos Velasco- Santos²

RESUMEN

La contaminación de los mantos acuíferos con colorantes es un serio problema ambiental y es una amenaza para el ser humano y vida acuática, por ello varias investigaciones se han enfocado a la búsqueda de alternativas para solucionar dicha problemática. Las estructuras de carbono son materiales muy prometedores en la remediación de problemas medio ambientales debido a sus propiedades estructurales. En este trabajo se investigó la remoción por adsorción del colorante azul de metileno (AM) en presencia de materiales de carbono de diferente dimensión funcionalizados y sin funcionalizar. La caracterización de los materiales se llevó a cabo empleando la espectroscopia de infrarrojo (FTIR). Las concentraciones de la solución del colorante y del adsorbente usadas fueron de 100 mg/L y 0.5 g/L, respectivamente. Los experimentos fueron monitoreados por 180 minutos y el análisis cuantitativo de las muestras se llevó a cabo en el espectrofotómetro UV-Vis. El óxido de grafeno y el óxido de grafito, tanto de grado microscopia como técnico mostraron el mejor desempeño en la remoción del colorante AM.

ABSTRACT

Pollution of water aquifers with dyes is a serious environmental problem and a threat to human being and aquatic life, therefore several investigations have focused on the search for alternatives to solve this problem. Carbon materials are very promising materials in the remediation of environmental problems due to their structural properties. In this work it was investigated the removal by adsorption of methylene blue dye (AM) in the presence of several carbon materials functionalized and unfunctionalized of different dimension. Carbon materials characterization was carried out using infrared spectroscopy (FTIR). The concentrations of the dye solution and the adsorbent used were 100 mg/L and 0.5 g/L, respectively. The experiments were monitored for 180 minutes and the quantitative analysis of samples was conducted in the UV-Vis spectrophotometer. Graphene oxide and graphite oxide, both microscopy and technical, grade showed the best performance in removal AM dye.

Palabras Clave: Azul de metileno, grafeno, óxido de grafeno reducido, adsorción, efluentes textiles e industriales, espectroscopia de infrarrojo.

INTRODUCCIÓN

La contaminación del agua se ha convertido en una preocupación mundial, que amenaza la supervivencia de los seres humanos y de la vida acuática. La industria textil, papelera, alimentaria, farmacéutica, entre otras; utilizan materiales colorantes sintéticos como agentes, los cuales al ser descargados en los mantos acuíferos representan una significativa fuente de contaminación debido a su visibilidad incluso en concentraciones muy bajas dando un indeseable color al agua, lo que reduce la penetración de la luz solar, provocando un retraso en la actividad fotosintética y descontrol en parámetros como DQO, DBO, pH, OD, SSV, etc. [1].

El interés por atender el problema de la contaminación del agua ha llevado a la búsqueda de alternativas que permitan dar solución al mismo. Numerosas tecnologías tales como: separación por membranas,

¹Universidad de Guanajuato, División de Ciencias Naturales y Exactas; Noria Alta S/N, Norial Alta, C.P:36050; Guanajuato, Guanajuato, cardona_93@outlook.com

²Instituto Tecnológico de Querétaro División de Estudios de Posgrado e Investigación, Av. Tecnológico S/N, Centro, C.P:76000; (Santiago De Querétaro Qro.

floculación-coagulación, técnicas electroquímicas, tratamientos aerobios y anaerobios; se han desarrollado y aplicado para la eliminación de colorantes en el agua [1], sin embargo el proceso de adsorción resulta ser el más prometedor, además de ser un método muy utilizado por su diseño simple, fácil operación, y efectivo. Dentro de este proceso, los materiales de carbono tienen un futuro muy importante debido a diversas propiedades estructurales. En este proceso, los contaminantes son transferidos del efluente acuoso a la fase sólida. Subsecuentemente, el adsorbente puede ser regenerado o almacenado en un lugar seco sin estar en contacto directo con el medio ambiente. El área superficial es uno de los factores más importantes que determina la capacidad de adsorción de un material.

El material más ampliamente usado en la adsorción de contaminantes es el carbón activado, debido a su alta porosidad y su gran área superficial, sin embargo, su alto costo y baja regeneración restringen su uso [2]. Por lo tanto, la búsqueda de eliminar adsorbentes eficientes que posean la más alta capacidad de adsorción y una capacidad de regeneración está todavía en curso. En los últimos años, los nanomateriales de carbono han sido propuestos como potenciales adsorbentes de contaminantes orgánicos, específicamente el óxido de grafeno ha mostrado ser un buen adsorbente de colorantes catiónicos disueltos en agua [3].

En este trabajo se evaluó el desempeño como adsorbente de materiales de carbono de diferente dimensión tales como grafito, óxido de grafito, óxido de grafeno y grafeno tanto grado microscopia como técnico para remover el colorante azul de metileno, ajustando el parámetro del pH a 9 esto con la finalidad de favorecer la interacción electrostática entre el adsorbato y adsorbente en el sistema. El grado microscopia, se refiere a que los materiales posee un alto grado de grafitización, mientras que el grado técnico, se refiere a materiales con bajo grado de grafitización.

MARCO TEORICO

Adsorción.

La adsorción es un proceso que consiste en la transferencia de un soluto (adsorbato) disuelto en un gas o líquido hacia la superficie de un sólido (adsorbente), en donde el soluto es retenido como resultado de atracciones intermoleculares con las moléculas sólidas [3]. Debido a lo anterior, este proceso es considerado como un fenómeno superficial. Los distintos sistemas heterogéneos en los que puede tener lugar la adsorción son: sólido-líquido, sólido-gas y líquido-gas.

La adsorción es uno de los procesos más utilizados dentro de los sistemas de tratamiento de aguas contaminadas. Se emplea fundamentalmente para retener contaminantes de naturaleza orgánica presentes en dichas aguas y que son encontrados en bajas concentraciones, dificultando esto su eliminación mediante otros procedimientos.

Grafito.

El grafito es una de las formas alotrópicas en las que se puede presentar el carbono. Fue nombrado por Abraham Gottlob Werner en el año 1789 y el término grafito deriva del griego γραφειν (graphein) que significa escribir. Es encontrado en yacimientos naturales pero también es producido artificialmente. Es de color negro con brillo metálico, refractario y se exfolia con facilidad. De acuerdo a su dimensión, el grafito es clasificado como un material 3D debido a que no posee ninguna dimensión en la escala nanométrica [3].

Óxido De Grafito.

El óxido de grafito es un derivado del grafito que contiene grupos oxigenados covalentemente unidos a los átomos de Carbono. Estos grupos son generados en el curso de la síntesis por una fuerte oxidación. La primera síntesis y por lo tanto el descubrimiento del óxido de grafito (OG) fue descrito por Brodie en 1859. La distancia entre las láminas incrementa de 3.35 Å en el precursor grafito a 7-10 Å en el óxido de grafito, dependiendo del grado de oxidación y del agua contenida entre las láminas. Al igual que el grafito, este material es clasificado como tridimensional (3D). El OG posee una alta concentración de

grupos funcionales que contienen oxígeno expuesto tales como: hidroxilo, epoxi, cetona, quinona, carbonilo y carboxilo entre otros [3].

Óxido de Grafeno.

El óxido de grafeno (OGE) es un material bidimensional relativamente nuevo, compuesto por hojas de carbono y producido a través de la exfoliación del óxido de grafito. Este material posee grupos funcionales que contienen oxígeno y regiones no oxidadas donde la mayor parte de los átomos de carbono preservan la hibridación sp^2 [4]. Debido a sus propiedades eléctricas, mecánicas y térmicas, el óxido de grafeno ha sido propuesto como un buen candidato para su empleo en aplicaciones relacionadas con los materiales poliméricos, la energía, sensores, transistores de efecto de campo, aplicaciones biomédicas, entre otras.

Grafeno.

El grafeno es un material bidimensional (2D), compuesto de capas de átomos de carbono sp^2 formando anillos de seis miembros. El grafeno es considerado como el material base a partir del cual están constituidas todas las formas grafiticas incluyendo a los fullerenos, nanotubos de carbono y el grafito. Este material ha generado mucho interés debido a sus propiedades eléctricas, ópticas, mecánicas y electroquímicas en comparación con otros materiales de carbono [4].

MÉTODOS Y MATERIALES

Para evaluar el desempeño como adsorbente de los diferentes materiales de carbono se realizaron pruebas de adsorción sobre el colorante catiónico azul de metileno. En la Tabla 1 se especifican las claves correspondientes a cada material empleado.

Tabla 1. Claves correspondientes a cada material utilizado.

Muestra	Microscopía	Técnico
Grafito	GM	GT
Óxido De Grafito	OG	OGT
Óxido De Grafeno	OGE	OGET
Grafeno	GE	GET

Las condiciones de operación a las que fueron realizadas las pruebas de adsorción de azul de metileno se encuentran descritas en la Tabla 2.

Tabla 2. Condiciones de operación de los experimentos de adsorción de AM por diferentes materiales de carbono.

Parámetro	Azul de Metileno
Volumen de solución	50 mL
Concentración solución colorante	100 mg/L
Concentración adsorbente	0.5 g/L
pH	9
λ_{max}	664 nm
Tiempo de reacción	180 min
Velocidad de agitación	700 rpm
Temperatura	25 °C \pm 1 °C

Todos los experimentos de adsorción del colorante AM se llevaron a cabo en vasos de precipitado de 100 mL a temperatura ambiente. Una vez mezclados la solución del colorante con el adsorbente, la solución fue llevada al baño ultrasónico por 1 minuto para ayudar a dispersar el material.

Inmediatamente al terminar el tiempo de sonicación se llevó la solución a agitación constante y se mantuvo así por un tiempo de 180 minutos. Se tomaron alícuotas a diferentes intervalos de tiempo, dichas alícuotas fueron centrifugadas por 15 minutos para separar el adsorbente y posteriormente poder realizar el análisis cuantitativo de las muestras en el espectrofotómetro UV-Vis, en este caso se utilizó un espectrofotómetro HACH DR5000. Cada experimento se realizó por duplicado, y de los resultados experimentales se tomaron los valores promedio.

El porcentaje de remoción del contaminante fue obtenido empleando la ecuación 1).

$$\%Remoción = \frac{C_o - C_f}{C_o} * 100 \quad (1)$$

Donde C_o y C_f son la concentración inicial y final de la solución del contaminante, respectivamente. Posteriormente las muestras se analizaron mediante espectroscopia infrarroja, el cual fue realizado en un espectrómetro Bruker Vector 33.

RESULTADOS

ESPECTROSCOPIA INFRARROJA.

Los espectros infrarrojos (IR) de los materiales de carbono grado microscopía estudiados se muestran en la Figura 1, mientras que los materiales de carbono grado técnico se muestran en la Figura 2. Como se puede observar, existe una gran diferencia entre los espectros de grafito y óxido de grafito tanto en grado microscopía como en grado técnico, a continuación se presenta una descripción detallada de los mismos.

Materiales de Carbono Grado Microscopía.

El espectro de OG presenta nuevas bandas en su espectro respecto al GM, estas se deben al proceso de oxidación química al que fue sometido el GM. Las bandas características del espectro de OG se encuentran aproximadamente en 1043 cm^{-1} del estiramiento C-O, 1388 cm^{-1} de la flexión de C-OH de alcohol terciario, 1617 cm^{-1} de flexión de agua (H-O-H) y contribución de las vibraciones del esqueleto de dominios grafiticos no oxidados, 1710 cm^{-1} para el grupo carbonilo C=O y 3200 cm^{-1} para el grupo hidroxilo OH [5].

Como se observa en los espectros de OG y OGE no existen significantes diferencias en las posiciones de las bandas características de ambos materiales, sin embargo, si existe un cambio en las intensidades de dichas bandas. El espectro de GE, muestra un cambio considerable respecto al espectro de OGE, lo cual es debido al proceso de reducción con ácido ascórbico, donde se eliminan parte de los grupos oxigenados presentes en el OGE.

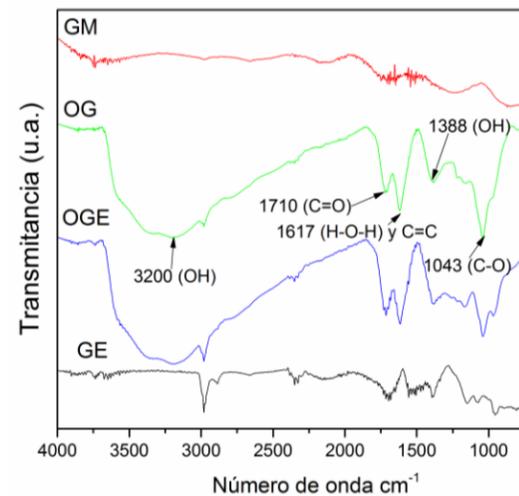


Figura 1. Espectro de infrarrojo de GM, OG, OGE, y GE grado microscopia.

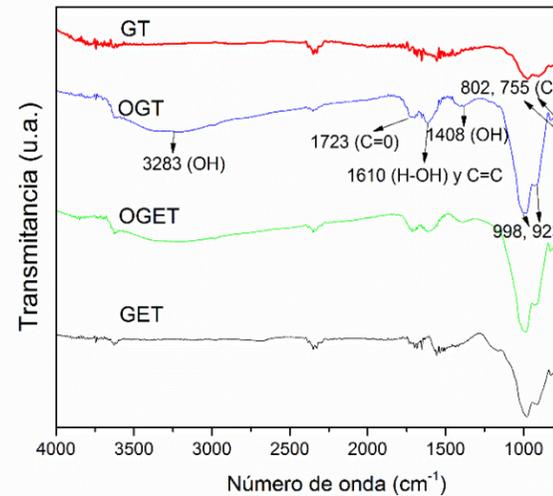


Figura 2. Espectro de infrarrojo de GT, OGT, OGET y GET grado técnico.

Materiales de Carbono de Grado Técnico.

El espectro de OGT también presenta nuevas bandas con respecto al GT, sus bandas características se encuentran alrededor de 802 y 755 cm^{-1} de la deformación C-H aromático, 923 y 998 cm^{-1} del estiramiento epoxi, 1408 cm^{-1} para flexión de C-OH de alcohol terciario, 1610 cm^{-1} para flexión de agua (H-O-H) y contribución de las vibraciones del esqueleto de dominios grafiticos no oxidados, 1723 cm^{-1} para el grupo carbonilo C=O y 3283 cm^{-1} para el (grupo hidroxilo OH [5].

El OGT y OGET presentan un comportamiento muy similar al previamente explicado en los materiales de grado microscopia, sin embargo, en el GET y el OGET existe una diferencia respecto a los materiales grado microscopia ya que la banda de C-O epoxi continua presente en el GET, lo cual nos indica una reducción no tan eficiente como en el GE.

ADSORCIÓN DE AZUL DE METILENO.

Los resultados de la adsorción del colorante azul de metileno sobre los materiales de carbono, tanto grado microscopia como grado técnico se muestran en la Figura 3 y 4, respectivamente.

Los materiales que presentaron una mejor adsorción de azul de metileno fueron el óxido de grafeno y el óxido de grafito tanto en grado microscopia como técnico. El OGE y el OGET presentaron remociones del 90.20% y del 88.94% respectivamente, mientras que el OG y el OGT presentaron remociones del 89.75% y del 89.61% respectivamente.

Esto se puede explicar debido al carácter catiónico del colorante azul de metileno y a la carga negativa que poseen los materiales en solución, ambos factores favorecen la interacción electrostática entre el adsorbato y el adsorbente, al mismo tiempo estos materiales en particular cuentan con grupos oxigenados superficiales, los cuales también favorecen esta interacción electrostática. Además los electrones π deslocalizados presentes en la estructura aromática de los materiales de carbono y los anillos aromáticos del colorante AM representan otra vía de adsorción del colorante.

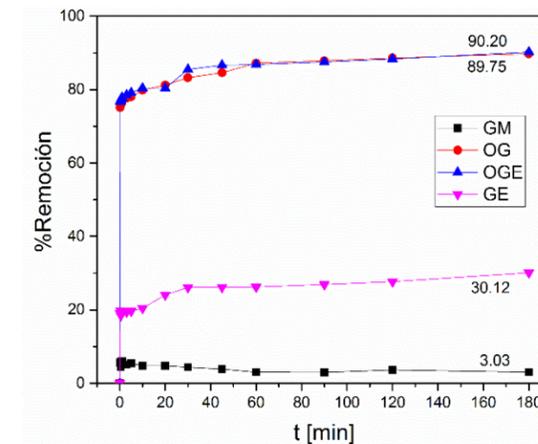


Figura 3. Porcentaje de remoción del colorante azul de metileno sobre las diferentes estructuras de carbono grado microscopia.

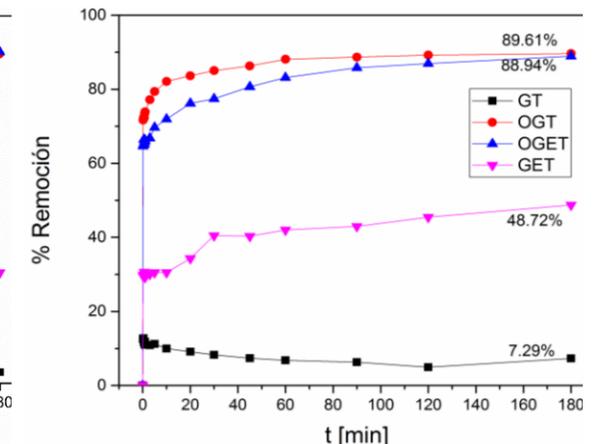


Figura 4. Porcentaje de remoción del colorante azul de metileno sobre las diferentes estructuras de carbono grado técnico.

CONCLUSIONES

Se llevaron a cabo pruebas de adsorción de colorantes con diferentes estructuras de carbono tanto grado microscopia como grado técnico de diferente dimensión (GM, OG, OGE, GE, GT, OGT, OGET Y GET). La remoción de azul de metileno se ve favorecida en los materiales de carbono (OG, OGE, OGT y OGET) debido a los grupos oxigenados superficiales que presentan y a que el colorante utilizado es de carácter catiónico. Así mismo otro factor que favorece la remoción son las interacciones electrostáticas entre el adsorbato y el adsorbente. Los resultados sugieren que el óxido de grafito y óxido de grafeno son prometedores para la remoción de colorantes catiónicos disueltos en agua. Al realizar una comparación en los resultados de remoción de dichos materiales tanto en grado microscopia como en grado técnico se observa que no hay una diferencia tan marcada entre los porcentajes de remoción obtenidos, es por ello que resulta más factible utilizar el OGT y el OGET debido a sus menores costos de obtención.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Gupta, V. K.; Kumar, R.; Nayak, A.; Saleh, T. A.; Barakat, M. A. (2013). Adsorptive Removal of Dyes from Aqueous Solution onto Carbon Nanotubes: A Review. *Advances in Colloid and Interface Science*, Vol. 193, [pp. 24-34].
- [2] Seow, W. Y., & Hauser, C. A. (2016). Freeze-dried agarose gels: A cheap, simple and recyclable adsorbent for the purification of methylene blue from industrial wastewater. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, Núm. 2, Vol.4, [pp. 1714-1721].
- [3] Pérez-Ramírez E.E (2016). "Estudio de la capacidad adsorbente y fotocatalítica de materiales de carbono de 1, 2 y 3D." Tesis de doctorado. Universidad de Guanajuato, División de Ciencias Naturales y Exactas, Guanajuato. [pp. 1-113].
- [4] Ji, X.; Xu, Y.; Zhang, W.; Cui, L.; Liu, J. (2016). Review of Functionalization, Structure and Properties of Graphene/polymer Composite Fibers. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, Vol. 87, [pp. 29-45].
- [5] Pérez-Ramírez, E. E., de la Rosa-Alvarez, G., Salas, P., Velasco-Santos, C., & Martínez-Hernández, A. L. (2015). Comparison as effective photocatalyst or adsorbent of carbon materials of one, two, and three dimensions for the removal of reactive red 2 in water. *Environmental Engineering Science*, Núm 10, Vol. 32, [pp. 872-880].

COMPORTAMIENTO ELECTROQUIMICO EN MEDIO ACIDO (H_2SO_4) DEL MATERIAL COMPUESTO TiC/Al

William Argenis Carrillo-Falcón¹ y Josefina García Guerra²

RESUMEN

El presente trabajo de investigación evalúa el proceso electroquímico de corrosión del compuesto TiC/Al-2024 antes y después de someterlo a un tratamiento térmico (T6), inmerso en solución de H_2SO_4 (0.5M), empleando las técnicas electroquímicas de polarización Tafel y espectroscopia de impedancia electroquímica (EIS). Los resultados preliminares obtenidos muestran que el compuesto con y sin tratamiento térmico, mejora significativamente la resistencia a la corrosión en el medio corrosivo con respecto a la aleación monolítica (Al-2024) debido a la naturaleza catódica de las partículas de refuerzo de TiC y los intermetálicos presentes del tipo Ti-Al_x en la matriz.

ABSTRACT

This research evaluates the electrochemical corrosion process of composite TiC / Al- 2024 before and after being subjected to a heat treatment (T6), immersed in H_2SO_4 solution (0.5M) using electrochemical techniques and Tafel polarization spectroscopy electrochemical impedance (EIS) . Preliminary results show that the composite with and without heat treatment significantly improves the corrosion resistance in the corrosive medium with respect to the monolithic alloy (Al- 2024) due to the cathodic nature of reinforcement particles TiC and intermetallic Ti - Al_x present in the matrix type .

Palabras clave: material compuesto, corrosión, tratamiento térmico

INTRODUCCIÓN

En los últimos años los materiales compuestos de matriz metálica de aluminio (Al-MMCs) han logrado gran aceptación en diversas aplicaciones industriales, aeroespaciales, militares y automotrices. (1) Particularmente el TiC es uno de los cerámicos más empleados como material de refuerzo, debido a sus propiedades de dureza, modulo elástico, baja densidad, estabilidad química, térmica y a su excelente mojabilidad con el aluminio, lo que resulta en interfases limpias y fuertes, que aseguran un buen desempeño en ambientes corrosivos (2). Es de gran interés, evaluar la corrosión galvánica entre la matriz y el material de refuerzo en diversos medios. En este contexto K. K. Alaneme et al.(3) evaluó el comportamiento a la corrosión del material compuesto AA6063/Al₂O₃p en soluciones de 3.5 wt% NaCl, NaOH y H_2SO_4 . Reportando que la resistencia a la corrosión del material Al(6063)—Al₂O₃ en los diferentes medios empleados sigue el siguiente orden. NaCl < NaOH < H_2SO_4 .

¹ Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, elsa.romo@uadec.edu.mx

² Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Carretera 57Km 5, C:P 25710, Monclova , Coahuila. josefinagarciag@uadec.edu.mx

MÉTODOS Y MATERIALES

La matriz empleada en este proyecto fue una aleación comercial de aluminio Al-2024. Como material de refuerzo se emplearon partículas de TiC de tamaño promedio de partícula de 1.2µm. Se prepararon preformados en verde de polvos cerámicos de TiC con dimensiones de 6 x1 x 1 cm y prensado uniaxial a una carga de 15 MPa. Posteriormente fueron parcialmente sinterizados a una temperatura de 1350 °C por un tiempo de 90 min., obteniendo preformas con una porosidad de 45-48%.

La aleación Al-2024 fue infiltrada empleando la técnica de infiltración sin presión externa a temperatura de 1200 °C y tiempo de 2 horas. Adicionalmente los compósitos TiC/Al-2024 obtenidos fueron sometidos a tratamiento térmico a temperatura de 530°C durante 150 min. y a 190 °C consecutivamente. Todos los procesos fueron llevados a cabo en atmósfera controlada de Argón. El comportamiento electroquímico de los compósitos en medio ácido (1M H_2SO_4), fue evaluado empleando las técnicas de espectroscopia de impedancia electroquímica (EIS) y curvas de polarización, en un rango de 10000 Hz a 0.01Hz a 10 mV, a condiciones de potencial de corrosión. Se utilizó una celda con arreglo de tres electrodos, como electrodo de referencia se empleó un calomel (+ 0.241V vs SHE), como electrodo auxiliar se empleó grafito y como electrodo de trabajo se empleó los sustratos de material compuesto TiC/Al-2024. El cambio microestructural, la morfología y el aspecto superficial de los compósitos fue evaluada por microscopia electrónica de barrido.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las curvas de polarización obtenidas para la aleación Al-2024 y los compósitos TiC/Al-2024 con o sin tratamiento térmico, en medio ácido (1 M H_2SO_4), se muestran en la figura 1. Así como los parámetros electroquímicos Tafel para la matriz y los compósitos se muestran en la tabla 2. Se puede observar tanto de los gráficos como en los datos obtenidos que la densidad de corriente I_{corr} y la velocidad de corrosión disminuye en los compósitos, especialmente en los que fueron sometidos a tratamiento térmico, puesto que se logra un desplazamiento de E_{corr} a valores más positivos así como la disminución significativa de la velocidad de corrosión (de 11 a 3 MPY).

Claramente se observa que las curvas exhiben un comportamiento similar ante la corrosión, la cinética de las reacciones anódica y catódica consiste básicamente en la disolución de la matriz metálica, controlado por la reducción de hidrógeno en la región catódica. Se observa que este tipo de materiales induce la formación de películas (óxidos y/o hidróxidos) que pasivan la superficie cuando el potencial E_i se alcanza, los sitios activos de la matriz metálica de aluminio se bloquean y la película de óxido se forma en la superficie como producto de corrosión, mostrando curvas características de pasivación en la región anódica, logrando la disminución de la densidad de corriente de 2.60 a 1.27×10^{-5} A/cm², lo que nos indica, que el efecto de las partículas de refuerzo de TiC y el efecto de envejecido de los compósitos tratados térmicamente sobre las curvas de polarización es positivo sobre la densidad de corriente anódica, logrando la disminución de ésta, aproximadamente en 2 tiempos.

No se observa ningún cambio en la región pasiva. El efecto positivo se atribuye principalmente a que durante el tratamiento térmico de los compósitos, algunas fases intermetálicas tales como $CuAl_2$ desaparecen por disolución en la matriz de aluminio (4), dando lugar a la presencia de intermetálicos tales como Ti_3Al , etc. Los cuales son de naturaleza catódica con respecto a la matriz metálica, generando un efecto benéfico que se verá reflejado en los parámetros evaluados. Tal comportamiento coincide con lo que ha reportado Gavali (5) en donde menciona que la densidad de corriente disminuye en condiciones de envejecido en un material compuesto TiC/Al-Cu.

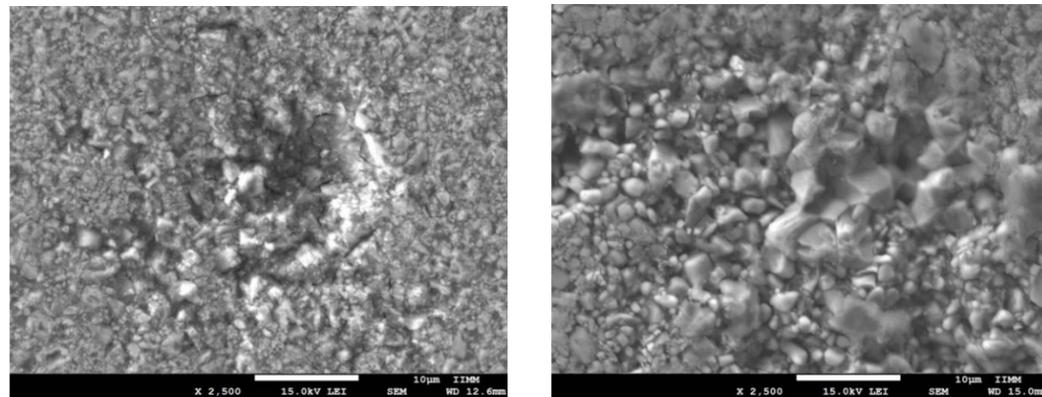
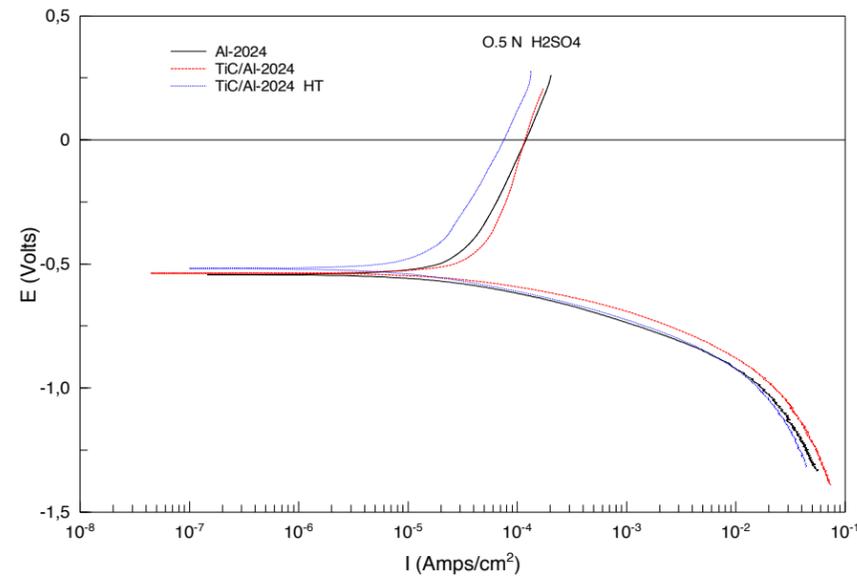


Figura 1 a) Curvas de polarización de los compósitos Al 2024/TiC , b y c) morfología de la superficie corroída del compósito TiC/Al

Tabla 2 Parámetros electroquímicos Tafel para la aleación Al-2024 y el compósito TiC/Al-2024 con y sin tratamiento térmico.

Muestras	E_{corr}	I_{corr}	B_c	β_a	CR MPY
Al-2024	-0.54238	2.60×10^{-5}	114.71	739.12	11.358
TiC/Al-2024	-0.53734	3.98×10^{-5}	105.11	1015.5	10.433
TiC/Al-2024-HT	-0.51885	1.27×10^{-5}	99.998	511.6	3.6366

Sin embargo la presencia del material de refuerzo y de fases intermetálicas en la matriz de aluminio, contribuyen en gran proporción al incremento de la corrosión por picaduras como lo muestran las imágenes obtenidas por SEM (Figs 1b y 1c). Se observa que preferencialmente las picaduras comienzan en la interfase metal-cerámico, así como entre el micropar galvánico que se forma entre las fases

intermetálicas conductoras y la matriz metálica. El diámetro de las picaduras oscila entre 15 y 20 μm , en las cuales se observa la completa disolución de la matriz metálica quedando solo las partículas cerámicas.

El efecto positivo del tratamiento térmico de envejecido en el comportamiento electroquímico de los compósitos TiC/Al-2024 es más evidente en los diagramas obtenidos por espectroscopia de impedancia (EIS). La figura 2 muestra los diagramas de Nyquist obtenidos para la aleación 2024 y el compósito tiC/Al-2024 con y sin tratamiento térmico en una solución ácida de H_2SO_4 . Del análisis cualitativo de los espectros de impedancia se observa un solo semicírculo con cierto grado de depresión, con una sola constante de tiempo. Además se observa un comportamiento capacitivo, que es atribuido a la presencia de óxidos sobre la superficie del compósito. Sin embargo a pesar de su tendencia similar difieren en magnitud.

La evaluación cuantitativa de los espectros se llevo a cabo empleando un circuito equivalente tipo Randles., logrando obtener los parámetros electroquímicos mostrados en la tabla 3. Encontrando que la extrapolación de los diagramas en la región de baja frecuencia que el diámetro del semicírculo incrementa en los compósitos con y sin tratamiento térmico con respecto a la aleación monolítica. Este resultado implica que la velocidad de corrosión disminuye. Comprobando el efecto positivo del tratamiento térmico de envejecido sobre la resistencia a la corrosión de los compósitos.

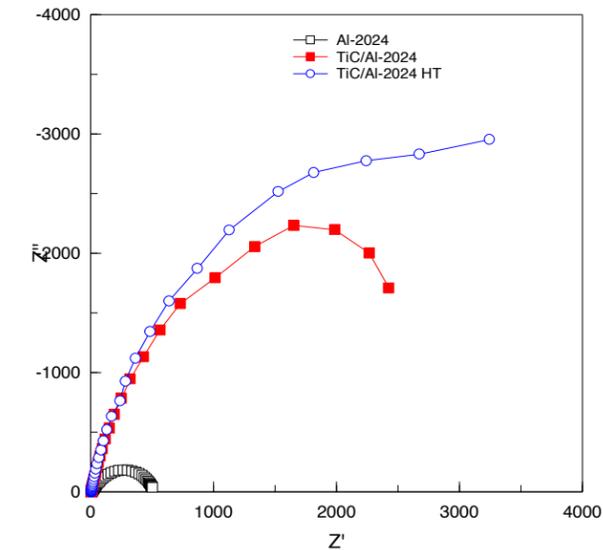


Figura 2 diagrama Nyquist de la aleación Al-2024 y del compósito TiC/Al2024 con y sin tratamiento térmico.

Tabla 3 Parámetros electroquímicos EIS para la aleación Al-2024, y el compósito TiC/Al 2024 con y sin tratamiento térmico.

Muestras	R_s	CPE	R_p
Al-2024	10.37	3.0×10^{-4}	539.6
TiC/Al-2024	5.662	6.4×10^{-4}	5995
TiC/Al-2024 HT	6.722	5.5×10^{-4}	7282

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos del análisis de las curvas de polarización y la simulación de los espectros de impedancia confirman que la presencia de partículas cerámicas de TiC y el tratamiento térmico de envejecido, tienen un gran efecto en las propiedades electroquímicas del compuesto TiC/Al-2024, mejorando significativamente las propiedades de resistencia a la corrosión en un medio ácido de pH 3.0, puesto que se induce la pasivación de la superficie. De acuerdo a las imágenes SEM se observa que el mecanismo corrosivo es por picadura las cuales preferencialmente se forman en la interfase metal-cerámico.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Sheriff E. M & Su Moon P, *electrochim., Acta*, 51(7) (2006) 1313.
- 2) A. Contreras, C. A León, R. A.L Drew and E. Bedolla, *Scripta Mater*, 48 (2003), 1625.
- 3) K. K. Alaneme and M. O. Bodunrin, *Journal of Minerals & Materials Characterization & Engineering* 10 (12), (2011), 1153- 1165.
- 4) A. Albiter, A Contreras, E. Bedolla and R. Pérez, *Composites 34A* (2003) 249.
- 5) Gavgali Mehmet, Dikici Burak, Bedir Fevsi, *Indian Journal of Engineering* 14(2007), 303-308.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo económico recibido por el programa “18 Verano de la Ciencia de la Región Centro”. Así mismo agradecemos a la UMSNH por las facilidades otorgadas en el uso de infraestructura para la realización de este proyecto. .

ANÁLISIS DE FRUTAS Y VERDURAS TÍPICAS EN UNA PEQUEÑA MUESTRA DE IMÁGENES

Jonatan Carrillo Flemate¹ y Osbaldo Vite Chávez²

RESUMEN

Este trabajo presenta un pequeño avance de la identificación de algunos vegetales y frutas, presentes en una pequeña muestra de imágenes. Se utilizan técnicas básicas del Procesamiento Digital de Imágenes como el conteo de píxeles e identificación de los parámetros de cada uno de los vectores RGB, con los cuales obtenemos los valores en los que deben de tener cada una de las frutas y vegetales. Al final se presenta un ejemplo y algunos resultados.

ABSTRACT

This paper presents the identification of some organics and inorganics waste into an image sample. The basic tools of image digital processing as the Sobel and Prewitt operators were used to extract the edges of the images, whose are the main pixels considered to the waste detection. Finally it presents an example and the results obtained.

Palabras clave: MATLAB, procesamiento digital de imágenes, detección de frutas y verduras, conteo.

INTRODUCCIÓN

Desde la aparición de las computadoras con gran capacidad de memoria se comenzó a trabajar con el Procesamiento Digital de Imágenes (PDI), ya que por medio de estas técnicas se puede obtener información de las imágenes, ya sea el conteo figuras o medición de las características que posee un objeto de interés. El PDI es de gran utilidad en diferentes disciplinas como la medicina, ingeniería, física, termodinámica, etc. Junto con el gran desarrollo tecnológico, se ha visto cómo las industrias, la población, los servicios, las comunicaciones, etc., también han ido aumentando y expandiéndose a lo largo del mundo, contribuyendo a una nueva forma de vida para la humanidad. Uno de las labores de la ciencia es la facilitación de las tareas cotidianas para hacernos la vida más sencilla. En este proyecto, se pretende iniciar analizando objetos(frutas y verduras) en muestras de imágenes con las cuales se obtengan resultados favorables utilizando algunas técnicas básicas de PDI para tratar de reconocer frutas o verduras, a partir de ciertas características.

MÉTODOS Y MATERIALES

MATLAB posee un *toolbox* especial para el PDI, el cual contiene funciones que ayudan al análisis matricial de las imágenes de forma rápida, sin embargo, existe la facilidad de poder implementar nuevos algoritmos propios dentro de este ambiente de programación. Por esta razón, se eligió MATLAB como herramienta computacional. Una de las técnicas o métodos más populares en PDI es la detección de tamaño del objeto. Otro de los métodos fue la detección de cada uno de los valores de RGB, para tener los parámetros de los vectores y así poder compararlos.

¹ Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica en la Universidad Autónoma de Zacatecas, Lib. Jalpa km. 156+380, Fracc. Solidaridad, Jalpa, Zac., C.P: 99601, Jalpa, Zac. Teléfono (463) 955 2345: cuervocarrillo@gmail.com .

² Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma de Zacatecas, Lib. Jalpa km. 156+380, Fracc. Solidaridad, Jalpa, Zac., C.P: 99601, Jalpa, Zacatecas. Teléfono: (463) 955-2345; osvichz@uaz.edu.mx .

Para el desarrollo del proyecto se consideraron algunos de los productos que comúnmente se compran en un supermercado. Se creó una muestra de 60 imágenes (640 X 480 pixeles) tomadas en un ambiente ideal (buena iluminación, fondo blanco), donde se combinaron diferentes escenarios en grupos de 10 imágenes por fruta o verdura como se muestra en la Tabla 1. Los objetos utilizados se dividieron básicamente en JR= Jitomate Rojo, CM= Cebolla Morada, LV=limón Verde, NN=Naranja Naranja, MR=Manzana Roja, MA=Manzana Amarilla.

Tabla 1. Muestra de Imágenes de los objetos analizados

Objeto	JR	CM	LV	NN	MR	MA
Imagen						

Obtención de la muestra de imágenes:

Para la obtención de muestras estandarizadas (tamaño-distancia) se optó por la creación de una cabina de ambiente ideal cuya función sería la de proporcionar muestras estandarizadas de imágenes. Las medidas de la cabina presentan las proporciones de 80 cm ancho, 50 cm alto y con una profundidad de 50 cm. De color blanco en su interior, como se ilustra en la figura 1. Para el proyecto se utilizó una Cámara Web Logitech HD 720p (ver figura 2), la cual tiene una resolución de video en HD de hasta 3 megapíxeles, lo cual proporciona un video de buena calidad y de tamaño promedio para procesar y realizar la identificación de los objetos.

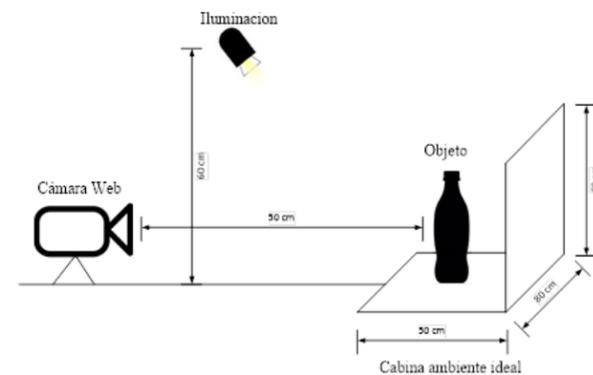


Figura 1. Diagrama de la cabina de ambiente ideal



Figura 2. Camara Web Logitech HD 720.

Para el análisis, se implementaron las siguientes técnicas de procesamiento digital de imágenes. El programa llevó a cabo las siguientes etapas basadas en el diagrama de la figura 3:

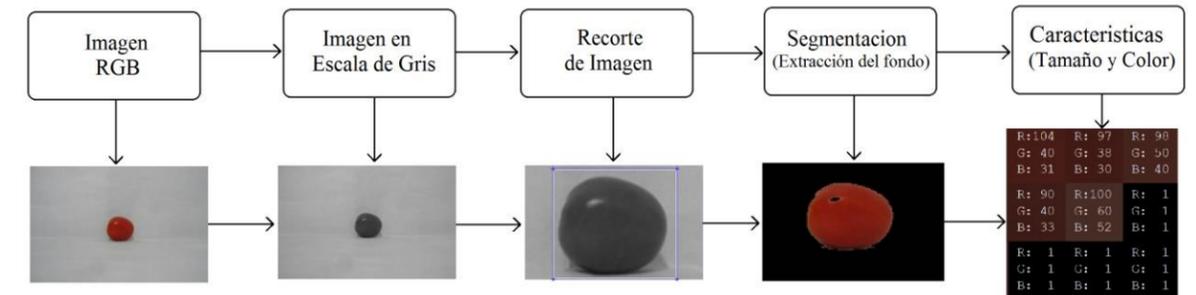


Figure 3. Diagrama por etapas de procesamiento de las imágenes

1. *Adquisición de Imagen RGB.* Se adquiere la imagen de la muestra obtenida inicialmente para cada objeto. JR= Jitomate Rojo, CM= Cebolla Morada, LV=limón Verde, NN=Naranja Naranja, MR=Manzana Roja, MA=Manzana Amarilla.
2. *Pre-procesamiento.* Se realiza una conversión a escala de grises para el recorte de la imagen (donde se encuentra el objeto). Basado en la ecuación 1

$$EG = 0,2989 * R + 0,5870 * G + 0,1140 * B, 0 \geq EG \leq 255$$

(1)

3. *Recorte de Imagen.* Se realiza un corte a la imagen para separar el objeto (200 X 240 pixeles).
4. *Segmentación.* Se realiza una segmentación simple del objeto extrayendo el fondo.
5. *Extracción de características.* Donde se extraen 2 características del objeto: tamaño y color. Cada objeto tiene un tamaño específico al igual que un rango de colores como se ilustra en la figura 4 y en la tabla 2.
6. *Identificación de objetos.* Se emplea un método simple como lo es el conteo de píxeles del tamaño del objeto (ver figura 4), que permite al programa identificar dicho objeto de la imagen. Además de comparar el rango de color RGB con los valores obtenidos en la tabla 2.

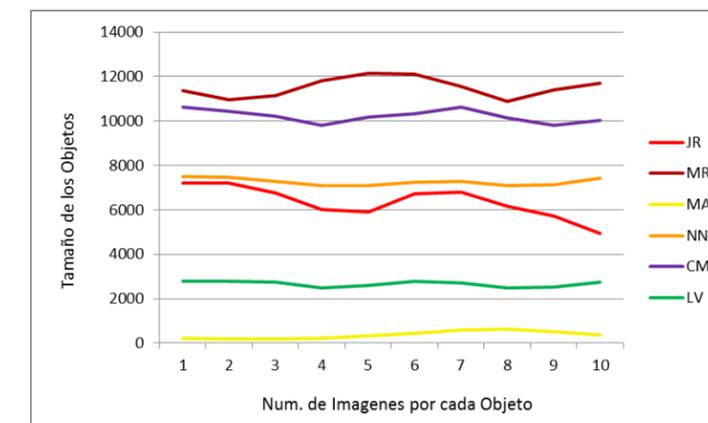
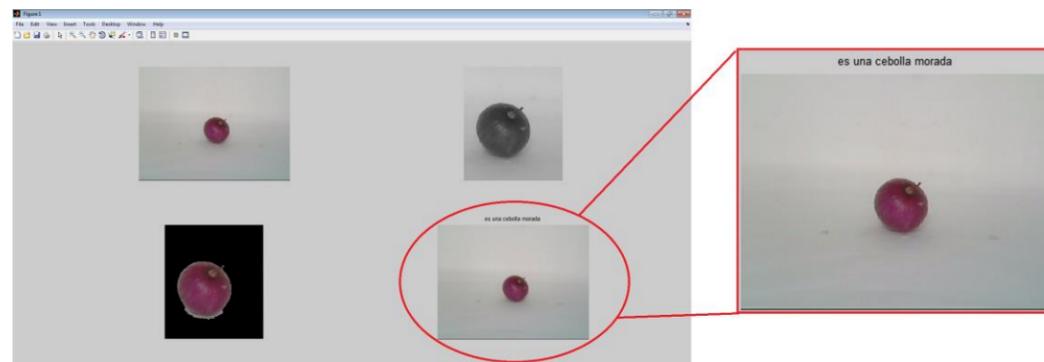
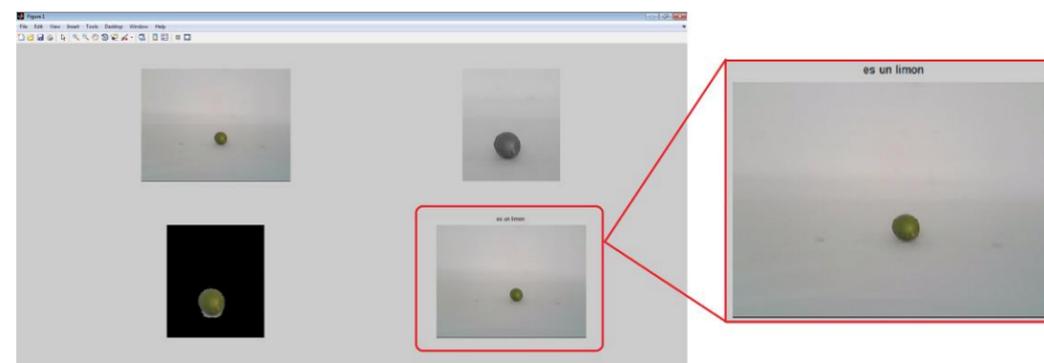


Figure 4. Diagrama por etapas de procesamiento de las imágenes

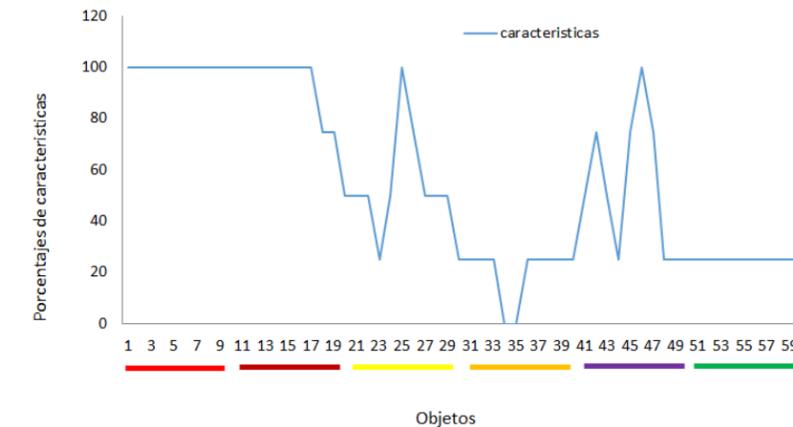
Tabla 2. Rangos Max y Min RGB obtenidos de los objetos analizados

Objetos	Rangos					
	R		G		B	
	Min	Máx.	Min	Máx.	Min	Máx.
JR	46	198	26	135	11	138
CM	18	240	4	228	3	223
LV	38	143	35	138	18	141
NN	94	204	66	133	16	130
MR	21	247	15	231	15	231
MA	8	231	8	208	1	208

Después de seleccionar una imagen, el programa hace el procesamiento sobre la imagen, dando a conocer la imagen original con el título de la fruta o verdura mostrada como puede observarse en la figura 2 y figura 3.

**Figura 2. Ejemplo 1 de la identificación de una cebolla morada****Figura 3. Ejemplo 2 de la identificación de un limón****RESULTADOS**

Se examinaron las 60 imágenes capturadas de todos los objetos (frutas y verduras), utilizando los valores de la tabla 2 y figura 4, de tal manera que se hizo una comparación de los resultados de las características porcentuales (25% cada una) de cada objeto como se muestra en la Figura 4.

**Figura 4. Gráfica de Resultados**

De las 60 imágenes, el método de conteo de píxeles de tamaño, tuvo un porcentaje de efectividad del 96.66%. El método de separación del vector RGB en cada uno de sus componentes (Red, Green, Blue). Cada uno tubo un porcentaje de 36.66%, 46.66% y 51.66% respectivamente. En el caso de usar los cuatro descriptores para identificar los objetos, la identificación fue óptima. Se obtuvieron los porcentajes de efectividad para los dos casos utilizados en la ecuación 2, se muestra la fórmula para calcular el porcentaje de efectividad (% EF).

$$\%EF = \frac{N_{Caso} \times 100}{N_{real}} \quad (2)$$

Donde N_{Caso} corresponde al número de descriptores que acertaron correctamente con la identificación (de 0 a 4) y N_{real} es el número de descriptores que deberían acertar con la identificación (4).

CONCLUSIONES

El empleo del conteo de píxeles para determinar el objeto brinda buenos resultados, sin embargo, es mucho mejor utilizar los 4 descriptores juntos. Sin embargo, se lograron los objetivos propuestos, la herramienta final no presentó margen de error en sus resultados, además de que realiza su procesamiento de forma rápida. Se obtuvieron mejores resultados en la identificación de objetos con la aplicación de los cuatro descriptores con un margen de éxito de 100%. Cabe recordar que solo es un pequeño avance inicio de un largo proyecto de investigación.

Como perspectivas, este trabajo puede hacerse más robusto, al considerar más objetos, o escenarios reales posibles, trabajar con imágenes más acercadas a la realidad, hasta llegar al punto donde se encuentran en estados casi irreconocibles. Para lograr dicho objetivo, se requerirá de más conocimiento dentro del campo de la visión computacional, las técnicas de PDI, implementación de ecuaciones diferenciales, cálculos, probabilidad, etc., entre otros. De esa manera se conseguirá el desarrollo de una herramienta muy útil para detectar frutas y verduras con una alta eficiencia. Y en un futuro hacerlo en tiempo real.

REFERENCIAS

- AYBAR, E. (S.F.). Sobel Edge Detection Method for Matlab. Anadolu University.
- GONZALEZ, R. C., & WOODS, R. E. (2002). *Digital Image Processing* (Segunda ed.). New Jersey, United States of America: Pearson Education .
- MOORE, H. (2007). *MATLAB para ingenieros* (Primera ed.). México: PEARSON EDUCACIÓN Prentice Hall.
- VITE CHÁVEZ, O. (2005). *Unidad Logica de Procesamiento Morfológico Serial-Paralela para Imágenes Binarias*. Universidad De Guanajuato.

IDENTIFICACION DE FALLAS EN TRASFOMADORES MEDIANTE LA CORRIENTE INRUSH

Osvaldo Carrillo Rodríguez¹ y David Granados Lieberman²

RESUMEN

En este trabajo se diseñó un método de identificación de las fallas más comunes que existen en los transformadores que son los cortos circuitos en los devanados del mismo que pudieran ser en el primario o en el secundario, todo esto mediante un código elaborado en el software MATLAB, el código se elaboró en base a unos modelos obtenidos con mediciones reales del transformador durante su energización. Se obtuvieron 3 modelos de señales de la corriente Inrush que se dividen en: modelo sin falla, modelo con falla en el devanado primario y modelo con falla en el devanado secundario, a partir de los modelos se diseñó el código que correlaciona una señal de corriente Inrush con los modelos obtenidos e identifica en la señal si tiene algún tipo de falla o no tiene falla.

ABSTRACT

In this work, we designed a method of identification of the most common faults that exist in the transformers that are the short circuits in a small part of the windings of the same that would be in the winding primary or in the winding secondary, all of this using a code developed in the MATLAB software, the code was developed based on some models previously created by signals obtained directly from the transformer, were obtained 3 models of signals of the current 'Inrush', are divided into: model without faults, model with fault in the primary winding and a model with a fault in the secondary winding, from the models is designed the code that compares a current signal 'Inrush' with the models and identifies the signal, if have any type of fault or has no fault.

Palabras clave: Transformador, Corriente Inrush, Fallas, Identificación.

INTRODUCCION

La detección de fallas es algo muy importante en diferentes áreas en las que intervienen la ingeniería, ya que es necesario operar sistemas con un cierto nivel de eficiencia y confiabilidad que se vieran afectados si existiera algún tipo de falla, incluso algunos sistemas podrían verse afectados por estos errores. La detección oportuna de fallas es de gran importancia debido a que de esta forma se pueden evitar daños mayores e irreversibles. En este trabajo hablamos acerca de los transformadores eléctricos, los

¹ Instituto Tecnológico Superior de Monclova Ejército Mexicano, Dpto. de Ing. Electrónica
Dirección: Carretera 57 km 4.5, Unidad Tecnológica y Universitaria, 95245 Monclova, Coahuila.
osvaldocrdz@gmail.com

² Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Dpto. de Maestría Eléctrica, Dirección: Carretera Irapuato - Silao km 12.5, El Copal, 36821 Irapuato, Guanajuato.david.granados@itesi.edu.mx

transformadores son utilizados desde el año de 1885 para poder suministrar energía en redes de potencia. Mediante ellos, se transforma corrientes de alto valor o que circulan por redes de alta tensión, en corriente y tensiones bajas, en este proyecto se pretende identificar fallas de corto circuito en los devanados, ya sea el primario o el secundario, todo esto mediante la corriente Inrush que se adquiere haciendo mediciones en el transformador al momento de la energización, esta corriente nos indica cierta información necesaria para la identificación de una falla si es el caso, una vez identificando alguna falla se hace una sugerencia para el mantenimiento adecuado para alargar la vida útil del transformador evitando así gastos innecesarios para empresas públicas y/o privadas las cuales trabajen con transformadores, se podrá evitar pérdidas en líneas de producción, hablamos que estas pérdidas pueden ser hasta en millones de dólares.

MARCO TEORICO

En esta sección se señalan los principales conceptos teóricos utilizados en el desarrollo del presente proyecto.

Transformadores

Los transformadores en general son dispositivos pasivos de transferencia de energía eléctrica, en cuyas características principales son que pueden elevar o disminuir la tensión o la corriente, con una relación entre potencia de entrada y potencia de salida de cada uno.

Un transformador eléctrico consiste en varias partes en las que por lo general se encuentran los inductores que pueden ser dos o más, dependiendo de la función, el inductor por el cual entra la potencia se llama primario, y los demás se llaman secundarios. También existe lo que se llama circuito magnético que tiene como función confinar y dirigir las líneas de campo magnético a través de los inductores arrollados alrededor del mismo.

El principio de funcionamiento se basa en la ley de Faraday de inducción electromagnética, la cual enuncia de la siguiente manera: "una fuerza electromotriz (FEM) es inducida en un medio cuando se cambia el enlazamiento de flujo asociado al medio. Si el medio es un conductor de electricidad y forma una trayectoria cerrada una corriente fluye en él debido a la FEM inducida. La magnitud de la FEM inducida es proporcional a la rapidez de cambio en el tiempo de los enlazamientos del flujo"

Importancia del diagnóstico de fallas en los transformadores

El transformador eléctrico es una máquina considerada como un elemento fiable en las instalaciones. No obstante, los materiales están sometidos a temperatura y gradiente de campo eléctrico, provocando un envejecimiento en el aislamiento.

Cuando se produce algún esfuerzo, por ejemplo; cambio de carga, sobretensión de origen atmosférico o de maniobra, si los materiales no están en buen estado, pueden dar origen a una avería que en muchos casos no se manifiesta de manera inmediata por lo que se denomina latente.

La experiencia muestra que aproximadamente un veinte por ciento de los transformadores presenta síntomas de averías latentes que producirán una desconexión intempestiva.

Estudio de corto Circuito

Los estudios de cortocircuito nos indican la intensidad de las posibles fallas que se pueden presentar a lo largo de nuestro sistema, de manera que se pueda, posteriormente, cuantificar los daños que estas pueden causar y tomar las medidas de seguridad necesarias.

Corriente Inrush o corriente de magnetización de un transformador

La corriente de magnetización Inrush es una condición transitoria que ocurre cuando se energiza un transformador. El problema de esta corriente es que puede llegar a ser de 100 veces la corriente de vacío de régimen permanente del transformador, o si se considera que esta corriente es del 5 al 8% de la corriente nominal, se alcanzarán corrientes instantáneas de 5 a 8 veces la nominal.

Debido al valor no nulo de la resistencia del devanado primario, la corriente transitoria de conexión se amortigua rápidamente al cabo de unos pocos ciclos. Al tratarse de corrientes de corta duración se tienen que utilizar protecciones que no actúen rápidamente, evitando la desconexión del disyuntor o interruptor automático principal, al tomar esa corriente por un cortocircuito.

Las corrientes Inrush en transformadores son tradicionalmente evaluadas a través del análisis de Fourier. Tal abordaje ofrece a los relés de protección inmunidad a las corrientes Inrush. Sin embargo, en los últimos años, otras metodologías han sido propuestas siendo algunas de ellas presentadas seguidamente. La mayoría de los métodos convencionales de protección de transformadores utilizan la retención de 2ª armónica. En este sentido, diferentes técnicas tales como Transformada Discreta de Fourier, Redes Neurales Artificiales, Método de Mínimos Cuadrados, Transformada Rectangular, Funciones Walsh y Funciones Haar son utilizadas en la actualidad para identificar y calcular el contenido de 2ª armónica presente en la corriente diferencial. La principal desventaja de este abordaje es que la componente de 2ª armónica también puede existir en algunas señales generadas por corriente de falla interna en el bobinado del transformador. Además de esto, los nuevos núcleos de transformadores, construidos con materiales amorfos, generan componentes de 2ª armónica pequeñas cuando son recorridos por corrientes Inrush

MÉTODOS Y MATERIALES

Los materiales utilizados en este proyecto son:

NI USB-6211- El módulo USB-6211 de National Instruments es un módulo de adquisición de datos (DAQ) multifunción de la Serie M energizado por bus USB y optimizado para una precisión superior a velocidades de muestreo más altas. Ofrece 16 entradas analógicas, velocidad de muestreo de un solo canal a 250 kS/s, dos salidas analógicas, cuatro líneas de entrada digital, cuatro líneas de salida digital, cuatro rangos de entrada programable (de ± 0.2 V a ± 10 V) por canal, disparo digital y dos contadores/temporizadores.

Software LabVIEW- LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) es un entorno de desarrollo basado en programación gráfica. Utiliza símbolos gráficos en lugar de lenguaje textual para describir acciones de programación.

Software Matlab - (abreviatura de MATrix LABoratory, "laboratorio de matrices") es una herramienta de software matemático que ofrece un entorno de desarrollo integrado (IDE) con un lenguaje de programación propio (lenguaje M). Está disponible para las plataformas Unix, Windows, Mac OS X y GNU/Linux.

-Sensor de corriente (Fluke i200s), -Transformador fallable lab-volt 3779-10 (faultable transformer). -Transformador variable tipo 246U (variable transformer). -Relevador de estado sólido SAP4050D. -Fuente de alimentación VTD15-450. -Tarjeta de acondicionamiento de señales (voltaje-corriente).

Se muestran los materiales utilizados en la figura-1.

Métodos:

Para el desarrollo del presente proyecto, primeramente se desarrolla el diseño una interface en LabVIEW que controle la tarjeta DaQ que adquiere, lee y manda datos analógicos - digitales y se muestre una gráfica para leer los datos adquiridos. Se realiza otra interface (figura-2) para la visualización de los datos

adquiridos mediante una tarjeta DaQ, en este caso adquiere datos de un componente electrónico (potenciómetro) y a partir de la adquisición muestra una gráfica donde se ve las variaciones del componente, posteriormente se agrega al código de la interface una señal digital que sale por uno de los puertos de la DaQ que activa el relevador electrónico con 5v, este una vez activado da paso a la luz eléctrica (110v) para encender un foco.

Se toman muestras de la carga conectada (primeramente se utiliza para pruebas un foco incandescente) midiendo voltaje y corriente, el voltaje se mide a través de la tarjeta de acondicionamiento de señal y la corriente se mide por medio de un sensor que se conecta a la tarjeta de adquisición de los datos DAQ que recibe 100mV/A.

Posteriormente se cambió la carga conectando el transformador, se hacen las conexiones necesarias hacia el transformador y se obtienen las primeras muestras operando en condiciones normales (sin falla).



Figura-1 Área de trabajo y materiales utilizados.

Las muestras obtenidas en labview son guardadas en un archivo Excel; por otra parte se diseña un código en Matlab para poder graficar los datos adquiridos en las mediciones que están guardados en un archivo Excel se hicieron pequeños arreglos por lo de las escalas ya que el sensor de corriente nos dice que por cada 100mV equivalen a 1A entonces se sacó que por cada 0.1V que mide se multiplica por 10 y da 1A.; así ya se tiene escalas en Amperes. Se sacan pruebas del transformador ya con fallas en los devanados FS1 y FS2 nos percatamos que las gráficas no eran muy similares, se llegó a la conclusión que pasaba un fenómeno muy peculiar en los transformadores que es la curva de histéresis, al estar haciendo pruebas continuas el transformador se estaba energizando y des energizando constantemente por lo que al transformador le quedaba cierta carga magnética por esto mismo se acoplo un transformador variable, en este podemos hacer que el voltaje valla de 150v reduciéndolo gradualmente hasta llegar a 0 volts, esto nos sirve para desmagnetizar el transformador y a la hora de quitarle la alimentación eléctrica se quede casi cercano a 0 volts y así no afecte la histéresis (o magnetismo residual) en las pruebas siguientes.

Una vez obtenidas las pruebas se tomaron en cuentas las diferentes formas de evaluar la corriente Inrush, tomamos la decisión de utilizar dos métodos, series de Fourier como primera opción y el método de mínimos cuadrados; Para aplicar el primer método se diseñó un código en Matlab en donde se aplica la serie de Fourier en una señal de corriente Inrush durante los primeros 2 ciclos, obteniendo 8 coeficientes provenientes de la serie, estos se suman y da como resultado un modelo de la corriente Inrush que se ajusta un 95% a la señal, esto quiere decir que el modelo tiene una similitud adecuada para poder comprar con otras señales de corriente. Este método se aplica para obtener los modelos necesarios que serían: modelo sin falla, modelo con falla en el devanado primario y modelo con falla en el devanado secundario. Al mismo tiempo aplicamos el segundo método que consiste en hacer una función que se adapte mejor a la señal de corriente Inrush, en este caso utilizamos una función exponencial donde la función sigue los

valores picos de cada ciclo obtenidos de la señal a modelar (figura 3). Con estos modelos se diseña un último código que compra señales con los modelos creados anteriormente y nos muestra un porcentaje de ajuste de cada uno de los modelos, mediante estos porcentajes se indica que la señal de corriente Inrush tiene falla en el primario, secundario o no tiene falla según sea el caso.

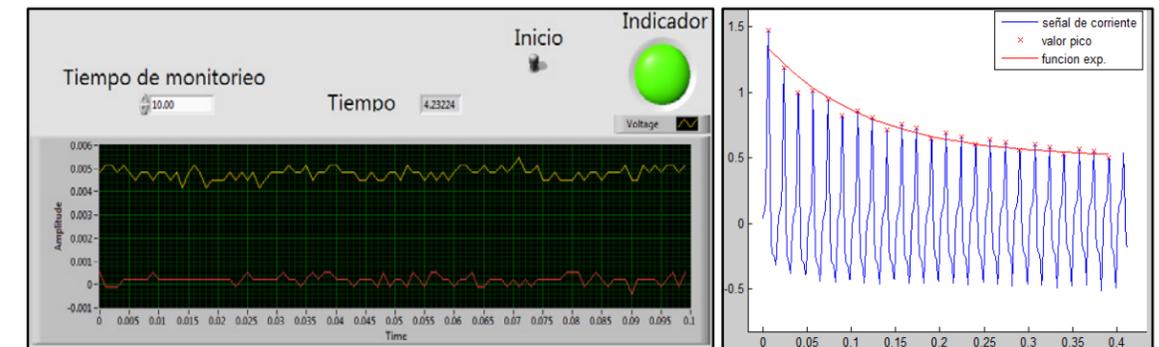


Figura 2. Interface en labVIEW adquisición de señales exponencial.

Figura 3. Método de Función exponencial.

RESULTADOS

Los códigos que se diseñaron en Matlab para la identificación de las fallas mediante la corriente Inrush resultaron efectivos, ya que se logró cumplir con el objetivo principal, el cual era la identificación de las fallas mediante una señal de la corriente Inrush que se comparaba con modelos de las posibles respuestas (figura-4), así se pudiera realizar a tiempo un mantenimiento oportuno en el caso de que los porcentajes indicaran algún tipo de falla. Cabe mencionar que de los dos métodos utilizados solo 1 es efectivo, el de series de Fourier ya que este método se ajusta mejor a la Inrush modelada.

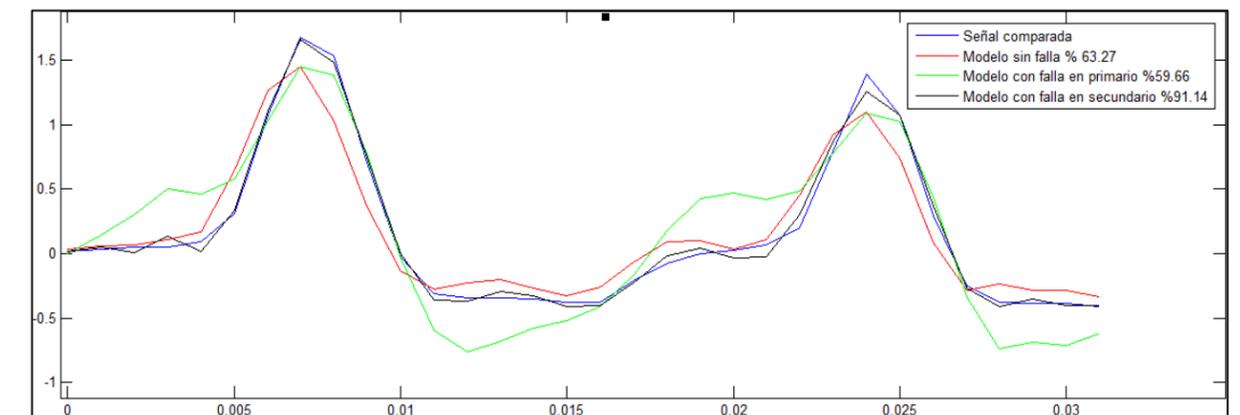


Figura 4. Grafica de comparación e identificación de falla en transformador

CONCLUSIONES

La identificación de fallas en transformadores tiene un papel muy importante tanto en empresas como en el hogar ya que los transformadores es el transporte de la energía eléctrica e identificar una falla por más mínima que sea podemos tomar las decisiones de hacer mantenimiento preventivo o correctivo a los transformadores, con esto se podría ahorrar tiempo, producción, costos etc.

Este proyecto identifica fallas en corrientes Inrush, tiene aproximadamente un 80% de eficiencia ya que solo lo hace con Inrush positivas, el trabajo podría ser más completo si también pudiera identificar y comparar las Inrush negativas sin embargo con esta eficiencia es suficiente para identificar las fallas en al menos 4 de 5 pruebas.

BIBLIOGRAFIA

Artículos en línea

Alberto Martínez. (2008). Corriente Inrush o corriente de magnetización de un transformador. De Desenchufados Sitio web: <http://desenchufados.net/corriente-inrush-o-corriente-de-magnetizacion-de-un-transformador/> (08 de julio de 2016)

Oliveira M. Brestas, A. Perrone, O. Reversat, J. Muños H. and Orellana R. (n.d.). Principales Características de la Corriente Inrush en Transformadores. 1st ed. [ebook] Argentina, p.6. Available at: http://www.ceed.org.ar/wp-content/uploads/2012/12/Oliveira_et_al_Paper_1.pdf [Accessed 8 Jul. 2016].

Itecnacr.com. (2016). Estudio de Cortocircuito | itecna Costa Rica - Ingeniería y Tecnología Aplicada. [Online] Available at: <http://www.itecnacr.com/servicios/diseño-y-estudios-de-ingeniería/estudio-de-cortocircuito/> [Accessed 8 Jul. 2016].

Academia.edu. (2016). TRANSFORMADORES DE POTENCIA. [Online] Available at: http://www.academia.edu/8308786/TRANSFORMADORES_DE_POTENCIA [Accessed 8 Jul. 2016].

PRODUCCIÓN DE BIOHIDRÓGENO A PARTIR DE LA METABOLIS DE LAS CEPAS PSICRÓFILAS G088 Y N92 CON HIDROLIZADO DE PAJA

Katya Azucena Castillo Arellano¹ y Antonio de León Rodríguez²

RESUMEN

La producción de combustibles biológicos es hoy en día un tema muy interesante e importante en las áreas energética y ambiental ya que los combustibles fósiles emiten grandes cantidades de CO₂ y cada vez son más escasos. El hidrógeno es considerado buen combustible porque produce menos CO₂ que los combustibles fósiles. En este trabajo se realizaron experimentos para producir hidrógeno a partir de las cepas psicrófilas G088 y N92 cultivadas en botellas serológicas, utilizando como sustrato residuos de paja de trigo. Los resultados muestran que las cepas producen cerca de 30 a 174 ml del biogás en hidrolizado de paja, lo cual permite aprovechar estos organismos para llevar a cabo este proceso a la industria energética.

ABSTRACT

The production of biofuels today is a broad topic and very important about energetic an environmental area because the fossil fuels emit a lot of CO₂ gas also they are becoming scarcer. The hydrogen is considering a good fuel because it produces less CO₂ gas than fossil fuels. Biohydrogen production was performed in serological bottles experimenting with G088 and N92 strains grown in straw residues. Results showed that the G088 and N92 strains produced biogas ranging from 30 to 174 ml using the straw residues. It demonstrates that G088 and N92 strains can be exploited to energetic industry.

Keywords: Biohydrogen, psychrophilic bacteria, biofuel, straw hydrolyzate.

INTRODUCCIÓN

En el mundo de hoy en día se utiliza energía para toda actividad que realiza el hombre, y es importante pensar en beneficiar al medio ambiente, por eso existen distintas alternativas para combustibles, como lo son los biocombustibles. Los combustibles más utilizados en el mundo se derivan del petróleo (SPEIGHT J. G. (1999). *The Chemistry and Technology of Petroleum*, Nueva York: Marcel Dekker) los cuales, al quemarse emiten CO₂ y otros gases que dañan a la atmósfera, existen también combustibles los cuales son más amigables con el medio ambiente.

La Agencia Internacional de la Energía (AIE) indica que es necesario desarrollar tecnologías que sustituyan el uso de combustibles derivados del petróleo, pues se pronostica que para el año 2020 la producción de petróleo disminuya. Además de ser un problema de disponibilidad, el uso de combustibles fósiles trae consigo problemas de contaminación y crisis económica. Los biocombustibles como el bioetanol, butanol, biodiesel, biohidrógeno y metano, son sintetizados a partir de fuentes biológicas (Fischer, Klein-Marcuschamer, and Stephanopoulos 2008), lo cual representa una alternativa como fuente de energía. Los biocombustibles pueden utilizarse para la generación de electricidad, calor y energéticos (Balat, Balat, & Öz, 2008).

¹ Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas Blvd. V. Carranza s/n Col. República Oriente, C.P: 25280, Saltillo, Coah., azucenacastillo@uadec.edu.mx

² Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C., Departamento de Biología Molecular, Camino a la Presa San José #2055, Lomas 4a. Secc., C.P 78216, San Luis Potosí, S.L.P., aleonr@ipicyt.edu.mx

40 % del total de la producción de hidrógeno proviene de gases naturales, el 30% de petróleo y nafta, el 18% proviene del carbón, 4% de electrolisis y casi el 1% proviene de biomasa (Alvarez-Guzmán, 2016), sin embargo el hidrógeno puede ser producido a través de procesos biológicos (Das y Veziroglu, 2001) como lo son la fermentación oscura y fotofermentación, ambos métodos son atractivos pues emiten poco dióxido de carbono. (Wang and Wan 2009; Yu et al. 2002). Comparado con la fotofermentación, la fermentación oscura a condiciones anaerobias posee mayor ventaja ya que no requiere luz solar y acepta una gran variedad de sustratos como residuos orgánicos, residuos agrícolas u otros subproductos (Bao, Su, and Tan 2012).

La fermentación oscura es un proceso en el cual los microorganismos utilizan carbohidratos para producir biohidrógeno en condiciones anaerobias. Sin embargo los bajos rendimientos y la poca producción son obstáculos para aplicaciones prácticas de éste proceso (Liu et al. 2008). Otros estudios dirigidos a la producción de hidrógeno por fermentación anaerobia se han realizado con microorganismos mesófilos (24-40 °C), termófilos (40-65 °C) o hipertermófilos (>80 °C) (Sinha and Pandey 2011). Solo se tiene conocimiento de al menos tres estudios que reportan la producción de biohidrógeno utilizando microorganismos psicrófilos (Alvarado-Cuevas et al. 2015; Alvarez-Guzmán et al. 2016; Dębowski et al. 2014).

Los microorganismos aislados de la Antártica como son las bacterias G088 y N92, pueden tener comportamiento psicotolerante o psicrófilo. Los organismos psicotolerantes pueden crecer bien a temperaturas cercanas a los 0°C pero crecen más rápido cerca de los 20°C de temperatura, mientras que los organismos psicrófilos crecen más rápido a temperaturas de 15°C o menores pero tienen un buen rendimiento a temperaturas cercanas a los 20°C (Alvarez-Guzmán et al. 2016) En el desarrollo de éste trabajo se utilizan bacterias psicrófilas aisladas de la Antártica identificadas como G088 y N92.

Una de las fuentes ricas en carbohidratos fermentables son los materiales lingocelulósicos y celulósicos, los carbohidratos son liberados mediante hidrólisis enzimática, térmica o química (Eriksson, Börjesson, & Tjerneld, 2002). La paja de trigo es un ejemplo de material lingocelulósico; esta característica la hace una materia prima rica en xilosa seguida de la glucosa, para el desarrollo de este experimento se utiliza como hidrolizado de paja.

El hidrolizado de paja es obtenido a partir de los residuos del bagazo de paja de trigo y es rico en azúcares como la xilosa, la cual sirve como fuente de Carbono para favorecer el metabolismo de las bacterias. La xilosa es el segundo carbohidrato más abundante en la naturaleza, después de la glucosa (Jeffries 2006), y su fermentación puede proporcionar una fuente alternativa de distintos combustibles para ser utilizados en el futuro, en este caso es utilizado para su fermentación a biohidrógeno utilizando las bacterias psicrófilas G088 y N92, las cuales producen una cantidad considerable de moles de Hidrógeno por mol de xilosa (Alvarez-Guzmán et al. 2016) lo cual indica un buen rendimiento.

El objetivo de este trabajo es evaluar la producción de biohidrógeno a partir de paja de trigo, el cual contiene xilosa como fuente de carbono para la fermentación de los microorganismos psicrófilos G088 y N92 aisladas de la Antártica; dicha evaluación será probada en botellas serológicas evaluando la concentración del sustrato.

MÉTODOS Y MATERIALES

Microorganismos y su conservación

En este trabajo se utilizaron las cepas G088 y N92, las cuales fueron obtenidas de muestras de sedimento de glaciario de la Antártida. Dichas cepas se hicieron crecer en placas de agar en el medio de cultivo YPX (20 g/L xilosa, 2.75 g/L bacto-triptona, 0.25 extracto de levadura); más adelante se inocularon dichas cepas

en un medio líquido de YPX utilizando un biorreactor con agitación constante a condiciones de 28°C y 1 atm de presión para acelerar el crecimiento de dichos microorganismos. Se utilizó como sustrato la xilosa la cual se encuentra en la mezcla de hidrolizado de paja. Para evaluar la producción de biohidrógeno se realizaron experimentos a 28°C, 1 atmósfera de presión y 5.5 pH variando la concentración de hidrolizado de paja.

Cultivo en botellas serológicas

Para la evaluación de la producción de hidrógeno por las cepas G088 y N92 se extrajeron las células de los pre inóculos que se encontraban en el biorreactor centrifugando dichas mezclas, luego fueron lavadas y posteriormente inoculadas en botellas serológicas (Prisma) de 120 ml selladas con tapones de caucho y aros de aluminio en condiciones anaerobias las cuales contenían 20 ml/l de extracto de levadura, 20 ml/l de bacto-triptona y 1 ml/l de solución de elementos traza (0.015 g/l $\text{FeCl}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 0.00036 g/l $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 0.00024 g/l $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 0.0007 g/l $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 0.0002 g/l $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 0.0002 g/l Na_2SeO_3 , 0.01 g/l MgSO_4) variando la concentración de hidrolizado de paja al 25, 50, 75 y 100%. Los cultivos iniciaron a una densidad óptica de 0.5 nm ($\text{OD}_{0.5\text{nm}}$), el pH fue ajustado con NaOH 2N a un valor de 5.5 y después dichas botellas fueron incubadas a 28°C. Todos los experimentos fueron realizados por duplicado separando los experimentos con G088 de los experimentos con N92.

Posteriormente se realizó una segunda parte experimental a partir de la producción de hidrógeno observada en los experimentos anteriores con la cepa G088. Para evaluar la producción de hidrógeno a partir de los resultados anteriores se utilizaron las siguientes concentraciones de hidrolizado de paja, 25, 30, 35, 40, 45 y 50%; manteniendo las condiciones de presión, temperatura y pH del experimento anterior. Esta segunda parte también se realizó de manera duplicada. A partir de los resultados de producción de hidrógeno obtenidos con la cepa N92, se realizó también una segunda parte experimental variando las concentraciones de hidrolizado de paja al 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75 y 80%. Dichos experimentos se realizaron de forma duplicada a las mismas condiciones de presión, temperatura y pH antes mencionadas.

Métodos analíticos

Se midió la producción de hidrógeno por desplazamiento de líquido en una bureta invertida con NaOH 1N conectando las botellas serológicas con una jeringa (Figura 1)

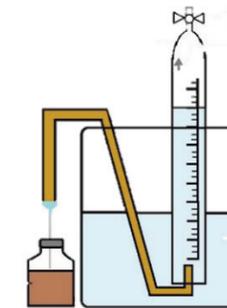


Figura 1. Diagrama de medición de la producción biogás en bureta invertida

Mediante cromatografía de gases (cromatógrafo de gases 6890N, Agilent Technologies, Wildmington) se evaluó la composición del hidrolizado de paja y el contenido de hidrógeno después de la producción de cada botella. Para determinar la composición de la mezcla se analizaron muestras por cromatografía líquida isocrática utilizando un sistema HPLC Waters 600. La cantidad de biomasa se midió mediante un sensor futura (Applikon) basado en conductancia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fermentación de hidrolizado de paja con la cepa G088

En la figura 2 se muestran los resultados de producción de hidrógeno en función del tiempo a distintas concentraciones de hidrolizado de paja. Se puede observar que la producción de hidrógeno se llevó a cabo a partir de las 24 horas y hasta las 120 horas, fue cuando se alcanzó el equilibrio en la fermentación alcanzando un volumen máximo de hidrógeno de 21 ml a una concentración de 25% de hidrolizado de paja.

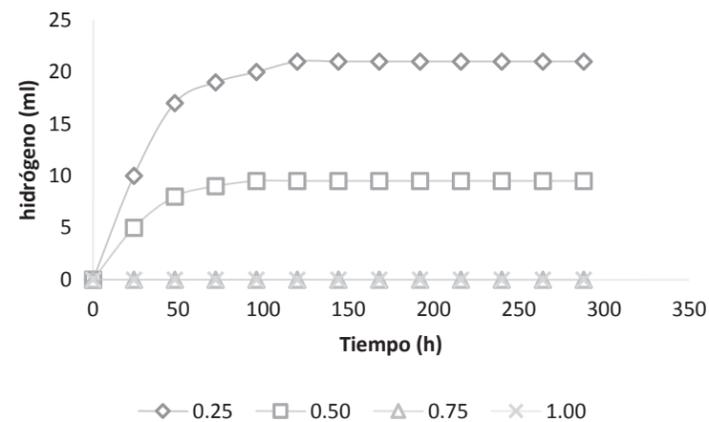


Figura 2. Producción de hidrógeno por la cepa G088 en función del tiempo

Fermentación de hidrolizado de paja con la cepa N92

Para evaluar la producción de hidrógeno por la cepa psicrófila N92 los resultados que se muestran en la figura 3 indicando que la producción de hidrógeno se lleva a cabo durante las primeras 24 horas de incubación, alcanzando su máxima producción a las 120 horas observando que se obtiene una mayor producción en una concentración de 25% de hidrolizado de paja alcanzando un volumen de producción de hidrógeno máximo de 68 ml.

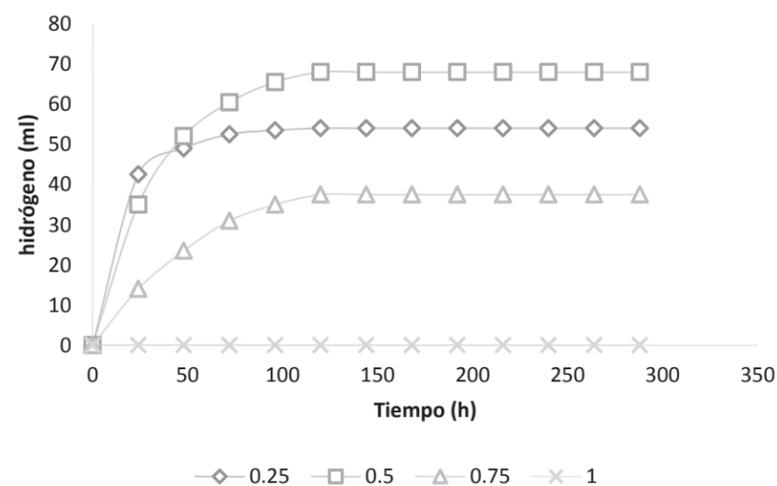


Figura 3. Producción de hidrógeno por la cepa N92

Las bacterias psicrófilas aisladas de la Antártica son de gran interés comercial ya que tienen buena producción usando temperatura ambiente. La máxima producción de hidrógeno es de 68 ml por la cepa N92. Para la bacteria G088 resulta mejor realizar la fermentación a una concentración de 50% de hidrolizado de paja, mientras que la bacteria N92 es capaz de soportar concentraciones más altas, se observa que esta bacteria crece en concentraciones de 75% (Tabla 1) siendo mayor la producción de hidrógeno a concentraciones cercanas al 50% de hidrolizado de paja.

Estos procesos poseen la ventaja que estas bacterias fermentan la xilosa que contiene el hidrolizado a temperaturas muy cercanas a la temperatura del ambiente obteniendo como resultado una cantidad de volumen considerable de hidrógeno (Alvarez-Guzmán et al. 2016).

Tabla 1. Producción de hidrógeno utilizando diferentes concentraciones de hidrolizado de paja

Concentración (%)	Producción (ml) G088	Producción (ml) N92
25	21 ± 0	54 ± 2.8
50	10 ± 0.7	68 ± 1.4
75	0 ± 0	37.5 ± 0.7
100	0 ± 0	0 ± 0

CONCLUSIONES

La producción de biohidrógeno es hoy en día demandante como alternativa de combustible y el producir dicho gas a partir de bacterias psicrófilas aisladas de la Antártica resulta ser una opción muy atractiva ya que el proceso de fermentación de estas bacterias no requiere el uso de energía externa para llevarse a cabo. En este estudio se logró evaluar la producción de biohidrógeno a partir de las cepas G088 y N92 aisladas de la Antártida en hidrolizado de paja. Estas dos cepas pueden ser utilizadas para la explotación de dicho residuo como fuente de carbono para la producción de hidrógeno ya que contiene azúcares como la xilosa que favorecen la fermentación. Por otra parte, se debe mencionar que, así como demuestra este estudio, para la producción de biohidrógeno utilizando de los residuos de paja de trigo es conveniente llevar a cabo la fermentación mediante la cepa N92 ya que produce mayor volumen del biogás en comparación con la cepa G088.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al comité organizador del 18° Verano de la Ciencia Región Centro, al departamento de posgrado de la Universidad Autónoma de Coahuila, al Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, al departamento de Biología molecular de éste mismo Instituto, al doctor Antonio de León Rodríguez, al doctor Sergio Cisneros de la Cueva, a todo el equipo del laboratorio de Biología molecular del IPICYT y a mi familia que me apoyó durante el desarrollo de mi estancia de verano.

BIBLIOGRAFIA

Alvarado-Cuevas, Zazil D. et al. 2015. "Biohydrogen Production Using Psychrophilic Bacteria Isolated from Antarctica." *International Journal of Hydrogen Energy*.

- Alvarez-Guzmán, Cecilia Lizeth et al. 2016. "Biohydrogen Production by the Psychrophilic G088 Strain Using Single Carbohydrates as Substrate." *International Journal of Hydrogen Energy* 41(19): 8092–8100. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319916308709>.
- Balat, Mustafa, Havva Balat, and Cahide ??z. 2008. "Progress in Bioethanol Processing." *Progress in Energy and Combustion Science* 34(5): 551–73.
- Bao, Meidan, Haijia Su, and Tianwei Tan. 2012. "Biohydrogen Production by Dark Fermentation of Starch Using Mixed Bacterial Cultures of Bacillus Sp and Brevumdimonas Sp." *Energy and Fuels* 26(9): 5872–78.
- Dębowski, Marcin et al. 2014. "Possibility of Hydrogen Production during Cheese Whey Fermentation Process by Different Strains of Psychrophilic Bacteria." *International Journal of Hydrogen Energy* 39(5): 1972–78.
- Eriksson, Torny, Johan B??rjesson, and Folke Tjerneld. 2002. "Mechanism of Surfactant Effect in Enzymatic Hydrolysis of Lignocellulose." *Enzyme and Microbial Technology* 31(3): 353–64.
- Fischer, Curt R., Daniel Klein-Marcuschamer, and Gregory Stephanopoulos. 2008. "Selection and Optimization of Microbial Hosts for Biofuels Production." *Metabolic Engineering* 10(6): 295–304.
- Jeffries, Thomas W. 2006. "Engineering Yeasts for Xylose Metabolism." *Current Opinion in Biotechnology* 17(3): 320–26.
- Liu, Xuemei et al. 2008. "Recent Advances in Fermentative Biohydrogen Production." *Progress in Natural Science* 18(3): 253–58.
- Sinha, Pallavi, and Anjana Pandey. 2011. "An Evaluative Report and Challenges for Fermentative Biohydrogen Production." *International Journal of Hydrogen Energy* 36(13): 7460–78.
- Wang, Jianlong, and Wei Wan. 2009. "Factors Influencing Fermentative Hydrogen Production: A Review." *International Journal of Hydrogen Energy* 34(2): 799–811.
- Yu, Hanqing, Zhenhu Zhu, Wenrong Hu, and Haisheng Zhang. 2002. "Hydrogen Production from Rice Winery Wastewater in an Upflow Anaerobic Reactor by Using Mixed Anaerobic Cultures." In *International Journal of Hydrogen Energy*, , 1359–65.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FUENTE ELECTRÓNICA DE POTENCIA DE ALTO VOLTAJE PARA LA GENERACIÓN DE PLASMA

Castillo Escandón Carlos Miguel¹ y Gustavo Soria Arguello²

RESUMEN

En este trabajo se presenta una fuente de potencia para la generación de plasma fuera de equilibrio termodinámico o plasma frío, tanto a presión atmosférica como en vacío. El generador basado en un simple circuito electrónico para la generación del plasma en dos electrodos, generando un campo eléctrico lo suficientemente alto como para ionizar diversos gases a presión atmosférica, la generación del plasma se realiza mediante la aplicación de un alto voltaje (0-15 kV) y alta frecuencia (5-150 kHz). También se diseñaron 4 reactores de plasma con diferentes morfologías, los cuales permiten la generación de plasma en forma de jet, descarga de barrera dieléctrica, de doble barrera dieléctrica y en un sistema rotatorio en vacío. El voltaje de entrada máximo es de 100 V y la corriente de 10 A. La potencia aplicada en la generación de plasma frío con helio fue de 20-50 W y de 50 W para el reactor rotatorio con el cual se realizó la modificación de grafeno con un monómero estireno y etileno.

ABSTRACT

In this study it is presented a plasma generator that was constructed for the generation of non-thermal plasma, otherwise known as cold plasma, which was generated in both: at atmospheric pressure and in vacuum. The constructed system is a simple electronic circuit that generate plasma between two electrodes, producing an electrical field highly enough to ionize different types of gases at atmospheric pressure, the plasma generation is performed by the application of high voltage (0-15 kV) and high frequency (5-150 kHz). Herein, 4 plasma reactors of different geometry were also designed to produce 4 different types of plasma: jet plasma, plasma discharge of dielectric barrier, plasma discharge of double dielectric barrier and a rotatory vacuum plasma system. The plasma generator constructed in this study has an input voltage of 100 V and a current of 10 A. The input power to produce helium cold plasma was between 20-50 W, and for the rotary plasma system 50W of input power were applied to carry out the surface modification of graphene using monomers of styrene and ethylene.

Palabras Clave: fuente de alto voltaje, plasma a presión atmosférica, plasma frío.

INTRODUCCIÓN

Muchos de los dispositivos para la generación de plasma frío utilizan generadores para producir campos eléctricos suficientemente intensos para crear descargas eléctricas a presión atmosférica o al vacío, empleando gases como helio, argón e incluso el aire, el plasma es generado en reactores que pueden ser: en forma de jet, de lápiz o descarga de barrera dieléctrica entre muchas otras ya sea al vacío o a presión atmosférica, donde la temperatura global de estos plasmas es ligeramente mayor a la temperatura ambiente [1]. El principal enfoque de este trabajo es construir una fuente de potencia que pueda generar plasma frío, la cual está basada en la topología de un inversor PWM de puente completo, las características que debe de cumplir el circuito son controlar la frecuencia de operación, el ciclo de servicio y la amplitud del voltaje de salida en la descarga. También se realiza el diseño y construcción de un transformador de alto voltaje y alta frecuencia con una razón de transformación elevadora (1:50), es importante que estos transformadores cuenten con las consideraciones magnéticas, térmicas y eléctricas

¹ Unidad Académica Multidisciplinaria De La Zona Media (UASLP), carr. Rioverde-San Ciró km. 4, C.P.79617, Rioverde S.L.P., México, miguel213211@yahoo.com

² Centro De investigación En Química Aplicada (CIQA), Dpto. Síntesis de Polímeros, Blvd. Enrique Reyna Hermosillo No.140., CP. 25294, Saltillo, Coahuila México, gustavo.soria@ciqa.edu.mx

de alto voltaje, alta frecuencia y los requerimientos de potencia necesarios. Por ejemplo, la operación a alta frecuencia reduce considerablemente el tamaño y peso del transformador pero también requiere un buen aislamiento eléctrico para evitar la generación de arcos entre los devanados del transformador.

MARCO TEÓRICO

En general, todos los gases son eléctricamente neutros, es decir, tienen una naturaleza aislante. Pero bajo ciertas condiciones los plasmas pueden ser generados por el paso de una corriente eléctrica a través de un gas. Como los gases a temperatura ambiente son aislantes, es necesario generar un número suficiente de portadores de carga con el fin de hacer que el gas se vuelva un medio conductor. Esto se conoce como fenómeno de rompimiento eléctrico y se puede lograr de diferentes maneras (el rompimiento eléctrico provoca la ionización del gas, es decir, se genera una trayectoria conductora entre un par de electrodos y se induce una descarga en el gas), tanto por corriente directa como alterna, existe una amplia variedad de descargas que dependen de la corriente la cual puede variar entre 10^{-9} y 10^5 A. Si un sistema capacitivo, formado por dos electrodos paralelos y un dieléctrico entre ellos como puede ser el aire, es expuesto a una energía que se va incrementando gradualmente, se observará que al superar la energía de ionización, comienzan a ocurrir descargas parciales debidas a una descarga corona, estas descargas producen un sonido característico, formación de ozono y circulación de una corriente eléctrica del orden de 10^{-5} A. Si la energía de ionización continua creciendo, este fenómeno se acentúa y empieza a ser percibido visualmente. Estos fenómenos provocan la descomposición del medio circundante y finalmente se forma un canal de conducción eléctrica entre los electrodos.

Por otra parte, los inversores son circuitos electrónicos que transforman energía eléctrica de corriente directa a corriente alterna con el valor de magnitud y frecuencia de salida deseada, teniendo algunas de sus aplicaciones en: fuentes de respaldo de potencia, fuentes de descarga DBD, descargas corona, calentamiento inductivo y control de motores de CA de velocidad variable. Los inversores están basados en elementos semiconductores que funcionan como interruptores (MOSFET), un generador de señales moduladas por ancho de pulso (PWM), un circuito de disparo encargado de activar y desactivar los interruptores, una fuente de alimentación de corriente directa cuya función es proveer la energía que será manipulada y utilizada por una carga. Los inversores se pueden clasificar en un sentido amplio como inversores monofásicos y trifásicos y dentro de los primeros en inversores de medio puente (con 2 interruptores) y de puente completo (con 4 interruptores). Si el voltaje o la corriente de salida del inversor se hacen pasar por cero, creando un circuito resonante LC, se le llama "inversor resonante". La resonancia es el comportamiento de un circuito con elementos inductivos y capacitivos, en el cual la tensión aplicada en el circuito, y la corriente absorbida está en fase debido a que a una determinada frecuencia de operación las reactancias inductivas y capacitivas se igualan, considerándose entonces la impedancia equivalente como un elemento puramente resistivo. La frecuencia a la cual ocurre este fenómeno se le conoce como frecuencia de resonancia. De acuerdo con lo anterior se eligió una fuente de potencia de alto voltaje basada en un inversor resonante, el cual se describe en las siguientes secciones así como algunos resultados.

MÉTODOS Y MATERIALES

Diseño del inversor

Para proporcionar una adecuada secuencia de conmutación a los interruptores del inversor es necesaria una señal de control PWM, esta señal es la encargada de proporcionar un ciclo de trabajo y una frecuencia de operación variable del convertidor. La tensión de salida es de onda cuadrada y oscila entre $+V_{cc}$ y $-V_{cc}$ aunque la salida no es sinusoidal tiene múltiples aplicaciones, además la forma de onda de la corriente en la carga depende de sus componentes para este caso la carga es la bobina primaria de un transformador por lo que tiene una inductancia generada por los devanados, una capacitancia entre los devanados y resistencia asociada al conductor, por lo que se tiene un circuito LCR serie en donde la forma de onda de la corriente será sinusoidal a la frecuencia de resonancia [2]. La modulación PWM permite una reducción de los requerimientos de filtrado para los armónicos de alta frecuencia con algunas

desventajas como son: un circuito de control de los interruptores más complejo, existen mayores pérdidas debido a una conmutación más frecuente y el control de los interruptores para la salida sinusoidal PWM requiere una señal de referencia llamada señal de control y una señal portadora (diente de sierra), la cual controla la frecuencia de conmutación, estas dos señales son comparadas para generar el tren de impulsos por lo tanto cuando el valor instantáneo de la señal de control es mayor a la señal portadora el voltaje de salida es $+V_{cc}$ y cuando el voltaje de control es menor a la portadora la salida es $-V_{cc}$. El índice de modulación de amplitud $ma = 0.461$, el cual se determina de la relación entre la amplitud de la señal de control y la portadora con $V_{cont} = 1.2v$ y $V_{port} = 2.6$, la forma de onda de las señales se muestra en la Figura 1.

Etapa de control

En la etapa de control tanto los *drivers* como el generador PWM necesitan una fuente de alimentación de potencia a una tensión de 15 V, la cual fue diseñada y construida para proveer la energía de funcionamiento necesaria a la etapa de control. Para la generación de las señales PWM se utilizó el circuito integrado TI494, el cual consiste en una fuente de voltaje de referencia, un circuito de control de tiempo muerto para evitar el encendido simultáneo de los interruptores en contrafase (figura 2), la generación de las señales de control y moduladoras y un comparador PWM. Las señales PWM se pueden configurar como salidas en emisor seguidor o como colector común por lo que las salidas fueron seleccionadas como emisor seguidor seleccionando una resistencia de $1k\Omega$ como limitadora de corriente.

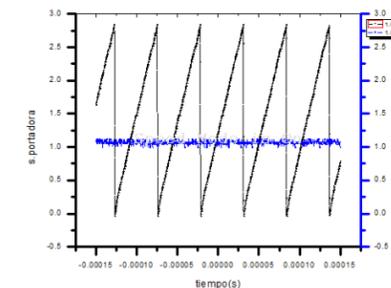


Figura 1. Señal de control y portadora.

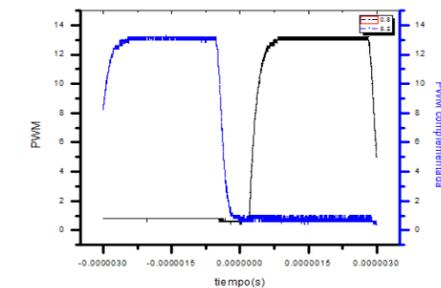


Figura 2. Tiempo muerto a 150 kHz.

La selección del tiempo muerto y frecuencia de operación son seleccionadas de acuerdo al siguiente diseño. La frecuencia de oscilación es definida para seleccionar los componentes R_t y C_t que son los encargados de proporcionar el tiempo, el oscilador de carga tiene un capacitor externo C_t que con una corriente constante y el valor de R_t es determinado por una resistencia externa R_t , la cual produce una rampa lineal de voltaje, por lo tanto cuando el voltaje a través del capacitor de carga alcanza $3v$ el circuito de oscilación se descarga y el ciclo de carga es reiniciado. En la ecuación 1) se muestra la corriente de la carga del capacitor.

$$i_c = 3v/R_t \quad (1)$$

El periodo de la señal diente de sierra está dado por la ecuación 2.

$$T = 3v * C_t / i_c \quad (2)$$

Para la aplicación seleccionada push-pull la frecuencia de salida es la mitad de frecuencia de oscilación y se determina por la ecuación 3.

$$f_s = 0.5 * 1 / (R_t * C_t) \quad (3)$$

La frecuencia de oscilación puede ser programada en un rango de 1 KHz hasta 300 kHz, por lo tanto la frecuencia seleccionada f_s está comprendida en el intervalo de 5 kHz hasta 150 KHz en donde los valores seleccionados para C_t y R_t para esas frecuencias de operación son $0.01 \mu f$ y un potenciómetro de precisión de $100 k\Omega$ por lo tanto los periodos de operación del inversor se calculan para un intervalo de $0.2 ms$ hasta $6.67 \mu s$ respectivamente debido a esto la frecuencia de la forma de onda de diente de sierra establece la frecuencia f_s del inversor PWM. El control del tiempo muerto se establece con un desfase interno el cual corresponde a un 3% del periodo de operación del inversor por lo tanto para una frecuencia de operación de 150 KHz se tiene un tiempo muerto de $0.2 \mu s$. Para activar o desactivar un

MOSFET es necesario un circuito que garantice la transición de estados en el mínimo tiempo, los tiempos de conmutación deben de ser pequeños en el orden de los microsegundos, esta exigencia la satisface el circuito integrado *driver* IR2110 de la compañía International Rectifier (IR), estos integrados permiten alimentar dos MOSFET de una misma rama, lo que hace necesaria la utilización de 2 circuitos idénticos para la activación de 4 MOSFET del puente completo, se seleccionó una resistencia de compuerta de 15Ω a $1/2W$ con una amplitud de las señales PWM de 15 V y su complementaria las cuales se muestran en la Figura 2, para evitar problemas de cortocircuito entre la compuerta y la etapa de potencia de los interruptores superiores del inversor se realizó una conexión a una tierra flotada que también es proporcionada por este circuito integrado.

Etapas de potencia

El diseño de esta etapa está basado en un inversor de puente completo como el que se observa en la Figura 3, el cual está conformado por 4 MOSFET (IRFP450 de *international rectifier*) de hasta 500V con 14 A, una fuente variable conmutada con un rango de operación de 0 a 100 VDC capaz de proporcionar una corriente de hasta 10 A, la carga está conectada al primario de un transformador elevador, el cual fue diseñado para proporcionar una salida de hasta 15 kV. La utilización de un transformador de alto voltaje es una parte esencial para la generación de plasma frío a presión atmosférica y en vacío, por lo tanto es importante tener en cuenta algunas consideraciones magnéticas, térmicas y de aislamiento entre los devanados para lograr un adecuado funcionamiento y evitar problemas de corto circuito, el material utilizado como núcleo magnético es ferrita debido a su alta resistividad, baja densidad de flujo ($B_{max} = 0.2T$) y baja pérdida de corrientes debido a la alta frecuencia de operación. El número de vueltas del primario y secundario pueden ser calculados empleando los datos de referencia del fabricante del núcleo y la frecuencia de operación con las ecuaciones (4) y (5) respectivamente con $n1 = 15$, $n2 = 780$ [4].

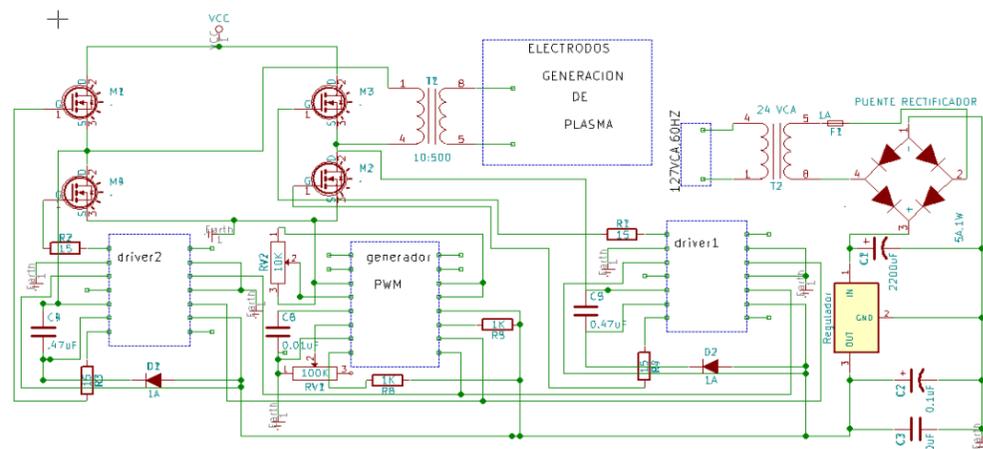


Figura 3.- Diagrama general de la fuente de potencia de alto voltaje para generar plasma.

$$n1 = 25000 * \frac{Vent}{B_{max} * Ae * fs} \tag{4}$$

$$n2 = 50 * n1 \tag{5}$$

Para proveer un adecuado aislamiento en los devanados del transformador se empleó aceite dieléctrico, el cual fue seleccionado para proporcionar una alta resistencia de aislamiento y una buena conductividad térmica por lo que el aceite puede fluir libremente entre ambos devanados presentando una distribución uniforme del calor generado[5].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la generación de plasma frío a presión atmosférica y al vacío a frecuencias menores a los 150 KHZ se utilizó un transformador con núcleo de ferrita con una relación de transformación de 15:780 (primario/secundario) sumergido en un baño de aceite dieléctrico el cual en funcionamiento presento temperaturas de entre 38 y 42 grados centígrados, es conectado como elemento de carga del inversor implementado por lo que la bobina primaria del transformador es excitada por pulsos de voltaje a 65 kHz, esta frecuencia está por encima de la frecuencia de resonancia que es de 50 kHz esto disminuye las pérdidas de potencia por disipación en los interruptores. Los MOSFET IRF450 son utilizados como interruptores controlados por señales PWM con ciclo de servicio y frecuencias de operación ajustables para las descargas de plasma realizadas se seleccionó una frecuencia de operación de 65 kHz con un ciclo de servicio del 50% con voltajes de entrada de 5 a 50 VDC y corriente máxima de 3A, Las formas de onda del secundario fueron tomadas con una sonda de alto voltaje y corriente conectadas a un osciloscopio digital Tektronix TDS220 con una amplitud de hasta 6.42 KV y 135 mA [5], se puede apreciar en la Figura 5.

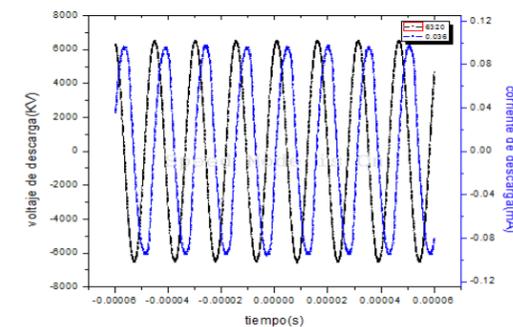


Figura 5. Voltaje y corriente en la descarga.



Figura 6. Reactor de plasma rotatorio.

En la Tabla 1 se resumen los datos de la generación de plasma rotatorio que se muestra en la Figura 6 mediante descargas de alto voltaje con una duración de 45 minutos a una presión de vacío de 5^{-1} mbar, con una frecuencia de operación de 65 kHz, una velocidad angular de 32 rpm, se modificaron 25 gr. de grafeno con estireno. En las Figura 7 se muestra una serie de reactores que fueron construidos para la generación del plasma a presión atmosférica: a) descarga jet para modificación de superficies, b) descarga de barrera dieléctrica y c) descarga de doble barrera dieléctrica.

El gas utilizado fue helio presentando temperaturas de 36, 38 y 40 °C respectivamente, la mediciones fueron realizadas con un termómetro laser a una distancia de 20 cm de cada reactor, se observo que el plasma de helio y se observó que las características del plasma (potencia, tamaño, intensidad y temperatura) pueden ser modificadas controlando la intensidad de la corriente de excitación y la razón de flujo del helio.

Tabla I. Datos recopilados de la modificación de grafeno con el reactor de plasma mediante alto voltaje.

t(min)	Vcc(V)	Icc(A)	Vss(KV)	Iss(mA)	T(°C)
0	20	1.97	3	8	35
15	30	2.37	4.5	124	37
35	35	2.3	5.36	126	39
45	50	2.52	6.42	90	40



(a) Jet a presión atmosférica. (b) Descarga de barrera dieléctrica. (c) Descarga DBD.
 Figura 7. Reactores de plasma a presión atmosférica con diferentes morfologías.

CONCLUSIONES

El diseño y construcción de la fuente electrónica de potencia para la generación de plasma se basó en un inversor de puente completo junto con un transformador de alto voltaje y alta frecuencia, encontrando la frecuencia de resonancia a los 50KHz, los principales retos prácticos en la implementación del inversor de puente completo fueron la generación de las señales PWM, la construcción del transformador y los circuitos de control de los interruptores.

La generación de plasma frío fue muy fácil de generar a presión atmosférica ionizando helio en diferentes reactores que fueron diseñados, en donde se controló la amplitud del voltaje de descarga (0-15 KV), la frecuencia de operación (5-150 KHz) y el ciclo de servicio del inversor. Se utilizó un reactor de plasma rotatorio al vacío para la modificación de grafeno mediante alto voltaje y alta frecuencia obteniendo resultados satisfactorios ya que es un sistema más económico de implementar ya que es un sistema mucho más económico de implementar y con potencias mucho menores (30W) a las aplicadas con otras técnicas de generación de plasma como son por radiofrecuencia.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Simon, S. D. (3 august 2007). An alternative source for generating atmospheric pressure non-thermal plasmas. *Plasma sources Sci.Technol*, 5.
 [3] C.D. Tudoran, V. A. (september 5, 2011). High frequency inverter dased atmospheric pressure plasma treatment system. *plasma physics*, 10.
 [4] Jun Liu, L. S. (2007 China). Design of high voltage, high power and high frequency transformer in LCC resonant converter. *IEEE*, college of Electrical Engineering, Zhejiang University.consulta en :<http://iopscience.iop.org/0963-0252/16/3/L01>.
 [5] Bauer, M. B. (august 22-26. 2011). Design and aplication of a high-frequency high voltage generator. *Research group of high voltaje technology*, Germany, 6.
 [2] D. W. Hart (2001). *Electronica de potencia* (pág. 472). Madrid: PEARSON EDUCACION.

POLIMEROS EN EL DISEÑO DE EMPAQUE Y EMBALAJE Y SU IMPACTO EN EL MEDIO AMBIENTE

Mayra Liliana Cedejas López¹ y María del Carmen Chacón Olivares²

RESUMEN

El entorno ecológico se ha convertido en una preocupación mundial, debido a cada vez es más grave la contaminación mundial del medio ambiente. La rápida industrialización ha causado muchos problemas graves, tales como el agotamiento de los recursos naturales, la degradación de los principales ecosistemas por medio de la contaminación. (Zheng-Xia He, 2016). En este proyecto determinamos en cuanto a demostración teórica el impacto ecológico que representan algunos materiales de empaque y embalaje en cuanto a sus propiedades y a su volumen en el medio ambiente. Hablamos de técnicas que ofrecen una perspectiva diferente de la problemática, concluyendo con los resultados obtenidos.

Palabras clave: Empaque, embalaje, medio ambiente, polímeros, reciclaje.

ABSTRACT

The ecological environment has become a global concern due to increasingly severe global environmental pollution. Rapid industrialization has caused many severe problems, such as the depletion of natural resources, degradation of major ecosystems, and pollution (Zheng-Xia He, 2016). In this project we determine as a theoretical demonstration the environmental impacts that represent some packaging materials in their properties and their volume in the environmental. We talk about techniques that offer a different perspective of the problem, we concluding with results.

Key Words: Packaging, environment, polymers, recycling.

INTRODUCCIÓN

La satisfacción del cliente final es el objetivo central de toda organización, por décadas se ha mostrado como meta difícil, las tendencias en cuestión de días van cambiando, es decir que el mercado exige innovación constante. ¿Y qué ocurrió cuando los empresarios querían satisfacer a sus clientes para así asegurar la venta de su producto? En los antecedentes de nuestra investigación nos dimos a la tarea de investigar que opinaban expertos acerca de la relación directa que existe entre situación ambiental que México vive de unos años atrás hasta hoy día y el desarrollo sostenible. En la revista E Logística, Mario Monsreal Barrera tras comentar que el ciclo de vida de los productos tradicionalmente se acataban a: abastecimiento, producción, consumo y desecho, lo cual en la actualidad ha creado problemas que comprometen el desarrollo sostenible de las sociedades.

Esto debe obligar a un cambio en la forma de usar los recursos, especialmente en la manera de recuperar productos y materiales para reutilizarlos de nuevo en el ciclo económico. Sostuvo que “desde el punto de

¹ Estudiante de 6to semestre de la carrera de Ingeniería en Logística en el Instituto Tecnológico Superior de la ciudad de Irapuato, Guanajuato. Cedejas.lopez7@hotmail.com

² Profesor de Ingeniería en Logística, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Guanajuato. Carmen.chacon@itesi.edu.mx

vista de CCM FEMSA, es importante no solamente la viabilidad económica, sino también la *responsabilidad social de la empresa para conservar el equilibrio ecológico* de la región, en la cual sus bebidas son producidas y consumidas.” **Fuente especificada no válida.**

El consumo desde una perspectiva ecológica llega a ser un factor sinérgico para la crisis ambiental, es decir que es parte esencial de un proceso que en conjunto con muchos factores morales, éticos, y culturales dan pie a las causas del deterioro ambiental. Julia Carabias quien es profesora del Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, en la UNAM, comentó “Hoy resulta común señalar que los ecosistemas de México están fuertemente deteriorados. *Lo que hace algunos años se limitaba a la mera discusión académica o a la de algunos grupos de agricultores afectados, hoy es del dominio público.*” **Fuente especificada no válida.**

Por otro lado, José Antonio Lozano Díez el Rector de la Universidad Panamericana – IPADE comenta acerca de los fuertes vientos de los últimos meses, vientos de hasta 75km/hr. Los cuales derriban árboles, etc. sostiene “El deterioro ambiental tiene como origen la revolución industria. Los avances tecnológicos empoderaron al hombre haciendo que sus acciones adquieran un enorme peso con relación al planeta.” **Fuente especificada no válida.**

Un punto importante de referencia en nuestra investigación, fue la relación que tiene *la aplicación de la Logística como impacto ambiental*. Una pregunta a determinar planteada como objetivo es la siguiente; ¿Hasta dónde acaba la intervención de un Ingeniero en Logística? Es por ello que hablamos con anterioridad de la satisfacción del cliente como meta principal pero, ¿Y el medio ambiente? El objetivo del presente es determinar el impacto que genera el estudio de la Ingeniería en Logística en el medio ambiente, con el diseño de empaque y embalaje de un producto.

Partiendo de un enfoque específico en el análisis de las propiedades de algunos de los materiales para el diseño de empaque y embalaje, en lo cual podamos aplicar los conocimientos de nuestros estudios de licenciatura.

METODOLOGÍA

Durante la estancia en el verano, la investigación se enfocó en 2 materiales específicos en el diseño de empaque y embalaje, las cuales fueron: Cartón y papel y Polímeros. De diversas fuentes bibliográficas extrajimos las propiedades, ventajas, desventajas, así como la variedad que presentan cada uno de ellos, resumiéndolos en las Tablas 2 y Tabla 2.1.

Tabla 2. De las características del material: Cartón y papel. (Fantoni, A. L. (2003). (Izquierdo, 2009)

¿Qué es?	Ventajas	Desventajas	Tipos
-El papel se define como una lámina plana constituida por fibras celulósicas de origen vegetal irregularmente adheridas entre si	<ul style="list-style-type: none"> Económico: Bajo en costo, alto beneficio. Reciclable. Óptimo para unificar envases individuales menores. No es conductor térmico. Capaz de recibir recubrimientos. Ligero. Resistente a las grasas y a los aceites. Apropiado para ser 	<ul style="list-style-type: none"> Casi nula barrera contra al vapor de agua. No tiene resistencia química Permeable al agua. Pierde su resistencia estructural con el agua. Para proveer fuerza adicional y protección al producto se necesita 	<ul style="list-style-type: none"> Cartón sólido blanqueado. Cartón sólido no blanqueado. Cartón folding. Cartón corrugado: corrugado sencillo, corrugado, doble corrugado y triple corrugado. Varillas de
-El cartón es un material formado por varias capas de papel superpuestas, a base de fibra virgen o de papel reciclado. El cartón			

es más grueso, duro y resistente que el papel	moldeado. <ul style="list-style-type: none"> Permite variedad de uso. 	agregar diversos materiales los contenedores.	cartón.
---	--	---	---------

Proceso de reciclaje del papel y cartón. El reciclado de papel y cartón es una medida eficaz que ayuda a la protección del medio ambiente, controlar problemas de residuos.

Etapas del proceso.

- Selección del papel de desecho.
- Trituración del papel.
- Preparación de pulpa secundaria.
- Limpieza de impurezas en la pasta.
- Refino.
- Formación de la hoja.
- Rodillos de la zona de secado.
- Cocina.
- Lisas y calandras.
- Pope.
-

Tabla 2.1. De las características del material: Polímeros (Ana Maria Sosa, 2003), (Fantoni, A. L. (2003, (Industrial, 2012),).

¿Qué es?	Ventajas	Desventajas	Tipos
Los polímeros son moléculas gigantes que resaltan de la unión de miles de moléculas más pequeñas llamadas monómeros.	<ul style="list-style-type: none"> Ofrece variedad (existen más de 30 tipos de plásticos) Permiten versatilidad en el diseño. Fáciles de moldear Resistentes a la degradación. Livianos. Económicos Resistencia a la fatiga. Flexibilidad Bajo coeficiente de absorción de humedad: Resistente a la corrosión. Resistencia al impacto. Transparencia Hermético 	<ul style="list-style-type: none"> Baja resistencia a temperaturas elevadas. Baja resistencia a los rayos UV y a la intemperie. Poca resistencia mecánica. Inflamabilidad Deformación térmica 	<ul style="list-style-type: none"> Polietileno. (PE) De baja densidad (LDPE/PEBD) Lineal de baja densidad (LLDPE) De alta densidad (HDPE/PEAD) De peso molecular ultra elevado (UHMW-PE) De densidad muy baja (VLDPE) De densidad ultrabaja (ULDPE) Polipropileno (PP) Poliamidas (PA) Poliésteres: Polietilentereftalato (PET) Policarbonato (PC) Polímeros vinílicos : Policloruro de vinilo (PVC) Cloruro de Polivinilideno (PVDC) Espuma para embalaje

Para llevar a cabo el reciclado de los polímeros, primero hay que clasificarlo de acuerdo con el tipo de composición como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3. Códigos para separar los desechos de los plásticos y tomar una decisión respecto a la técnica de reciclaje a emplear y beneficios de llevarlo a cabo. (Ana María Sosa, 2003).

Código	Clasificación	Beneficios tras ser reciclado
	PET – politereftalato de etileno	Se obtiene principalmente fibras para relleno de bolsas de dormir, alfombras, cuerdas y almohadas.
	HDPE- Polietileno de alta densidad	Se utiliza para macetas, contenedores de basura y botellas de detergente.
	PVC- Policloruro de vinilo	Se utiliza como tubos drenaje e irrigación.
	LDPE- Polietileno de baja densidad	Se utiliza como bolsas de supermercado nuevamente.
	PP- Polipropileno	Se utiliza como viguetas de plástico, peldaños para registros de drenaje, cajas de baterías para autos.
	PS- Poliestireno EPS-Espuma de poliestireno	Se utiliza en viguetas de plástico, cajas de cintas para casetes y macetas.

Tipos de reciclaje de plásticos. Para poder realizar una adecuada separación es necesario identificar el tipo de material con el que contamos. El conocer qué tipo de reciclaje se debe usar depende de factores tales como la limpieza y homogeneidad del material y el valor del material de desecho y de la aplicación final. Para lo cual contamos con cuatro tipos de reciclajes. (Tabla4)

Tabla 4. Descripción de los tipos de reciclaje de plásticos.

<p>Reciclado Primario Consiste en la conversión del desecho plástico en artículos con propiedades físicas y químicas idénticas a las del material original. El reciclaje primario se hace con termoplásticos como PET, PEAD, PEBD, PP, PS y PVC.</p>	<p>Reciclaje Terciario A través de este, se degrada el polímero a compuestos químicos básicos y combustibles. Es diferente a los dos primeros porque involucra además de un cambio físico un cambio químico.</p>
<p>Reciclaje Secundario En este tipo de reciclaje se convierte el plástico en artículos con propiedades que son inferiores a las del polímero original. Este proceso elimina la necesidad de separar y limpiar los plásticos, en vez de esto, se mezclan.</p>	<p>Reciclaje Cuaternario: Consiste en el calentamiento del plástico con el objeto de usar la energía térmica liberada de este proceso para llevar a cabo otros procesos, es decir el plástico es usado como combustible para reciclar energía.</p>

¿Cuánto tardan los materiales en descomponerse? Diferentes fuentes tienen información distinta del tiempo real que requieren para descomponerse de manera natural algunos materiales. Pero los números en general no varían tanto.

Tabla 3. Degradación de materiales de envase, empaque y embalaje, natural y completamente. (SEMARNAT, 2013) (Arturo Cristán Frías, 2011)

Material	Tiempo de descomposición	Material	Tiempo de descomposición
Papel / Cartón	8 meses- 1 año	Polímeros	
		Poliestireno	 Dura en el aire 150 años.
Latas de aluminio	10 -100 años (Depende del grosor, composición y tamaño del envase)	Polipropileno	 100 – 300 años
Vidrio	4000 años	PET	 450 años

RESULTADOS

Investigación de campo

Ante cualquier tipo de material una de las mejores soluciones frente al impacto ambiental del ser humano es el reciclaje. A nivel mundial en el año 1690 una familia llamada Rittenhouse realizó una especie de experimento en el que por primera vez se reciclaron materiales. Posteriormente en la ciudad de New York se abrió el primer centro de reciclaje oficial en los Estados Unidos. Ya en 1970 se creó la Agencia de Protección Ambiental y se difundió con mayor interés el reciclaje. Por su parte México en poco menos de 40 años la generación de desechos sólidos por persona se multiplicó 9 veces. La Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) estima que la generación nacional de basura alcanza 84 mil 200 toneladas diarias. Pero de ese volumen el 83% por ciento es recolectado, esto es, 69 mil 886 toneladas, el resto aún queda disperso.

Por nuestra parte nos dimos a la tarea de visitar un centro de reciclaje de nuestra localidad en la cual obtuvimos los siguientes resultados:

Tabla 4. Porcentaje de material recolectado por semana.

Material		Cantidad Recolectada por semana
Cartón y papel	*Libro	550kg
	*Blanco	
	*Periódico	
	*Cartón	1 ton
Polímero	-Cristal (transparente)	2 ½ ton
	-Verde	
	-Lechero	
	-HDP	

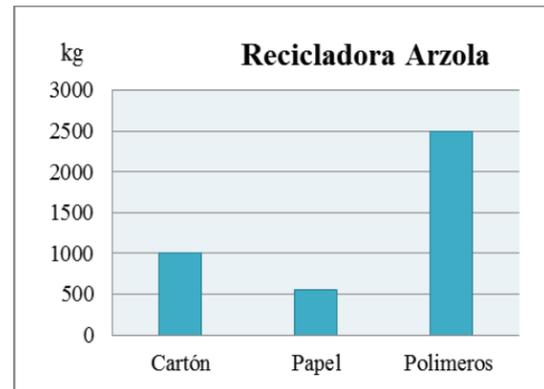
Tabla 5. Comparación entre papel y plástico. (Benjamín Ruiz, Mayo 2010)

- Fabricar plástico consume 40% energía asociado a su manufactura y transformación que fabricar papel, por lo que es menos contaminante.
- El plástico genera 80% menos residuos sólidos que el papel, por lo que ocupa menos espacio en los rellenos sanitarios.
- El plástico se puede reciclar más de 20 veces antes de volverse débil y quebradizo, mientras que el papel se puede reciclar un promedio de 8 veces antes de que las fibras se vuelvan cortas.
- El consumo de agua y de productos químicos en el proceso de reciclaje del plástico es mínimo.

CONCLUSIÓN

En base a la investigación del Instituto Nacional de Ecología (*Inare 2000.*) se registraba que el 14% de los residuos de un relleno sanitario están compuestos de cartón y papel, mientras que los materiales plásticos representan el 11% del peso y más del 20% en volumen, hoy día, guiándonos de los resultados obtenidos de la investigación de campo la recolección de Polímeros supera al Papel/Cartón. Concluyo que por sus propiedades, los envases, empaques o embalajes de plástico no representan un riesgo ambiental, pero por su volumen pueden llegar a tener impacto sobre los cuerpos de agua y suelo. Ya que los polímeros permiten reciclarse más veces que el cartón/papel y pueden estar solos o mezclados con otros plásticos, presentando así más diversidad de uso.

Puede ser que quemar plásticos sea altamente contaminante, pero solemos olvidar que el petróleo y sus derivados son altamente contaminantes también si no se toma medidas apropiadas. Esto recae total y rotundamente al trato y la cultura de la población, no es culpa del plástico, sino de quienes no depositamos la basura en su lugar. Hoy día la industria química tiene innovaciones tales como "Polímeros biodegradables" que se descomponen más rápidamente y no generan nuevos contaminantes. Incluso la destrucción de los ecosistemas con la fabricación del papel es altamente atentada considerando

**Figura 5. Cantidad recolectada por semana de los materiales en la recicladora "Arzola"**

que el cartón y el papel no permiten reciclarse en media comparativa con los polímeros. No debemos satanizar al plástico simplemente porque los seres humanos no nos comportamos como es debido, porque México no tiene la cultura de reutilizar, o separar la basura y más que por negocio llevarla a recintos de recolección para que hagan un uso apropiado del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

- Arturo Cristán Frías, I. I. (2011). *Instituto Nacional de Ecología*. Obtenido de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/gacetas/422/envases.html>
- Fantoni, A. L. (2003). *Envase y Embalaje, La Venta Silenciosa*. Madrid: ESIC.
- Industrial, I. N. (Mayo de 2012). *Envases y embalajes*. San Martín, Argentina.
- Izquierdo, M. H. (Junio de 2009). *Guía de envases y embalajes*. Obtenido de Ministerio de Comercio Exterior y Turismo: http://www.mincetur.gob.pe/comercio/ueperu/consultora/docs_taller/envases%20y%20embalajes.pdf
- Loyola, B. R. (mayo de 2010). ¿papel o plástico? (D. G. UNAM, Ed.) *¿cómo ves?*
- Marco, E. (Mayo de 2009). *Guía de acondicionamiento y embalaje*. Lima, Perú.
- Ramirez, A. C. (2009). *Manual de gestión de logística del transporte y distribución de mercancías*. Barranquilla, Colombia: UniNorte.
- reserved., E. L. (24 de Mayo de 2016). Factors that influence corporate environmental behavior: empirical analysis based on panel data in China.
- SEMARNAT. (2013). *Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable*. Recuperado el 6 de Julio de 2016, de http://www.uaz.edu.mx/semarnat/cuanto_tarda.html
- Tinoco, R. M. (s.f.). *Plásticos biodegradables. ¿Cómo ves?*
- Zheng-Xia He, S.-C. X.-X.-Y. (24 de Mayo de 2016). Factors that influence corporate environmental behavior: empirical analysis based on panel data in China. *Elsevier*.

ANÁLISIS DE PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DE INMUEBLES TRADICIONALES (PATRIMONIALES) Y CONTEMPORÁNEOS

Daniel Cháirez Jiménez¹ y Gloria Cardona Benavides²

INTRODUCCIÓN

La ciudad de Guanajuato está catalogada como *Ciudad Patrimonio Cultural de la Humanidad* por la UNESCO, cuenta con una gran cantidad de áreas y edificios patrimoniales. Estos edificios contienen expresiones históricas y arquitectónicas distintivas de la época en la que fueron construidos, refleja las maneras de vivir de una sociedad y con el paso del tiempo se convierten en referentes de la ciudad. Esta herencia colectiva representa el patrimonio cultural. Este estudio surge como respuesta a la falta de conocimiento y uso de los sistemas constructivos tradicionales que por diversos factores han ido perdiéndose; sin embargo, a pesar de que se han adoptado nuevos y mejores procesos de construcción, es necesario contar con una documentación de éstos, analizar sus propiedades, características y cualidades que en su conjunto contribuyen al desarrollo de una identidad cultural.

La investigación se desarrolló en el Mesón de San Antonio, edificio catalogado como patrimonial y que en el año de 1977 fue adquirido por la universidad de Guanajuato, con el fin de dedicarlo a oficinas de difusión cultural. Debido al cambio de los procedimientos y los materiales de construcción, el mesón de San Antonio es ahora uno de los pocos documentos arquitectónicos que aún pueden atestiguar los servicios de hospedaje y mercadeo que se ofrecieron en la época. Para el presente estudio se define al patrimonio como el conjunto de bienes materiales e intangibles que una persona, sociedad o entidad posee. El patrimonio histórico es aquel heredado de generaciones pasadas y forma parte de la memoria colectiva y de la identidad cultural.



Ilustración 1. Interior del Mesón de San Antonio visto desde el acceso principal. En la imagen puede apreciarse uno de los dos patios centrales.

¹ Universidad Autónoma de Aguascalientes. Departamento de ciencias del diseño y de la construcción. Av. Universidad #940 Colonia Ciudad universitaria. C.P. 20131. Aguascalientes, Aguascalientes. elcorreodechaires@hotmail.com.

² Universidad de Guanajuato. Facultad de Arquitectura. Av. Juárez 77, zona centro. C.P. 36000. Guanajuato, Guanajuato. glocardonab@yahoo.com.mx

MARCO TEÓRICO

Contexto Histórico.

Durante la colonia, la ciudad de Guanajuato –y su región– era la más importante productora de plata en el mundo. Los estudios de arquitectura de Guanajuato están sujetos al análisis de la actividad minera que le dio origen.

El Mesón de San Antonio fue construido en el año de 1776 impulsado por Don Vicente Manuel de Sardaneta, Primer Marqués de Rayas. Es un enorme edificio con alargado patio y plantas por todos lados. Era parte de una compleja empresa minera. Actualmente este edificio es sede de la Dirección de Extensión Cultural de la Universidad de Guanajuato y en él se realizan presentaciones artísticas de teatro, música y danza; así como eventos sociales, conferencias, proyecciones de cine y presentaciones de diversas publicaciones.

Descripción del Edificio.

Se estudiaron algunos aspectos que se consideraron fundamentales al momento de efectuar la descripción del edificio. Primero se realizó una reseña histórica del desarrollo del casco urbano, dónde se analizó el crecimiento de la ciudad y la importancia que el edificio ha tenido a lo largo de la historia, para así conocer la importancia de su preservación y la clasificación patrimonial del mismo.

Luego, se analizaron las condiciones geológicas y estructurales del edificio. Este análisis permite valorar el comportamiento del edificio a partir de los procesos constructivos llevados a cabo en el mismo, tomando en cuenta el contexto al momento de su construcción y como estos procesos han cambiado con el paso del tiempo. A pesar de que el edificio no ha sufrido importantes modificaciones en lo referente a sus elementos estructurales, este presenta algunas alteraciones que se le han hecho para lograr su preservación.

Finalmente, se llevó a cabo la documentación y la descripción de los elementos y procesos constructivos del edificio. Con los conocimientos de los aspectos anteriormente mencionados, se hizo la descripción detallada del edificio y una conjeturación que permitiera comprender el contexto en el que fue construido y como estos procesos constructivos han ido cambiando con el paso del tiempo.

Generalidades.

El mesón de San Antonio es un enorme edificio con dos grandes y alargados patios centrales. Está conformado por 3 niveles y cuenta con un gran número de habitaciones.

Por debajo del edificio atraviesa la calle Subterránea (calle Miguel Hidalgo) lo que antes era el Río Guanajuato. Para conectar ambos lados del mesón se construyó una bóveda que bordeara de lado a lado el paso del río. Esta bóveda es una gran obra hecha por constructores especializados, pues además de conectar el mesón por ambos lados del río ésta fue la primera de varias obras en su tipo y se ha mantenido sin problemas de derrumbamiento o inestabilidad.



Ilustración 2. Vista general en planta del Mesón de San Antonio, dónde puede apreciarse la distribución de espacios.

Localización.

El Mesón de San Antonio se encuentra ubicado en la zona centro de la ciudad de Guanajuato. Más exactamente en la calle de Alonso #12, entre las calles (callejones) de la Estrella y de los Arcos.

A continuación, se definen algunos conceptos de los elementos analizados en la investigación.

- Cimentación. La cimentación, es el material que media entre el terreno y los muros o entre terreno y estructura, según la naturaleza del edificio a construir. El objeto de toda cimentación es transmitir al terreno todas las cargas y sobrecargas de un edificio.
- Estructura. La estructura de un edificio está conformada por diferentes elementos que en conjunto trabajan como uno solo y tienen la función primordial de transportar las cargas al suelo, pueden efectuar dicha transmisión directamente por contacto de una de sus zonas o varias de ellas con la tierra, o indirectamente, por contacto de una de sus zonas o varias de ellas con otros elementos estructurales que a su vez transmiten la descarga al sistema tierra. A la zona de transmisión de carga de un elemento estructural se le conoce con el nombre de "apoyo".
A continuación se describen algunos de los elementos estructurales del mesón de San Antonio.
- Muros. Los muros son elementos estructurales que tienen como función primordial el transmitir las cargas al suelo.
- Columnas. Las columnas son apoyos de rígidos constituidos por piedras de cantera junteados con mortero. Estos elementos trabajan a compresión y son considerados como indeformables.
- Arcos. Los arcos son estructuras curvas que, cargadas verticalmente, producen presiones oblicuas en los apoyos y cuyas características dependen principalmente de la clase de apoyo que se disponga.
- Losa. Las losas son elementos estructurales de dimensiones grandes con relación a su peralte. Las principales acciones sobre las losas son cargas normales a su plano. Sirven para conformar pisos y techos del edificio y están apoyados sobre vigas o muros.
- Vigas. Las vigas son piezas prismáticas cuya directriz es una curva plana, sometida a cargas perpendiculares a su plano.
- Pórticos. Los pórticos son estructuras constituidas por elementos rectos, con frecuencia unidos a otros curvos. En este caso que toman forma de arco aparecen momentos y esfuerzos longitudinales de compresión que solicitan a las distintas piezas del elemento.

METODOLOGÍA

Para la descripción este inmueble, se realizaron diversas visitas al inmueble con el objetivo de observar los diversos elementos de su construcción y analizarlos a detalle. Este procedimiento se realizó identificando los materiales con los que están contruidos y tomando fotografías en el lugar de los elementos estructurales analizados (arcos, bóvedas, cimentación, losas, columnas y muros). Posteriormente se hizo una investigación de diversos aspectos relacionados al edificio, tales como el contexto histórico, social, conceptos de ingeniería y construcción.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

El suelo está constituido por varios tipos de roca volcánica con altos contenidos de sílice, basalto y rocas ígneas ácidas asociadas con aluviones antiguos.

De acuerdo al INEGI, el suelo de la zona contiene la siguiente constitución:

- Arenisca - Conglomerado. 12% . Clastos (fragmentos de roca) de grano normalmente fino.
- Conglomerado. 32%. Coloración rojiza.
- Rocas ígneas (Rocas extrusivas ácidas). 56%. Presentan una formación prismática en forma de columnas.

La cimentación del mesón de San Antonio consiste en muros de calicanto desplantados al nivel de la calle subterránea (3 metros de profundidad), consisten en mampostería de diversos tipos de piedra blanca de la región, asentada con morteros de cal y arena.

De acuerdo a estudios realizados por la Universidad de Guanajuato, las piedras del muro son de tipo silíceo cuya composición mayoritaria es de cuarzo, feldespatos, micas, calcita y minerales de hierro.

El mortero utilizado para las juntas es de cal y está compuesto por calcita y arena. Debido a que pertenece a la zona de Guanajuato contiene cuarzo, feldespatos y micas.

Las piedras que conforman el muro son de mezcla de forma angulosa, permitiendo el agarre entre los elementos además de servir como cuña para nivelar las piedras, y redondeada, las piedras de tipo redondeado generalmente son procedentes de ríos. Los espacios vacíos entre las piedras que conforman la cimentación están rellenas de conglomerado.

La mampostería consiste en aparejos diseñados para soportar la carga vertical que representa el edificio. El acomodo consta de hiladas compuestas por piedras dispuestas en saga.

Este sistema (muros de cimentación) fue adoptado debido a que previo a la construcción del mesón, la ciudad fue afectada por las inundaciones producto de las intensas precipitaciones que provocaban el desbordamiento del río Guanajuato, por lo que se tomó la determinación de elevar el nivel de los edificios colindantes con el río.



Ilustración 3. Muro cimentación del mesón. Puede apreciarse el acomodo de la mampostería y la forma predominante de las piedras que constituyen el muro.

Los muros del mesón son de calicanto y están constituidos por piedra braza de la región y juntados con mortero de cal-arena y conglomerado. Los muros interiores del edificio son de aproximadamente 3 metros, algunos de ellos cuentan con acabado fino a base de mortero, otros están al descubierto sin contar con algún repellido. En general, la separación entre columnas es de 4.2 metros. Las columnas son elementos cuadrados de 0.8x0.8m o de 0.65x0.4m en su mayoría.

El mesón cuenta con arcos constituidos por piedras de cantera juntadas con mortero cal-arena. Estos elementos predominan en la arquitectura del edificio y dan testimonio del contexto colonial en el que fueron construidos. La construcción de los edificios históricos era muy diferente a la actual. Por esta razón es que podemos encontrar diversos estudios dónde se analizan los distintos procesos constructivos y su evolución con el tiempo, existen algunos factores muy generales que diferencian las construcciones antiguas de las actuales, como lo son las condiciones de estabilidad estructural, el factor local y su comportamiento frente al agua.

Por debajo de algunas de las losas atraviesan transversalmente elementos de sección cuadrada de madera que complementan la estructura y apoyan la losa sobre los muros o columnas, estos elementos se conocen con el nombre de dinteles. Para el caso del mesón, su función es soportar el forjado de un balcón saliente con respecto a la superficie de fachada. También pueden corresponder a este tipo los dinteles de los entramados de rotonda cuando la distancia entre pilares es importante. Estas vigas trabajan a flexión. En el mesón existe una gran bóveda que conecta el edificio por ambos lados de la calle subterránea, fue construida con la intención de salvar el claro sobre el río Guanajuato.

Su eje o directriz del arco es de forma curva y está constituido por materiales pétreos de cantera juntados con mortero. La estabilidad estructural de los edificios históricos consiste fundamentalmente en el equilibrio conseguido a través de elementos que trabajan a compresión. Estos elementos, en consecuencia, exigen una geometría específica con el fin de que las resultantes siempre se descarguen lo más cercano posible del tercio central de todas las secciones de la estructura del edificio. Sin duda, las posibilidades que otorga la resistencia a la tracción del acero cambia la manera de proyectar los edificios en la actualidad.

Otra gran diferencia que existe es respecto al uso del conglomerante, la cal y el mortero. Material que fue desplazado por el cemento portland, que ofrece una mayor resistencia y velocidad de fraguado. Estas y algunas otras diferencias son consecuencia de la región, pues antiguamente el intercambio de conocimientos técnicos y la manera de abordar la construcción de los edificios no era tan fluida como lo es actualmente. La variedad de situaciones históricas, geográficas, culturales y de coyunturas económico-

sociales han derivado en diferencias entre los edificios según sea su ubicación, con diferencias entre zonas relativamente cercanas. El objetivo de este estudio fue conocer y analizar los procesos constructivos de los edificios antiguos declarados patrimoniales. En busca de documentar dichos procedimientos para comprender las condiciones contextuales y físicas que los constituyen con el fin de identificar y comprender los diferentes componentes estructurales, para hacer una descripción de su comportamiento dentro del conjunto construido.

CONCLUSIONES

Después de haber analizado los diversos elementos estructurales del mesón y su contexto histórico, podemos concluir lo siguiente.

Primero, los estudios realizados nos permiten reconocer los aspectos a tomar en cuenta al momento de llevar a cabo un estudio de la tipología de los edificios catalogados como patrimoniales. Con esto, debe considerarse importante el valor patrimonial de una obra no solo por su historia sino por el sentimiento de la población hacia ella, por lo que es necesario considerar la relevancia del edificio en las labores cotidianas del lugar.

Es por ello que la documentación de los procesos constructivos es fundamental para conocer su evolución y hasta su tratamiento con respecto a la preservación o restauración.

Finalmente, es importante recordar que la arquitectura pertenece a la historia tangible de la ciudad, por lo cual su clasificación y análisis es imprescindible.

GLOSARIO

CONGLOMERADO. Un conglomerado es una roca sedimentaria formada por consolidación de cantos, guijarros o gravas de fragmentos superiores a los 4mm englobados por una matriz arenosa o arcillas y con un cemento de grano fino que los une (caliza o sílicea).}

PATRIMONIO. Patrimonio se denomina al conjunto de bienes materiales tangibles e intangibles que una persona, sociedad o entidad posee. El patrimonio histórico es aquel heredado de generaciones pasadas y forma parte de la memoria colectiva y de la identidad cultural.

ROCAS ÍGNEAS. Las rocas ígneas se forman cuando el magma (roca fundida) asciende a la superficie, se enfría y se solidifica. Si el enfriamiento se produce rápidamente sobre la superficie (erupciones volcánicas), se forman rocas con cristales invisibles conocidas como rocas volcánicas o extrusivas. Las rocas ígneas extrusivas ácidas se clasifican de este modo basándose en el contenido de sílice y la composición mineral.

DETERMINACION DE LAS CONSTANTES DE VELOCIDAD DE ADSORCIÓN DE COBRE EMPLEANDO CÁSCARA DE NARANJA

Chávez González Brenda¹ y Bonilla-Petriciolet Adrián²

RESUMEN

La intensificación de los procesos de adsorción mediante la síntesis de materiales alternativos con capacidades de adsorción sobresalientes es un tópico de interés a nivel mundial. Bajo esta perspectiva, este trabajo se enfoca en la aplicación de un residuo alimenticio (cáscara de naranja) como precursor para la síntesis de nuevos adsorbentes y en la determinación de sus propiedades de adsorción de cobre en solución acuosa. En forma particular, se realizaron estudios cinéticos en condiciones por lotes y se determinaron las constantes de velocidad correspondientes empleando diferentes expresiones cinéticas. Los resultados obtenidos indican que el modelo de pseudo segundo orden correlaciona adecuadamente los datos experimentales.

ABSTRACT

The intensification of adsorption processes through the synthesis of alternative materials with outstanding adsorption capacities is a topic of interest at worldwide. Under this context, this work focuses on the application of a food residue (orange peel) as a precursor for the synthesis of new adsorbents to remove copper ions in aqueous solution. In particular, kinetic studies were performed at batch conditions and adsorption rate constants were determined by using different kinetic expressions. The obtained results indicate that the pseudo-second-order model correlate adequately the experimental data.

Palabras clave: Cinética de adsorción, Cobre, Modelos cinéticos.

INTRODUCCIÓN

Entre los diversos factores que pueden afectar la composición del agua, los metales pesados representan un problema importante debido a su toxicidad, persistencia y bioacumulación (Ji y col., 2012). En forma particular, el cobre se encuentra entre los contaminantes de mayor interés debido a los efectos potencialmente dañinos que puede ocasionar en la salud humana cuando los niveles de tolerancia son excedidos (Fu y Wang, 2011). Considerando lo anterior, es importante la remoción del mismo en efluentes contaminados. Por lo tanto, este trabajo se enfoca en la aplicación de un residuo alimenticio (cáscara de naranja) como precursor para la síntesis de nuevos adsorbentes y en la determinación de sus propiedades de adsorción de cobre en solución acuosa.

¹Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Departamento Metal-Mecánica. Av. Adolfo López Mateos No. 1801 Ote., Fracc. Bonagens, C.P: 20256, Aguascalientes, Aguascalientes. brendachavez88@hotmail.com

²Profesor del Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Departamento de Química y Bioquímica, Av. Adolfo López Mateos No. 1801 Ote., Fracc. Bonagens, C.P: 20256, Aguascalientes, Aguascalientes. petriciolet@hotmail.com

MÉTODOS Y MATERIALES

Previo a los experimentos de adsorción, la cáscara de naranja fue desprovista de la pulpa y enseguida se deshidrató durante 20 h. Dicho residuo fue molido hasta obtener un tamaño de partícula de 0.425 mm y posteriormente se trató fisicoquímicamente empleando soluciones de hidróxido de sodio y cloruro de calcio. Con el adsorbente obtenido, se obtuvieron cinéticas de adsorción en condiciones por lotes a 30 °C, pH 5, 120 rpm, empleando una relación masa/volumen de 2.5 g/L y soluciones de cobre con concentraciones iniciales de 100 y 200 mg/L, respectivamente. Los tiempos empleados en el proceso de experimentación variaron entre 5 y 600 min. El adsorbente fue separado de la solución mediante filtración y se cuantificó la concentración del metal empleando un equipo de absorción atómica.

Todos los experimentos se realizaron por triplicado. Con los resultados experimentales, se calculó la capacidad de adsorción de cobre. Además, dicha información fue correlacionada con los modelos cinéticos de pseudo primer orden y pseudo segundo orden. El modelo de pseudo primer orden (ecuación 1) asume que la principal fuerza responsable de la adsorción es la diferencia de concentraciones de adsorbato que existen entre la solución y la superficie del adsorbente (Kumar, 2006). Por otra parte, el modelo de pseudo segundo orden (ecuación 2) asume que la velocidad de ocupación de los

sitios de adsorción es proporcional al cuadrado del número de sitios no ocupados y se fundamenta en el mecanismo de intercambio iónico (Ayanda y col., 2012). Dichas expresiones cinéticas se describen a continuación:

$$\log(q_e - q) = \log(q_e) - \left(\frac{k_1}{2.303}\right)t \quad (1)$$

$$\frac{t}{q} = \frac{1}{Kq_e^2} + \frac{1}{q_e}t \quad (2)$$

donde: q_e es la capacidad de adsorción teórica (mg/g), q es la capacidad de adsorción experimental (mg/g), k_1 es la constante de velocidad de pseudo primer orden (min^{-1}), t es el tiempo de contacto (min) y k es la constante de velocidad del proceso de adsorción de segundo orden (g/mg min).

RESULTADOS

La Figura 1 muestra los resultados cinéticos obtenidos para la adsorción de cobre en solución acuosa en función del tiempo y la concentración del metal. Se observa que la remoción de los iones incrementa con el tiempo y un lapso de aproximadamente 100 minutos llega al equilibrio. El perfil de estas cinéticas es una curva suave y continua que llega a la saturación y sugiere la posible cobertura de la superficie del adsorbente con una monocapa de metal. Por otra parte, en la Tabla 1 se presentan los parámetros cinéticos obtenidos con los diferentes modelos cinéticos. Estos datos indican que el modelo pseudo segundo orden presenta una correlación más adecuada de los datos obtenidos experimentalmente que el modelo de pseudo primero orden.

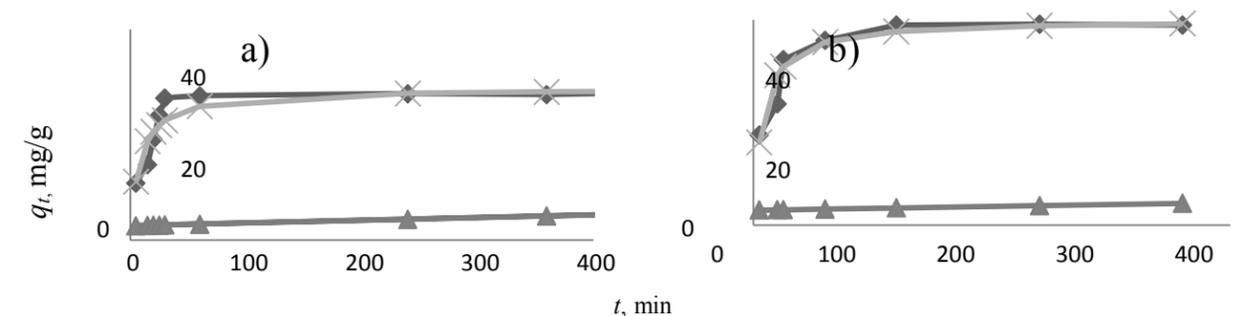


Figura 1. Cinéticas de adsorción de cobre empleando una concentración inicial de 100 (a) y 200 (b) mg/L. Nomenclatura: Capacidad de adsorción experimental (▲), Capacidad de

adsorción predicha por el modelo de pseudo primer orden (▲), Capacidad de adsorción predicha por el modelo de pseudo segundo (X).

Tabla 1. Resultados del ajuste de las expresiones cinéticas empleadas en la correlación de la adsorción de cobre empleando cáscara de naranja modificada

Modelo cinético Concentración inicial, mg/L	Pseudo primer orden		Pseudo segundo orden	
	k_1, min^{-1}	$q_e, \text{mg/g}$	$k, \text{g/mg min}$	$q_e, \text{m g/g}$
100	0.004	32.362	32.148	0.013
200	0.003	45.045	43.910	0.009

CONCLUSIONES

Al evaluar la capacidad de descripción de los modelos empleados en el análisis de los datos cinéticos se estableció que existen diferencias significativas. En forma particular, se determinó que la ecuación de pseudo segundo orden es la que mejor describe la velocidad de adsorción del cobre. Por otra parte, las capacidades de adsorción obtenidas que el adsorbente utilizado puede ser una alternativa viable y de bajo costo para la remoción de metales pesados.

BIBLIOGRAFÍA

- Fu F., Wang Q. (2011). Removal of heavy metal ions from wastewaters: A review. Journal of Environmental Management. 92: [pp. 407–418].
- Ji F., Li C., Tang B., Xu J., Lu G., Liu P. (2012). Preparation of cellulose acetate/zeolite composite fiber and its adsorption behavior for heavy metal ions in aqueous solution. Chemical Engineering Journal 209: [pp. 325–333].

PRODUCCION DE ENZIMAS HIDROLITICAS MEDIANTE FERMENTACION SOLIDA

Chavez Rangel Maria Goretti¹ y Aldo Amaro Reyes²

RESUMEN

En el presente documento se indica la importancia y la producción de enzimas hidrolíticas mediante fermentación sólida, la función de las enzimas hidrolíticas constan de acelerar las reacciones en las que una sustancia se rompe en componentes más simples, principalmente en los seres vivos actuando como catalizadores, mediante la hidrólisis se determina la cantidad de enzima inmovilizada, utilizando como soporte la magnetita por su propiedad de magnetismo para que así sea posible la recuperación de la enzima que se encuentra en el sustrato obteniendo la actividad de la misma de acuerdo al medio en que se desarrolla la reacción.

ABSTRACT

In the this document there is indicated the importance and the production of enzymes hydrolytic by means of solid fermentation, the function of the enzymes hydrolytic they consist of accelerating the reactions in which a substance breaks in simpler components, principally in the living beings acting like catalysts, by means of the hydrolytic the immobilized enzyme quantity decides, using the loadstone as a support for its property of magnetism so that this way there is posible there recovery of the enzyme that is in the substratum obtaining the activity of the same one in accordance with the reaction develops.

Palabras Clave: hidrólisis, enzima inmovilizada, magnetita, sustrato.

INTRODUCCION

Es bien conocido que las enzimas, proteínas, son utilizadas en la industria con el fin de sintetizar compuestos más complejos o en el caso de los alimentos de difícil digestión para los humanos o animales, se utiliza la proteína como un catalizador o sintetizador de los azúcares, como en las leches, una vez que es utilizada la proteína es desechada este proyecto tiene como fin la recuperación y reutilización de la proteína para procesos futuros, con este fin se realizaron una serie de pruebas que se muestran a lo largo de este documento.

METODOS Y MATERIALES

Para la elaboración del reactivo DNS se utiliza 1g de ácido dinitrosalicílico, 300g de tartrato, 16g de hidróxido de sodio, esto es aforado a 1000 ml. Los reactivos son mezclados en el siguiente orden, se calienta el hidróxido de sodio y se diluye el tartrato en este una vez disuelto se agrega el ácido dinitrosalicílico y se mezcla hasta que quede homogéneo; debe almacenarse en un lugar frío y un bote oscuro puesto que es sensible a la luz.

Para la detección de enzima mediante la hidrólisis se utiliza el método de DNS, el cual consiste en tomar una alícuota de la muestra a analizar, se coloca el reactivo DNS en proporción 1:1 con la alícuota tomada, se debe agitar, calentar durante 10 minutos a 100°C para que ocurra la reacción, se enfría en hielo y se

¹ Instituto Tecnológico de Celaya, Ingeniera Química, Fovisste Av. Tecnológico C.P: 38010 Celaya Gto. 13030650@itcelaya.edu.mx

² Universidad Autónoma de Celaya, Facultad de Química, Las Campanas Cerro de las Campanas s/n C.P: 76010 Queretaro Queretaro, aldo.amaro@uaq.edu.mx

procede a leer la absorbancia de la muestra; para poder determinar la cantidad de enzima presente y así se realiza una curva de calibración con muestras donde la concentración de la enzima, xilanasa, es conocida. La cual se muestra a continuación como figura 1.

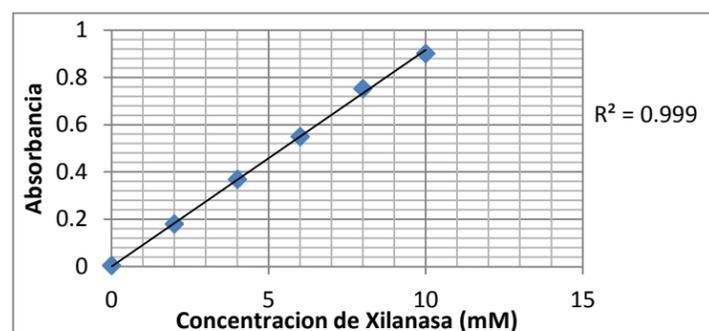


Figura 1. Curva de calibración de la xilanasa.

Obteniendo así una ecuación de la recta que relaciona la absorbancia con la concentración de xilanasa que se utilizara posteriormente, véase ecuación (1).

$$Y = 0.091 X + 0.002 \quad (1)$$

Donde Y corresponde al valor de la absorbancia reportada por el lector de microplacas y X es la concentración de la proteína.

Una vez realizada la curva de calibración para la xilanasa, se realizaron pruebas con la proteína. Las pruebas se hicieron con el fin de conocer sus condiciones óptimas de pH y temperatura para la proteína xilanasa, de igual modo se hace lectura de la absorbancia en la microplaca para conocer la actividad de hidrólisis para cada condición.

Se comenzó con la pruebas del pH óptimo, para esto se prepararon soluciones buffer de pH de 3,4,5,6,7,8,9. La preparación de los mismos fue hecha con citrato y fosfato, a continuación se muestran la preparación para 25 ml de estos.

Tabla 1. Preparación de soluciones buffer.

Citrato (ml)	Fosfato (ml)	pH
9.95	2.55	3
7.675	4.825	4
6.075	6.425	5
4.475	8.025	6
1.625	10.9	7
1	15	8

Para la preparación del buffer de pH=9 se utilizó glicina e hidróxido de sodio, para una solución de 25 ml se mezcla 6.25 ml de glicina y 1.1 ml de hidróxido de sodio.

Una vez realizados los buffer se prosiguió a preparar las muestras con los diferentes pH, utilizando 100 μ L de xilanasa a concentración de 1 mg/ml con 100 μ L de amortiguador (buffer) y 100 μ L de xilano al 1%. Una vez que se aplicó el método ya antes descrito, DNS, se obtuvieron los siguientes datos; véase tabla 2 y figura 2.

Tabla 2. Datos de pruebas sobre el pH.

pH	3	4	5	6	7	8	9
Umol xilosa/mL	4.432234	6.063579	5.508634	4.948195	4.841968	4.666667	4.193616
U/mL	0.443223	0.606358	0.550863	0.494819	0.484197	0.466667	0.419362
Act. Relativa (%)	73.09601	100	90.8479	81.60518	79.85329	76.96224	69.16073
Desv. Est Abs	0.010693	0.030406	0.009899	0.012728	0.009238	0.041621	0.014012
Desv. Est (umol/mL)	0.095524	0.312149	0.086808	0.117889	0.079534	0.435399	0.131999
Desv. Est (U/mL)	0.009552	0.031215	0.008681	0.011789	0.007953	0.04354	0.0132
Desv. Est (%)	2.155209	5.147939	1.575847	2.38247	1.642599	9.329978	3.147615

Para obtener el valor de Umol xilanasa/mL se utilizó la ecuación (1), haciendo el despeje de la concentración que en este caso es representada con una X. Es esta la utilidad de haber realizado la curva de calibración de la xilanasa.

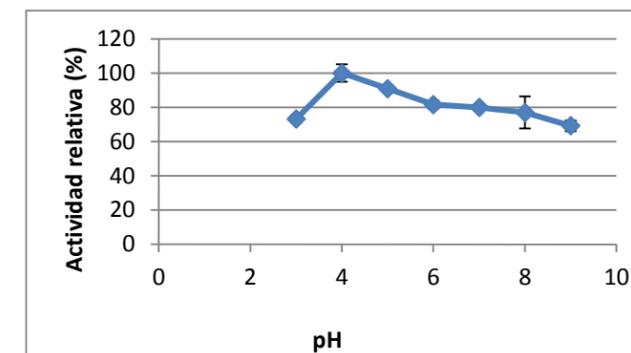


Figura 2. Gráfica de pH vs. Actividad relativa (%) de la xilanasa.

Una vez que se grafica la actividad relativa (%) de la xilanasa en diferentes medios de pH se obtiene un mayor valor para el pH de 4.

Para conocer la temperatura óptima para el desarrollo de la hidrólisis de la xilanasa se probaron temperaturas de 30, 40, 50, 60, 70, 80 y 90 $^{\circ}$ C, las muestras se prepararon de la siguiente manera, 100 μ L de amortiguador de pH=4, 100 μ L de xilano al 1% y 100 μ L de xilanasa a una concentración de 1 mg/ml. Obteniendo los datos que se muestran en la tabla 3 y la figura 3.

Tabla 3. Datos de pruebas sobre temperaturas diferentes

Temperatura	30	40	50	60	70	80
U mol xilosa/mL	2.08241758	4.26478284	4.96075353	5.26844584	3.42857143	2.37100994
U/mL	0.20824176	0.42647828	0.49607535	0.52684458	0.34285714	0.23710099
Act Relativa (%)	39.5262217	80.9495431	94.1597139	100	65.0774732	45.003973
DesvEst Abs	0.00777817	0.01123981	0.04439595	0.02251666	0.01997498	0.02150194
DesvEst (umol/mL)	0.06349642	0.10153638	0.46588951	0.22545781	0.1975273	0.21430701
DesvEst (U/mL)	0.00634964	0.01015364	0.04658895	0.02254578	0.01975273	0.0214307
DesvEst (%)	3.04916865	2.38080999	9.39150697	4.27939879	5.76121293	9.03863818

De igual forma se aplica la ecuación (1) para la obtención del valor de Umol xilanasa/mL.

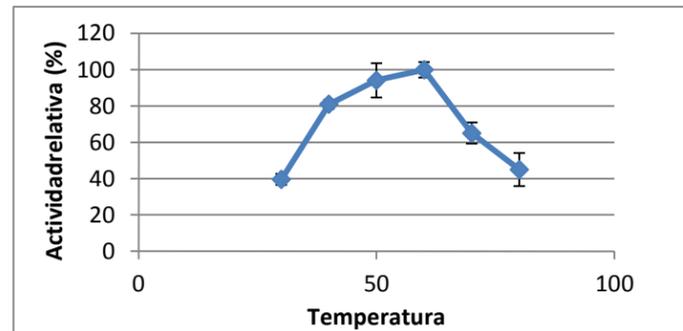


Figura 3. Gráfica de temperatura vs. Actividad relativa (%) de la xilanasa.

Observando la grafica tenemos que la temperatura optima fue de 60°C para un pH= 4 estas son las condiciones optimas para la xilanasa.

Ya obtenidas las condiciones optimas de la xilanasa, se realizaron pruebas con la misma ya inmovilizada en un soporte de magnetita como ya se había mencionado antes. Con fines prácticos se trabajo a un pH=5 y una temperatura de 60°C. Las pruebas se hicieron simulando un reactor con agitación y flujo constante el cual fue montado de una manera improvisada como se muestra en la figura 4.

La prueba se hizo de la siguiente manera en un tubo de eppendorf se coloco 10 mg de enzima inmovilizada mas 1 mL de sustrato (Sustrato: Pericarpio de maiz en buffer pH 5) a 30, 50 y70 oscilaciones/min. Tomando muestras cada 10 min de una cantidad de 100 µL por duplicado. Durante un tiempo de 60 min.

Los datos resultados se muestran a continuación en la figura 5, figura 6 y figura 7.



Figura 4. Datos de la xilanasa inmovilizada a 30 revoluciones/ min

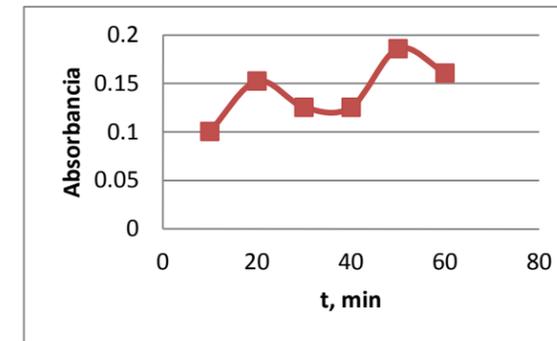


Figura 5. Datos de la xilanasa inmovilizada a 30 revoluciones/ min.

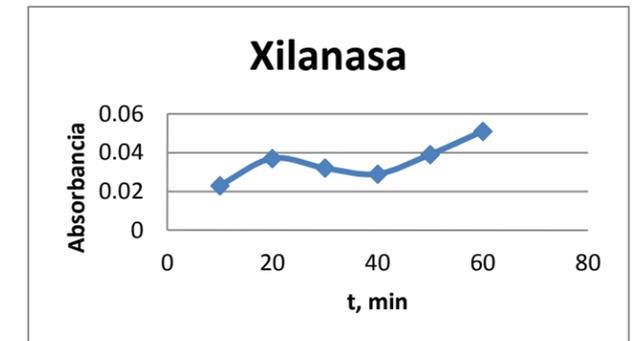


Figura 6. Datos de la xilanasa inmovilizada a 50 revoluciones/ min.

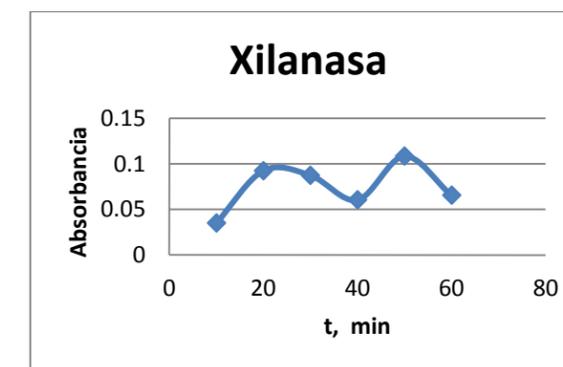


Figura 7. Datos de la xilanasa inmovilizada a 70 revoluciones/min

CONCLUSION

La proteína xilanasa no se comportó como esperábamos; el comportamiento que se esperaba obtener era un aumento en la actividad de la proteína y después un decaída durante el tiempo, que sería descrito con una gráfica de campana (decir que sería descrito con una gráfica de campana es meramente cualitativo mas no cuantitativo). Sin embargo se observo que no tiene este comportamiento, en dos de las pruebas a 30 y 70 revoluciones/min se ve una disminución en los 30 y 40 min y en los últimos 10 minutos (es decir a la hora) estas dos pruebas son similares sin embargo no se ve el mismo comportamiento en la prueba de las 50 revoluciones/min. Se cree que este comportamiento puede deberse a que el reactor fue improvisado así como también a la toma incorrecta de las muestra.

BIBLIOGRAFIA

Artículos en línea.

<http://www.brenda-enzymes.org/>

DESARROLLO DE UN TRATAMIENTO TÉRMICO DE TEMPLE Y REVENIDO EN UN ACERO GRADO HERRAMIENTA PARA APLICACIONES DE IMPACTO Y CIZALLA

Jesús Eduardo Contreras Soto¹ y Francisco Fernando Curiel López²

RESUMEN

El propósito de este trabajo es desarrollar un tratamiento térmico optimizado que permita la evolución de la microestructura y propiedades de este tipo de aceros a fin de alcanzar los parámetros establecidos por la industria.

Los resultados obtenidos de pruebas preliminares en un acero grado herramienta sometido a un tratamiento térmico de temple y revenido muestran que es de gran importancia tener un control adecuado en la temperatura, tiempo de permanencia y medio de temple para lograr que las propiedades mecánicas finales sean las adecuadas a fin de alcanzar los altos estándares internacionales para este tipo de materiales.

ABSTRACT

The purpose of this work is to develop an optimized heat treatment to the evolution of the microstructure and properties of these steels to achieve the parameters set by the industry.

The results of preliminary tests to a degree steel tool subjected to a heat treatment of quenching and tempering show that it is very important to have proper control in temperature, residence time and quench media to make the final mechanical properties are the appropriate to achieve the highest international standards for this type of material.

Palabras Clave: Tratamiento Térmico, microestructura, propiedades mecánicas.

MARCO TEORICO

Cualquier acero para maquinar componentes y obtener un producto final es llamado acero grado herramienta. Estos aceros tienen la capacidad de soportar severas condiciones de carga, lo cual es un evento periódico cuando son utilizados para producir una gran cantidad de piezas. La selección del tipo de acero grado herramienta a utilizar depende en gran medida de las condiciones de servicio finales a las que estará expuesto. Algunas de las propiedades que estos materiales incluyen son: (i) elevada resistencia al desgaste durante el corte o abrasión, (ii) elevada resistencia y tenacidad, (iii) dureza y (iv) capacidad de retener sus propiedades a elevadas temperaturas, lo cual no se logra con aceros al carbono convencionales [1].

Los aceros grado herramienta son clasificados en función de su aplicación y condiciones de operación, uno de los aceros que son muy utilizados debido a sus propiedades de dureza y alta resistencia al impacto son los aceros AISI-S, como se puede apreciar en la tabla I. Estos aceros son materiales idóneos para realizar operaciones de impacto y cizalla, la combinación de silicio y manganeso hace que estos materiales alcancen valores de dureza superiores a los 60 RC [2].

Es sabido que estos aceros son endurecidos por proceso térmico de temple y revenido, seguido en un relevado de esfuerzos con el propósito de lograr las propiedades mecánicas máximas finales. Algunos

¹Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia; Carretera 57 Kilómetro 5, Campus Universitario de la Universidad Autónoma de Coahuila, C.P: 25710, Monclova, México, abc_ed@hotmail.com

²Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia; Carretera 57 Kilómetro 5, Campus Universitario de la Universidad Autónoma de Coahuila, C.P: 25710, Monclova, México, franciscoel7@yahoo.com.mx

estudios muestran que no solamente pueden ser endurecidos mediante temple y revenido, sino que, con el uso de carbonización al vacío y tratamientos superficiales se logran obtener propiedades mecánicas con excelente comportamiento posterior[3].

Sin embargo resulta un tanto costoso por lo que es necesario emplear métodos experimentales de análisis para lograr un control adecuado en cuanto a temperatura, tiempo, medio de temple y atmósfera y de esta manera obtener las condiciones óptimas de las variables del proceso del tratamiento térmico. El objetivo de esta investigación es determinar las condiciones de temperatura y tiempo para lograr las propiedades mecánicas finales máximas en un acero S7 empleando una metodología experimental estadística.

Tabla I. Composición química de aceros grado herramienta resistentes al impacto.

DESIGNACION AISI	ACEROS RESISTENTES AL IMPACTO, GRUPO S							
	COMPOSICION QUIMICA EN %							
	C	Mn	Si	Cr	Ni	V	W	Mo
S 1	0.40 – 0.55	0.10 – 0.40	0.15 – 1.20	1.00 – 1.80		0.15 – 0.30	1.50 – 3.00	0.50 máx.
S 2	0.40 – 0.55	0.30 – 0.50	0.90 – 1.20			0.50 máx.		0.30 – 0.60
S 4	0.50 – 0.65	0.60 – 0.95	1.75 – 2.25	0.10 – 0.50		0.10 – 0.35		
S 5	0.50 – 0.65	0.60 – 1.00	1.75 – 2.25	0.10 – 0.50		0.15 – 0.35		0.20 – 1.35
S6	0.40 – 0.50	1.20 – 1.50	2.00 – 2.50	1.20 – 1.50		0.20 – 0.40		0.30 – 0.50
S7	0.45 – 0.55	0.20 – 0.90	0.20 – 1.00	3.00 – 3.50		0.35 máx.		1.30 – 1.80

MÉTODOS Y MATERIALES

Con el propósito de establecer las mejores condiciones de tratamiento térmico de austenizado y revenido del acero grado herramienta seleccionada para el presente estudio, se realizó un diseño de experimentos tipo 2 a la 2 más 3, dando como resultado 12 pruebas. La Tabla II muestra el diseño de experimentos con las variables de temperaturas y tiempos de tratamientos térmicos.

Tabla II. Diseño de experimentos de los tratamientos térmicos.

Muestra	Temperatura de austenización (°C)	Tiempo de revenido (min)	Temperatura de revenido (°C)
1	940	30	205
2	940	45	205
3	940	60	205
4	940	30	220
5	940	45	220
6	940	60	220
7	960	30	205
8	960	45	205
9	960	60	205
10	960	30	220
11	960	45	220
12	960	60	220

Las muestras con características de volumen similares al producto final, fueron introducidas en una mufla marca Linderberg Blue M, modelo Moldatherm, por un tiempo de 2 horas a las temperaturas de 940 y 960°C. Durante el tratamiento se suministró un gas de protección (Ar₂) a un caudal de 30 L/h. Una vez concluido el tiempo de tratamiento térmico de austenizado, las muestras fueron extraídas de la mufla y

enfriadas rápidamente en aceite. Las muestras enfriadas, fueron posteriormente tratadas térmicamente a las temperaturas de 205 y 220 °C, siguiendo el diagrama de experimentos, a fin de eliminar las tensiones residuales debidas al temple en aceite.

Una vez concluidos los tratamientos térmicos, las muestras fueron preparadas metalográficamente a fin de realizar los ensayos de microdureza. Estas muestras fueron primero desbastadas en lijas de SiC con granulometrías de 80 a 2400 con ayuda de una desbastadora marca Discotom Struers, y posteriormente, fueron pulidas ha acabado espejo en una pulidora marca Struers. Finalmente, las muestras fueron atacadas con nital al 5% por espacio de 30 seg a 1 min, según fuera requerido por la muestra.

Se trazaron perfiles de microdureza a lo largo de la sección transversal de las muestras. Los ensayos de microdureza fueron realizados en un microdurómetro marca Wilson-Hardness-Tukon1102 a intervalos de 0.5 mm. En total, se tomaron 12 mediciones de microdureza desde el extremo hacia el centro de la muestra. El diagrama de la Figura 1 muestra un esquema representativo de la pieza objetivo de este estudio y la región donde fueron tomadas las mediciones de microdureza.

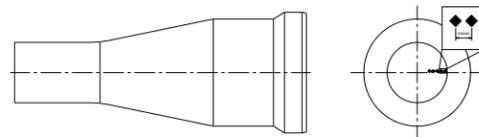


Figura 1. a) Vista frontal del punzón. b) vista lateral del punzón.

RESULTADOS

La Tabla III muestra los resultados de los perfiles de microdureza HV obtenida en las muestras tratadas térmicamente. En esta tabla se muestran los valores promedio de las 12 mediciones de microdureza.

Tabla III. Resultados de microdureza de las muestras tratadas térmicamente.

Muestra	Microdureza (HV)
1	557
2	687
3	655
4	591
5	572
6	651
7	605
8	617
9	634
10	629
11	730
12	666

La Tabla IV muestra el resultado de análisis de varianza realizado en función de los resultados de microdureza obtenidos y las variables utilizadas en este desarrollo experimental. En esta tabla, es posible observar que el mayor efecto sobre los resultados de microdureza, lo tiene el tiempo de revenido, seguido por la temperatura de austenizado y en menor grado, la temperatura de revenido.

Tabla IV. Análisis de varianza del diseño experimental

Factor	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F	Prob
Temperatura austenizado	1	2334.692	2334.692	1.07	0.335809
Tiempo revenido	2	8395.891	4197.945	1.92	0.216384
Temperatura revenido	1	594.8699	594.8699	0.27	0.618031
S	7	15304.59	2186.37		
Total	11	26630.04			

La Figura 2 muestra el efecto de los diferentes niveles experimentados en los tratamientos, los cuales son coincidentes con el análisis de varianza. Tal como se observa en la figura, la mayor microdureza se obtiene a la mayor temperatura de austenización (960 °C), a un tiempo de 45 minutos de revenido y con la menor temperatura de revenido, 205 °C.

Las Figuras 3 y 4 muestran las gráficas de los valores de microdureza obtenidos en cada una de las muestras tratadas térmicamente agrupadas en función de la temperatura de austenizado y de revenido.

En la Figura 3 se muestran los perfiles de microdureza realizados a las muestras austenizadas a 940 °C desde el extremo de la muestra hacia el centro. En la Figura 3a, se observan los valores de microdureza de las muestras tratadas por austenizado a 940 °C y posteriormente revenidas a 205 °C por tiempos de 30, 45 y 60 min. Los valores de microdureza resultan ser bajos en la superficie de las muestras, alcanzando valores promedio de 400 a 500 HV, pero a 300 μm la microdureza incrementa sustancialmente. Como se puede observar en esta figura, en la línea correspondiente a la muestra 2 revenida por 45 min, se alcanzan los valores más altos de microdureza (hasta 700 HV) en comparación con las muestras 1 y 3 revenidas por 30 y 60 min, respectivamente. Se puede apreciar que a esta temperatura de revenido, a tiempos cortos la microdureza no se recupera

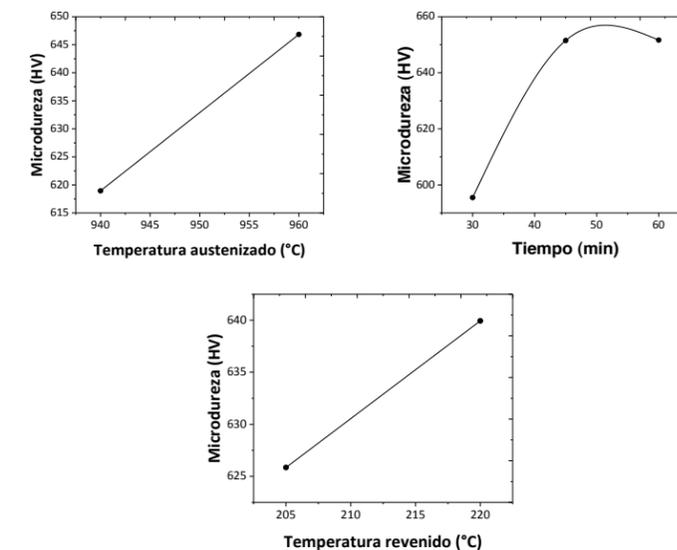


Figura 2. Efecto de las variables del tratamiento térmico en la microdureza HV.

En comparación, en la Figura 3b, se observan los valores de microdureza de las muestras tratadas por austenizado a 940 °C y revenidas a 220 °C por tiempos de 30, 45 y 60 min. Como se puede observar en esta figura, a esta temperatura de revenido, en la línea correspondiente a la muestra 9 revenida por 60 min, se aprecian valores más altos (hasta 750 HV) de microdureza en comparación con las muestras 7 y 8 revenidas por 30 y 45 min, respectivamente.

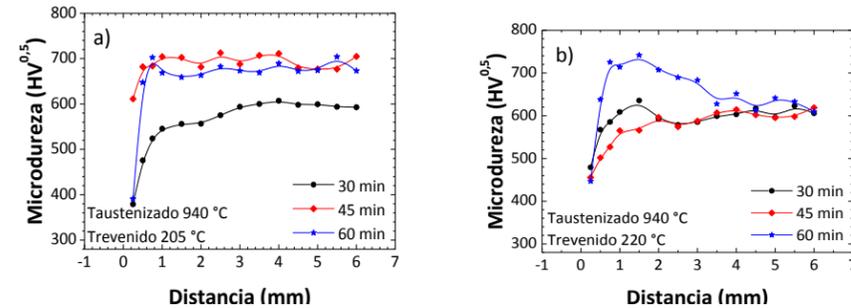


Figura 3. Efecto del temperatura y tiempo de revenido sobre la microdureza (HV) de muestras austenizadas a 940 °C.

En la Figura 4, se observan los valores de microdureza de las muestras tratadas por austenizado a 960 °C y posteriormente revenidas a 205 °C y 220 °C por tiempos de 30, 45 y 60 min. Como se puede observar en la Figura 4a, correspondiente a la temperatura de revenido de 205 °C, en la línea de valores de microdureza correspondiente a la muestra 6 revenida por 60 min, se alcanzan los valores más altos de microdureza (hasta 740 HV) en comparación con las muestras 4 y 5 revenidas por 30 y 45 min, respectivamente. Por otro lado, en comparación con la Figura 4b, se observan los valores de microdureza de las muestras tratadas por austenizado a 960 °C y revenidas a 220 °C por tiempos de 30, 45 y 60 min. Como se puede observar en esta figura, a esta temperatura de revenido, en la línea correspondiente a la muestra 11 revenida por 45 min, se aprecian los valores más altos de microdureza (hasta 780 HV) en comparación con las muestras 10 y 12 revenidas por 30 y 60 min, respectivamente.

En la Figura 5 se muestran las micrografías de las condiciones 1, 6 y 11, en donde de acuerdo a los valores de microdureza en la condición 1 se tienen los valores más bajos a 940 °C de austenización con 30 minutos a 205 °C de revenido, mientras que los más elevados se obtuvieron a una temperatura de 960 °C durante 45 minutos de revenido a 220 °C. Como se aprecia en la micrografías la cantidad de precipitados presentes es menor para la condición 1, lo cual se vio reflejado en su resistencia, mientras que para la condición de máxima resistencia, se observa una gran cantidad de precipitados distribuidos en la matriz. Los resultados obtenidos hasta ahora sugieren que la temperatura de austenización, es el principal factor que controla el mecanismo de precipitación y/o formación de carburos tanto en los límites de grano así como en la matriz del acero utilizado.

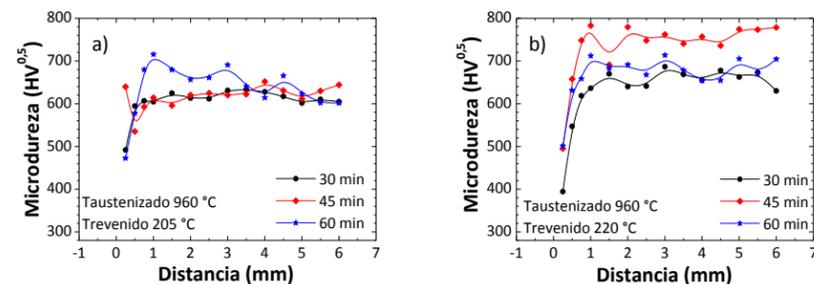


Figura 4. Efecto del temperatura y tiempo de revenido sobre la microdureza (HV) de muestras austenizadas a 960 °C.

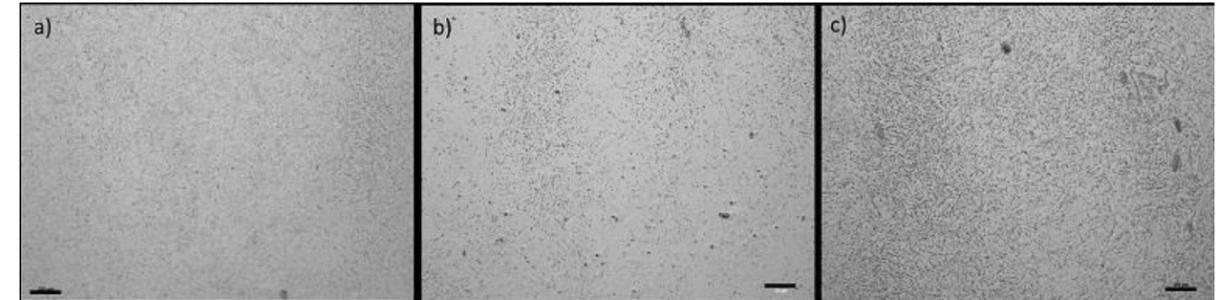


Figura 5. Microestructura del acero a diferentes tiempos: a) 940 oC, 205 oC, 30 min., b) 940 oC, 220 oC, 60 min. y c) 960 oC, 220 oC, 60min.

CONCLUSIONES

En este estudio fue posible establecer que la variable experimental con más efecto sobre los valores de microdureza fue el tiempo de revenido, seguido de la temperatura de austenizado y con menor impacto la temperatura de revenido.

Por otro lado, los perfiles de microdureza muestran que existe una capa en la superficie de aproximadamente 300 μm donde la resistencia es baja dada la descarburación que existe durante el tratamiento térmico.

Finalmente, se pudo establecer en este trabajo que la temperatura óptima de austenización para lograr las propiedades máximas fue de 960 °C y un tiempo de revenido de 45 minutos a 220 °C.

BIBLIOGRAFIA

- Novotny, P.M. and M.K. Banerjee, *Tool and Die Steels*, in *Reference Module in Materials Science and Materials Engineering*. 2016, Elsevier.
- Sung, J.H., et al., *Vacuum Carburizing of AISI S7 Tool Steel*. *Solid State Phenomena*, 2006. **118**: p. 91-96.
- Insup, L., *Plasma Post Oxidation of Nitrocarburized S45C Steel*. *Solid State Phenomena*, 2006. **118**: p. 103-108.
- Ye, Z., et al., *M23C6 precipitates induced inhomogeneous distribution of silicon in the oxide formed on a high-silicon ferritic/martensitic steel*. *Scripta Materialia*, 2015. **97**: p. 45-48.

RECICLAJE DE RESIDUOS SIDERURGICOS

Carla Estefanía Contreras Valdez¹ y Francisco Raúl Carrillo Pedroza²

RESUMEN

El desarrollo de este trabajo está basado en la búsqueda de una tecnología o estrategia que permitan el aprovechamiento de residuos industriales. Los residuos usados en este estudio fueron obtenidos de dos colectores de polvo de un proceso siderúrgico, los cuales tienen un alto contenido de hierro, pero también alto contenido de álcalis, el cual impide su reciclaje y aprovechamiento en el proceso productivo. La investigación se realiza a nivel de laboratorio por medio de pruebas de lixiviación para saber que reactivos son más eficaces para lograr el objetivo. Con todos los resultados obtenidos se propone el reciclaje de estos polvos para el beneficio de la empresa, con lo cual se resuelve un problema: económico y ecológico.

ABSTRACT

The development of this work is based on the search for a technology or strategy that allow the use of industrial waste. Waste used in this study were obtained from two dust collectors of a steelmaking process, which have a high iron content, but also high alkali content, which prevents the recycling and reuse in the production process. Research is conducted at the laboratory through leaching tests to know that reagents are more effective in achieving the objective. With all the results obtained recycling these powders for the benefit of the company is proposed, which solves a problem: economic and ecological.

Palabras Clave: Residuos, álcalis, reciclaje.

INTRODUCCIÓN

La gran dimensión de la industria metalúrgica, y en particular de la industria siderúrgica, convierte el problema de la eliminación de los productos residuales de sus diferentes procesos en un problema grave dado su tonelaje y el contenido en diferentes metales pesados, cuya transferencia al medio ambiente se debe evitar reduciéndola por debajo de los límites de las actuales regulaciones comunitarias.

Se pretende la eliminación de álcalis de los residuos siderúrgicos a través de un proceso hidrometalúrgico el cual sea costeable y que no conlleve mucho tiempo, porque debido a su acumulación en los patios causa una gran contaminación al medio ambiente por eso es factible encontrar una manera de reutilizarlos en algún proceso distinto de la misma industria o un uso totalmente diferente.

MÉTODOS Y MATERIALES

Realice nueve pruebas con métodos muy similares para descubrir la más conveniente para mis objetivos. Los materiales que utilice durante mi estancia de verano para poder realizar las pruebas correspondientes a mi proyecto fueron vasos de precipitado donde ponía las soluciones las cuales iban a estar en contacto

¹ Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia; Carr. 57, km.5, C.P: 25710, Monclova, Coahuila, carly24g@hotmail.com

² Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia; Carr. 57, km.5, C.P: 25710, Monclova, Coahuila, raul.carrillo@uadec.edu.mx

con los polvos y a ejercer la reacción, también una balanza para pesar la cantidad de polvo adecuada para cada prueba, una parrilla donde ponía a calentar la solución que se encontraba en el vaso de precipitado y también un termómetro para medir su temperatura, después de agregarle el polvo utilice un agitador magnético para mezclarlo bien con el reactivo. También un embudo y papel filtro además de otro recipiente para quitarle el líquido. La Tabla 1 muestra el diseño experimental de pruebas y la Figura 1 muestra un esquema del procedimiento experimental descrito.

Tabla 1. Descripción de las pruebas realizadas.

Prueba	Polvo #	SOLUCION	TEMPERATURA (°C)
1	1	AG	25
2	1	AG	60
3	1	AL	60
4	1	AM	25
1	3	AG	25
2	3	AG	60
3	3	AL	60
4	3	AM	25



Figura 1. Esquema del procedimiento experimental.

RESULTADOS

La Figura 2 muestra los resultados en porcentaje de remoción de álcalis, así como la disminución del contenido de Zn y S en las pruebas de lixiviación del polvo de colector 1. Estas pruebas corresponden a las primeras 4 pruebas de la Tabla 1. Se puede observar en la Figura que la mayor remoción de álcalis se obtiene en las pruebas 1 y 2, correspondientes al uso de la solución identificada como AG, obteniendo un porcentaje mayor al 90 %.

Se puede notar que ambas pruebas (1 y 2) tienen el mismo resultado, siendo independiente de la temperatura, ya que la prueba 1 fue a 25 C y la prueba 2 a 60 C. Es interesante notar que la lixiviación con diferentes soluciones permite además remover más del 70 % del S y por arriba del 40 % del Zn contenido en los polvos. Permitiendo con ello que los polvos se concentren en Fe, y que sea posible su reciclaje al proceso productivo.

La Figura 3 muestra los resultados en porcentaje de remoción de álcalis, así como la disminución del contenido de S en las pruebas de lixiviación del polvo de colector 3. Estas pruebas corresponden a las 4 últimas pruebas de la Tabla 1. Se puede observar en la Figura que la mayor remoción de álcalis se obtiene en las pruebas 2 y 3, correspondientes al uso de la solución identificada como AG y AL, respectivamente, obteniendo un porcentaje mayor al 80 %. Se puede notar que ambas pruebas (1 y 2) tienen el mismo resultado a la misma temperatura, 60 C, y que dicha remoción es menor cuando se emplea la temperatura de 25 C.

El impacto de la temperatura no se refleja en la remoción de azufre, donde tiene más impacto el tipo de solución, observándose que con el uso de AG es donde se obtiene remociones por arriba del 30 %.

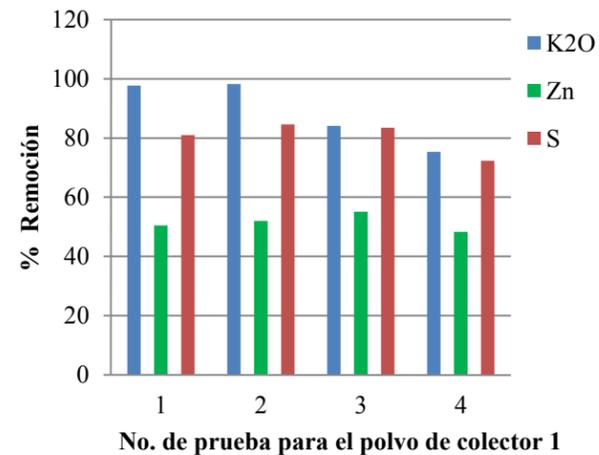


Figura 2. Porcentaje de remoción de álcalis en el polvo del colector número uno.

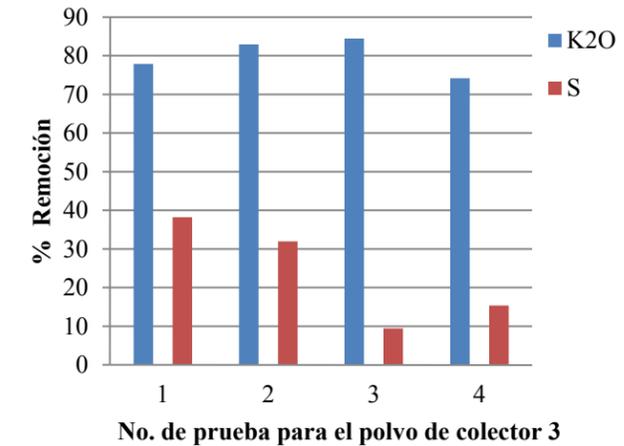


Figura 3. Porcentaje de remoción de álcalis en el polvo del colector número tres.

CONCLUSIONES

- Es posible remover álcalis en residuos como son los polvos.
- Se pueden remover en medios ácidos y alcalinos y a temperatura ambiente
- Es mejor en medio alcalino y oxidante para evitar remover demasiado Fe.
- Pueden usarse soluciones del mismo proceso.
- Las reacciones de remoción son rápidas.
- Por lo tanto, es posible tratar los polvos para remover álcalis, e incluso Zn y azufre, y así poder reciclarlos en un proceso diferente del que provienen, para recuperar las unidades de Fe y C.

BIBLIOGRAFIA

- A. M. Serna Pérez (2012). *Selección de tecnologías apropiadas para el aprovechamiento de la escoria en el sector siderúrgico*. Tesis. Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ciencias Ambientales Pereira.
- F. García Carcedo (1992). *Aprovechamiento de residuos siderúrgicos sólidos por tratamientos mineralúrgicos y posterior aglomeración mejorando la calidad de los productos obtenidos*. Madrid: oficina de publicaciones oficiales de las comunidades europeas.
- V.A. Mymrin (1998). *Empleo de residuos industriales siderúrgicos como materiales aglomerantes en construcción*. Rev. Metal. Madrid, 34, 1998. 441 - 443.

CAPTURA DEL MOVIMIENTO EN TIEMPO REAL PARA IMITACIÓN DEL MOVIMIENTO HUMANO

Rogelio Eder Coronado López¹ y Zaira Pineda Rico²

RESUMEN

Este trabajo presenta la implementación de una interfaz usada para la captura de movimiento de las extremidades superiores del cuerpo humano que registra la abducción/aducción del hombro y la flexión/extensión del codo en tiempo real. El sistema de captura de movimiento está construido con un sensor de movimiento comercial Kinect integrado al software de acceso libre Processing y la librería OpenNi. La interfaz identifica los ángulos de movimiento utilizando varios puntos y vectores de referencia que han sido marcados en la imagen 3D del cuerpo humano entregada por el sensor Kinect y los envía a través del puerto serial con el objetivo de que los datos entregados puedan ser utilizados en un sistema de imitación de movimiento humano basado en un robot humanoide.

ABSTRACT

This work presents the implementation of an interface used for the motion capture of the upper limbs of the human body that registers the shoulder abduction/adduction and the elbow flexion/extension in real time. The motion capture system is built with a commercial motion sensor Kinect integrated to the open access software Processing and the library OpenNi. The interface identifies the angles of movement using several reference points and reference vectors that have been marked in the 3D image of the human body given by the Kinect sensor and they are sent through the serial port with the aim that the provided data can be used in a human motion imitation system based in a humanoid robot.

Palabras clave: Interfaz, Imitación de movimiento, Kinect.

INTRODUCCIÓN

La robótica se relaciona con el deseo de sintetizar, mejorar y facilitar algunos aspectos de la función humana mediante el uso de mecanismos, sensores, actuadores y computadoras. Particularmente, el robot humanoide está diseñado de forma que pueda imitar actos y gestos de un controlador humano, tiene un torso, una cabeza, dos brazos y dos piernas, aunque algunos solamente poseen una parte del cuerpo. Los robots humanoides pueden realizar movimientos similares al del ser humano facilitando la interacción amigable robot-humano (Jiménez Moreno et. al., 2013) (Lopes et. al., 2007). Además, la imitación de movimiento humano puede tener aplicaciones en el área de la biomédica: en rehabilitación, en el diseño y desarrollo de prótesis robóticas y exoesqueletos, por mencionar algunas (Abdel-Malek, Singh Arora, 2013). Hoy en día existe una variedad de tecnologías que permiten la captura de alta precisión de los movimientos humanos, o sistemas de captura de movimiento, que se registran como trayectorias que pueden ser reproducidas controlando el giro de los motores que integran las articulaciones del robot humanoide (Koenemann et. al, 2014). Los sistemas de visión de máquina comerciales como el Kinect ofrecen una alternativa efectiva para la captura de movimientos gracias al desarrollo de hardware relativamente económico y con buen nivel de precisión (Jiménez Moreno, et. al., 2013). Entre las aplicaciones del Kinect podemos mencionar la creación de interfaces, la construcción de escáneres 3D

¹Coordinación Académica Región Altiplano, UASLP, Carretera Cedral km 5+600, Ejido San José de las Trojes, C.P. 78700, Matehuala, S.L.P., MÉXICO, ro0ger_444@hotmail.com

²Coordinación Académica Región Altiplano, UASLP, Carretera Cedral km 5+600, Ejido San José de las Trojes, C.P. 78700, Matehuala, S.L.P., MÉXICO, zaira.pineda@uaslp.mx

económicos para la fabricación personalizada, captura de movimiento para animación de personajes 3D y el uso de la biometría para crear tecnologías de asistencia a medida para las personas con discapacidad (Borenstein, 2012). En este trabajo se presenta una interfaz para la captura de movimiento de las extremidades superiores del cuerpo humano que funciona en tiempo real. Los ángulos de movimiento que mide la interfaz son la abducción/aducción del hombro (un grado de libertad) y la flexión/extensión del codo (un grado de libertad). Para la captura de movimiento se utilizó un sensor de movimiento comercial Kinect integrado a un software de acceso libre (Borenstein, 2012), el cual integra un lenguaje de programación con acceso a los recursos de la PC donde está instalado, generando un sistema unificado (Reas, Fry, 2007). La interfaz identifica los ángulos de movimiento y los envía a través del puerto serial.

METODOLOGÍA

La interfaz para captura de movimiento será utilizada para mover las articulaciones de un robot humanoide en tiempo real, el sistema utiliza el sensor Kinect para capturar imágenes del ser humano en 3D que son procesadas usando la integración del software Processing y la librería SimpleOpenNi en una PC para calcular los ángulos del hombro y el codo y envía dicha información a través del puerto serial. El diagrama del sistema se muestra en la figura 1.

El sensor de Kinect posee una cámara RGB y una cámara de infrarrojos para detectar movimiento en 3D (Torres, 2012) (Hernández, 2013). Para realizar la adquisición del movimiento a través del Kinect se utilizó el software de acceso libre Processing integrando la librería SimpleOpenNi. La librería SimpleOpenNi posee una aplicación que identifica el cuerpo humano y traza un esqueleto en tiempo real que considera 15 grados de libertad. El trazo del esqueleto se hace considerando varios puntos de referencia encontrados en la imagen en 3D que entrega el sensor Kinect, estos puntos de referencia se marcan para identificar cada articulación: cuello, hombro, codo, muñeca, cintura, cadera, rodilla y tobillo. Considerando la profundidad de la imagen se trazan vectores que representan los elementos que componen el esqueleto: cuello, brazo, antebrazo, torso, pierna y pantorrilla.

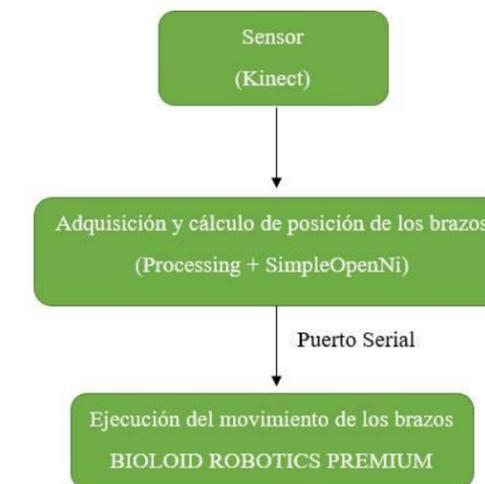


Figura 1. Diagrama de etapas del sistema de imitación de movimientos.

La interfaz programada en este proyecto calcula los ángulos de movimiento de dos articulaciones del miembro superior: la abducción/aducción del hombro y la flexión/extensión del codo. Los ángulos de movimiento de cada articulación están dados en dos dimensiones: el codo (los ángulos θ_1 y θ_3) gira con respecto a un eje imaginario trazado en la línea que cruza el hombro y el codo, mientras que el hombro

(los ángulos θ_0 y θ_2) gira con respecto a un eje imaginario trazado en la línea que cruza el hombro y la cadera. Los ejes de referencia se generan a través de una resta de vectores hombro-cadera y codo-hombro, los cuales a su vez se calculan con los vectores formados entre las articulaciones que simulan las extremidades físicas, así que se restan los vectores hombro-codo (para θ_0 y θ_2) y codo-mano (para θ_1 y θ_3). Por último, se calcula el ángulo formado entre cada eje y extremidad correspondiente. Los ángulos observados respecto a su respectivo eje de giro se describen en la figura 2, θ_0 corresponde al giro del hombro del brazo izquierdo, θ_1 corresponde al giro del codo del brazo izquierdo, θ_2 corresponde al giro del hombro del brazo derecho y θ_3 corresponde al giro del codo del brazo derecho. En la figura 2 se describe el esqueleto de 15 grados de libertad similar al que traza la librería SimpleOpenNi utilizando Processing, se señalan los 4 ángulos a medir y además se muestran los puntos de referencia utilizados para la generación de los ejes de referencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La interfaz se probó utilizando un sujeto de prueba que mantuvo tres poses predefinidas. Las poses se escogieron de forma que fueran fáciles de mantener y monitorear utilizando la terminal que muestra los datos enviados por el puerto serial en tiempo real usando Processing. La pose P1 consiste en mantener ambos brazos elevados y flexionados de forma que $\theta_0 = \theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = 90$ grados, en la pose P2 se mantiene un brazo elevado y flexionado con $\theta_0 = \theta_1 = 90$ grados mientras que el otro brazo se mantiene en descanso y sin flexionar con $\theta_2 = 0^\circ$ y $\theta_3 = 180^\circ$, en la pose P3 se mantiene un brazo elevado y flexionado con $\theta_2 = \theta_3 = 90$ grados mientras que el otro brazo se mantiene elevado pero sin flexionar con $\theta_0 = 90^\circ$ y $\theta_1 = 180^\circ$.

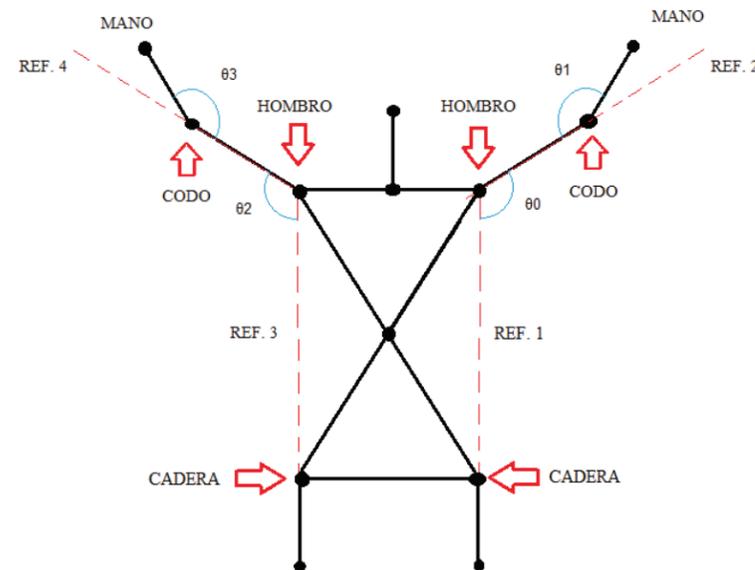


Figura 2. Referencias utilizadas para el cálculo de los ángulos de giro del hombro y codo

La tabla 1 muestra los ángulos correspondientes a cada pose de prueba y los ángulos medidos utilizando la interfaz. Los ángulos medidos cuando el sujeto ejecutaba la pose P1 fueron $\theta_0 = 92^\circ$, $\theta_1 = 89^\circ$, $\theta_2 = 94^\circ$, $\theta_3 = 78^\circ$. Los ángulos medidos cuando el sujeto ejecutaba la pose P2 fueron $\theta_0 = 97^\circ$, $\theta_1 = 77^\circ$, $\theta_2 = 19^\circ$, $\theta_3 = 168^\circ$. Los ángulos medidos cuando el sujeto ejecutaba la pose P3 fueron $\theta_0 = 93^\circ$, $\theta_1 = 176^\circ$, $\theta_2 = 97^\circ$, $\theta_3 = 95^\circ$. La figura 3 muestra las poses registradas por el sistema de captura de movimiento en la PC para cada una de las poses P1, P2 y P3, así como la salida de la interfaz, que consiste en los ángulos que son enviados a través del puerto serial.

Tabla 1. Ángulos que generan las poses definidas para la prueba del sistema y ángulos medidos mediante la interfaz.

Ángulo	Pose definida			Pose registrada		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3
θ_0	90°	90°	90°	92°	97°	93°
θ_1	90°	90°	180°	89°	77°	176°
θ_2	90°	0°	90°	94°	19°	97°
θ_3	90°	180°	90°	78°	168°	95°

Como se puede observar a partir de los resultados, el sistema de adquisición en tiempo real presenta un error de medición, este error es variante y perceptible por lo que como trabajo futuro se considera incluir un filtro que permita disminuir este error. La implementación del filtro permitirá que los datos enviados por el puerto serial no tengan tanto ruido haciendo que la señal sea más estable para su uso en imitación de movimiento utilizando un robot humanoide BIOLOID de robotis premium (Figura 4). Este robot posee 18 grados de libertad, un sensor IR y un giroscopio que le da estabilidad (ROBOTIS Co., 2007) (ROBOTIS Co., 2014). La interfaz de captura de movimiento humano actualmente solo contempla la detección de un usuario, sin embargo ésta puede ser programada para percibir varios usuarios.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos al medir la posición del usuario, se determinó que el sistema es apto para la captura de movimiento en tiempo real de las extremidades superiores, específicamente la abducción y aducción del hombro, así como la flexión y extensión del codo. Al observar el comportamiento del sistema se determinó que es necesario implementar un filtro para reducir el ruido generado al calcular los ángulos en tiempo real. Una vez implementado el filtro el sistema será capaz de enviar para la ejecución del movimiento de los brazos en un robot humanoide BIOLOID de robotis Premium, por lo que será factible utilizar la interfaz de captura de movimiento basada en el uso del sensor comercial KINECT y la interacción entre la plataforma de Processing y la librería SimpleOpenNI, en un sistema de imitación de movimiento humano.

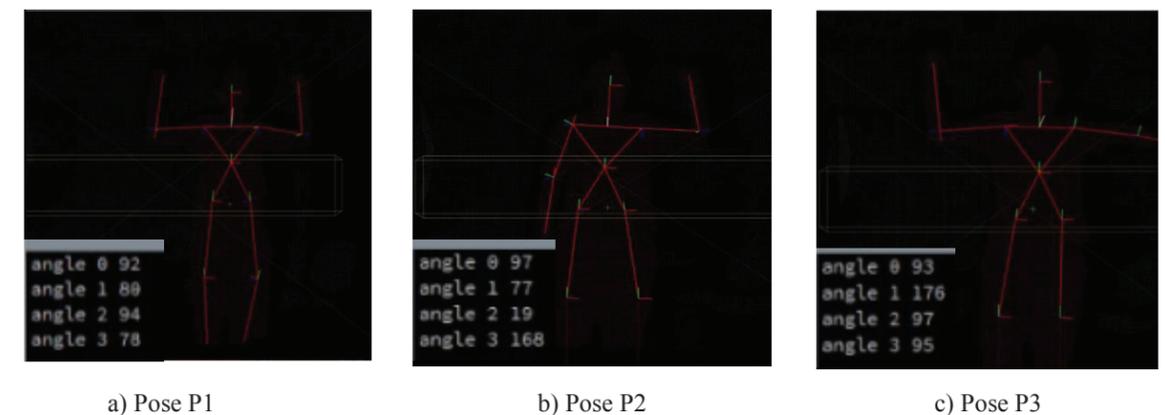


Figura 3. Capturas de las poses que fueron utilizadas para comprobar que el cálculo de los ángulos del codo y hombro son correctos para cada una de las poses a) P1, b) P2, c) P3; y que la información está siendo enviada por el puerto serial.



Figura 4. Robot humanoide BIOLOID de robotis premium.

BIBLIOGRAFÍA

- ABDEL-MALEK, K. A., SINGH ARORA, J. (2013). *Human Motion Simulation Predictive Dynamics*. San Diego: Elsevier.
- BORENSTEIN, G. (2012). *Making Things See*. Canada: O'Reilly Media.
- HERNÁNDEZ, N. (2013). *COMPUTERHOY.COM*. Obtenido de <http://computerhoy.com/noticias/hardware/como-funciona-kinect-aplicada-ciencia-medicina-7596>
- JIMÉNEZ MORENO, R., ESPINOSA VALCÁRCCEL, F. A., AMAYA HURTADO, D. (2013). Control de Movimiento de un Robot Humanoide por medio de Visión de Máquina y Réplica de Movimientos Humanos. *INGE CUC, Vol. 9, N° 2*, 44-51.
- KOENEMANN, J., BURGET, F., BENNEWITZ, M. (2014). Real-time Imitation of Human Whole-Body Motions by Humanoids. *2014 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, 2806 - 2812.
- LOPES, M., BERNARDINO, A., SANTOS-VICTOR, J. (2007). A Developmental Roadmap for Task Learning by Imitation in Humanoid Robots. *IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS—PART B: CYBERNETICS*, VOL. 37, NO. 2.
- REAS, C., FRY, B. (2007). *Processing: a programming handbook for visual designers and artists*. London: MIT Press.
- ROBOTIS Co. (2014). *ROBOTICS PREMIUM Quick Start*. Seoul: ROBOTIS Co.
- ROBOTIS Co., L. (2007). *BIOLOID PREMIUM User's Guide*. Republica de Korea: ROBOTIS Co., LTD.
- TORRES, J. C. (2012). *INGENET BITACORA* . <http://bitacora.ingenet.com.mx/2012/12/%c2%bftc-has-preguntado-como-funciona-el-sensor-de-kinect/>

DISEÑO DE PROTESIS MECATRONICA

Jose Fernando Cruz Martinez¹ y Arturo Hernandez Hernandez²

RESUMEN

Este proyecto se inició con la finalidad de reducir los elevados costos de las prótesis que actualmente existen en el mercado. Se inició con un diseño por computadora en el cual se incluyeron los principales ejes de movimiento de una mano, esto con el fin de asimilar el movimiento de una real, se diseño de manera ergonómica y pensándose en una manufactura relativamente barata. El proyecto requiere de un diseño para un prototipo y sus avances físicos son básicos, se espera que a un futuro no muy lejano se puede implementar el prototipo completo para que sus alcances sean mayores, ya que los actuales solo demuestran la teoría básica con la que fue diseñado. A través de los conocimientos adquiridos (por mi parte la parte mecánica, ya que solo un tercio de mi carrera se enfoca a ello) se pudo diseñar y próximamente implementar un mecanismo tal que no solo se parezca a una prótesis de mano (físicamente) sino que también efectué el trabajo de una, aunque solo pueda desempeñar las tareas mas sencillas como abrir y cerrar toda la prótesis o parte por parte (dedos) y se pretende que se puedan sujetar objetos con ella.

Palabras clave: Prótesis, Prototipo mecánico, Diseño por computadora, Diseño

ABSTRACT

This project was planning in order to decrease the highest resources involve in a prosthesis that actually exist in the market. It started with a computational design in which we include the principal motion axes of a hand, this with the idea of make a similar motion from a real hand, it was design thinking in a cheap manufacturing. The project wants a design for a prototype and that's what we did, but our physical implementation is very basic. We hope in a not very long future this project could build and implement completely, in that way it can reach better and higher advances because actually it only prove the basic theory in which it was based. Through the knowledge (personally my mechanic formation that its only the third part of my formation) I could design and in a future build a mechanism that seems to a prosthesis from a hand and even realize a work from a real one, although it only could perform the basic duty's like open and close the entire hand or only one finger at the time we also want that it could hold objects.

INTRODUCCION

Este proyecto se basa en el diseño de un mecanismo el cual se asemeja en forma y utilidad al de un dedo que en conjunto con otros iguales se puede formar la prótesis de una mano. La base de su funcionamiento es la de ocupar solo un motor para cada dedo para lo cual se pensó en usar resortes de torsión y su principio de funcionamiento para el movimiento de los mismos. La idea primaria es la de ocupar el torque o momento que tienen los resortes para hacer el regreso del mecanismo. Lo que se pretende es tener el diseño de una prótesis para mano, que se asemeje lo más posible a una real en cuanto aspecto y

¹ 1 Universidad Politécnica de Querétaro, Ingeniería Mecatrónica. Carretera Estatal 420 s/n, Col. El Rosario, C.P: 76240, Querétaro, El Marqués, fernadocruz8_2@yahoo.com.mx

² 2 Universidad Politécnica de Querétaro, Ingeniería Mecatrónica. Carretera Estatal 420 s/n, Col. El Rosario, C.P: 76240, Querétaro, El Marqués, arturo.hernandez@upq.mx

movilidad. Una vez teniendo el diseño, el cual implica tener todos los componentes armado tanto cada parte de los dedos, la palma de la prótesis y la parte adicional para unir la prótesis al antebrazo y en la misma estará un espacio para montar los motores. Para que tenga un correcto funcionamiento se tienen que tener en cuenta varios factores, el primero sería el torque del resorte ya que debido a las dimensiones del mecanismo tiene que ser un resorte relativamente pequeño por lo que debe de tener un torque considerable para que pueda levantar el peso de las piezas del mecanismo el cual no es mucho, después se tiene que ver el torque que tendrá el motor o el peso que puede levantar y tendrá que ser proporcional al torque del motor para que pueda efectuar el movimiento correcto. Posteriormente el movimiento se transmitirá a través de un hilo de nylon el cual debe ser capaz de soportar la tensión ejercida por el torque del resorte combinado con el peso de las piezas (el peso es mínimo y es más relevante el torque del resorte). Por último se debe de tener en cuenta el material con el que se va a fabricar ya que hay zonas críticas en donde pueden ocurrir fallas como en la parte donde se sujetará el hilo, ya que es una parte con muy poco material y puede ocurrir una falla.

Antecedentes de este tipo de proyectos hay muchos, los primeros en la historia eran piezas de madera sin forma y poco a poco se le fue dando la figura de una mano real, pero sin movimiento alguno. Les siguió las prótesis mecanizadas y posteriormente las robóticas, claro que llegado a este último punto los diseños y las tecnologías para controlar dichas prótesis ha ido cambiando y evolucionando. Lo que hace particular a este proyecto es el diseño tanto estético como su principio de funcionamiento que utiliza resortes de torsión de lo cual no hay precedente de ello.

MARCO TEORICO

En el diseño y fabricación de la prótesis de una mano, se tuvieron que considerar, el uso de diferentes conocimientos como se muestra a continuación:

Resorte de torsión, e

Es un elemento mecánico que aplica las leyes y fuerzas físicas que un resorte común, con la excepción de que su movimiento es diferente pero las leyes aplican igual.

$$\tau_{\text{máx}} = \frac{T r}{J} + \frac{F}{A}$$

Fig.1 Formula de esfuerzo cortante

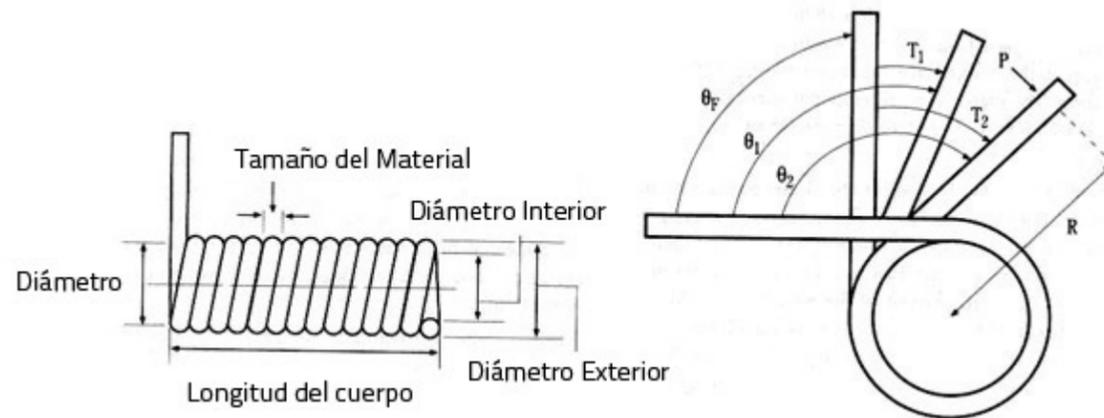


Fig.2 Resorte (corte transversal)

El fenómeno que se incluyó fue el del torque y la ley de Hooke donde se hace presente la fuerza, la distancia y la constante del resorte. Nos interesa calcular el esfuerzo que se genera en el resorte ya que no queremos algún tipo de falla por ruptura, y al estar en constante uso esta pieza en particular nos interesa saber su comportamiento. [1]

Impresora 3D.

Es un dispositivo capaz de generar un objeto sólido tridimensional mediante la adición de material. Los métodos de producción tradicionales son sustractivos, es decir, generan formas a partir de la eliminación de exceso de material. Las impresoras 3D se basan en modelos 3D para definir qué se va a imprimir. Un modelo no es sino la representación digital de lo que vamos a imprimir mediante algún software de modelado. Cualquier impresora de bajo coste suele funcionar con termoplásticos como el PLA o ABS. [2]

MÉTODOS Y MATERIALES

Este proyecto se planificó entorno al diseño. Desde un inicio el principal objetivo fue el diseño de un mecanismo que asemeje en forma y función a una prótesis de mano. Así entonces se empezó por definir el mecanismo a utilizar, uno que cumpla su función utilizando los resortes torsionales pero también sea eficiente y sin demasiados aditamentos que en algún momento puedan dificultar su movimiento. Se dibujó en papel y posteriormente se diseñaron con software las pruebas de los diseños. El método de trabajo fue el de diseñar primero y después mostrar la idea o propuesta al asesor, después de que él retroalimentara y diera su punto de vista, se proseguía a realizar un nuevo intento de diseño o a mejorar un diseño potencial. A continuación se muestra la evidencia de un diseño del cual no se continuó.

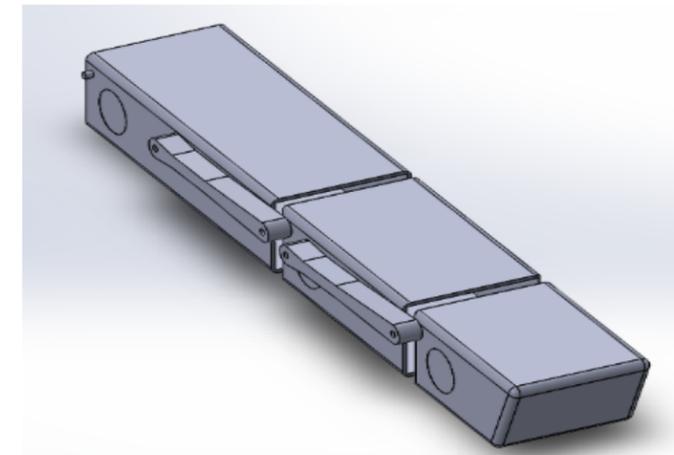


Fig. 3 Diseño de prueba P/prótesis

Esta es la imagen de un mecanismo para un solo dedo el cual no se siguió trabajando debido a las dificultades de su movimiento por tener demasiados aditamentos y que en algún momento se puedan presentar. El método empleado de trabajar fue efectivo ya que a través de la revisión constante de los avances y la elección de los mejores fue que se pudo llegar al mecanismo con el cual actualmente trabajamos.

Una vez que se definió el mecanismo y diseño adecuado se prosiguió a la manufacturación del mismo mediante una impresora 3D con la cual con tan solo importar nuestro diseño CAD del software SolidWorks al programa (.....) para que este lo desglose por capas para su próxima impresión. La impresora a utilizar tiene una definición de 0.2 mm de espesor por lo que al momento de imprimir se tuvieron que hacer ajustes para esto y se tuvo cuidado de no diseñar piezas con una longitud no mayor a 180 mm ya que la impresora tiene un diámetro limite por lo que piezas demasiado grandes (o altas) no se podrían imprimir en este modelo. Las modificaciones fueron del tipo de medidas que no sean muy pequeñas ya que en el diseño se ven normales pero las cotas y las pruebas de las piezas impresas dicen lo contrario. Una vez que se tienen las medidas correctas siguió imprimirlas a forma de tener un dedo completo. Esto para la comprobación física de su funcionamiento. Con anterioridad se mostraron los métodos y una propuesta de diseño sin seguimiento con lo cual se seleccionó la más viable. A continuación se mostrara el diseño con el que se trabajó:

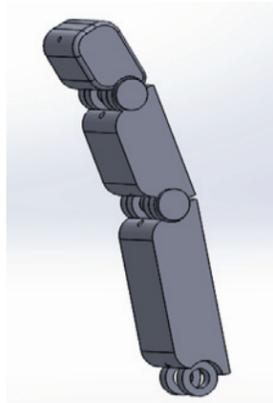


Fig. 4 Propuesta actual del mecanismo

El mecanismo actual consta de 3 partes cada una simulara un falange del dedo, cada "falange" tiene 2 aros tanto en la parte superior como en la inferior y lo que une una pieza con la siguiente es un eje el cual se compone de 2 partes, una estará con su superficie tangente a los aros y tendrá un centro hueco para acoplar la segunda parte de este eje que entrara en su centro. Cada falange tendrá un barreno pasado desde un extremo hasta el otro por el cual se colocara el hilo que utilizaremos para su movimiento.

RESULTADOS

Una vez que se definió el mecanismo a utilizar, se pudo avanzar de una mejor manera ya que todos estuvimos con la misma idea de trabajo, por lo cual se logró el siguiente prototipo:

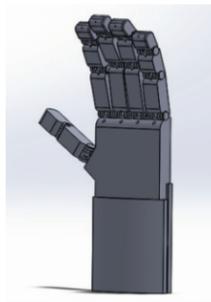


Fig.5 Diseño final del proyecto

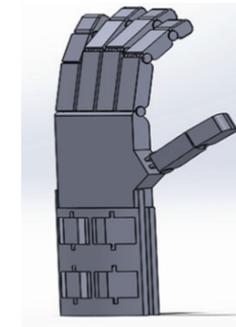


Fig. 6 Diseño final del proyecto

El mecanismo es prácticamente el mismo para cada dedo de la prótesis, la palma de esta se diseñó de tal manera que asemeje a una mano real. Por última parte, se requirió de un aditamento con el cual se pueda acolar al cuerpo de una persona de una forma ergonómica. En este aditamento estarán colocados los motores para que no influyan en el movimiento de la prótesis esta parte de ella estará atornillada a la palma y se piensa que en un futuro de diseño de tal manera que, se pueda sujetar hacia el cuerpo de la persona (especialmente el antebrazo) con correas sujetadoras que se entrelacen con este aditamento de la prótesis.

CONCLUSIONES

El proyecto se realizó con satisfacción ya que se cumplió el objetivo el cual era el idear y diseñar un mecanismo para una prótesis de mano, pero no solo eso, se buscó ir más allá del objetivo primario a través de la manufacturación de ese diseño y el probar físicamente el funcionamiento de su mecanismo, se tuvieron problemas con el diseño ya que tuvo que pasar un tiempo para que se pensara en un mecanismo como el actual y para lograr el actual trabajo durante el desarrollo del diseño se tuvieron que cambiar varios detalles sobre su funcionamiento y adaptarlo para si posible impresión. Para un futuro se planea tener mejores alcances con la implementación de sensores para la lectura de las señales eléctricas del cuerpo y poder realizar el movimiento casi real al de una mano real, motores para su movimiento (servomotores micro modelo SG90). El costo de producción de este trabajo será alrededor de los \$500 pesos, en comparación con las prótesis estáticas actuales de aproximadamente \$3000 pesos.

REFERENCIAS

Joseph Edward Shigley. (1983). Diseño en ingeniería mecánica. Madrid: McGraw-Hill.

Héctor Armando Acosta. (2011). Impresión 3D. 2012, de Ingeniería Sitio web: <http://www.3dimpresoras3d.com/que-es-una-impresora-3d/>

ANÁLISIS FITOQUÍMICO DE CAPULÍN (*PRUNUS SEROTINA*)

Mariel de León Medina¹ y María Isabel García Vieyra²

RESUMEN

Varios estudios describen la importancia del capulín (*Prunus serotina*) en la salud humana ya que esta planta se usaba desde tiempos ancestrales para el tratamiento de enfermedades como diarrea, infecciones e inflamaciones respiratorias. El principal objetivo de este trabajo fue conocer el perfil fitoquímico del capulín y evaluar los compuestos activos con actividad antioxidantes. Se hizo un screening fitoquímico a partir de extractos acuosos, etanólicos y acetónicos, resultando esta última como el mejor solvente para mostrar el mayor número de compuestos del capulín. La actividad antioxidante, el contenido de fenoles totales y el contenido de taninos condensados fueron determinados para los tres extractos. Se encontró que la extracción acetónica fue la que mostró mejores resultados para las pruebas realizadas.

ABSTRACT

Several studies describe the importance of capulín (*Prunus serotina*) on human health which has been used since prehispanic times to treat diseases such as diarrhea, respiratory infections and inflammations. The main objective of this work was to investigate the phytochemical screening of capulín and evaluate the active compounds with antioxidant activity. A phytochemical screening was made from aqueous, ethanol and acetone extracts, resulting in the latter as the best solvent to show the highest number of compounds of capulín. The antioxidant activity, total phenolics content and condensed tannins content was determined for the three extracts. It was found that the acetone extraction show the better results for all the tests.

Palabras Clave: Capulín, *Prunus serotina*, antioxidantes, fenoles, DPPH.

INTRODUCCIÓN

El capulín (*Prunus serotina*) es originario de América, crece en climas templados y fríos de las regiones montañosas; en México se encuentra en los estados de Chihuahua, Chiapas, Coahuila, Colima, Durango, Hidalgo, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Puebla, Morelos, Oaxaca, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Nuevo León, Tamaulipas, Veracruz y Distrito Federal. *P. Serotina* es un árbol de entre 5 y 15 metros de altura y se genera principalmente en bosques del sur de Guanajuato y el norte de Michoacán. Florece en marzo y abril y da fruto de mayo a agosto. El árbol del capulín tiene corteza rojiza o café, sus hojas son anchas en la punta, ovaladas o lanceoladas, verdes, lustrosas y con bordes aserrados. Sus flores son pequeñas y están agrupadas en racimos axilares alargados de color blanco. El fruto es de color rojo o negro por fuera y la pulpa es de color verde traslúcida, es de sabor agrídulce y astringente, posee una sola semilla con endospermo escaso, de hueso semi-rugoso (Ordaz-Galindo et al., 1999).

En México, su uso más frecuente es en el tratamiento contra los problemas respiratorios, aunque también se usa para tratar la hipertensión, desórdenes gastrointestinales, catarro, fiebres, diarrea, dolor abdominal,

¹ Universidad Autónoma de Aguascalientes, Departamento de Ingeniería Bioquímica; Av. Universidad No. 940, Col. Ciudad Universitaria, C. P. 20131, Aguascalientes, Ags. marieldlmedina@yahoo.com.mx

² Universidad de Guanajuato, Departamento de Ingeniería Agroindustrial; Privada de Arteaga s/n, Zona Centro, C. P. 38900, Salvatierra, Gto. isagarvi26@gmail.com

infecciones urinarias, disentería, insomnio y severas indigestiones. Sus propiedades medicinales son conferidas por su importante contenido de compuestos fenólicos; algunos de éstos que se han encontrado en el capulín son los flavonoides y taninos; diversos estudios en animales y en humanos han demostrado que los fenoles están biodisponibles y ejercen un rol de protección contra el estrés oxidativo y los daños causados por radicales libres.

Luna-Vázquez et al. (2013) demostró que *P. serotina* tiene gran cantidad de fenólicos tal como el ácido clorogénico, el ácido gálico, el ácido caféico, epicatequina, quercetina y glucósidos de camferol, éstos están relacionados directamente con la actividad antioxidante del fruto y le confieren un significativo efecto vasodilatante. Ordaz-Galindo et al. (1999) demostró la presencia de flavonoides, conocidos como antocianinas, en la cáscara del capulín como la cianidina-3-glucósido y la cianidina-3-rutinósido, este tipo de moléculas reaccionan efectivamente con especies reactivas del oxígeno y con otros radicales. Otros flavonoides son la astragalina, la juglanina, el camferol-3-O-β-D-xilopiranosido, la hiperina, el quercetin-3-O-(2''-O''-α-L-ramnopiranosil)-β-D-glucopiranosido, la guajaverina y la isoramnetina-3-O-β-D-xilopiranosido, todos los anteriores encontrados por Olszewska (2005) en *P. serotina*. Santamour (1998) halló los compuestos glucósidos cianogénicos prunasina y amigdalina en capulín.

Una de las pruebas más aceptadas para evaluar las propiedades antioxidantes es la prueba con 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH), este ensayo consiste en la estabilidad del radical DPPH que se ve modificada por la deslocalización del electrón desapareado, esta deslocalización se ve reflejada en una coloración violeta en solución etanólica, centrada alrededor de 520 nm (Molyneux, 2004). Cuando una sustancia entra en contacto con el DPPH y ésta puede donar un átomo de hidrógeno u otra especie radical (R), se produce la forma reducida DPPH-H o DPPH-R que se demuestra con la pérdida de color y por lo tanto la pérdida de la absorbancia. Para verificar esto y para tener un precedente de los frutos obtenidos de la región de Guanajuato se estudió la actividad antioxidante de diversos extractos, sus características fitoquímicas y la correlación entre estas con la actividad antioxidante en las diferentes extracciones utilizadas.

MÉTODOS Y MATERIALES

1. Preparación del fruto

El capulín (*Prunus serotina*) fue conseguido en Salvatierra, Guanajuato, México. No presentó ningún daño microbiológico aparente y tenía una coloración entre rojo y morado. El fruto se lavó perfectamente con agua del grifo y después se enjuagó con agua destilada. Una vez retirado el hueso se prosiguió con el segmentado del fruto y éste se dividió en cantidades iguales en tres recipientes para la extracción acuosa, etanólica y acetónica.

1.1 Obtención de los extractos

Extracción acuosa: se agregó agua destilada en un volumen igual de fruto y se realizó decocción durante 20 minutos, posteriormente se filtró y el filtrado se colocó en un rotavapor a 60°C, hasta que la mayor parte del solvente evaporó.

Extracción etanólica: el fruto segmentado fue cubierto completamente con etanol absoluto y se realizó una maceración a temperatura ambiente durante una semana, posteriormente se filtró. Al igual que el extracto anterior se colocó en un rotavapor a 50°C para la evaporación del solvente.

Extracción acetónica: se colocaron 50 g del fruto con 200 g de acetona al 80% enfriada a -4°C en una licuadora por 10 minutos. La mezcla fue filtrada con un papel filtro no. 1, los sólidos se redisolviaron y se homogenizaron nuevamente con 150 g de acetona al 80% a -4°C durante 5 minutos, enseguida se volvió a filtrar. El filtrado se puso en un rotavapor entre 45-50°C, al igual que en los extractos anteriores. Todos los extractos se colocaron en frascos ambar y mantenidos en refrigeración.

Screening fitoquímico

Para la realización del screening fitoquímico se prepararon los extractos de acuerdo a la metodología empleada por Chaikhram & Prangthip (2014):

- *Saponinas (S)*: Se colocaron 200 µl de extracto en un tubo eppendorf de 1.5 ml, se agregaron 200 µl de agua destilada y el tubo se agitó manualmente durante 3 minutos. La prueba fue positiva con la formación de una capa de espuma.
- *Flavonoides (F)*: Se tomaron 200 µl de extracto, se colocó en un tubo eppendorf de 1.5 ml y se agregaron 100 µl de NaOH al 2N. La prueba fue positiva con la formación de color amarillo.
- *Quinonas (Q)*: Se colocaron 100 µl de extracto en un tubo eppendorf de 1.5 ml y se agregaron 100 µl H₂SO₄. La prueba fue positiva con la formación de color rojo.
- *Glucósidos (G)*: Se tomaron 200 µl de extracto, se colocaron en un tubo eppendorf de 1.5 ml, se agregaron 300 µl de cloroformo y posteriormente se le pusieron gotas de NH₄Cl al 10%. La prueba fue positiva con la formación de un color rosado.
- *Glucósidos cardiacos (GC)*: Se tomaron 50 µl de extracto y se colocó en un tubo eppendorf de 1.5 ml, se añadieron 200 µl de una solución de ácido acético glacial con gotas de FeCl₃ al 5%, posteriormente se agregaron 60 µl de H₂SO₄. La prueba fue positiva con la aparición de un anillo marrón en la interface.
- *Terpenoides (T)*: Se tomaron 50 µl de extracto, se colocó en un tubo eppendorf de 1.5 ml, se añadieron 200 µl de cloroformo y se agregaron cuidadosamente gotas de H₂SO₄. Si se tornó café la prueba fue positiva.
- *Cumarinas (C)*: Se colocaron 100 µl de extracto en un tubo eppendorf de 1.5 ml y se adicionaron 100 µl de NaOH al 10%. La coloración amarilla indicó la presencia de cumarinas.
- *Fenoles (FE)*: Se colocaron 100 µl de extracto en un tubo eppendorf de 1.5 ml, se añadieron 200 µl de agua destilada seguido de gotas de FeCl₃ al 10%. La formación de un color azul o verde indicó que la prueba fue positiva.
- *Taninos (TA)*: Se colocaron 100 µl de extracto en un tubo eppendorf de 1.5 ml, se adicionaron 200 µl de FeCl₃ al 5%. La prueba se consideró positiva con la aparición de un color azul o verde.
- *Alcaloides (A)*: Se tomó una pequeña porción con una espátula de cada extracto almacenado en los frascos ámbar, se disolvieron en 2 ml de HCl al 37.5% y se filtraron. Se colocó 1 ml del filtrado en un tubo eppendorf de 1.5 ml y se añadieron 300 µl del reactivo Mayer. El reactivo de Mayer se preparó en base a la metodología de Hernández (2014), se disolvieron 0.325 g de bicloruro de mercurio en 15 ml de agua y 1.25 g de yoduro de potasio y se aforó a 25 ml. Se consideró positiva la prueba que presentó precipitado.

2. Actividad antioxidante

Se realizó una solución de DPPH a una concentración de 150 µM. Se colocaron 150 µl de cada extracto obtenido de la preparación con la metodología de Chaikhram & Prangthip (2014), se diluyó 1:7 y se puso por triplicado en una microplaca de 96 pozos, posteriormente se agregaron 150 µl de DPPH. Una vez mezclada la muestra con el reactivo se midió la absorbancia a una longitud de onda de 490 nm al tiempo 0, 30, 60 y 120 min en incubación a temperatura ambiente. Para expresar la actividad antioxidante se usó la fórmula 1) que muestra el porcentaje de captación de radicales libres DPPH de acuerdo a Canadanovic et al. (2014).

$$\% \text{ Inhibición del radical DPPH} = \frac{\text{Absorbancia muestra (0 min)} - \text{Absorbancia muestra (30 min)}}{\text{Absorbancia muestra (0 min)}} * 100 \quad (1)$$

3. Determinación de fenoles totales

Se pesó 0.1 g de cada extracto en 1 ml de agua destilada, se centrifugó a 13,000 rpm durante 3 minutos y se diluyó 1:6. Se pusieron 30 µl de cada extracto por triplicado y se mezclaron con 150 µl del reactivo Folin-Ciocalteu durante 5 minutos a temperatura ambiente. Posteriormente se agregaron 120 µl de carbonato de sodio (Na₂CO₃) al 0.075%. Se incubaron las muestras durante 2 horas a temperatura ambiente. La absorbancia se midió a una longitud de onda de 750 nm. Se preparó una curva de ácido gálico. Los resultados se expresan como mg de ácido gálico.

4. Determinación de taninos condensados

Se usó la metodología usada por Tlili et al. (2015) con ciertas modificaciones, se colocaron 10 µl del extracto diluido 1:6 que se usó para la determinación de fenoles totales por triplicado, se agregaron 197 µl de una solución etanol-vainilla al 4%. Se añadieron 99 µl de ácido sulfúrico al 25% (H₂SO₄) lentamente y de la misma forma para todos los extractos, se agitó hasta que las muestras tuvieran un color homogéneo y se incubaron durante 15 minutos a temperatura ambiente. Se midió la absorbancia a 490 nm. Se realizó una curva de catequina y se expresaron los resultados en µg de catequina.

RESULTADOS

1. Screening fitoquímico

Se identificaron 9 compuestos contenidos en el capulín mediante las metodologías descritas anteriormente, éstos fueron las saponinas, quinonas, glucósidos, glucósidos cardiacos, terpenoides, cumarinas, fenoles, taninos y alcaloides. El extracto acético dio positivo a 9 de éstos, siendo el extracto con mayor presencia de metabolitos secundarios; el extracto acuoso mostró la presencia de 8 compuestos y el etanólico dio positivo únicamente a 5.

La afinidad entre las moléculas y los disolventes juega un papel importante en la extracción. Tanto el agua como el etanol con polares, este último menos que el agua; mientras que la acetona es un solvente intermedio entre los polares y no polares, por lo que se usa para extraer conjuntamente sustancias polares y no polares, razón por la cual el extracto acetónico tuvo más afinidad entre los metabolitos polares y los no polares. Cabe destacar que este tipo de análisis no es suficiente para determinar con exactitud qué tipos de compuestos se encuentran en el capulín y esto se debe tomar en cuenta puesto que, así como brindan propiedades medicinales, también se cree que algunos tienen toxicidad.

Tabla. 1. Screening fitoquímico de extractos de capulín (*Prunus serotina*).

Fruto	Muestra	S	F	Q	G	GC	T	C	FE	TA	A
Capulín	A	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+
	Ac	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
	E	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-

+ Positivo, - Negativo. Se usó la siguiente nomenclatura para los extractos A: Acuoso, Ac: Acetónico y E: etanólico. S: Saponinas, F: Flavonoides, Q: Quinonas, G: Glucósidos, GC: Glucósidos cardiacos, T: Terpenoides, C: Cumarinas, FE: Fenoles, TA: Taninos, A: Alcaloides.

En grandes concentraciones, el fenol actúa como tóxico protoplásmico y la toxicidad se debe a la capacidad de alterar la pared celular y producir desnaturalización de proteínas (Carrasco y de Paz, 2000). Por otro lado, Avendaño-Gómez et al. (2015) asegura que la toxicidad de las semillas de *Prunus serotina* está relacionada con el contenido de glucósidos cianogénicos; sin embargo, Pacheco et al. (2010) en un estudio de toxicidad en ratones (LD₅₀) obtuvo que el capulín en decocción no presenta toxicidad. Es necesario hacer una evaluación con las técnicas adecuadas para descartar la posibilidad de que este fruto contenga un nivel de toxicidad importante en la vida del ser humano y animales en general.

2. Propiedad antioxidante de los extractos.

Tabla. 2. Determinación de actividad antioxidante (% captación de radicales DPPH), contenido de fenoles totales (EAG/100 g muestra) y contenido de taninos condensados (mg EC/g muestra).

Fruto	Muestra	% De Captación de Radicales DPPH	Contenido de Fenoles Totales (EAG)/ 100 g de muestra)	Cuantificación de Taninos Condensados de (mg EC/g de muestra)
Capulín	A	18.85 %	94.82±0.0278	86.27±0.0132
	Ac	37.42 %	148.66±0.0226	128.50±0.0077
	E	9.5 %	128.15±0.0183	98.22±0.0078

A: Acuoso, Ac: Acetónico y E: etanólico. EAG: equivalentes de ácido gálico, EC: Equivalentes de catequina.

El porcentaje de captación de radicales DPPH para el extracto acuoso fue de 18.85 %, para el extracto acético fue el porcentaje fue 37.42 % y para el etanólico 9.5%; el porcentaje más alto del extracto acético puede ser explicado igualmente debido a la buena afinidad de la acetona con compuestos tanto polares como apolares, esto hace que se incremente la cantidad de moléculas antioxidantes en la muestra y por consecuencia aumente el porcentaje de captación.

Se determinó el contenido de fenoles totales con la ayuda de la curva de calibración usando ácido gálico, para el extracto acuoso el resultado fue 94.8205±0.0278, para el extracto acético fue de 148.6666±0.0226 y para el etanólico fue de 128.1538±0.0183. Así mismo, para la cuantificación de taninos condensados el resultado del extracto acuoso fue 86.27±0.0132, el acético 128.5±0.0077 y para el etanólico se obtuvo 98.22±0.0078. Los datos arrojan una importante cantidad de fenoles y taninos en todos los extractos, dando como más altos valores los correspondientes al extracto acético, esto permite deducir que de los tres solventes, la acetona es mejor para realizar extracción de compuestos antioxidantes de la *Prunus serotina*.

CONCLUSIONES

El análisis del porcentaje de captación del radical DPPH confirmó la actividad antioxidante de extractos acuoso, acético y etanólico. El extracto acetónico presentó mayor actividad antioxidante y del screening fitoquímico tuvo mayor presencia de compuestos que los otros dos extractos. Se deben efectuar más estudios para verificar si el capulín representa una verdadera amenaza toxicológica para el ser humano.

BIBLIOGRAFIA

Libros

1. Carrasco, M. S. y de Paz, J. A. (2000). *Tratado de emergencias médicas*, España: Arán.
2. Domínguez, X. (1973). *Alcaloide en Métodos de Investigación Fitoquímica*. Nuevo León: Limusa.

Artículos de revista

3. Avendaño-Gómez, A. Lira-Saade, R. Madrigal-Calle, B. García-Moya, E. Soto-Hernández, M. Romo de Vivar-Romo, A. (2015). "Manejo y síndromes de domesticación del capulín (*Prunus serotina Ehrh ssp. capuli (Cav.) Mc Vaugh*) en comunidades del estado de Tlaxcala" en *Agrociencia*, Núm 2, Vol 49, [pp. 1405-3195].

4. Canadanovic, J., Cetkovic, G., Saponjac, V., Stajcic, S., Vulic, J., Djilas, S., Stajner, D. & Popovic, B. (2014). "Evaluation of phenolic content, antioxidant activity and sensory characteristics of Serbian honey-based product" en *Industrial Crops and Products*, Núm 62, [pp. 1-7].
5. Chaikham, P. & Prangthip, P. (2014). "Alteration of antioxidative properties of longan flower-honey after high pressure, ultra-sonic and thermal processing" en *Food Bioscience*, Núm 10, [pp. 1-7].
6. Devika, R. & Koilpillai, J. (2012). "Phytochemical screening studies of bioactive compounds of *Tagetes erecta*" en *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, Núm 4, Vol 3, [pp. 596-602].
7. Ordaz-Galindo, A, Wesche-Ebeling, P., Wrolstad, R. E., Rodríguez-Saona, L., Argaiz-Jamet, A. (1999). "Purification and identification of Capulín (*Prunus serotina Ehrh*) anthocyanins" en *Food Chem*, Núm 65, [201-206].
8. Olszewska, M. (2005). "Flavonoids from *Prunus serotina Ehrh*" en *Acta Poloniae Pharmaceutica-Drug Research*, Núm 2, Vol. 62, [pp. 127-133].
9. Luna-Vázquez, F. Ibarra-Alvarado, C. Rojas-Molina, A. Rojas-Molina, J. Yahia, E. Rivera-Pastrana, D. Zavala-Sánchez, M. (2013). "Nutraceutical Value of Black Cherry *Prunus serotina Ehrh*. Fruits: Antioxidant and Antihypertensive Properties" en *Molecules*, Núm 18, [pp. 14597-14612].
10. Molyneux P. (2004). "The use of stable free radical diphenylpicrilhidrazil (DPPH) for stimating antioxidant activity" en *Journal of science and technology*, Núm 26, [pp. 211-219].
11. Santamour, F. S. (1998). "Amygdalin in *Prunus* leaves" en *Phytochem*. Núm 47, [pp. 1537-1538].
12. Tlili, N., Mejri, H., Anouer, F., Saadaoui, E., Khaldi, A. & Nasri, N. (2015). "Phenolic profile and antioxidant activity of *Capparis spinosa* seedsharvested from different wild habitatsNizar" en *Industrial Crops and Products*, Núm 76, [pp. 930-935].

Artículos en línea

13. Pacheco-Urbe, G. Jiménez-Bárcenas, N. Rojas-Molina, A. Ibarra-Alvarado, C. Vázquez-Luna, F. J. Rojas-Molina, J. I. (2010). "Estudio farmacológico, toxicidad y perfil fenólico del fruto capulín (*Prunus serotina*)" en UAQ, pp. 4. Consultada en <http://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias-2010/12%20Verano%20Ciencia%20Region%20Centro/UAQ%20Pacheco%20Urbe%20%20Jimenez%20Barcenas.pdf> [fecha de consulta 16-08-2016].

ANÁLISIS DE LAS CAPACIDADES Y COMPETENCIAS TÉCNICAS DE LOS RECURSOS HUMANOS DE LA REGIÓN PARA LA EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS NO CONVENCIONALES

Romeo de León Rodríguez¹ y Edith Margoth Meléndez López²

RESUMEN

El país se desarrolla constantemente y busca diferentes alternativas para la localización de alternativas energéticas: Los hidrocarburos no convencionales son fuente de energía para el mundo moderno y un recurso para la fabricación de múltiples materiales, como productos energéticos, los hidrocarburos hacen andar al mundo a través de su uso como combustible en los diferentes vehículos; es de gran importancia conocer las capacidades con las que cuenta el factor humano de la región centro de Coahuila para el desarrollo correcto de este nuevo mercado y hacer frente al mismo con habitantes de nuestro entorno. El presente trabajo tiene como objetivo conocer con que capacidades cuenta el capital humano de nuestra región para el correcto desarrollo de la comercialización, extracción y procesos de los hidrocarburos no convencionales.

ABSTRACT

The country is constantly developing and looking for different alternatives for locating energy alternatives: Unconventional hydrocarbons are a source of energy for the modern world and a resource for making multiple materials, as energy products, hydrocarbons make the world go through its use as fuel in different vehicles; It is very important to know the capabilities that the human factor in the central region of Coahuila for the proper development of this new market and deal with the same people in our environment. This work aims to discover the capabilities of the human capital of our region in order to achieve the proper development of commercialization, extraction and processing of unconventional hydrocarbons.

Palabras Clave: Energía, Educación, Formación Integral, desempeño profesional.

INTRODUCCIÓN

El estado de Coahuila se encuentra en constante crecimiento, siendo el sector de hidrocarburos un área potencial para desarrollar actividades económicas que contribuyan al crecimiento de la sociedad, debido a esto es necesario que el factor humano de la región en posibilidades de interactuar y contribuir al crecimiento del estado, cuente con las cualidades y capacidades adecuadas para poder operar de manera exitosa esta rama industrial.

La región centro de Coahuila logró avances moderados en su diversificación productiva, la industria siderúrgica sigue siendo, por mucho, su principal fuente de ocupación y de generación de ingreso; en la misma se genera uno de cada cuatro empleos y tres de cada cuatro pesos del valor agregado en el sector secundario de la región. En consecuencia, la zona es aún muy sensible a las fluctuaciones económicas del mercado del acero. Por la misma razón, la larga y penosa reestructuración sufrida por ésta industria desde hace varios lustros, ha dejado profunda huella entre sus habitantes y los del estado de Coahuila, pues resulta difícil asimilar la evaporación de 19,512 fuentes de trabajo en un decenio (FLORES).

¹Instituto Tecnológico Superior de Monclova Ejército Mexicano, Departamento Académico, Ejido San José del Águila, C Sin Nombre, C.P: 27560, Nadadores, Coahuila, rom950701@outlook.com

² Instituto Tecnológico Superior de Monclova Ejército Mexicano, Departamento Académico; Carretera 57 km 4.5,S/N, C.P: 25701,Monclova, Coahuila, edith.mmelendez@hotmail.com

Por lo anterior la importancia en la diversificación de fuentes de empleo y sustento económico para el entorno. Dentro de la industria que se dedica a la extracción de hidrocarburos se han encontrado nuevos métodos para la obtención de estos, estos nuevos métodos son desconocidos y poco convencionales para la población, es por eso que a esta nueva actividad se le denomina extracción de hidrocarburos no convencionales, fractura hidráulica o “fracking”.

La práctica de esta nueva actividad ha generado controversia dentro de la sociedad, dividiendo la opinión de las personas a favor y en contra, las personas que están a favor, aseguran que esta actividad generara nuevos empleos y que al practicar esta extracción no convencional se está dando un paso al futuro de las nuevas energías. Los fundamentos del lado negativo de practicar esta actividad está basada en que el impacto ambiental que dejara será devastador, deteriorando el medio ambiente por completo.

Es por eso que el factor humano debe de conocer las competencias que involucran esta actividad, adquiriendo la capacidad para poder desenvolverse en este entorno sin ningún tipo de problema, buscando siempre el mejor método o perfeccionando alguno de los ya existentes a través de la mejora continua.

MARCO TEORICO

Tanto los hidrocarburos convencionales como los no convencionales son composicional y genéticamente idénticos, solo se diferencian en que los segundos han migrado a una roca reservorio permeable (reservorio convencional) y los primeros permanecen en la roca madre donde se generaron (shale oil y shale gas) o han migrado a rocas reservorio muy compactas (tight gas).

1.1 Hidrocarburos convencionales.

El petróleo convencional está contenido en las rocas porosas, permeables, que tienen vacíos. Ahí se encuentra un petróleo que se escapó de otras rocas y se acumuló en las llamadas “trampas geológicas”, tales como los pliegues típicos del Golfo de México. Cabe mencionar que el petróleo convencional se continúa explotando, pero va a empezar a declinar, por lo cual el gobierno empieza a tomar acciones para seguir con la extracción de petróleo crudo, iniciando con la competencia entre empresas extranjeras para obtener licitaciones y así poder extraer este hidrocarburo de manera más óptima (ESTRADA, OCTUBRE 2013).

1.2 Hidrocarburos no convencionales.

Los reservorios no convencionales están formados por arcillas cuyo tamaño genera permeabilidades que se miden en nanoDarcys. Es decir, las arcillas (shale) no permiten la movilidad del petróleo o gas en forma natural, debiéndose recurrir en estos casos a fracturas hidráulicas en las que debe utilizar una potencia que es unas 10 veces mayor que la que se necesitaría en un reservorio convencional (3.000 HP vs. 35.000 HP). Sumado a esto, la necesidad de perforar horizontalmente hace que los pozos no convencionales tengan un costo que es entre 3 y 5 veces el de uno convencional (REVISTA DEL INSTITUTO ARGENTINO DE LA ENERGÍA "GENERAL MOSCONI", NOVIEMBRE 2012).

La perforación horizontal permite maximizar el área rocosa que, una vez fracturada, entra en contacto con el pozo, y por consiguiente, incrementar la extracción en términos de la fluencia y el volumen de gas que puede ser obtenido del mismo (ROIG, PRIMER SEMESTRE DE 2012).

Una vez culminado el procedimiento de fractura, el fluido utilizado regresa a la superficie –fenómeno que en inglés se conoce como flowback–, en proporciones que varían, de acuerdo al pozo, entre un 9% y un 35%. Por lo tanto, en cada proceso de fractura se producen desechos líquidos que van de los 1.300 a los 23.000 m³, que contienen agua, los químicos utilizados, componentes orgánicos tóxicos, metales pesados, y materia natural con residuos radioactivos (ROIG, PRIMER SEMESTRE DE 2012).

1.3 Impacto ambiental

- La contaminación de agua subterránea por acción de los fluidos utilizados para las fracturas, a raíz de roturas en los encamisados o filtraciones;
- La contaminación de la tierra y agua superficial (y potencialmente aguas subterráneas), debido a derrames de los compuestos utilizados en las fracturas,
- El sobreconsumo y agotamiento de fuentes de agua;
- El tratamiento de las aguas residuales;
- Los impactos sobre la tierra y el paisaje (ROIG, PRIMER SEMESTRE DE 2012).

1.4 GAS shale en el estado de Coahuila

De 2010 a 2014 PEMEX exploró 17 pozos de shale gas/oil en las cinco regiones con mayor potencial, obteniendo 7 en el estado de Coahuila. El estado cuenta con una gran actividad exploratoria, debido a que representa una extensión del yacimiento Eagle Ford proveniente de Estados Unidos considera que, en relación con las condiciones actuales no sólo de Sabinas Burgos sino del país en general, se carece de los elementos en infraestructura, avances tecnológicos, capital humano, recursos económicos, entre otros, para explotar al máximo los hidrocarburos identificados; los cuales estima serán aprovechados por las empresas extranjeras privadas que sean contratadas por PEMEX.

MÉTODOS Y MATERIALES

El tema de los hidrocarburos no convencionales cada día va teniendo más auge en nuestra sociedad, tomando este sector una importancia cada vez mayor, es necesario que el factor humano este suficientemente capacitado para poder operar con éxito en este entorno. El área energética está teniendo también un movimiento impresionante en cuanto al impulso de nuevas inversiones en el rubro de hidrocarburos no convencionales.

Para llevar a cabo la investigación sobre los hidrocarburos no convencionales se hizo uso de investigación documental realizada con fuentes de revistas, libros, artículos, noticias y entrevistas, tratando de obtener información confiable, para conocer antecedentes, ventajas, desventajas y beneficios que han tenido, así como el impacto que han hecho en la sociedad.

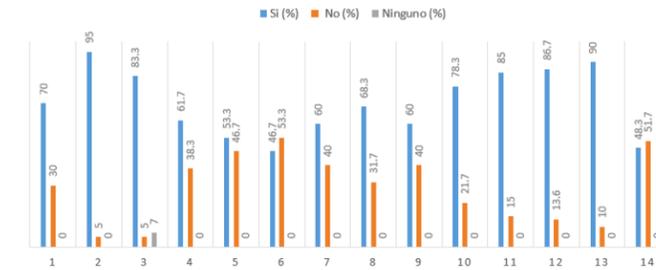
En la generación de datos para la investigación se optó por el desarrollo de un instrumento de medición (ver **Figura 1** en anexos), elaborado para determinar las capacidades que existen en el factor humano.

Se realizó una entrevista a una muestra poblacional de 60 estudiantes de nivel universitario conocedores del tema, de un población total de 250, superando el 10% mínimo para muestras, y así conocer las habilidades y conocimientos técnicos que tienen acerca del tema de hidrocarburos no convencionales, tratando de aplicar el instrumento a quienes estuvieran más cercanos al tema. La entrevista está compuesta por una serie de preguntas, mismas que fueron elegidas de acuerdo a la información que se considera relevante para la investigación. Las preguntas fueron formuladas con base en información obtenida en artículos de revistas, libros y sitios oficiales que hablan de este tema. Además el diseño de la misma permite conocer distintos parámetros como el conocimiento, habilidad e interés de los encuestados, además de la colocación de un apartado extra para saber las opiniones y razones por las que se da la respuesta.

Para el tratamiento, análisis e interpretación de los datos obtenidos de la muestra se utilizó el software estadístico SPSS y el software Excel por ser los mayormente usados en las ciencias sociales y las empresas en investigaciones, dando resultados confiables y en los cuales formar una base sólida para mostrar resultados que nos generen conclusiones más cercanas a la realidad.

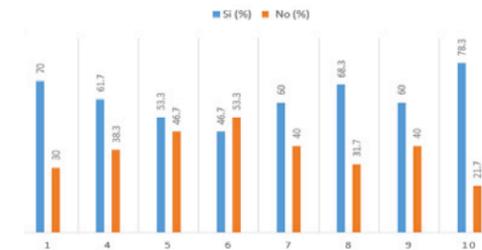
RESULTADOS

Los resultados denotan que un porcentaje alto de estudiantes de nivel universitario conocen o tienen interés sobre el proceso de extracción de los hidrocarburos no convencionales, tomando como base que 12 de 14 preguntas superan un 60% con respuestas afirmativas.



Gráfica 1. Porcentaje de alumnos universitarios que contestaron “si” (conocimiento o interés) o “no” (Falta de conocimiento o desinterés) a cada una de las 14 preguntas.

Para saber cuántas personas conocen acerca de los hidrocarburos no convencionales, se realiza un análisis de las preguntas de la **Gráfica 2** donde se denota que las respuestas “si” de la muestra está por encima del 50% en todas las preguntas, de modo que los términos que se incluyen en el cuestionario son conocidos. La pregunta número 3 es un referencia dada para saber cuáles hidrocarburos no convencionales reconocen los encuestados, aportando información adicional para sostener las afirmaciones o negaciones que se hacen en las preguntas que se relacionan con el conocimiento (**Tabla 1**).



Gráfica 2. Respuestas del instrumento en base a conocimiento.

Respuesta 3 del estudiante

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Gas Shale	50	50.0	83.3	83.3
Oil Shale	3	3.0	5.0	88.3
Ninguno	7	7.0	11.7	100.0
Total	60	60.0	100.0	
Perdidos Sistema	40	40.0		
Total	100	100.0		

Tabla 1. Respuesta sobre los productos obtenidos de los hidrocarburos no convencionales.

La pregunta número 2 del cuestionario se utiliza para conocer el interés que tienen los estudiantes universitarios acerca del proceso de extracción de los hidrocarburos no convencionales y así determinar si las empresas pueden contar con personal que reconozca la utilidad que pudiera tener en el proceso. El

Respuesta 2 del estudiante

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Si	57	57.0	95.0	95.0
No	3	3.0	5.0	100.0
Total	60	60.0	100.0	
Perdidos Sistema	40	40.0		
Total	100	100.0		

95% de los estudiantes encuestados contestaron “Si”.

Tabla 2. Respuestas del instrumento en base al interés que tienen los estudiantes acerca del proceso de extracción de hidrocarburos no convencionales.

Por último, la pregunta número 14 es respondida en base a los conocimientos y habilidades que los estudiantes universitarios reconocen tener en relación con el proceso de extracción de los hidrocarburos no convencionales. El 48.3% de los encuestados contesta que si tiene los conocimientos suficientes y el otro 51.7% lo contrario.

Respuesta 14 del estudiante

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Si	29	29.0	48.3	48.3
No	31	31.0	51.7	100.0
Total	60	60.0	100.0	
Perdidos Sistema	40	40.0		
Total	100	100.0		

Tabla 3. Respuestas del instrumento en base a los conocimientos y habilidades reconocen tener los estudiantes acerca del proceso de extracción de hidrocarburos no convencionales.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos otorgan una base para reconocer las áreas de oportunidad que tienen las empresas dedicadas a la extracción de hidrocarburos no convencionales en cuanto a las capacidades y competencias técnicas que poseen los estudiantes universitarios enfocados hacia este sector.

Se concluye que la mayoría de los encuestados admiten interés en el tema, por consiguiente el desaprovechamiento de un gran potencial de mano de obra dispuesta a trabajar en el proceso de extracción de hidrocarburos.

También se reconoce que un número muy cercano a la mitad de los encuestados ya posee conocimientos y habilidades referentes al tema, esto resultaría en un adiestramiento más corto y específico partiendo de lo conocido.

BIBLIOGRAFIA

- ESTRADA, J. H. (OCTUBRE 2013). *DESARROLLO DEL GAS LUTITA (SHALE GAS) Y SU IMPACTO EN EL MERCADO ENERGÉTICO DE MÉXICO: REFLEXIONES PARA CENTROAMÉRICA*. MEXICO, D.F.: NACIONES UNIDAS.
- FABIO GARCÍA, M. R. (2015). *RIESGOS DE LA EXPLOTACIÓN DE LOS HIDROCARBUROS NO CONVENCIONALES EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE*. ECUADOR: OLADE.
- FLORES, D. A. (s.f.). *POTENCIALIDADES DE DESARROLLO DE LA REGIÓN CENTRO DEL ESTADO DE COAHUILA*. SALTILLO, COAHUILA.
- GONZÁLEZ, E. (s.f.). HALLAZGO DE PETROLEO EN LUTITAS AFIANZA PROYECTOS DE SHALE GAS/OIL EN MEXICO: INVESTIGADOR DE LA UNAM. *PETROQUIMEX*, 36-43.
- GONZÁLEZ, E. (s.f.). HALLAZGO DE PETRÓLEO EN LUTITAS AFIANZA PROYECTOS DE SHALE GAS/OIL EN MÉXICO: INVESTIGADOR DE LA UNAM. *PETROQUIMEX*, 41.
- REVISTA DEL INSTITUTO ARGENTINO DE LA ENERGÍA "GENERAL MOSCONI". (NOVIEMBRE 2012). HIDROCARBUROS NO CONVENCIONALES. *PROYECTO ENERGÉTICO*, 13.
- ROIG, D. P. (PRIMER SEMESTRE DE 2012). LOS HIDROCARBUROS NO CONVENCIONALES EN ELESCEENARIO ENERGÉTICO ARGENTINO. *THEOMAI*, 115-118.
- U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION, U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. (JUNE 2013). *EIA/ARI WORLD SHALE GAS AND SHALE OIL RESOURCE ASSESSMENT*. USA.

ANEXOS

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MONCLOVA EJÉRCITO MEXICANO		24/06/2016	
Investigación: ANÁLISIS DE LAS CAPACIDADES Y COMPETENCIAS TÉCNICAS DE LOS RECURSOS HUMANOS DE LA REGIÓN PARA LA EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS NO CONVENCIONALES.		Página 1 de 1	
Instrumento de recolección de datos.			
¿Qué son los hidrocarburos no convencionales?			
Los hidrocarburos no convencionales son el petróleo y gas natural que pese a que se encuentran en grandes cantidades en la naturaleza no pueden ser explotadas económicamente con las tecnologías de extracción tradicionales si no que necesitan de procedimientos especiales para su extracción, por ejemplo el método del "fracking".			
PREGUNTA	RESPU ESTA	ESPACIO PARA COMENTARIOS O RESPUESTAS ALTERNAS	
1. ¿Haz escuchado hablar de los hidrocarburos no convencionales?	Si No		
2. ¿Te gustaría tener algún conocimiento de los hidrocarburos no convencionales?	Si No	¿Por qué?	
<i>Si tu respuesta fue "Si", contesta las siguientes preguntas:</i>			
3. ¿Cuál de estos conoces?	Gas Shale Oil Shale	Otros:	
4. ¿Sabes que empresa es la encargada de realizar los estudios y explotación de hidrocarburos no convencionales?	Si No	¿Cuál?	
5. ¿Conoces algún método por el cual se extraen los hidrocarburos?	Si No	¿Cuáles?	
6. ¿Alguna vez has escuchado el término fractura hidráulica o fracking?	Si No	¿Por qué?	
7. ¿Conoces que riesgos generan los procesos para extraer éstos hidrocarburos?	Si No	¿Cuáles?	
<i>Consideras que la explotación de hidrocarburos no convencionales daña al medio ambiente con respecto a....</i>			
8. Agua	Si No	¿Por qué?	
9. Aire	Si No	¿Por qué?	
10. Suelo	Si No	¿Por qué?	
11. ¿Estarías de acuerdo en que el estado de Coahuila incluya en su actividad económica la extracción de hidrocarburos no convencionales?	Si No	¿Por qué?	
12. ¿Consideras importante que el gobierno de Coahuila debe mantenernos informados de los avances en las investigaciones sobre los hidrocarburos no convencionales?	Si No	¿Por qué?	
13. Existen yacimientos de Gas Shale en Piedras Negras y Sabinas, ¿Consideras que realizar acciones de investigación, exploración y explotación sean positivas para el estado?	Si No	¿Por qué?	
14. En caso de que se necesite personal para explotar a gran escala los hidrocarburos no convencionales en Coahuila, ¿Consideras que tienes los conocimientos y habilidades suficientes para trabajar en este entorno?	Si No	¿De qué forma?	

¡Gracias por su tiempo y atención para la elaboración del cuestionario en beneficio de la investigación!
Instrumento utilizado para evaluar las capacidades y competencias técnicas de la muestra.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE ADSORCIÓN DE MATERIALES CARBONÁCEOS OBTENIDOS DE FUENTES ORGÁNICAS E INORGÁNICAS SOBRE LA REMOCIÓN DE LOS COLORANTES AZUL ÁCIDO 25 Y AZUL ÁCIDO 80

María Fernanda De Lira Martínez¹ y Adrián Bonilla Petriciolet²

RESUMEN

La presencia de colorantes sintéticos en ecosistemas acuáticos ocasiona graves problemas ambientales, lo que hace necesario que éstos sean removidos de los efluentes industriales antes de su descarga a cuerpos de agua. La síntesis y producción de adsorbentes a partir de desechos alimenticios es una alternativa viable y competitiva bajo los esquemas convencionales de remoción de colorantes. Bajo este contexto, en este trabajo se obtuvieron isoterms de adsorción de los colorantes sintéticos azul ácido 25 y azul ácido 80 empleando materiales carbonáceos obtenidos de fuentes orgánicas e inorgánicas. En forma particular se utilizó carbón de hueso de res y carbón activado obtenido de la semilla del fruto *Persea americana* con el fin de determinar la importancia que desempeña el material precursor sobre las propiedades de adsorción de dichos adsorbentes.

Palabras Clave: azul ácido 80, azul ácido 25, adsorción, carbón, tratamiento de aguas residuales.

ABSTRACT

The presence of synthetic dyes in aquatic ecosystems causes serious environmental problems, which makes necessary their removal from industrial effluents prior to be discharged into aquatic bodies. The synthesis and production of adsorbents using food wastes as precursor materials is a viable and competitive alternative under the conventional schemes of dyes removal. Under this context, in this work the removal performance of bone char and activated carbon obtained from *Persea americana* seed was evaluated in the removal of acid blue 25 and acid blue 80 in order to determine the importance of precursor materials over dye uptakes.

Key words: acid blue 80, acid blue 25, adsorption, carbon, waste water treatment.

INTRODUCCIÓN

La contaminación del agua por colorantes es un problema ambiental importante ya que la presencia de éstos puede ser nociva para los seres vivos incluyendo al ser humano. Además, tienen un efecto desfavorable sobre los procesos naturales de los ecosistemas. Considerando lo anterior, estos compuestos tóxicos necesitan ser removidos de efluentes contaminados. Para dicho propósito, durante los últimos años los procesos basados en el fenómeno de la adsorción han sido ampliamente utilizados ya que son una alternativa viable y adecuada para la remoción de diversos contaminantes del agua (Banat y col., 2005). A la fecha, diversos materiales han sido utilizados en el tratamiento de efluentes industriales. En particular, la síntesis y producción de adsorbentes a partir de desechos alimenticios es una alternativa viable y competitiva bajo los esquemas convencionales de remoción de colorantes. Considerando lo anterior, en esta investigación se obtuvieron isoterms de adsorción de los colorantes azul ácido 25 (AB25) y azul ácido 80 (AB80) empleando materiales carbonáceos obtenidos de fuentes orgánicas e

¹ Universidad Autónoma de Aguascalientes, Departamento de Ingeniería Bioquímica; Avenida Universidad No. 940, Ciudad Universitaria, Villas de la Universidad, CP: 20131, Aguascalientes, Ags., a.fernanda.dlm@hotmail.com.

² Tecnológico de Aguascalientes, Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica; Av. Adolfo López Mateos No. 1801 Ote., Fracc. Bona Gens, C.P. 20256, Aguascalientes, Ags., petriciolet@hotmail.com

inorgánicas. En forma particular se utilizó carbón de hueso de res (CHR) y carbón activado obtenido de la semilla del fruto *Persea americana* (CPA) con el fin de determinar la importancia que desempeña el material precursor sobre las propiedades de adsorción de dichos adsorbentes.

METODOLOGIA

Con el fin de establecer las relaciones de equilibrio y determinar la capacidad de adsorción del CHR y CPA, se realizaron experimentos de adsorción en solución acuosa en condiciones por lotes durante 48 a 30 °C, pH 5, agitación constante de 120 rpm, empleando soluciones con concentraciones iniciales de los colorantes entre 50 y 700 mg/L y una relación adsorbente-adsorbato de 2 g/L. Una vez alcanzado el equilibrio, se separó la solución de colorante de los materiales adsorbentes mediante filtración y se determinaron las concentraciones de los mismos usando un espectrofotómetro UV-Visible. La cuantificación de los colorantes AB25 y AB80 se realizó a una longitud de onda de 600 y 626 nm, respectivamente. Los resultados obtenidos se utilizaron para calcular la capacidad de adsorción de los adsorbentes mediante un balance de masa y finalmente, se obtuvieron las isoterms de adsorción correspondientes.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Figura 1 se muestran los datos de equilibrio obtenidos para la remoción de AB25 y AB80 en solución acuosa a 30 °C y pH 5 empleando CHR y CPA, respectivamente. Todas las isoterms de adsorción obtenidas en este trabajo son positivas y cóncavas con respecto al eje de la concentración del adsorbato en el equilibrio. Estas isoterms son clase "L" tipo 2 de acuerdo a la clasificación de Giles (1974). Este tipo de isoterms se caracterizan por una gran afinidad entre el soluto y el adsorbente para bajas concentraciones, la cual va decreciendo a medida que aumenta la concentración del soluto en la solución (González-Serrano y col., 2004).

Los resultados obtenidos indican que la capacidad de adsorción del CHR es superior a la obtenida con el CPA. Dicho comportamiento puede atribuirse a las propiedades de los adsorbentes tales como: estructura fisicoquímica, área superficial y cantidad de sitios activos. Así mismo, es importante notar que la capacidad de adsorción de los colorantes evaluados presenta el siguiente comportamiento AB25 > AB80. Específicamente, la capacidad de adsorción del CHR oscila entre 5 y 27 mg/g para el colorante AB80 y entre 12 y 86 mg/g para el AB25, mientras que dicho parámetro se encuentra entre 1 y 5 mg/g para el colorante AB80 cuando se emplea CPA como adsorbente.

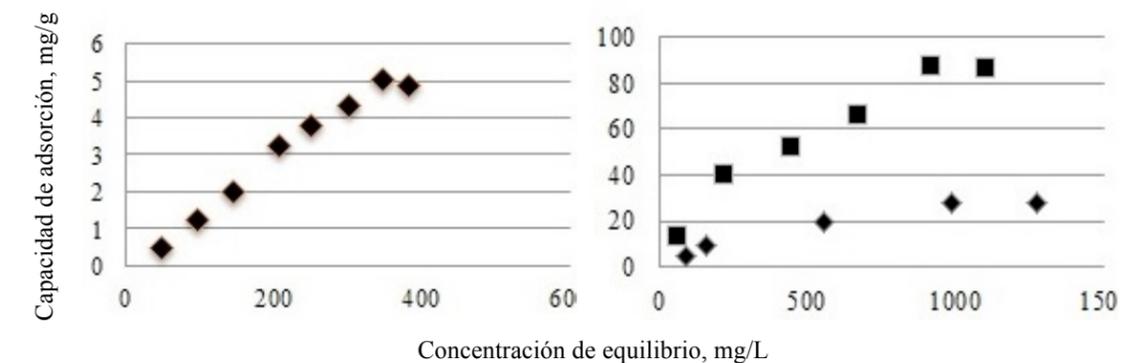


Figura 1. Isoterms de adsorción de AB80 (♦) y AB25 (■) empleando a) CPA y b) CHR.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos de la presente investigación se concluye que las propiedades de adsorción de los materiales evaluados dependen de la estructura de los mismos. En forma particular, se observó que una estructura inorgánica favorece la remoción de los colorantes. Por otra parte, la adsorción de los colorantes se ve influenciada por sus propiedades. Finalmente, se recomienda realizar análisis de caracterización que complementen o validen las consideraciones presentadas en este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

BANAT, F., AL-ASHEH, S., QTAISHAT, M. (2005). "Treatment of waters colored with methylene blue dye by vacuum membrane distillation", *Desalination* Vol. 174, [pp. 87-96].

GILES, C., MACEWAN, T.H., NAKHWA, S., SMITH, D. (1960). "A system of classification of solution, adsorption Isotherms, and its use in diagnosis of adsorption mechanisms and in measurement of specific surface areas of solids". *J. Chem. Soc.* pp. 3973-3993. Consultada en <http://dns2.asia.edu.tw/~ysho/YSHO-English/1000%20WC/PDF/J%20Che%20Soc60,%203973.pdf> (fecha de consulta 11-08-2016).

GONZALEZ-SERRANO, E., CORDERO, T., RODRIGUEZ-MIRASOL, J., COTORUELO, L., RODRIGUEZ, J. (2004). "Removal of water pollutants with activated carbons prepared from H3PO4 activation of lignin from kraft black liquors" *Water Research*, Núm 38, Vol. XIII, Febrero-Abril, [pp. 3043-3050]

RESISTENCIA A LA CORROSIÓN LOCALIZADA Y UNIFORME DE ACERO INOXIDABLE DÚPLEX Y SUPERDÚPLEX ENVEJECIDO TÉRMICAMENTE: COMPORTAMIENTO AL DESGASTE DE UN ACERO INOXIDABLE DÚPLEX 2205 EXPUESTO A MEDIOS CORROSIVOS

Juan Luis Del Abra Arzola¹ y Marco Arturo Rentería García²

RESUMEN

En este trabajo se realizó el estudio del comportamiento al desgaste de un acero inoxidable dúplex (AID) 2205 expuesto a medios corrosivos similares a los de la industria de la pulpa y papel para el proceso de blanqueo. Para realizarlo se ha llevado a cabo un tratamiento térmico para tres muestras. Estas muestras han sido envejecidas a 850°C por diferentes tiempos (5, 15 y 30 min) y se dejaron enfriar al aire. Se llevó a cabo su caracterización metalográfica. Posteriormente, se realizó ensayos de desgaste mediante la técnica "pin-on-disk" en muestras previamente expuestas a un ataque electrofítico en una solución con NaOH y 6 V durante 9 s. La velocidad de deslizamiento para estos ensayos fue de 7 cm/s a una distancia de 500 m. A partir de estos ensayos será determinada la cinética de desgaste y el mecanismo que ocurre durante el efecto de abrasión de las piezas. De los resultados obtenidos se observó que la cinética de desgaste depende de la densidad de fase sigma precipitada en términos de tiempo de exposición de tratamiento térmico.

ABSTRACT

In this work, the wear behavior of a duplex stainless steel (DSS) 2205 exposed to corrosive media similar to those in the industry for pulp and paper for bleaching process was carried out. To realize it has carried out a heat treatment for three samples. These samples were aged at 850 ° C for different times (5, 15 and 30 min) and cool in air. It was conducted the metallographic characterization. Subsequently, wear tests were performed using the "pin-on-disk" technique in samples previously exposed to an electrolyte attack in a solution with NaOH and 6 V for 9 s. Slip velocity for these trials was 7 cm / s at a distance of 500 m. From these tests it will be determined kinetics and mechanism wear that occurs during the abrasion effect of the parts. From In this results show that the kinetics of wear depends on the density of sigma phase precipitated, in terms of heat treatment exposure times.

PALABRAS CLAVE: Acero inoxidable dúplex 2205, desgaste, Tratamiento térmico.

INTRODUCCIÓN

La microestructura de los AID, aproximadamente 50/50 γ y δ , ofrece alta resistencia mecánica y tenacidad al impacto. Sin embargo, muchas de las aplicaciones requieren de materiales expuestos al efecto del ciclo térmico tal como lo es un tratamiento térmico o termomecánico que propicia que se genere la precipitación de fases duras. Una de las características poco estudiadas dentro de los AID es su comportamiento al desgaste cuando estas fases, en particular la fase sigma, se encuentra presente.

¹Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Carr 57, km 5, C.P: 25710, Monclova Coahuila, juanluis_0206@hotmail.com

² Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Carr 57, km 5, C.P: 25710, Monclova Coahuila, marcogarciarenteria@uadec.edu.mx

Es por esto que es importante evaluar el efecto del volumen de esta fase en este material en términos de resistencia al desgaste, debido a que en la industria del papel, en los rodillos y en los digestores, y en la conducción de combustibles se encuentran partículas duras que impactan al material generando un efecto abrasivo, que puede ser reducido con la presencia de esta fase dura [1].

METODOLOGIA

La metodología utilizada en este proyecto tiene como objetivo determinar la cinética de desgaste. Inicialmente, se presenta el material estudiado y su caracterización metalográfica, se dará tratamiento térmico a tres muestras el cual consta de calentar las muestras a 850°C y sacarlas a determinados tiempos (5, 15 y 30 min.) y seguido de su caracterización metalográfica. Después se determina la dureza del acero inoxidable dúplex base así como también a las muestras tratadas térmicamente, para llevar acabo los ensayos de “pin-on-disk”.

A partir de una barra de acero inoxidable dúplex 2205 se han obtenido 8 probetas en forma de rectángulo. Las medidas de las probetas son de 1.2 x 1.8 x 0.5 cm.

Tratamiento térmico. El tratamiento térmico que se le dio a las probetas de acero inoxidable dúplex 2205 constó se elevar la temperatura hasta los 850 °C, se introdujeron las probetas y se fueron retirando en determinado tiempo (5 min, 15 min y 30 min) y dejarlas enfriar al aire.

Caracterización metalográfica. La caracterización metalográfica del acero inoxidable dúplex 2205 se ha realizado mediante la técnica de microscopía óptica, la cual permite observar la morfología y la distribución de fases. Para ello, se han realizado los siguientes pasos hasta el momento y se describen a continuación de manera detallada:

Desbaste. El desbaste se ha llevado acabo por abrasión con papel de carburo de silicio (SiC) de diferente tamaño de grano (80, 120, 240, 400, 600, 1200,1500 y 2000) utilizando agua como elemento lubricante. El agua tiene como objeto refrigerar y barrer de la superficie las partículas de material tanto de la muestra como del abrasivo.

Pulido. Para pulir las probetas desbastadas se utilizan paños de terciopelo con suspensiones de alúmina (Al₂O₃). Las partículas de la alúmina tienen un diámetro de 1 micra.

Limpieza. La limpieza de las probetas se realizó con agua destilada y con alcohol etílico, finalmente fueron secadas con aire caliente.

Ataque metalográfico. Este procedimiento se realiza sumergiendo la muestra metálica pulida en una solución de NaOH al 30%. Se realizó un electroataque con una fuente poder a un voltaje constante 6 V.

Microscopía óptica (MO). La MO se ha utilizado para caracterizar la estructura de las muestras de AID 2205 y revelar los bordes de granos, las fases y la presencia de inclusiones de fase sigma.

Ensayo de dureza. El ensayo de dureza es quizás el método más simple y barato para caracterizar mecánicamente un material, dado que no requiere una preparación minuciosa de la muestra y es un ensayo muy rápido. Se realizaron 5 marcas para cada probeta, para después sacar un promedio aritmético de las 5 pruebas.

Ensayo de “PIN-ON-DISK”. En esta parte se describe el procedimiento que permite determinar el desgaste del AID 2205 durante los ensayos “PIN-ON-DISK”. Para efectuar este ensayo en necesario una probeta, un pin y un disco. El pin con un radio de curvatura de 0.5 mm, está colocado perpendicularmente a la probeta. El pin se desliza sobre la superficie con un radio de 1.35 mm. El desgaste producido en un ensayo tribológico depende de varios factores como: la carga aplicada, la velocidad de deslizamiento, la distancia deslizamiento, el medio y las propiedades del metal. Para este proyecto se han realizado los ensayos a temperatura ambiente, sin lubricación a una carga de 1 N en condiciones estándares de temperatura y humedad (25° C y 55 % de humedad) [4].

La velocidad seleccionada ha sido de 7 cm/s y la distancia recorrida ha sido de 500m. La probeta se coloca en un porta muestra enganchado en un brazo que puede girar a diferentes velocidades. El pin se coloca en un portamuestra que permite variar el radio de la pista creada por la acción del pin sobre la probeta.

Además el tribómetro cuenta con un sistema de adquisición de datos donde se registra la fuerza aplicada, el coeficiente de fricción, el desgaste lineal. Todo eso controlado desde un programa desarrollado por la misa casa llamado TRIBOMETER 6.2.9.

RESULTADOS

En el análisis de las imágenes arrojadas por el microscopio se observó que la fase ferrita fue aumentada con el paso de los minutos dentro de la mufla a 850 °C, la fase sigma se formó al borde de los límites de grano de la fase ferrita como se muestra en la Figura 1. La fase sigma originó que las muestras tuvieran una menor resistencia en el ensayo “pin on disk”.

La dureza Rockwell media aritmética de las probetas ensayadas fue de 23.43, 20.8, 19.83 y 21.5 Rc para el Metal base y los tratamientos térmicos de 5, 15 y 30 minutos respectivamente.

Cabe mencionar que es necesario realizar pruebas de dureza con un instrumento más sensible como lo es la prueba de microdureza Vickers, para evaluar de manera localizada la influencia de la fase sigma en esta propiedad

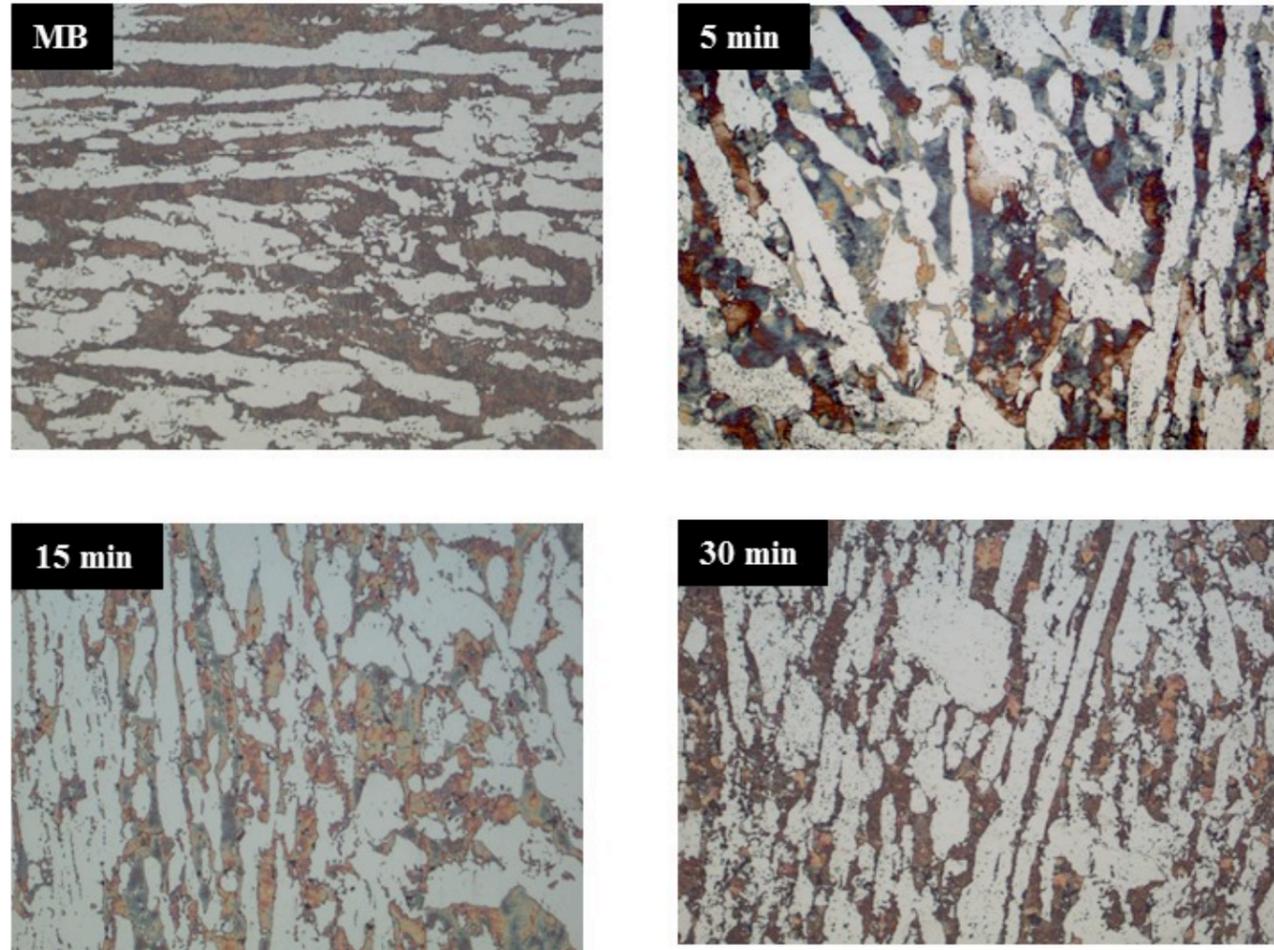


Figura 1. Imágenes de las muestras tomadas en el microscopio óptico a 20X.

Los resultados de la pérdida de peso después del ensayo “pin on disk” se muestran en la Tabla 1. Donde se observa que la tasa de desgaste disminuye al incrementar el tiempo de permanencia, excepto para el tratamiento térmico de 15 minutos.

Tabla 1. Pérdida de peso en las muestras de AID.

Muestra	Peso antes	Peso después	Pérdida
METAL BASE	10.8848 g	10.8841 g	0.0007 g
TRATAMIENTO MINUTOS 5	10.8206 g	10.8204 g	0.0002 g
TRATAMIENTO MINUTOS 15	11.7395 g	11.6395 g	0.1 g
TRATAMIENTO MINUTOS 30	8.6294 g	8.6289 g	0.0005 g

Las imágenes de la Figura 2 muestra as huellas de desgaste de las diferentes muestras, adquiridas en un perfilómetro óptico de alta sensibilidad, donde se muestra que el mecanismo se aproxima a un efecto de abrasión. En este sentido, parece ser que la fase sigma impide el desgaste continuo de las probetas al observar una disminución de la tasa de desgaste.

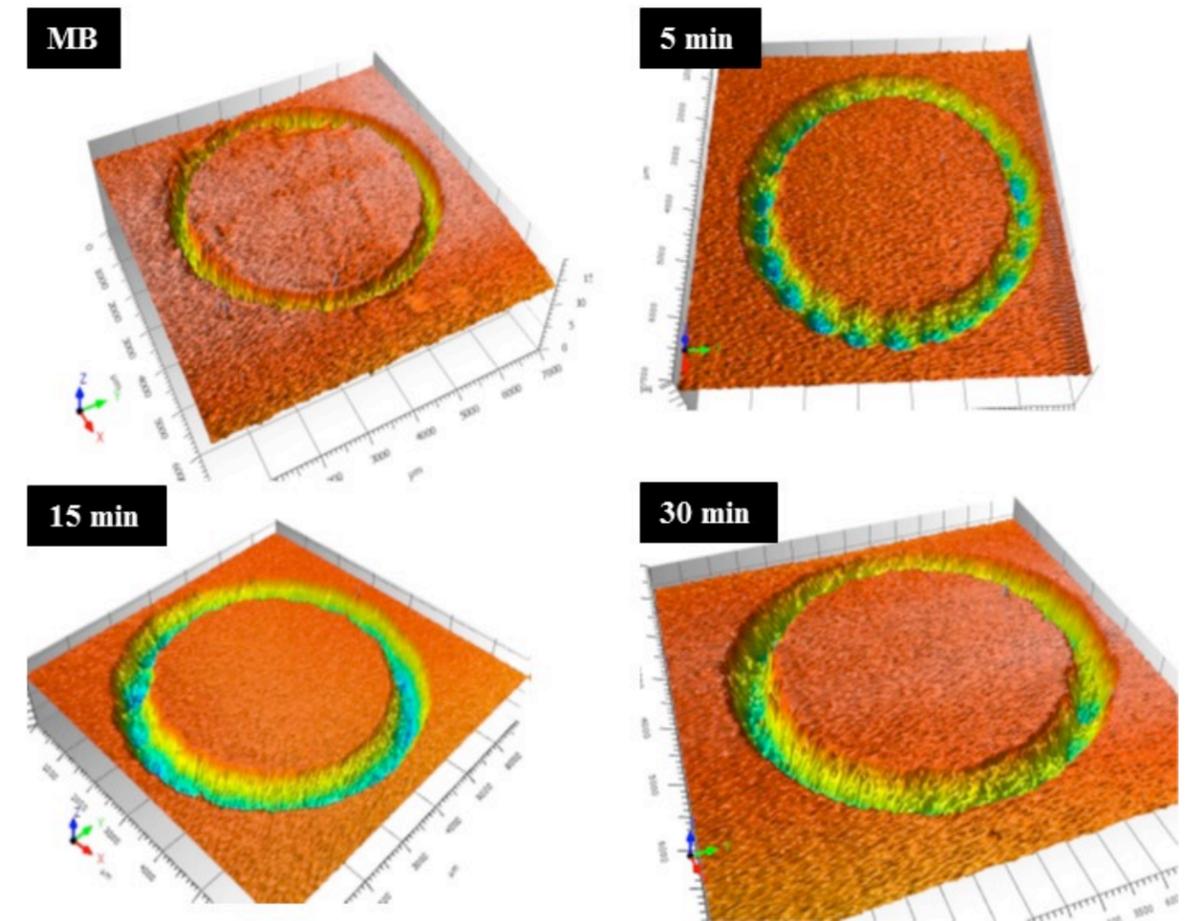


Figura 2. Perfiles de las muestras ensayadas en el tribómetro.

CONCLUSIÓN

1. La precipitación de la fase sigma en las muestras después del tratamiento térmico, dio como resultado que dicha fase genera menos desgaste en la superficie de las muestras, ya que esta fase es más dura que las fases austenita y ferrita.

Trabajo futuro: Realizar ensayos en el acero inoxidable superdúplex y evaluar la influencia de la velocidad de deslizamiento en esta propiedad.

BIBLIOGRAFIA

1. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo: Industria de la pulpa y papel, Vol. 3 capítulo 72, 2001.
2. Directrices prácticas para la fabricación de los aceros inoxidables dúplex, International Molybdenum Association, Primera edición, 2012
3. Dionicio Padilla E., Aplicaciones de los aceros inoxidables, Revista del instituto de investigación de la facultad de geología, minas, metalurgia y ciencias geográficas, vol. II julio-1999.
4. Martínez, F. C., *La tribología: ciencia y técnica para el mantenimiento*, Editorial Limusa, 2002.

POTENCIAL DE BIORREMEDIACION DE MICROALGAS DE MICROALGAS NATIVAS DE MÉXICO

Beatriz-Guadalupe Delgado-Ramirez¹ y Alberto Ayala-Islas²

RESUMEN

La importancia que tiene el tratamiento de agua en temas sociales se debe, principalmente, al incremento de la demanda de agua y a su escasa disponibilidad en zonas urbanas pobladas excesivamente. Una alternativa de tratamiento de agua son los Contactores Biológicos Rotativos (CBR). Estos consisten en un proceso biológico aerobio que requiere contacto constante con el agua residual, la biomasa y el oxígeno del aire a través de discos rotatorios que soportan una biocapa de microorganismos. En este proyecto se realizó el análisis y la evaluación del funcionamiento del proceso de un CBR instalado en el ITESI para proponer parámetros de operación que ayuden al mejoramiento de los sistemas de tratamiento secundario utilizando microalgas para la composición de la biomasa y esta ayude a disminuir los parámetros fisicoquímicos con respecto al tiempo.

ABSTRACT

The importance of water treatment in social matters is due mainly to increased demand of water and its poor availability in over-populated urban areas. An alternative water treatment are the Rotating Biological Contactors (CBR). These consist of an aerobic biological process that requires constant contact with the wastewater, the biomass and oxygen in the air through rotating discs that support a biofilm of microorganisms. In this project the analysis and evaluation of process performance of a CBR installed on the ITESI to propose operating parameters that help the improvement of secondary treatment systems using microalgae for biomass composition and this help was made to reduce physicochemical parameters over time. In this project we performed the analysis and evaluation of the running of the process of a CBR installed on the ITESI to propose operating parameters that help the improvement of secondary treatment systems using microalgae for biomass composition and this allow to contribute reducing physicochemical parameters with respect to time

Palabras Clave: CBR, microalgas, biomasa, parámetros.

INTRODUCCIÓN

Uno de los sistemas más recientes para el tratamiento de aguas residuales es el Reactor Biológico Rotativo de Contacto (CBR) comúnmente conocido como Biodisco. Este sistema de tratamiento biológico secundario es usado para la remoción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y para el pulido de efluentes nitrificados. El biodisco se usó por primera vez en Alemania en 1900 y en 1929 en los Estados Unidos. En ambos casos fueron construidos de madera. En 1950 se realizaron pruebas con discos de plástico y, casi al mismo tiempo comenzaron a construirse de poliestireno expandido.

¹ Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. Ingeniería Bioquímica, el árbol #18, Col. Carrizalito, C.P. 36822, Irapuato, Guanajuato, Teléfono (462) 4849776. beatriz_delgado22@outlook.es.

² Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. Departamento de Ingeniería Bioquímica, Carr. Irapuato-Silao km 12.5 C.P. 38821, Guanajuato, Irapuato, Teléfono (462) 6067900. alayala@itesi.edu.mx.

Las microalgas son organismos muy diversos en forma, tamaño y capacidad de adaptación a distintos ambientes, por lo que algunas especies pueden modificar su metabolismo para sobreproducir algunos compuestos celulares o utilizarlos como nutrientes.

El empleo de las microalgas para la depuración de aguas residuales ha sido promovido desde finales de la década de los cincuenta. En los años 70 se desarrollaron en los EEUU sistemas abiertos de cultivo de microalgas para el tratamiento de aguas residuales, donde se transformaba la biomasa obtenida en metano. Sin embargo, este sistema de tratamiento ha visto frenada la extensión de su uso debido a la gran superficie de terreno que necesita, y la extensión de otros sistemas como el de fangos activados. Las algas son empleadas en numerosas partes del mundo para el tratamiento de aguas residuales, pero a pequeña escala. La capacidad de las algas de eliminar nitrógeno y fósforo del agua las convierte, sin embargo, en una posibilidad real para la eliminación de nutrientes del agua residual. De hecho, se ha demostrado que en la eliminación del fósforo pueden ser tan eficientes como el tratamiento químico convencional.

METODOLOGÍA

Se comenzó a trabajar con el CBR se añadió un inoculo de algas y se enriqueció con Bayfolan® y pasado un tiempo (1 semana) se observó el crecimiento de biomasa impregnados en los discos.

En un estanque abierto (Open pond) se hizo primero un inóculo de microalgas nativas que ya se encontraban en los CBR y se utilizó nuevamente el Bayfolan®, pasados algunos días, el estanque presentó un alto crecimiento de microalgas; se le añadieron 200 litros de agua residual proveniente de la planta tratadora del ITESI y se tomaron muestras cada tercer día para saber si es que había un cambio con el paso del tiempo.

Para los métodos para la determinación de P, N y DQO se utilizó el Fotómetro Multiparámetro HANNA, que utiliza los siguientes procedimientos.

Determinación de fósforo Rango alto 0 a 100 mg/l: Adaptación del método Acido Vanadomolybdofosfórico de Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th edition, 4500-P C. Una difestion de persulfato convierte las formas orgánicas e inorgánicas condensadas de los fosfatos en ortofosfatos. A continuación la reacción entre las orto-fosfatos y los reactivos origina una coloración amarilla en la muestra.

Determinación de demanda química de oxígeno DQO Rango medio 0 a 1500 mg/l: Adaptación del método 410.4 aprobado por USEPA para a determinación de DQO en aguas superficiales y aguas residuales. Los compuestos orgánicos oxidables reducen el ión dicromato (naranja) a ión cromo (verde). Se determina la cantidad de ión cromo formado.

Determinación de nitrógeno: Método ácido cromotrópico Una digestión de persulfato convierte todas las formas de nitrógeno en nitrato. Entonces la reacción entre el nitrato y los reactivos origina una coloración amarilla en la muestra (HANNA, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSION

Se tomaron diferentes muestras cada tercer día, después de que se añadió los 200 litros de agua residual para determinar los parámetros fisicoquímicos y como era su cambio con el tiempo.

Cuando se iban recolectando las muestras se hacían los experimentos con ayuda del reactor y fotómetro multiparámetro HANNA y cada una de las muestras se hacían por duplicado. Estos resultados se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Valores obtenidos de DQO respecto al tiempo

Muestra días	M1 mg/l	M2 mg/l
0	146	168
3	79	40
6	92	73
9	55	55
12	47	52
15	93	120
18	40	8

De acuerdo a los datos de DQO que se obtuvieron con la variación del tiempo fueron disminuyendo debido que la muestra se tomaba cada tercer día, excepto con la muestra 15 que presentó un incremento en los valores esto pudo deberse a que el día que se tomó la muestra no se homogeneizó el agua por lo que hubo ese margen de error. Figura 1.

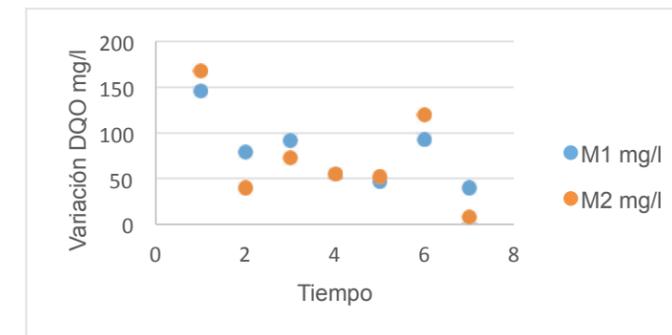


Figura 1. Variación del DQO con respecto al tiempo

Al igual que para DQO, el análisis para la determinación de la presencia de fósforo se hizo por duplicado y de acuerdo a la muestra de agua residual que proviene de la Planta tratadora del ITESI se puede observar que sus valores son muy pequeños (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados obtenidos de fósforo con respecto al tiempo

Muestra días	M1 mg/l	M2 mg/l
0	7.5	8.4
12	0.03	0.06
15	0.06	0.21
18	0	0

Los datos obtenidos en la Figura 2 muestran como fue disminuyendo el fósforo con respecto fueron pasando los días, se puede notar que las microalgas son de gran ayuda para la disminución de este parámetro.

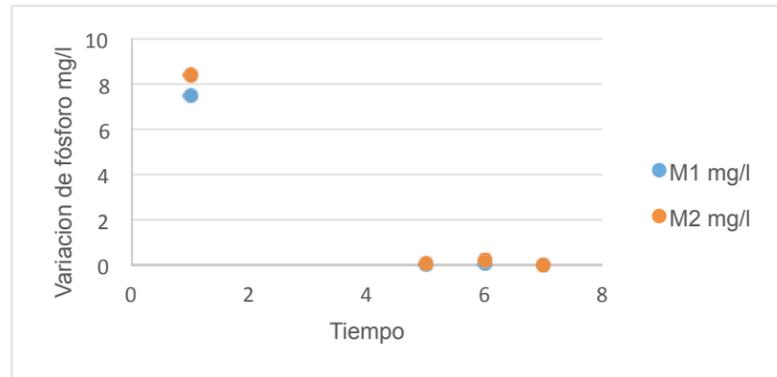


Figura 2. Disminución del fósforo con respecto al tiempo

Para la determinación de nitrógeno se trabajó por duplicado al igual que para los otros parámetros ya mencionados anteriormente. Tabla 3.

Tabla 3. Disminución de nitrógeno con respecto al tiempo

Muestra días	M1 mg/l	M2 mg/l
0	16.6	16.3
3	11.6	11.2
6	10.7	9.7
12	0.3	0.2

La disminución del nitrógeno fue muy notoria debido a que a partir de la muestra 9 hasta a 18 no podía leerse en el fotómetro multiparámetro, indicando baja concentración, por lo tanto, era más claro que el blanco y debían hacerse nuevamente, por lo que para realizar otra vez el análisis se tomó la muestra más concentrada y a partir de ahí se hizo el experimento y los datos que se obtuvieron fueron muy pequeños.

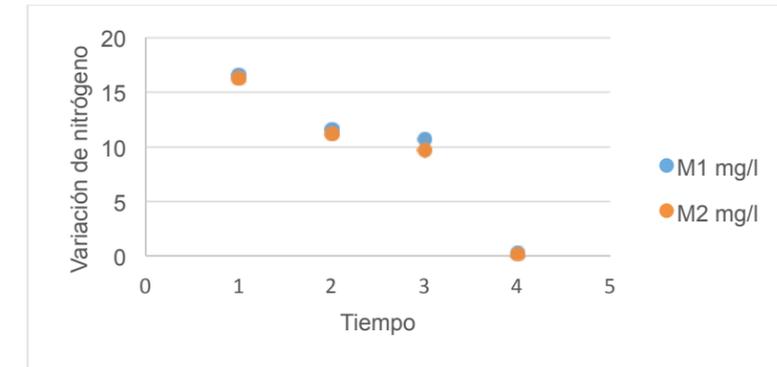


Figura 3. Disminución de nitrógeno con respecto al tiempo

De acuerdo a todos los datos de cada uno de los parámetros fisicoquímicos se hizo un promedio, ya que se trabajó por duplicado para que los valores arrojados se pudieran interpretar de una forma más clara y así tener un valor más exacto.

Tabla 4. Promedio de los diferentes parámetros fisicoquímicos

Muestra	DQO	Nitrógeno total	Fosforo
1	157	16.4	7.9
2	60	11.4	-
3	83	10.2	-
4	55	-	-
5	50	0	0.04
6	107	0	0.13
7	24	0	0

CONCLUSIONES

En este proyecto uno de los factores más importantes fue el tiempo debido a que conforme pasaba iban disminuyendo los datos experimentales de los parámetros fisicoquímicos, DQO, nitrógeno y fósforo. La importancia que tienen las microalgas para el tratamiento de aguas residuales es fundamental para la depuración del agua residual, ya que su principal objetivo es disminuir los parámetros fisicoquímicos ya mencionados y en base a datos experimentales se pudo comprobar que efectivamente sí hay una gran disminución de éstos debido a la ayuda de las microalgas que fueron mezcladas con el agua residual del Instituto.

Después de pasar por filtración el agua que contiene tanto el agua residual con las microalgas transcurrido un tiempo, se puede observar que se encuentra completamente limpia y podría usarse para el riego de jardines u otros usos secundarios.

BIBLIOGRAFIA

- Abeliovich, A. (2004). "Water Pollution and Bioremediation by Microalgae. Water Purification: Algae i wastewater Oxidation Ponds. *Microalgal Cultere Biotechnology and Applied Phycology*,, 566.
- C.-G. Lee. (1999). Calculation of light penetration depth in photobioreactors, . *Biotechnol. Bioprocess Eng.*, 78–81.
- E. Molina Grima, F. F. (1999). Photobioreactors: light regime, mass transfer, and scaleup, . *J. Biotechnol.*, 231–247.
- HANNA, I. (2002). Manual de Instrucciones C 214 Fotómetro Multiparámetro de Sobremesa para Aplicación en Tratamiento de Aguas Residuales. Rhode Island.
- J. H. Writer, L. B. (2011). Biodegradation and attenuation of steroidal hormones and alkylphenols by stream biofilms and sediments. *Environmental science & technology*,, 4370-6.

EVALUACIÓN COLORIMÉTRICA DE TRATAMIENTOS DE DESACIDIFICACIÓN EN IMPRESIONES FOTOGRÁFICAS DE CIANOTIPIA

Veronica Stefania Díaz Méndez¹ y Alejandra Nieto Villena²

RESUMEN

Esta investigación aborda un estudio realizado en quince muestras de cianotipia tratadas con cinco productos de desacidificación (hidróxido de calcio, hidróxido de bario, sulfato de magnesio, bórax y carboximetil celulosa), mediante los métodos de impregnación, pulverización e inmersión. Un primer acercamiento con ayuda de microscopía óptica permitió conocer las principales características de la superficie antes y después de los tratamientos. Posteriormente a través de la colorimetría se logró obtener un resultado cuantitativo del cambio en el color de cada muestra, el cual se graficó para poder comparar tanto la variación que existe entre los métodos, así como el comportamiento de las muestras ante diversos niveles de alcalinidad.

ABSTRACT

This study presents a research approach in fifteen samples of cyanotype treated with five deacidification products (calcium hydroxide, barium hydroxide, magnesium sulfate, borax and carboxymethyl cellulose), using the methods of impregnation, spraying and immersion. A first approach with help of optical microscopy allowed knowing the main characteristics of the surface before and after treatments. Subsequently through colorimetry achieved quantitative results from the color change of each sample, which were graph for comparison both variation between each of the methods, as well as the behaviour of the samples with different levels of alkalinity.

Palabras clave: Fotografía, Cianotipia, Desacidificación.

INTRODUCCIÓN

El patrimonio fotográfico es una de las ramas menos investigadas en el campo de la conservación-restauración debido a la complejidad que implica la identificación de los procesos fotográficos; es por ello que se necesitan implementar, con ayuda de análisis específicos, metodologías enfocadas en la evaluación de los tratamientos aplicados para así poder contribuir en su preservación. Generalmente en fotografía se utilizan procesos, materiales y técnicas empleadas en la conservación de papel, sin embargo resulta indispensable analizar el impacto que causan estos procesos ya que a pesar de estar constituida comúnmente por un soporte de papel, también contiene otros materiales que podrían ser susceptibles a los productos y métodos utilizados. Por ello, el objetivo principal de este trabajo experimental es evaluar los cambios ópticos y colorimétricos que ocurren en el proceso fotográfico de la cianotipia antes y después de cada tratamiento de desacidificación.

MARCO TEÓRICO

La cianotipia es un proceso fotográfico que se basa en la reducción de las sales de hierro las cuales reaccionan con el ferrocianuro de potasio, dando como resultado una imagen azul; este rasgo es la principal característica que identifica las fotografías obtenidas mediante este proceso (Stulik & Kaplan, 2013). Este se caracteriza por ser de una sola capa, es decir, está conformado por la base de papel y la emulsión (ferrocianuro de potasio y citrato férrico amoniacal) impregnada directamente sobre el soporte; la reacción que se produce es provocada por la acción de la luz sobre las sales de hierro permitiendo que la imagen se revele y fije. Al respecto, Van, K. S. (2004) menciona que el proceso de la cianotipia se basa en que, después de la exposición a la luz UV, el citrato de amonio férrico (sal de hierro sensible a la

¹ Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad del Hábitat; Niño Artillero #150, Zona Universitaria, C.P. 78290, San Luis Potosí, S. L. P., veronica.diaz@alumnos.uaslp.edu.mx

² Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad del Hábitat; Niño Artillero #150, Zona Universitaria, C.P. 78290, San Luis Potosí, S. L. P., alejandra.nieto@uaslp.mx

luz), se reduce a ferroso y se vuelve azul en presencia del ferrocianuro de potasio. De igual manera Stulik & Kaplan (2013) mencionan que el pigmento azul de Prusia resultado de este proceso es un compuesto muy inestable en ambientes alcalinos, propiciando su descomposición y la formación de hidróxido de hierro. Por otra parte, Ware (1998) establece que existen tres principales deterioros que suelen afectar las cianotipias dentro de los cuales se destaca la hidrólisis alcalina provocada por cualquier sustancia con un pH mayor a 7, el resultado es la formación de óxido férrico hidratado y ferrocianuro en conjunto con el blanqueamiento de la imagen. Aunque la desacidificación parece un proceso invasivo para la fotografía, es preciso considerar que la acidez del papel juega un rol muy importante ya que contribuye en la degradación de la celulosa volviéndola un soporte inestable y perjudicial para la preservación de la imagen fotográfica.

Algunos tratamientos de desacidificación aplicados en fotografía y más específicamente sobre cianotipia son descritos por Barandiaran (2013) quien realiza una evaluación utilizando diversos productos, de los que descarta el uso de Bórax, bicarbonato y sulfato de magnesio debido a que presentan una elevada pérdida de la densidad, a diferencia del hidróxido de bario en metanol del cual menciona que no produce ningún efecto negativo en las impresiones. Otra forma de evaluar los cambios producidos por un tratamiento es mediante la colorimetría. Pereira (2013) la describe como una disciplina que se encarga de caracterizar numéricamente un color. En el campo de la conservación del patrimonio esta ciencia tiene una aplicación relevante ya que la modificación de los parámetros relacionados con un material después de realizar un tratamiento de intervención, indican una posible pérdida en sus propiedades que pueden afectar las características estéticas y artísticas que lo componen; por lo tanto la colorimetría es un medio que nos permite evaluar qué tan eficiente o no pueden llegar a ser ciertos procesos de intervención.

METODOLOGÍA

1. Elaboración de muestras

Para realizar las fotografías primero se realizó la emulsión fotosensible con citrato férrico amoniacal al 25% en 100ml de agua y ferrocianuro potásico al 10 % también en 100ml de agua. Una vez preparadas las soluciones se hizo una mezcla de ambas en una proporción de 1:1 la cual se aplicó con ayuda de una brocha en papel Fabriano de gramaje medio cortado en rectángulos de 19cm de ancho por 25cm de largo. Posteriormente el papel emulsionado se dejó secar durante un día en la oscuridad. Para revelar las fotografías fue necesario utilizar negativos y elementos vegetales colocados encima de la cara emulsionada seguido de un vidrio para lograr un mayor contacto; después se expusieron a la luz solar directa entre 8 – 10 minutos. Finalmente se retiró el vidrio con el negativo y se enjuagó el papel en un recipiente con agua corriente durante 10 minutos y se dejaron secar bajo peso hasta el día siguiente. Se seleccionaron 3 fotografías que presentaran tonalidades similares y se dividieron cada una en 5 tiras de 19cm por 5 cm dando como resultado 15 muestras (figura 1). Las tiras se montaron en soportes de cartón y se les adaptó un acetato sobre el cual se marcaron 4 puntos distintos (A, B, C y D) en cada muestra correspondientes al área de medición; se decidió emplear 3 métodos distintos de aplicación y 5 materiales, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1. Numeración de las muestras divididas por el método de aplicación y el producto de desacidificación. Hidróxido de calcio (Ca(OH)₂), Hidróxido de bario (Ba(OH)₂), sulfato de magnesio (Mg(SO)₄), Borato de sodio (Bórax) y Carboximetil celulosa (CMC).

Impregnación	Pulverización	Inmersión	pH de la solución
DES-01	DES-06	DES-11	13
DES-02	DES-07	DES-12	8-9
DES-03	DES-08	DES-13	8-9
DES-04	DES-09	DES-14	9-10
DES-05	DES-10	DES-15	-

La preparación de los productos se realizó en el siguiente porcentaje: Ca(OH)₂ al 0.2%, Mg(SO)₄ al 1%, Bórax al 2.5% y CMC al 1% cada uno en 1 litro de agua destilada, a excepción del Ba(OH)₂ al 1.5% en 1 litro de metanol. Las 5 soluciones se mezclaron con agitador durante 10 minutos aproximadamente,

menos el CMC que empleó alrededor de 1 hora. Después se midió el pH de cada una de las soluciones para conocer el nivel de alcalinidad.



Figura 1. Fotografía de las 15 muestras montadas en los soportes de cartón con las ventanillas de acetato.

2. Microscopía óptica

Se realizaron fotografías con el microscopio óptico en 1.25x y 3.2x con la finalidad de reconocer las características cualitativas de la superficie tanto en las zonas claras como oscuras y así poder compararlas después de realizar la desacidificación. Durante la toma se utilizó luz especular, con ayuda de una fuente externa de iluminación la cual se colocó a 45° aproximadamente. Las tomas se realizaron antes y después de los tratamientos de desacidificación utilizando los mismos parámetros.

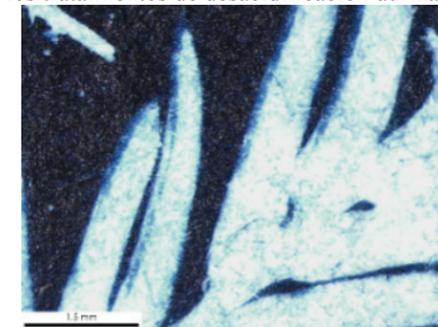


Figura 2. Fotografía del punto "B" de la muestra DES-05 a 1.25x. Antes del tratamiento.

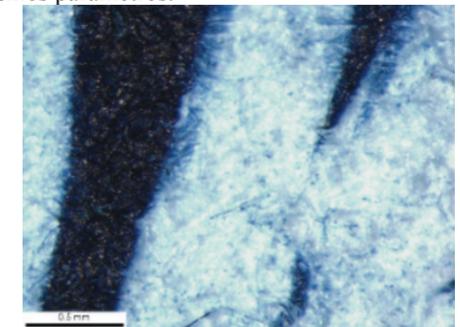


Figura 3. Fotografía del punto "B" de la muestra DES-05 a 3.2x. Antes del tratamiento.

3. Medición colorimétrica.

Se realizaron las mediciones utilizando un colorímetro Lutron RGB 1002, con los valores obtenidos en el espacio de color "CIE Lab 1976" antes y después del tratamiento y se calculó la distancia de color (ΔE) a partir de ecuación 1).

El resultado obtenido de ΔE en las 4 tomas de cada punto se promedió para finalmente obtener un valor representado en gráfica de barras.

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2} \quad (1)$$

4. Aplicación de tratamientos

Se utilizó una mesa de succión que sirve para crear un vacío y controlar la penetración del solvente en la muestra. Debido al pH que presentaba cada solución se optó por realizar 2 aplicaciones de Ca(OH)₂ y Bórax debido a que presentaban el pH más alto (básico) y 3 aplicaciones de Ba(OH)₂, Mg(SO)₄ y CMC.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante la aplicación de los procesos de desacidificación con el método de pulverización e impregnación no se observaron cambios visibles en el color de las muestras, sin embargo en el método de inmersión las muestras DES-11 y DES-14 correspondientes al $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y Bórax, ocurrieron cambios drásticos en la coloración la cual varió de azul a café-amarillo (fig. 4 y 5). Estas dos soluciones corresponden a las que presentaban el pH más alcalino; por ello el cambio de color puede estar relacionado con la inestabilidad del azul de Prusia ante los ambientes altamente alcalinos dando como resultado la formación de óxido férrico hidratado y ferrocianuro. En las otras muestras no se observó un cambio destacable en la superficie de color, sin embargo en la muestra DES-12 se logró percibir residuos del $\text{Ba}(\text{OH})_2$ en la superficie. Al realizar la toma de fotografías después de los tratamientos con el microscopio, tampoco se observaron cambios notables en la superficie, a excepción de las muestras DES-11 y 14.

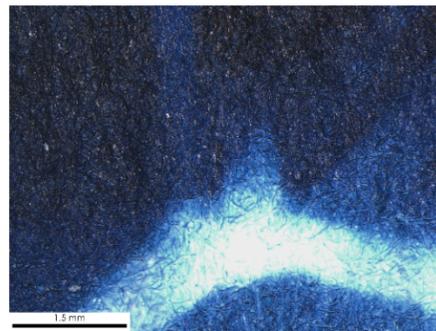


Figura 4. Fotografía del punto "B" de la muestra DES-11 a 1.25x. antes del tratamiento. Figura 5. Fotografía del punto "B" de la muestra DES-11 a 1.25x. después del tratamiento.

Posteriormente el cálculo de ΔE (diferencia de color) realizado después de la desacidificación ayudó a confirmar la variación en el color de las muestras. En las figuras 6-8 se muestran 3 gráficas agrupadas por método de aplicación donde se observa un claro aumento en las muestras tratadas por inmersión; este método aunque es el más eficaz para desacidificar, resulta el más invasivo para las muestras. El $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y Bórax con el método de inmersión presentan el peor comportamiento con un promedio de variación de 26.9 y 36.2 respectivamente, en contraste con la solución de $\text{Ba}(\text{OH})_2$ en metanol con una variación promedio de 1.5; este cambio también podría estar relacionado con la susceptibilidad de la emulsión al agua provocando un mayor daño.

Aunque las otras muestras no presentaron un cambio visible, se observa que en todas se produjeron modificaciones colorimétrica con un promedio entre 0.9 y 3.9 unidades ΔE .

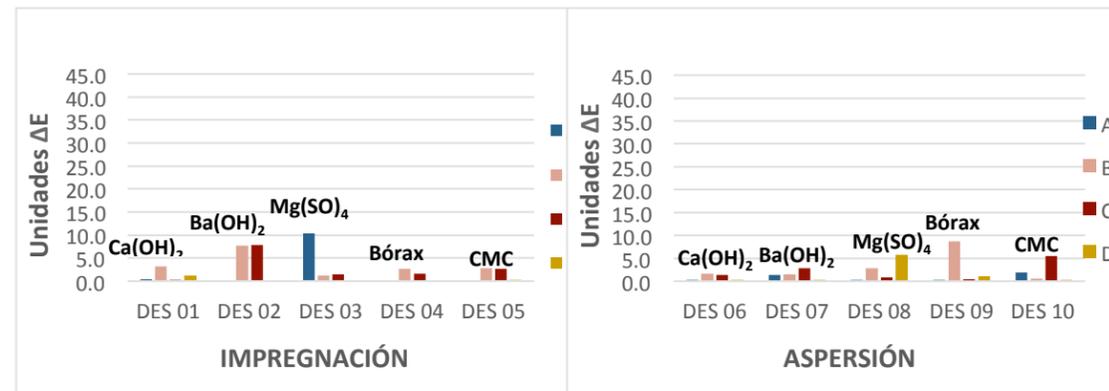


Figura 6. Gráfica de las muestras tratadas con el método de impregnación. Figura 7. Gráfica de las muestras tratadas con el método de pulverización.

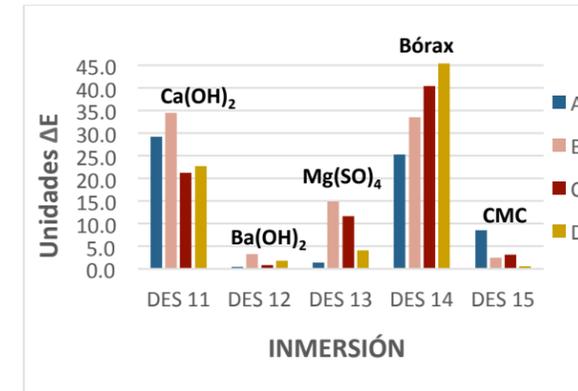


Figura 8. Gráfica de las muestras tratadas con el método de inmersión.

La figura 9 muestra los productos de desacidificación agrupados y divididos según el método de aplicación.

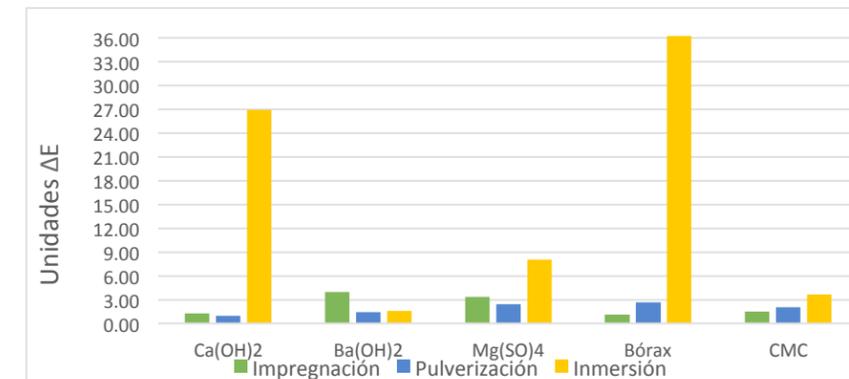


Figura 9. Gráfica de promedios ΔE en las diferentes soluciones aplicadas con cada uno de los métodos.

Las muestras tratadas con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y Bórax utilizando el método de impregnación y pulverización tienen un comportamiento adecuado con un promedio entre 0.9 y 2.6 unidades ΔE , incluso inferior a las muestras tratadas con $\text{Ba}(\text{OH})_2$ y $\text{Mg}(\text{SO})_4$ con promedio entre 1.4 y 3.9 unidades ΔE . Estos resultados corroboran que existe un cambio imperceptible en todas las muestras por lo que podrían ser una alternativa viable para la desacidificación de cianotipias. Los productos en los que se observó mejor comportamiento fueron el $\text{Ba}(\text{OH})_2$ y el CMC independientemente del método de aplicación.

CONCLUSIONES

Una variación drástica en el color original de un objeto es considerada como un daño inadmisibles ya que implica la disminución del valor estético; por lo tanto los resultados obtenidos descartan por completo el uso de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y Bórax por inmersión para desacidificar cianotipias debido al apreciable cambio que provoca en el color de la muestra, sin embargo se podrían utilizar estos productos empleando un método distinto ya que el cambio se considera aceptable y no modifica la coloración de la imagen. El $\text{Ba}(\text{OH})_2$ tampoco se recomienda por inmersión debido a los residuos que podría dejar en la superficie, mientras que el $\text{Mg}(\text{SO})_4$ aunque resultó adecuado, podría no ser tan eficiente debido a la baja alcalinidad. Finalmente el CMC podría utilizarse debido a que no presentó un cambio o reacción perjudicial.

Para realizar un mejor acercamiento al estudio de los cambios ópticos sería interesante utilizar métodos más precisos con equipos más avanzados que analicen también el cambio en las propiedades físicas de la superficie. Se logró conocer algunas de las características de esta técnica fotográfica y su comportamiento ante distintos niveles de alcalinidad, sin embargo es importante indagar y analizar a profundidad la reacción que ocurre en la cianotipia ante un pH muy alcalino, así como probar otros productos y tratamientos utilizados en la conservación de papel.

Aunque la investigación solo representa una pequeña brecha es necesario profundizar en casos más específicos e incluso con otro tipo de procesos fotográficos, con el objetivo de aportar herramientas para lograr resultados eficaces al momento de trabajar con obra original y evitar provocar daños irreversibles debido al desconocimiento del comportamiento ante la diversidad de productos y métodos que existen.

BIBLIOGRAFÍA

- BANSÁ, H. (1998). Aqueous deacidification-with calcium or with magnesium? *Restaurator*, 19(1), 1-40.
- BARANDIARAN, M. (2000). Evaluation of Conservation Treatments Applied to Salted Paper Prints, Cyanotypes and Platinotypes. *Studies in Conservation*, 45(3), 162-168. doi:1. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/1506762> doi:1.
- PEREIRA, J. (2013). Gestión del color en proyectos de digitalización. *Marcombo. Ediciones técnicas, Barcelona*.
- STULIK, D. C., Y KAPLAN, A. (2013). The Atlas of Analytical Signatures of Photographic Processes, The Getty Conservation Institute: Cyanotype.
- VAN, K. S. (2004) A non-silver manual, Cyanotype, Vandyke brown, Palladium & Gum Bichromate with instructions for making light-resists including pinhole photography (3) 1-119. Recuperado de <http://www.alternativephotography.com/pdf/non-silver-manual.pdf>.
- WARE, M. (1998). *Cyanotype: the history, science and art of photographic printing in Prussian blue*: Science Museum and National Museum of Photography, Film & Television.
- WARE, M. (2003). A blueprint for conseving cyanotypes. *Topics in Photographic Preservation*, American Institute for Conservation of Historic & Artistic Works 10(1), 2-18.
- WILLIAMS, J. C. (1971). Chemistry of the Deacidification of Paper. *Bulletin of the American Group*. International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, 12(1), 16-32.

DISEÑO DE EDIFICIOS CON SISTEMAS DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA. PARTE B. ANÁLISIS DE UN EDIFICIO CON AMORTIGUADORES

Francisco Duque Elizalde¹ y Raúl Barrón Corvera²

RESUMEN

Este es el segundo de dos reportes conjuntos que presentan el estudio del comportamiento sísmico de un edificio de acero reforzado con amortiguadores de tipo viscoso. Se evalúa la capacidad del amortiguamiento en reducir la respuesta sísmica comparando las respuestas sísmicas del edificio SIN amortiguadores y el edificio CON amortiguadores. Esta es una investigación teórica de gran importancia para la práctica profesional porque ilustra al ingeniero el procedimiento para el diseño sismo-resistente de edificios equipados con amortiguadores. Dos estudiantes participamos en esta investigación. En el primer reporte, mi compañero Jorge Luis Herrera de Casas presentó el análisis sísmico del edificio sin amortiguadores. Este segundo reporte presenta el análisis sísmico del edificio con amortiguadores y la comparativa de los resultados de los dos análisis.

ABSTRACT

This is the second of two conjoint reports that present the study of the seismic behavior of a steel building reinforced with viscous dampers. The capacity of the dampers for reducing the seismic response is evaluated by comparing the seismic responses of the building without dampers vs. the building with dampers. This is a theoretical research of great importance for the professional practice because it illustrates to the engineer the procedure for the seismic-resistant design of buildings equipped with dampers. Two students participated on this research. In the first report, my companion Jorge Luis Herrera de Casas presented the seismic analysis of the building without dampers. This second report presents the seismic analysis of the building with dampers and the comparison of the results of the two analyses.

Palabras Clave: supplemental damping, energy dissipation, nonlinear seismic response.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha visto un acelerado crecimiento en el desarrollo y aplicación de disipadores de energía para reducir los efectos destructivos del viento y sismo sobre las estructuras. Estos disipadores de energía son amortiguadores que pueden ser del tipo viscoso, visco-elástico, de fricción y metálicos. El uso de estos amortiguadores en las estructuras puede reducir considerablemente los costos de pérdidas por daño que un viento o sismo intenso puede producir al dañar la estructura y su contenido. Sin embargo, y debido a su alto costo, es importante usar la adecuada cantidad de amortiguadores y colocarlos estratégicamente para hacer un uso eficiente de los mismos.

No obstante la importancia del empleo del amortiguamiento suplementario poco esfuerzo se ha hecho en desarrollar métodos de diseño que permitan hacer un uso eficiente de los mismos. Esto contrasta con la significativa cantidad de investigación experimental y analítica que se ha realizado para modelar y caracterizar los diferentes tipos de amortiguadores (Reinhorn, et al. 1995, Gluck, et al. 1996, Goel, et al. 2001). El método más práctico para el diseño del amortiguamiento suplementario debe ser simple y eficiente. Simple para que los ingenieros de la práctica lo usen con facilidad en un diseño rutinario y eficiente para que la configuración de amortiguadores resultante sea la óptima en reducir respuesta

¹Universidad Autónoma de Zacatecas, Ingeniería I, programa de ingeniería civil ; C. Lomas de la estación #121, Sierra de Álica, C.P: 98050, Zacatecas, Zac., de-paco@hotmail.com

²Universidad Autónoma de Zacatecas programa de ingeniería civil, Av. Ramón López Velarde # 810, C.P: 98000, Zacatecas, Zac. raul.barron1@gmail.com

estructural. El objetivo de este proyecto es desarrollar un método de diseño sísmico para determinar la cantidad de amortiguamiento en una estructura de edificio y la mejor ubicación de los amortiguadores en la estructura, que permita reducir las fuerzas sísmicas de una manera eficaz. Se utilizan amortiguadores de tipo viscoso. La aplicabilidad del método se muestra en el diseño del amortiguamiento suplementario en un edificio de 2 niveles.

MARCO TEÓRICO

A continuación se describe el modelo estructural del edificio considerado para este estudio. En la Figura 1.a) se muestra la estructura del edificio, las vigas son perfiles W10x12 y las columnas son PTR 8x8x5/16. Las diagonales para sujetar los amortiguadores son en forma de V invertida formadas con perfiles PTR 3x3x3/16. En la Figura 1.b) se muestra el detalle de conexión del amortiguador con viga y diagonal

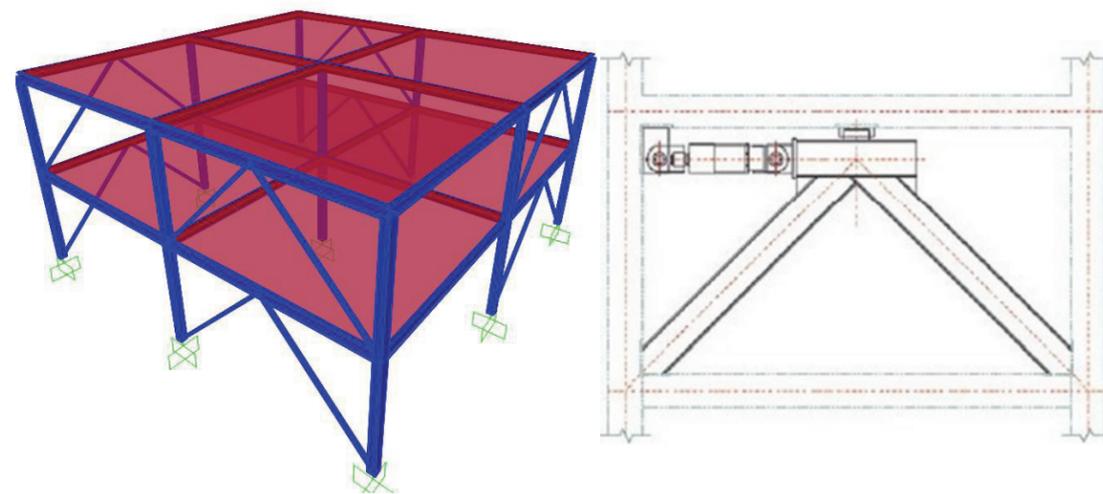


Figura 1. a) Modelo estructural del edificio, b) conexión del amortiguador con viga y diagonales

En la Tabla 1 se muestra el análisis de las cargas para la losa de azotea y la de entrepiso.

Tabla. 1. Análisis de cargas

	Losa de Azotea		Losa de Entrepiso	
	Máxima (kg/m ²)	Por Sismo (kg/m ²)	Máxima (kg/m ²)	Por Sismo (kg/m ²)
Losa 0.104 x 2400	250		250	
Block 5 x 8	40		40	
Perlita y arena para las pendientes en azotea	70		---	
Piso cerámico	26		26	
Mortero	30		30	
Plafón de yeso	26		26	
Sobrecarga	40		40	
Carga Muerta	482		412	
Carga Viva	100	70	250	180
Carga de Servicio	582	552	662	592
Carga última	815	607	927	651

Se considera que hay muros en el segundo piso de los marcos interiores que generan una carga de servicio uniformemente distribuida de 0.6 Ton/m y que la carga de los muros en los marcos exteriores es de 0.28 Ton/m en el entrepiso y de 0.25 Ton/m en la azotea. La carga total en la losa de entrepiso es de 0.592 Ton/m² (144 m²)=85.2 Ton más la carga de los muros de 0.6 Ton/m(24m)+0.28 Ton/m(48m)=27.8 Ton, que hacen un total de 113.0 Ton. Para la losa de azotea la carga total es 0.552 Ton/m² (144 m²)=79.5 Ton más 0.25 Ton/m(48m)=12 Ton, que hacen un total de 91.5 Ton.

Dada la simetría de la estructura y que no se consideraron las excentricidades accidentales, esto con el fin de tener un modelo simple de la estructura, cada marco toma un tercio de la fuerza sísmica total del edificio. Por lo que las fuerzas sísmicas en cada marco se obtienen analizando un solo marco con un tercio de la masa del edificio. Por otro lado, por carga vertical los dos marcos centrales son los más cargados. Debido a esto, el análisis sísmico se realiza en un marco central considerando un tercio de la masa del edificio. En las Figuras 2.a) y 2.b) se muestran las cargas verticales factorizadas por 1.4 y 1.1, que representan la carga vertical máxima y la carga vertical por sismo, respectivamente.

Es importante mencionar que en este segundo reporte se estudia el efecto de los amortiguadores, por lo tanto se consideran las diagonales y los amortiguadores en el modelo estructural del marco analizado.

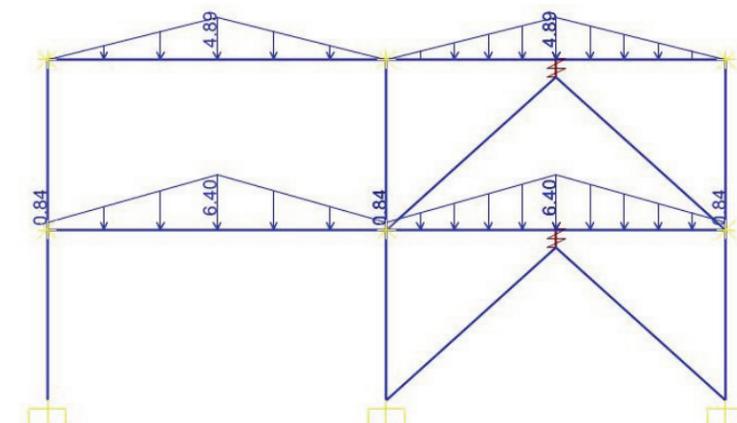


Figura 2.a) Carga vertical máxima

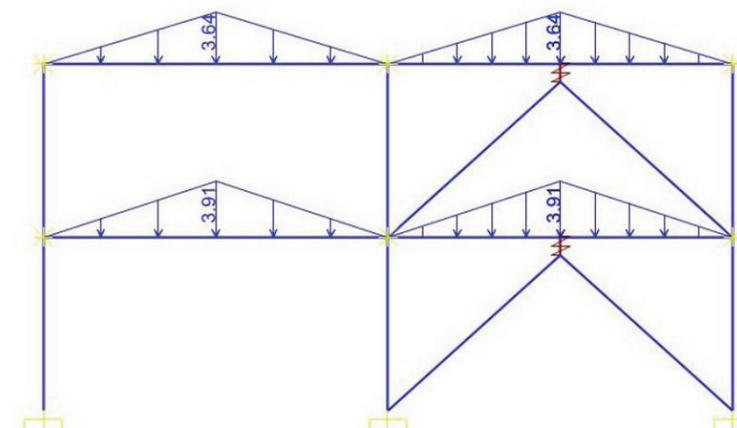


Figura 2.b) Carga vertical por sismo

Las masas para el análisis sísmico en el marco son: primer nivel $1.1(113)/9.81/3 = 4.22 \text{ Ton-seg}^2/m$ y para el nivel de azotea es de $1.1(91.5)/9.81/3 = 3.42 \text{ Ton-seg}^2/m$.

Para obtener el mejor nivel de amortiguamiento se hicieron varios análisis y se decidió dejar un coeficiente de amortiguamiento de 0.5 Ton-s/cm para el amortiguador del primer nivel y de 1.0 Ton-s/cm para el amortiguador del segundo nivel.

MÉTODOLÓGÍA

El marco con las cargas mostradas en la figura 2.a) y 2.b) y las masas indicadas en el párrafo anterior se analizó con el programa SAP2000. Los análisis realizados son del tipo no-lineal considerando articulaciones plásticas en vigas y columnas. El análisis sísmico se realizó con la componente EW del registro de aceleraciones grabado en la base del edificio de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en la ciudad de México, del sismo ocurrido en las costas de Michoacán el 19 de Septiembre de 1985. En la Figura 3 se muestra este registro de aceleraciones.

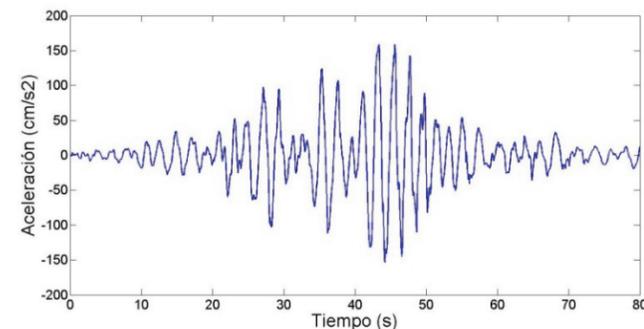


Figura 3. Registro de aceleraciones de la componente EW grabado en la base del edificio de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en la ciudad de México, del sismo ocurrido en las costas de Michoacán el 19 de Septiembre de 1985

RESULTADOS

En la Figura 4 se muestra la historia de desplazamientos del nivel de azotea. Los desplazamientos relativos máximo para el primero y segundo entrepiso son 2.2 y 2.2 cm , que ocurrieron en tiempo 47.92 seg .

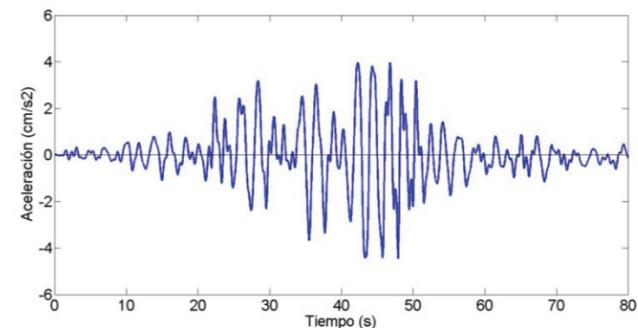


Figura 4. Historia de desplazamientos del nivel de azotea

En la Tabla 2 se muestran los momentos flexionantes máximos en la columna central del primer piso y en la viga derecha del primer piso y los desplazamientos relativos máximos para el primero y segundo entrepiso, que ocurren en tiempo 47.92 seg .

Tabla 2. Momentos flexionantes máximos en la columna central del primer piso y en la viga derecha del primer piso y desplazamientos relativos máximos para el primero y segundo entrepiso

Tipo de estructura	Momento inferior en columna central (Ton-m)	Momentos en viga derecha del primer piso		Desplazamientos relativos de entrepiso (cm)	
		Negativo (Ton-m)	Positivo (Ton-m)	Entrepiso 1	Entrepiso 2
Sin amortiguadores	14.01	8.5	9.9	4.7	6.6
Con amortiguadores	7.66	8.2	6.8	2.2	2.2

En la Figura 5 se muestran los momentos flexionantes máximos y la configuración deformada del marco, que ocurren en tiempo 47.92 seg , También se muestra la curva Momento -rotación plástica de la articulación izquierda de la viga derecha del primer piso.

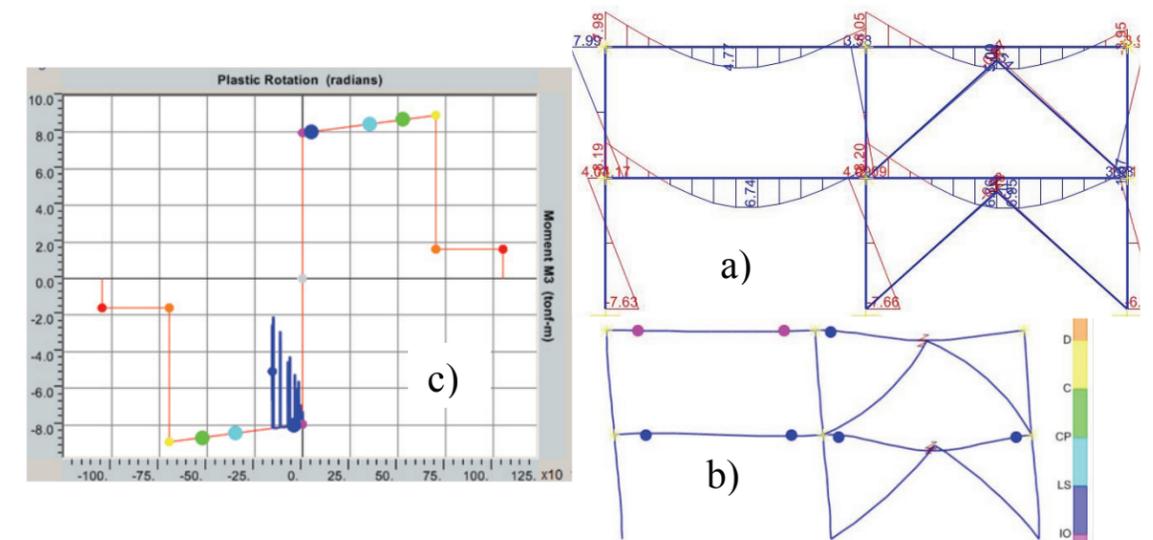


Figura 5. a) Momentos flexionantes máximos, b) configuración deformada del marco y c) curva Momento -rotación plástica de la articulación izquierda de la viga derecha del primer piso, en tiempo 43.24 seg

En la Tabla 2 se muestran los resultados de los análisis sísmicos del edificio SIN amortiguadores y CON amortiguadores. De esta comparación se puede apreciar la eficacia de los amortiguadores en reducir la respuesta sísmica de la estructura, los resultados son los siguientes:

1. Los desplazamientos máximos de los entrepisos uno y dos, en la estructura sin amortiguadores, son 4.7 y 6.6 , y en la estructura con amortiguadores se reducen a 2.2 cm , en los dos niveles.
2. El momento flexionante en la columna central se reduce casi a la mitad, de 14.0 a 7.7 Ton-m .
3. Los momentos flexionantes en las vigas se reducen, principalmente los momentos en los centros de los claros de las vigas.

Otra resultado importante es la reducción en la demanda de ductilidad, que se puede ver en la Figura 5.c). Esto es importante porque a menor demanda de ductilidad hay un menor daño en la estructura.

CONCLUSIONES

De este estudio se pudo ver la capacidad de los amortiguadores para reducir la demanda sísmica en la estructura. Con el empleo de los amortiguadores, los desplazamientos y los momentos flexionantes en las columnas se redujeron casi a la mitad.

Esta investigación logró su objetivo de mostrar como el empleo de amortiguadores en edificios reduce las fuerzas internas en la estructura del edificio y, como resultado, se reduce la posibilidad de daño a la estructura y los componentes no estructurales. Esto limita las pérdidas económicas por sismo y, sobre todo, disminuye la posibilidad de pérdidas humanas.

BIBLIOGRAFIA

Goel, R.K. and Booker, C.A. (2001). "Effects of supplemental viscous damping on inelastic seismic response of asymmetric systems" *Earthquake Engng Struct. Dyn.*, 30: 411-430.

Reinhorn, A.M., Li, C., Constantinou, M.C. (1995). "Experimental and analytical investigation of seismic retrofit of structures with supplemental damping, Part 1: Fluid viscous damping devices" Technical Report NCEER-95-0001, National Center for Earthquake Engineering Research, Buffalo, NY.

Gluck, N., Reinhorn, A.M., Gluck, J., and Levy, R. (1996). "Design of supplemental dampers for control of structures" *Journal of structural Engineering, ASCE*, 122 (12), 1394-1399.

SISTEMA TECNOLÓGICO APLICADO PARA LA COMUNICACIÓN TELEMÁTICA-SCADA EN ESPEJO GSM-SMS

José Francisco Espinosa Ventura¹ y César Isaza²

RESUMEN

En el presente proyecto se presentan los resultados de la implementación de la tecnología GSM-SMS para la adquisición de datos dentro un invernadero. El sistema tiene una arquitectura SCADA en espejo desarrollada a través de la tecnología ARDUINO y MATLAB. La tecnología ARDUINO obtiene los datos de las variables físicas provenientes del invernadero, después se establece una conexión remota por GSM-SMS hasta el sistema espejo que a su vez crea una conexión a MATLAB donde se aloja la interfaz gráfica. La comunicación GSM hace uso de la infraestructura celular y por medio de un módulo sim900 se transmiten los datos de forma inalámbrica para operar el teleproceso. Adicionalmente, se considera dentro del sistema un protocolo que asegura la integridad en la transmisión y recepción de la información. Finalmente, el sistema promete ser una solución tecnológica a bajo costo que permite el telemonitoreo y telecontrol de manera eficiente de sistemas de cultivo bajo el esquema de agricultura protegida.

ABSTRACT

In this project, the results of the implementation of the GSM-SMS technology for data acquisition in a greenhouse are presented. The SCADA system has a mirror architecture developed through MATLAB and ARDUINO technology. The ARDUINO technology obtains the data of physical variables from the greenhouse, and then a remote GSM-SMS mirror system received the information and creates a virtual connection to MATLAB where the GUI is hosted. The GSM communication uses the cellular infrastructure and a SIM900 module to transmit and receive data wirelessly. Additionally, within the system it is considered a protocol that ensures the integrity of the transmission and reception of information. Finally, the system promises to be a technological solution at low cost that enables remote telemonitoring and efficiently cropping systems under protected agriculture scheme.

Palabras Clave: Supervisory control and data acquisition (SCADA), Global system of mobile communication (GSM), Short message service (SMS), SCADA-mirror system.

INTRODUCCIÓN

Las zonas donde se implementan los invernaderos son zonas donde no hay internet o redes wifi. Por lo tanto la opción de utilizar la tecnología de GSM-SMS es una buena alternativa de bajo costo que ayuda a mantener una conexión y sistema de vigilancia en estos lugares o de cualquier otro sistema a larga distancia. Por lo anterior implementar un sistema a través de esta tecnología trae muchas ventajas como lo son: mensajería instantánea, aplicaciones de red para dispositivos a través del protocolo WAP, mensajes cortos y sobretodo una exactitud e integridad en la transmisión y recepción de los datos muy alta. En el presente proyecto, se diseñó y desarrolló un sistema capaz de obtener datos en una interfaz gráfica o sistema SCADA y transmitirlos vía SMS a otro dispositivo similar, para ser monitorizados remotamente. Se implementó con tecnología de Arduino-UNO el cual obtiene los datos y los transmite a

¹ Faltan datos del estudiante

² Faltan datos del investigador

la interfaz gráfica desarrollada en Matlab. El modulo sim900 GSM/GPRS shieldforarduinose encarga de generar la pasarela entre las variables que son medidas y los datos que se transmiten por medio de la infraestructura de red celular.

MÉTODOS Y MATERIALES

SensorKeyes de temperatura KY001
 Sensor Keyes de campo magnético KY 003
 Sensor Keyesde radiaciónKY018
 Arduino UNO
 SIM900 GSM/GPRS shield for Arduino
 Matlab 2016 con APP DESIGNER
 Protoboard y cables jumpers

DESARROLLO

Se desarrolló un prototipo del invernadero para simular los datos obtenidos de los sensores, dentro de este prototipo nosotros añadimos sensores para la temperatura del aire y para la temperatura de la tierra, otro sensor para captar la radiación de luz y un sensor para el campo magnético. Estos sensores solo fueron la prueba para empezar este estudio de la tecnología en espejo y la tecnología de GSM-SMS. Dentro de este prototipo tenemos los siguientes etapas.

A. Desarrollar prototipo para la obtención delos datos de las variables físicas.

Se desarrolló un prototipo en la protoboard con los sensores y jumpers para conectarlos a la plataforma de ARDUINO donde se obtuvieron los datos. En esta etapa se obtuvo los datasheet de cada sensor para verificar la salida de la señal, la corriente y la tierra de cada uno de ellos.Como podemos ver en las siguientes imágenes.

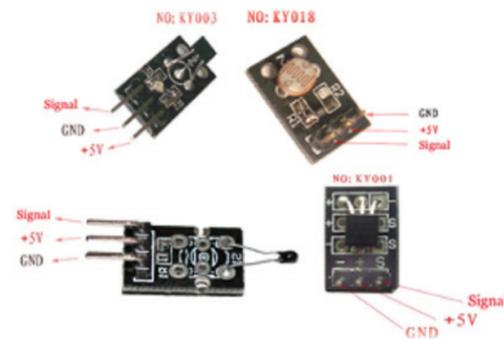


Figura 1 Imagen que muestra salidas de los pines de los sensores utilizados.
https://tkkrlab.nl/wiki/Arduino_KY-013_Temperature_sensor_module

Después se implantó en la protoboardcon las distintas entradas en la tarjeta ARDUINO dependiendo de si los sensores eran analógicos o digitales.

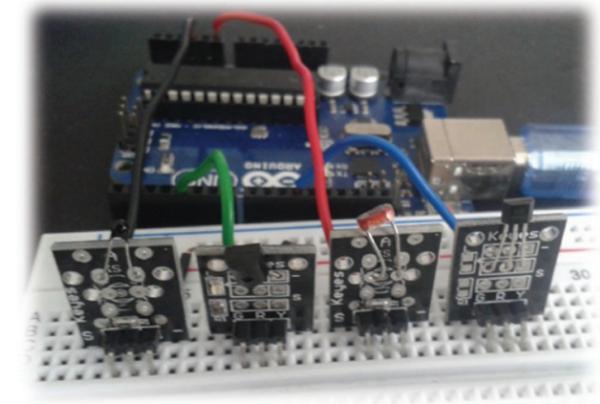


Figura 2 Prototipo e implementación de los sensores con ARDUINO.

B. Probar los valores de los sensores con ARDUINO.

Se creó una programación para verificar los valores de sensores y saber si son los adecuados. Tener una previa calibración antes de ingresarlos a la interfaz gráfica en MATLAB.

```

Photoresistor Arduino 1.0.0
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

Photoresistor
int photoresistorPin = 0; // analog input
int ledPin = 10; // pin number for LED
double analogValue;
double minLightValue = 700.0; // min analog value to turn on LED

void setup() {
  // sets up pin input/output
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  pinMode(photoresistorPin, INPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // reads analog input
  analogValue = analogRead(photoresistorPin);
  // if input is less than minLightValue turn on LED
  Serial.println(analogValue);
  if (analogValue < minLightValue) {
    digitalWrite(ledPin, HIGH);
  } else {
    digitalWrite(ledPin, LOW);
  }
  Serial.println(analogValue);

  // reads photoresistor every half second
  delay(500);}
  
```

Figura 3 Ejemplo de la programación en Arduino sobre el fotoresistor

C. Creación interfaz gráfica en matlab

Se desarrolló una interfaz gráfica en MATLAB con APP DESIGNER que es una aplicación que matlab incluyo en la versión 2016.



Figura 4 Interfaz gráfica que se desarrolló para el sistema SCADA.

En la figura 1 la interfaz puede mostrar los valores que se están obteniendo de los sensores en las gráficas y de igual forma en los medidores de la parte de abajo. Cada variable física tiene su botón de ON/OFF para prender o apagar y hacer la función más importante del sistema espejo. Las variables que se muestran en la parte de remota del sistema final. También tiene un lámpara o led que muestra que esta prendido o apagado el sensor, en este caso está en verde porque esta prendido pero si estuviera apagado estaría en rojo. Y por último tiene el botón de ON/OFF para prender o apagar todo el sistema de forma general.

D. Sistema GSM-SMS de envío los datos

Y por último se desarrolló la programación en ARDUINO junto a un módulo de sim900 GSM/GPRS shield for ARDUINO donde manda los datos via mensajes cortos SMS de los valores de obtenidos de los sensores utilizados.

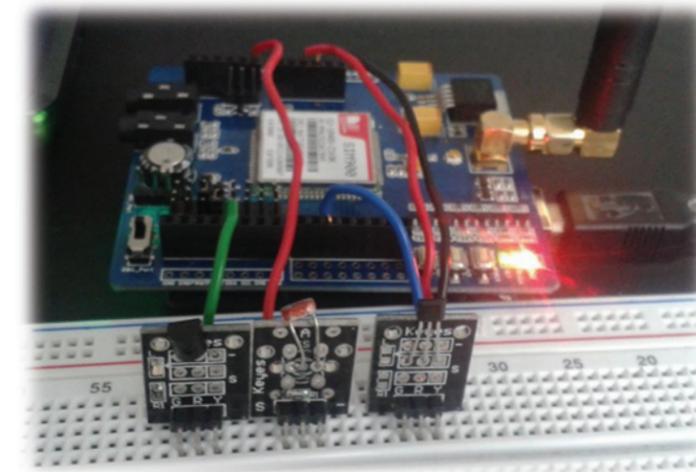


Figura 5 Sistema del GSM-SMS que envía los datos con shield GSM/GPRS

Los datos son obtenidos y son mandados a la interfaz de matlab y de igual forma son enviados vía mensaje a otro deposito que en este caso es un celular y el cual hace el ejemplo de la recepción de los datos que serán graficas en otra interfaz remota que como se mencionó al inicio del documento en un sistema dual donde la información será visualiza en el invernadero y en un lugar de monitorización remoto. Se utilizó este shield GSM que va montado sobre del arduino incluyendo un chip extra.

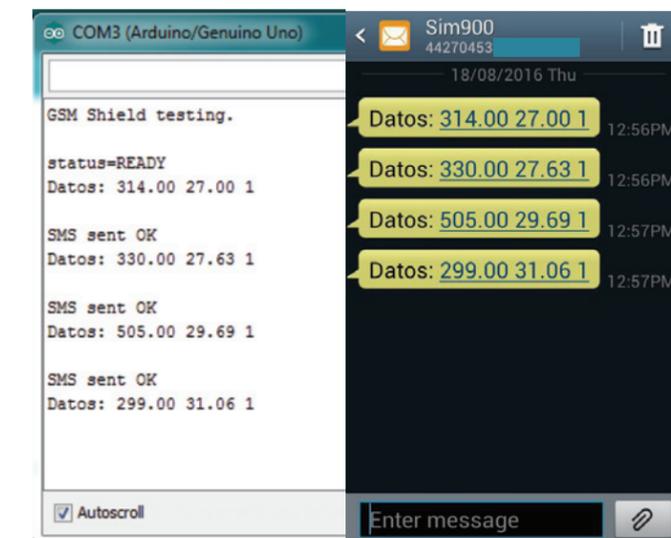


Figura 6 Datos en el monitor de Arduino y en el celular. Recepción y Transmisión de la Información.

CONCLUSIONES

Este documento muestra la exactitud de los datos de campo recolectados a través de GSM-SMS fue efectiva 100% basado en los datos enviados y recibidos, y la integridad de la transmisión es eficaz y funcional. Solo hay que tener cuidado con la parte del chip que no se quede sin saldo o que en plan que se tenga esté funcionando todo el tiempo. Aunque esa parte es un factor externo debe tomarse mucho en cuenta. La forma de control y adquisidor de datos es muy adecuada como alternativa a las zonas que no cuenten con redes de internet o wifi. Ya que el sistema de GSM-SMS es de bajo costo y muy eficaz ya que tiene una amplia cobertura de redes WAN y el usuario puede estar al tanto de su sistema.

Otra parte muy importante es que matlab ha mejorado mucho el trabajar con interfaces graficas con la nueva aplicación incluida en su versión 2016 llamada APP DESIGNER. Ya que brinda una facilidad al momento de usarla y el lenguaje de matlab es muy amigable y predecible para las personas con algún conocimiento en la programación. Y la conexión que se crea entre MATLAB y ARDUINO.

BIBLIOGRAFIA

AG Electrónica S.A. de C.V (2015), "Descripción: KIT de Sensores y Actuadores Compatibles con Arduino", pp. 3, 4, 5, 7, 18, 24. Consultada en <http://www.agspecinfo.com/pdfs/K/KITSENAT.PDF> (fecha de consulta 04-07-2016).

GiampieroCampa,MathWorks, (2011, update 2016), "Legacy MATLAB and Simulink Support for Arduino". Consultada en <http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/32374-legacy-matlab-and-simulink-support-for-arduino> (fecha de consulta 12-07-2016).

Tseng, Chwan-Lu, et al. (2006), "Feasibility study on application of GSM-SMS technology to field data acquisition." *Computers and Electronics in Agriculture* 53.1, [pp45-59].

Ramamurthy, B., S. Bhargavi, and R. ShashiKumar.(2010), "Development of a low-cost gsm sms-based humidity remote monitoring and control system for industrial applications." *International Journal of Advanced Computer Science and Applications* 1.4.

XUAN, Cai-ping, Hao WANG, and Guo-liang ZOU.(2004), "Sending Short Messages by GSM Wireless Module [J]." *Computer Applications* 5.

DISEÑO DE UNA GRANJA AUTOMATIZADA PARA POLLO DE ENGORDA

Eliseo Espinoza Ramírez¹ y Fidel Ávila Ramos²

RESUMEN

La vida del pollo desde que nace hasta que está listo para salir al mercado es de 36 a 49 días. Durante estas semanas las aves deben mantener condiciones climáticas adecuadas de acuerdo a la etapa en que se encuentran para tener un desarrollo adecuado. En la presente investigación se presentan los requerimientos de los principales factores ambientales que interfieren con el clima dentro del galpón: humedad relativa, ventilación, iluminación y temperatura. Así como la descripción de las acciones a realizar para el proceso de automatización de estos factores y equipos necesarios para llevar a cabo el proceso.

ABSTRACT

The life of chicken since it is born until it is ready to go to market is 36 to 49 days. During these weeks them birds should keep conditions weather appropriate according to the stage in that is found to have a development right. This research presents the requirements of main environmental factors that interfere with the climate inside the shed: relative humidity, ventilation, lighting and temperature. As well as the description of the actions to perform for the process of automation of these factors and equipment necessary for carry to out the process.

INTRODUCCIÓN

El principal factor en las aves es el clima¹, pues las diferentes condiciones de éste determinan las distintas estrategias de ventilación y calefacción, que afectan la densidad de población deseable. En términos generales, las condiciones extremas requieren equipo cada vez más sofisticado para controlar el ambiente interno. Con la automatización del manejo ambiental se busca proporcionar a la parvada, dentro del galpón, un medio ambiente que le permita lograr el máximo rendimiento, velocidad de crecimiento óptima y uniforme, y buena eficiencia alimenticia con rendimiento en carne, asegurando no afectar adversamente la salud ni el bienestar de las aves. Las aves alcanzan mayor eficiencia para convertir el alimento en carne cuando se les proporcionan las condiciones ambientales óptimas², pequeñas diferencia de temperatura pueden tener un efecto significativo sobre las ganancias.

MARCO TEÓRICO

Temperatura

Los pollos muy jóvenes tienen poca capacidad de regular su temperatura externa y necesitan calor, el aire a una temperatura de aproximadamente 30°C asumiendo una humedad relativa de 60% a 70%³, conforme las aves crecen su rango de temperatura en la zona de confort se amplía, de tal manera que

¹ Instituto Tecnológico de Celaya, Dpto. de Ing. Química, Antonio García Cubas Pte#600 esq. Av. Tecnológico, C.P. 38010, Celaya, Guanajuato, 13030655@itcelaya.edu.mx.

² Universidad de Guanajuato, División de ciencias de la vida, Agronomía, Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Carretera Irapuato – León, km. 9. Irapuato, Guanajuato, México.

llegado el momento de captura para enviarlas al mercado se sentirán más confortables alrededor de los 18 °C si se continúa manteniendo una humedad de 60% a 70%. Las temperaturas óptimas para el desarrollo de las aves teniendo una humedad constante de 60% a 70% son las mostradas en la Tabla 1.

Tabla.1. Temperaturas de confort para el pollo de engorda

Semana	Edad en días	Temperatura (°C)
1	1-7	28-32
2	8-14	26-28
3	15-21	24-26
4	22-28	22-25
5	29-35	20-22
6	36-sacrificio	20-22

Iluminación

El sistema que se utiliza convencionalmente para la crianza de pollo es de luz continua, con el objetivo de elevar al máximo la ganancia diaria de peso⁴. Consiste en un periodo prolongado de iluminación continua seguido de una breve oscuridad, de media a una hora. Los niveles bajos de intensidad de la luz (<20 lux) durante los primeros días de la crianza reducen la actividad de consumo de alimento. El uso de un fotoperiodo corto para controlar la ganancia de peso vivo, es particularmente objetivo en el periodo que va de siete a catorce días. Los valores de iluminación requerida de acuerdo a la etapa en que se encuentra el ave son mostrados en Tabla 2.

Tabla. 2. Intensidad lumínica de acuerdo a edad del pollo

Edad (días)	Intensidad (lux)	Fotoperiodo (horas)
1	0-7	20 mínimo
2	7-21	23 de luz y 1 de oscuridad
3	21 a sacrificio	23 de luz y 1 de oscuridad

Humedad y ventilación

La calidad del aire es un factor crítico durante el período de crianza y es necesario el cambio de aire constantemente en la granja. Generalmente se requiere usar ventilación para mantener la temperatura y la humedad relativa a los niveles correctos, lograr suficiente recambio de aire para impedir la acumulación de gases nocivos como monóxido de carbono, bióxido de carbono y amoníaco⁵. La capacidad del aire para mantener la humedad depende de su temperatura, el aire tibio puede contener más humedad que el aire frío, el término humedad relativa se refiere al porcentaje de saturación de agua en el aire a cualquier temperatura dada. El nivel de humedad influye en la capacidad del ave para enfriarse mediante el jadeo e influye en la producción de amoníaco. Se recomienda que la humedad relativa se mantenga entre 60 a 70 por ciento durante todo el período de crecimiento. La producción de amoníaco se da debido a la descomposición microbiana de materia fecal en la cama. Las condiciones polvorrientas en el galpón de las aves de corral están asociadas con una humedad relativa inferior al 50 por ciento y una humedad relativa de 70 por ciento o más proporciona condiciones medioambientales adecuadas para el desarrollo microbiano en la cama. A medida que aumenta la población microbiana se genera más amoníaco de las fuentes de nitrógeno, que se hallan en el material fecal de las aves. El amoníaco es un gas que tiene un impacto negativo en el rendimiento y la salud del ave deteriorando el sistema inmunológico y aumenta las enfermedades respiratorias. Los niveles altos de amoníaco durante la crianza reducen la tasa de crecimiento, que no se recupera durante el resto del crecimiento

METODO Y MATERIALES

La presente investigación se realizó con una investigación documental sobre los componentes básicos para poder determinar los componentes más adecuados para una granja, con ello mejorar las condiciones ambientales y tener una producción eficiente acorde a la genética usada en las granjas de Guanajuato. En esta investigación los factores a considerar fueron: temperatura, iluminación, humedad y ventilación. Los componentes fueron elegidos de acuerdo a las características requeridas en el galpón y a las propias de cada equipo de tal manera que sea un sistema robusto que soporte las condiciones al que sea expuesto sin perder fiabilidad.

RESULTADOS

Temperatura

Para lograr mantener la temperatura es indispensable un sensor situado en el centro geométrico del galpón y otro fuera del mismo alejado de toda fuente de calor o frío para que reporte una lectura fiable. Este debe ser un sensor resistivo o RTD comúnmente llamado PT100. Las RTD (Resistance Temperature Detector) se basan en la variación de la resistencia de los metales con la temperatura. Será provisto con una protección IP65 debido a que las condiciones a las que será expuesto el sensor pueden acortar su vida útil. Las ventajas que nos ofrece esta resistencia son: estabilidad y precisión, mayor sensibilidad y transmisor de temperatura adecuada.

El colocar un transmisor de temperatura analógico nos permite amplificar y acondicionar la señal del sensor de temperatura y la transmite por medio de un par de conductores hasta el controlador, además de ser capaz de transformar la señal de entrada en señal analógica (4-20 mA o de 0 a 10 Vcc) totalmente lineal y proporcional a la temperatura sin necesidad de transformadores o convertidores digitales. Su alimentación puede variar de 12 a 36 Vcc, se puede montar directamente en el cabezal de la termoresistencia para que puedan controlarse las cortinas y el sistema de calefacción para controlar la temperatura así como un relé estático para poder transmitir el impulso.

Por lo tanto, comunica la potencia a un circuito de carga y proporciona aislamiento eléctrico entre el circuito de control y el de carga, a comparación de los relés mecánicos este produce menor ruido, menor consumo de energía, resistencia a golpes y vibración, no generan chispa o arco eléctrico, muy compatibles con sistemas digitales como PLC y una rápida respuesta.

Calefactor

Una excelente opción es un calefactor RGA (Figura 1), este funciona con gasoil o gas y una de sus ventajas se encuentra el que trabajan con combustión cerrada logrando que el galpón quede libre de humo y gases nocivos para las aves.

Estos equipos se guían a través de una chimenea y tiene integrado un ventilador que asegura una distribución de aire caliente en el galpón, el aire para la combustión se aspira a través de una chimenea de doble pared desde el exterior para precalentar el aire de salida y lograr un mayor rendimiento. Las características de este tipo de calefactores se muestran en la Figura 2.



Figura 1. Calefactor de gas con chimenea

Tipo		RGA 60	RGA 95	RGA 100
Potencia	kW	60	95	100
Combustible		gasoil	gasoil	gas natural/propano
Rendimiento de aire	m³/h	5600	7000	7000
Monitorización de presión de aire		-	-	interruptor de presión
Alcance	m	35	50	40
Peso	kg	82	132	110

Valores de conexión: 230 V, 50 Hz; conexión de gas al RGA 100: 3/4"
Monitorización de llama mediante fotocélula

Figura 2. Características de calefactores RGA.

Iluminación

En la instalación colocaremos un sensor analógico de luminosidad, el cual nos dará un valor dentro del rango de 4 a 20mA de corriente continua. Este valor de corriente entrará en una de las entradas analógicas, para mediante el programa del PLC establecer los niveles deseados de iluminación en el galpón. El número de luminarias distribuidas aseguran una iluminación necesaria para las aves fuera de las horas de luz natural. Mediante la ecuación 1):

$$\text{Número de lámparas} = \frac{(\text{Área de piso } m^2)(\text{luz máximos requeridos})}{(\text{wattaje de lámpara})(\text{factor } K)(\alpha)} \quad (1)$$

CUADRO 37: WATTAJE DE LAMPARAS Y FACTORES K	
POTENCIA DE LA LAMPARA (Watts)	FACTOR K
15	3.8
25	4.2
40	4.6
60	5.0
100	6.0

*Esta fórmula es para lámparas, focos o bulbos de tungsteno a una altura de 2 m por encima del nivel de las aves. Las luces fluorescentes proporcionan de 3 a 5 veces el número de lux por Watt que los de tungsteno.

Figura 3. Factor K para lámpara de diferentes wattajes

La superficie de la caseta es de 112 m² (14 m de larga x 8 m de ancha) y los lux máximos requeridos son 20 lux. Las lámparas fluorescentes proporciona de 3 a 5 veces el número de lux por watt que las

incandescentes, el nivel máximo es con $\alpha = 3$ veces el número de lux y el nivel mínimo es el de $\alpha = 5$ veces el número de lux (Tabla 3).

Tabla. 3. Número de lámparas fluorescentes de acuerdo a su wattaje

Potencia en Watt	Lámparas fluorescentes	Intensidad luminosa (lux)					
		5	10	15	20	25	30
15	Mínimo	1.96	3.92	5.89	7.85	9.82	11.78
	Máximo	3.27	6.54	9.82	13.09	16.37	19.64
25	Mínimo	1.06	2.13	3.20	4.26	5.33	6.4
	Máximo	1.77	3.55	5.33	7.11	8.88	10.66
40	Mínimo	0.60	1.21	1.82	2.43	3.04	3.65
	Máximo	1.01	2.02	3.04	4.05	5.07	6.08
60	Mínimo	0.37	0.74	1.12	1.49	1.86	2.24
	Máximo	0.62	1.24	1.86	2.48	3.11	3.73
100	Mínimo	0.18	0.37	0.56	0.74	0.93	1.12
	Máximo	0.31	0.62	0.93	1.24	1.55	1.86

Humedad y ventilación

El sistema de ventilación cuenta con la apertura de las ventanas con un sistema de cables y poleas ayudados por motores colocados en el extremo de cada nave como se ilustra en la Figura 3. Las ventanas tienen una malla pajarera para evitar que entren otro tipo de aves o animales mientras están abiertas las ventanas. Este sistema está enlazado a un detector de temperatura que le permite subir las cortinas si la temperatura interior baja a menos de 25 °C para que pueda subir a los 30 °C y de lo contrario si el pollo necesita temperatura menor a los 25 °C y la temperatura ambiente supera los 28 °C se iniciará el sistema de calefacción acorde a la semana de vida de la ave y esta puede ser de 4, 5 o 6 semanas.

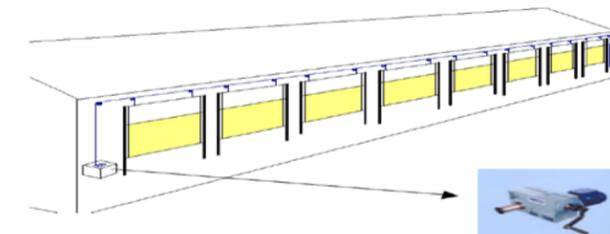


Figura 3. Cortinas en galpón

Sensor de humedad relativa

Se colocará dentro del galpón para cuantificar la humedad relativa, el sensor de humedad relativa HS1100 está basado en una única célula capacitiva para compensación de humedad sea necesaria. Sus características son intercambiabilidad total, que en condiciones normales no requieren calibración, desaturación instantánea después de largos periodos en fase de saturación, alta fiabilidad y tiempo de estabilidad. Se ha decidido utilizar este sensor por su fiabilidad ya que nos interesa un sensor robusto porque la humedad relativa que nos interesa se encuentra en el rango de 60 a 70%.

Sistema de aireación

Este sistema se compone de ventiladores helicoidales HJB que extraen aire del interior forzando la entrada del aire del exterior al interior a través de las ventanas. Sus características son: construido en chapa de acero galvanizado, equipados con persianas sobre presión, rejilla de protección en el lado de la transmisión, motor asíncrono normalizado de jaula de ardilla con protección IP-55 Y aislamiento clase F con un voltaje 230/400V.

Nebulizador para avicultura

EL equipo tendrá las siguientes características: nebulizadores de alta presión, boquilla: 1/8", 4 lts/hr, cuerpo para bombilla de alta presión. El equipo de nebulización tiene un depósito de agua de 110 lts, flotador de plástico, filtro de entrada de agua y salida de presión, válvula reguladora de presión, manómetro para el control de la presión, acumulador de pulsaciones y retorno a depósito.

CONCLUSIONES

La avicultura se ha convertido en una actividad industrial donde el control ambiental es uno de los factores más importantes para la producción, valiéndose de la tecnología se dispone de mayor margen de operación para lograr un alto rendimiento por parte de las aves y con la automatización se logra de manera más eficaz las condiciones óptimas dentro del galpón, así que, como parte del proceso está el elegir los equipos necesarios para lograr los objetivos y estos son elegidos de acuerdo a los requerimientos y sus capacidades.

BIBLIOGRAFÍA

[1] https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/95425/Produccion_de_Pollo_de_Engorda.pdf

[2] <http://www.elsitioavicola.com/articles/2220/20-aaos-de-mejoramiento-avicola-pollo-de-engorde/>

[3] http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Aviagen-Manejo-Ambiente-Galpn-Pollo-Engorde-2009.pdf

[4] http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/LightingforBroilers2010-ES.pdf

[5] <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/12220/articulos-aves/climatizacion-y-control-ambiental-en-avicultura.html>

EFEECTO DE BIODIESEL SOBRE LA CORROSIÓN DE UNA CAMISA DE COMBUSTIÓN

Estrada Botello Elizabeth¹ y Manriquez Reza Elizabeth²

RESUMEN

El biodiesel es un combustible de origen renovable usado principalmente como alternativa de combustible (diésel) en motores convencionales de combustión interna, reduciendo grandes cantidades de hidrocarburos no quemados. En este proyecto se determinó el comportamiento de la corrosión del biodiesel de girasol y diésel. Para verificar la corrosión que provoca este biodiesel en los motores. Se realizó un análisis en probetas de hierro gris extraídas directamente de la cámara de combustión de un motor diésel mediante sumersión en biodiesel y diésel con un periodo de tiempo de 30 días. Observando un aumento significativo en la corrosión provocada por el biodiesel.

ABSTRACT

Biodiesel is a renewable fuel mainly used as an alternative fuel (diesel) in conventional internal combustion engines, reducing large amounts of unburned hydrocarbons. In this project the corrosion behavior of biodiesel and diesel sunflower was determined. For verify this biodiesel causing corrosion in engines. An analysis was performed on specimens of gray iron extracted directly from the combustion chamber of a diesel engine using biodiesel and diesel submersion in a period of 30 days. Looking a significant increase in corrosion caused by biodiesel.

Palabras Clave: corrosión, biodiesel, diésel, cámara de combustión

INTRODUCCIÓN

El biodiesel es un combustible de origen renovable. Debido a sus características similares al diésel de origen fósil, es usado como combustible complementario en motores. Estudios recientes han reflejado que el biodiesel es más corrosivo en comparación al diésel en condiciones ambientales. Este trabajo se enfoca en el análisis de piezas de hierro gris proveniente de un motor de automóvil, específicamente en el cilindro de pistón, para obtener el tiempo de vida útil de éste en cuanto a la determinación de la velocidad de corrosión.

MARCO TEORICO

La escasez de combustibles fósiles se ha presentado como una de las principales preocupaciones a nivel mundial, lo que ha llevado a la búsqueda de fuentes alternativas de energía; en esto el biodiesel, denominado como éster alquílico de ácidos grasos obtenido de fuentes vegetales o animales, ha sido considerado como una alternativa a combustibles derivados del petróleo debido su origen renovable y a la reducción de las emisiones de gas invernadero. También puede usarse en motores diésel sin tener que

¹Universidad Politécnica de Querétaro Ingeniería en Tecnologías Industriales (ITM); Carretera Estatal 420 S/N, El Rosario, EL Márquez, Querétaro. 76240, Querétaro, Querétaro, 014014588@upq.edu.mx

² Universidad Politécnica de Querétaro Ingeniería en Tecnologías Industriales (ITM); Carretera Estatal 420 S/N, El Rosario, EL Márquez, Querétaro. 76240, Querétaro, Querétaro, elizabeth.manriquez@upq.edu.mx

modificarlos, siendo utilizado como combustible en los automóviles de diferentes partes del mundo, como Australia, Europa y América. Sin embargo, el biodiesel es poco estable y altamente sensible a la luz y temperatura. Actualmente, existe poca información presentada sobre el comportamiento del biodiesel en la corrosión en las piezas metálicas. Otros autores, encontraron que el cobre y el aluminio fueron los materiales más propensos a ser corroídos en biodiesel en comparación con el acero inoxidable[1-4].

METODOLOGÍA

Para esta investigación se utilizó diésel y biodiesel de girasol y probetas de hierro gris tomadas directamente de la cámara de combustión de un motor diésel.

Para la limpieza de las probetas, se pulieron las piezas de hierro gris y se tomaron los pesos de cada una de las piezas, seguido con una limpieza con agua destilada y secado superficialmente con papel o toalla. Además se limpiaron y secaron todos los recipientes y material utilizados. Se enjuagaron una vez más con diésel/biodiesel todos los recipientes y finalmente se colocaron las piezas en diferentes recipientes con diésel/biodiesel. (Figura 1)

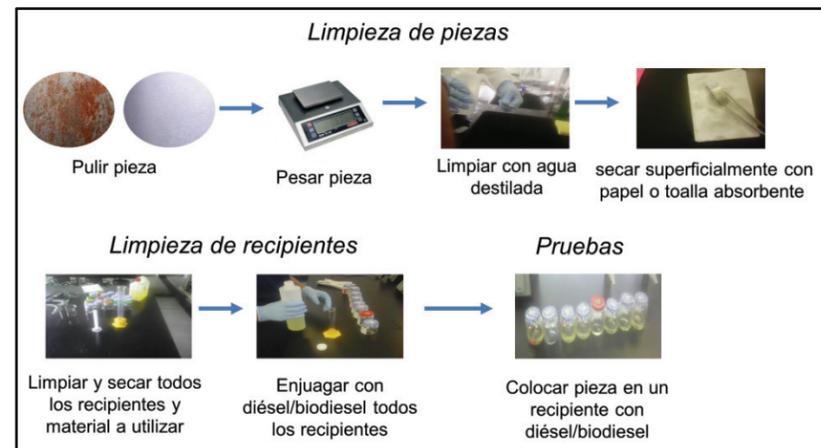


Figura 1. Metodología experimental

RESULTADOS

La velocidad de corrosión para el hierro gris fue investigada sobre diferentes mezclas de diésel/biodiesel cómo se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Mezclas de diésel/biodiesel empleadas en la determinación de la velocidad de corrosión sobre el hierro gris.

Nombre de muestra	% de diésel	% de biodiesel
B0	100	0
B100	0	100

Para la obtención de la velocidad de corrosión fue empleada la ecuación 1):

$$\text{velocidad de corrosión} = \frac{(m_2 - m_1) \times 24 \times 365}{\rho t S \times 1000} = 8.76 \times \frac{\Delta m}{\rho t S} \quad (1)$$

Donde la velocidad de corrosión es calculada en milímetros por año (mm año^{-1}), m_1 es el peso antes de la corrosión (g), m_2 es el peso después de la corrosión (g), ρ es la densidad del metal (g cm^{-3}), t es el tiempo de exposición y S el área expuesta (m^2). La velocidad de corrosión para las muestras de diésel y biodiesel se muestra en la Figura 2, se observa un incremento notorio al utilizar B100 con respecto a la velocidad de corrosión en muestras de B0, en un plazo de 30 días. Esto puede deberse a la presencia de ácido graso insaturado, átomos de oxígeno activos, entre otros componentes en el biodiesel, como se reporta en la literatura.

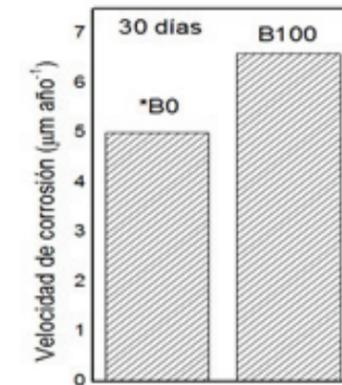


Figura 2. Velocidad de corrosión para las piezas de hierro gris expuestas a diésel y biodiesel

CONCLUSIONES

La velocidad de corrosión de hierro gris cuando es empleado biodiesel al 100% (B100), mostró un incremento significativo respecto al diésel empleado actualmente. Debido a los problemas ambientales que se generan al utilizar combustibles fósiles como el diésel, el biodiesel es una alternativa factible como combustible sustituto. Lo cual crea áreas de oportunidad para el estudio de nuevos materiales o recubrimientos dentro de los componentes del motor.

BIBLIOGRAFÍA

- M.M Fazal. (2011) Effect of different corrosion inhibitors on the corrosion of cast iron in palm biodiesel, Fuel Processing Technology 92 (2011) 2154–2159. M.M Fazal. (2012). Degradation of automotive materials in palm biodiesel, Energy 40 (2012) 76-83.
- M.M Fazal.(2010). Comparative corrosive characteristics of petroleum diesel and palm biodiesel for automotive materials, Fuel Processing Technology 91 (2010) 1308–1315.
- A.S.M.A, Haseeb.(2010). Corrosion characteristics of copper and leaded bronze in palm biodiesel, Fuel Processing Technology 91 (2010) 329–334
- K.V. Chew (2013) corrosion of magnesium and aluminum in palm biodiesel. a comparative evaluation Energy 57 478-483.

DISEÑO, SIMULACIÓN, ESCALAMIENTO Y OPTIMIZACIÓN DE UN REACTOR DE COPOLIMERIZACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE UNA RESINA MACROPOROSA

Jairo Estrada Durón¹ y Alicia Román Martínez²

RESUMEN

Utilizando el simulador Aspen Plus[®], se diseñó un reactor continuo tipo tanque para la copolimerización de estireno con divinilbenceno por radicales libres, la cual se reporta es una resina macroporosa y adsorbente de contaminantes orgánicos. El proceso de copolimerización se realizó en suspensión, teniendo benzoil-peróxido como iniciador y tolueno como porógeno, para obtener una resina con áreas superficiales de hasta 700 m²/g. En base a la bibliografía consultada se determinó el modelo cinético que describe este proceso de copolimerización, así como sus parámetros y constantes cinéticas. En el diseño del reactor se tomaron condiciones iniciales de artículos de investigación sobre la producción de ésta resina. Con esto, se realizaron estudios de los factores que tienen una mayor influencia en la producción de la resina para maximizar su producción; encontrándose que las mejores condiciones de copolimerización son: temperatura de operación 132°C, tiempo de residencia 24 s y cantidad de iniciador 5 kg/h.

ABSTRACT

Using the simulator Aspen Plus[®], a continuous tank reactor for the copolymerization of styrene with divinylbenzene free radical, which is reported is a macroporous resin and organic contaminant adsorbent, was designed. The copolymerization process was carried out in suspension, with benzoyl peroxide as initiator and toluene as porogen, to obtain a resin with surface areas of 700 m² / g. Based on the literature, the kinetic model describing this copolymerization process and its parameters and kinetic constants were determined. In the design of the reactor, initial conditions on the production of this resin were taken from literature. With this, studies of the factors that have a major influence on the production of the resin to maximize its production were made; finding the best copolymerization conditions are: operating temperature 132 °C, 24 s residence time and amount of initiator 5kg / h.

Palabras clave: Resina macroporosa, reactor de copolimerización, estireno-divinilbenceno.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la extracción en fase sólida con sorbentes poliméricos está siendo catalogada como una de las técnicas de extracción para muestras líquidas más utilizadas y con mejores resultados, en parte debido a que en ella se pueden extraer y concentrar diferentes contaminantes como cromo y arsénico. La elección del sorbente en la extracción en fase sólida es crucial, ya que puede influir en parámetros como la selectividad y capacidad del proceso de extracción. Los primeros sorbentes en extracción en fase sólida fueron los de base sílice, después los sorbentes de base carbón y posteriormente los sorbentes poliméricos. Los copolímeros macroporosos han sido utilizados en numerosas aplicaciones como reactivos poliméricos, adsorbentes de contaminantes y catalizadores.

Un grupo de sorbentes que no presentan las limitaciones de los sorbentes de base sílice y carbón, son los sorbentes poliméricos que se han utilizado como soportes para la extracción de fase sólida (SPE). El sorbente polimérico clásico es el estireno-divinilbenceno (St-DVB) macroporoso. Estos sorbentes se caracterizan por tener una estructura hidrofóbica y un área superficial específica de hasta 700 m²/g. Redes de copolímero heterogéneos y macroporosos de estirenos-divinilbenceno (St-DVB) tienen una

¹ Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica, Av. Adolfo López Mateos Ote. No. 1801, Fracc. Bona Gens, C.P. 20256, Aguascalientes, Ags., MÉXICO

² Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Manuel Nava No. 6, C.P. 78260, San Luis Potosí, S.L.P., MÉXICO, alicia.romanm@fcq.uaslp.mx

amplia gama de aplicaciones como resinas de intercambio iónico y adsorbente de contaminantes orgánicos. Este material se prepara principalmente mediante copolimerización de reticulación por radicales libres en presencia de un diluyente inerte. En este trabajo se realizó el diseño de un reactor escalado para producir este tipo de resinas, específicamente del sorbente St-DVB.

MARCO TEÓRICO

Una de las técnicas más comunes y útiles para la obtención de polímeros es la polimerización por radicales libres. Este método es el de mayor importancia desde el punto de vista comercial, se emplea para sintetizar polímeros y copolímeros a partir de monómeros. La reacción de copolimerización de estireno con divinilbenceno comercial utiliza comúnmente benzoil peróxido como iniciador. En este trabajo, se trabajó con dos modelos cinéticos de esta copolimerización, el primero es el siguiente: En el tratamiento cinético de la reacción de copolimerización se tienen las siguientes suposiciones: el DVB comercial consiste en isómeros de DVB (m-DVB y p-DVB en una proporción de 3 a 1 y etilestireno, debido a la igualdad de reactividades de los monómeros etilestireno y estireno, etilestireno se toma como estireno. Los grupos vinilos meta y para, tienen la misma reactividad.

Y las reacciones de cadena se desprecian por el tratamiento cinético. Esta reacción involucra cuatro tipos de grupos vinilo, estireno (M₁), m-DVB (M₂'), p-DVB (M₂''') y cadenas de polímero (M₃). Para la concentración del iniciador (I) y grupos vinilo (M_i), resultan las ecuaciones listadas en la Tabla 1, así como sus constantes cinéticas presentadas en la Tabla 2.

Tabla 1. Velocidades de reacción del iniciador y de los grupos vinilo

Velocidad de reacción
$r_i = -k_d[I]$
$r_{M1} = -K_{p1}[R^*][M1]$
$r_{M2'} = -2k_{p2'}[R^*][M2']$
$r_{M2''} = -2k_{p2''}[R^*][M2''']$
$r_{M3} = (1 - k_{cyc})(k_{p2'}[M2'] + k_{p2''}[M2'''])[R^*] - (1 + k_{mc})k_{p3}[R^*][M3]$

Tabla 2. Parámetros y constantes cinéticas para la copolimerización de St-DVB comercial usando benzoil peróxido como iniciador

Constante	
$f = 0.5$	$k_{cyc} = 0.3$
$k_d = 6.38 \cdot 10^{13} \text{ s}^{-1} \exp[-124.3 \text{ KJmol}^{-1}/(RT)]$	$k_{mc} = 0$
$k_{p1} = 2.4 \cdot 10^8 \text{ Lmol}^{-1} \text{ s}^{-1} \exp[-37.5 \text{ KJmol}^{-1}/(RT)]$	$k_{tc} = 1.26 \cdot 10^9 \text{ Lmol}^{-1} \text{ s}^{-1} \exp[-7.03 \text{ KJmol}^{-1}/(RT)]$
$k_{p2'} = k_{p1}/0.88$	$k_{td} = 0$
$k_{p2''} = k_{p1}/1.18$	$A = 15$
$r_{32} = 1/10$	$d_M = 924 - 0.918(T - 273) \text{ gL}^{-1}$
	$dp = 1084.8 - 0.605(T - 273) \text{ gL}^{-1}$

$[R^*] = (2fk_d[I]/k_t)^{0.5}$, f es la eficiencia de iniciador, k_d es la constante de descomposición del iniciador, k_{cyc} es la fracción de DVB consumido por las reacciones de ciclación y k_{mc} es el número de múltiples reticulaciones formados por enlace intermolecular. El segundo modelo cinético de esta reacción de copolimerización disponible en la literatura es el que se presentan en la Tabla 3, y sus parámetros y constantes cinéticas en la Tabla 4.

Tabla 3. Mecanismo cinético de la reacción de copolimerización por radicales libres

Mecanismo	Reacción
Descomposición del iniciador	$I \rightarrow n \cdot R^*$ Iniciador \rightarrow Radicales
Iniciación de la cadena	$R^* + M \rightarrow P1$ Radical primario + nuevo monómero \rightarrow Segmento activo inicial
Propagación	$P_n + M \rightarrow P_{n+1}$ Segmento activo + Adición de monómero \rightarrow Nuevo segmento activo

Tabla 4. Constantes cinéticas de la reacción de copolimerización de St-DVB

Reacción	Comp. 1	Comp. 2	k (Lmol ⁻¹ s ⁻¹)
Init-dec	BPO		9.55E-06
Chain-ini	ST		341
Chain-ini	DVB		608
Propagation	ST	ST	341
Propagation	ST	DVB	791
Propagation	DVB	ST	262
Propagation	DVB	DVB	608
Chat-mon	ST	ST	1.12E-2

Transferencia al monómero	$P_n + M \rightarrow D_n + P1$ Segmento activo + transferencia de monómero \rightarrow Cadena muerta + segmento activo
Terminación por combinación	$P_n + P_m \rightarrow D_{n+m}$ Segmento activo + segmento activo \rightarrow Cadena muerta

Chat-mon	ST	DVB	1.12E-2
Chat-mon	DVB	ST	1.12E-2
Chat-mon	DVB	DVB	1.12E-2
Term-comb	ST	ST	1.31E+09
Term-comb	ST	DVB	1.31E+09
Term-comb	DVB	ST	1.31E+09
Term-comb	DVB	DVB	1.31E+09

Descripción del proceso

La copolimerización entre los monómeros estireno y divinilbenceno se realiza en suspensión y por radicales libres a temperatura constante de 70 °C y agitación constante. Los componentes que participan en esta copolimerización son: poli vinil alcohol (PVA), los monómeros estireno (St) y divinilbenceno (DVB, el agente reticulante), tolueno (TOL, el agente porógeno), ftalato de dibutilo (FTDB, diluyente) y peróxido de benzoilo (BPO). La copolimerización en suspensión consta de dos fases, la fase acuosa consta de agua destilada con 2% en peso de PVA, la fase orgánica consiste en una mezcla de monómeros (St y DVB 33% en volumen), una mezcla porógeno- disolvente (tolueno, ftalato dibutilo 66% en volumen) y 1.3 % de BPO (el iniciador) en relación con los monómeros.

METODOLOGIA

Modelado del proceso/Solución del modelo: Se realizó una búsqueda bibliográfica sobre el mecanismo de la reacción de copolimerización entre estos dos monómeros, así como de sus datos cinéticos, entonces se realizó el modelado del proceso. Se definieron las ecuaciones diferenciales que describen esta copolimerización y se procedió a realizar la solución del modelo planteado. Se analizaron las variaciones de los parámetros a través del tiempo.

Diseño del reactor: Se realizó la simulación de un reactor CSTR para la producción de ésta resina adsorbente, con del software Aspen Plus®. Para el diseño del reactor se tomaron en cuenta las condiciones iniciales como lo son la temperatura de operación, concentración de los monómeros, iniciador y diluyente, de literatura que trata de la producción de ésta resina, se realizaron análisis de sensibilidad sobre los factores que tienen una mayor influencia en la producción del copolímero; el tiempo de residencia, la temperatura de operación y la cantidad de iniciador a utilizar. Se analizaron los resultados obtenidos y se corrió una simulación más con los mejores valores de las variables estudiadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 5 se presenta el modelo del proceso.

Tabla. 5. Modelo de la copolimerización de St-DVB por radicales libres

Descripción	Ecuación
Velocidad de descomposición del iniciador	$\frac{d(I)}{dt} = -k_d[I]$
Velocidad de propagación del grupo vinilo M ₁ Estireno	$\frac{d(M1)}{dt} = -k_{p1}[R^*][M1]$
Velocidad de propagación del grupo vinilo M ₂ ' m-DVB	$\frac{d(M2')}{dt} = -2V k_{p2'}[R^*][M2']$
Velocidad de propagación del grupo vinilo M ₂ '' p-DVB	$\frac{d(M2'')}{dt} = -2V k_{p2''}[R^*][M2'']$
Velocidad de formación de cadenas de polímero M ₃	$\frac{d(M3)}{dt} = (1 - kcyc)(kp2''[M2'] + kp2'''[M2''])[R^*] - (1 + kmc)kp3[R^*][M3]$

Para la solución del modelo se tomaron las siguientes condiciones iniciales: temperatura 70°C, concentraciones del iniciador de 0.1 M, estireno de 0.326 M m-DVB de 0.858 M, p-DVB de 0.286 M y cadenas de polímero de 0. Las figuras 1, 2, 3, 4 y 5 muestran los gráficos de las concentraciones de cada uno de los parámetros a través del tiempo.

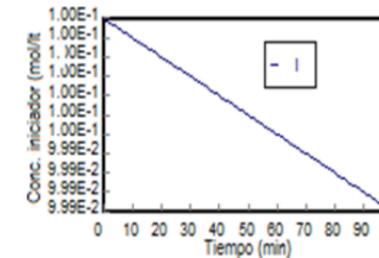


Figura 1. Concentración del iniciador contra el tiempo

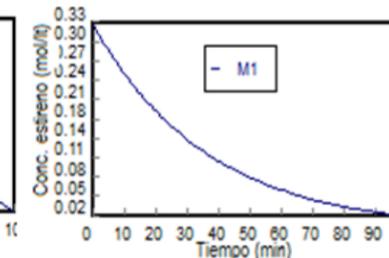


Figura 2. Concentración de estireno contra el tiempo

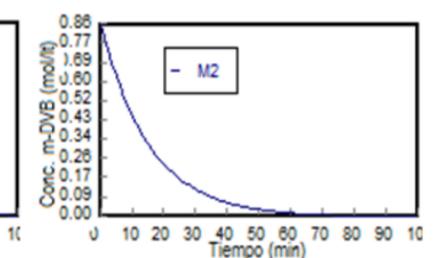


Figura 3. Concentración del m-DVB contra el tiempo

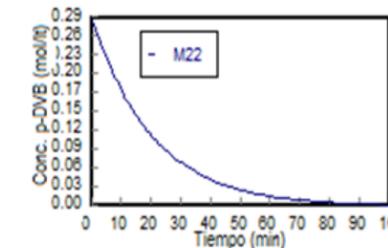


Figura 4. Concentración del p-DVB contra el tiempo

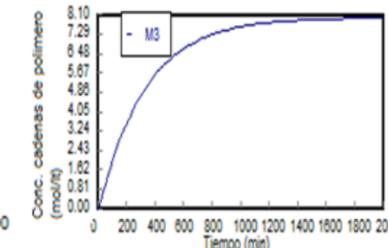


Figura 5. Concentración de las cadenas de polímero contra el tiempo

Se puede apreciar en las figuras 1 a 4 que los monómeros e iniciador se consumen a través del tiempo, en menos de 100 minutos los monómeros se han consumido en su totalidad, mientras que el iniciador decrece proporcionalmente. Como se puede apreciar en 100 minutos su concentración es prácticamente la misma. Se observa en la figura 5 el crecimiento de las cadenas poliméricas, requiriendo un tiempo muy extenso para llegar a su máxima formación.

Simulación del proceso

El diseño del reactor se realizó en Aspen Polymers®, con el método de coeficientes de actividad POLYNRTL. El diagrama de flujo de proceso se muestra en la figura 6. La tabla 6 muestra los parámetros de la primera simulación y las condiciones del reactor. Para el paquete de reacciones se utilizó el modelo FREERAD y se cargaron los datos del segundo modelo cinético ya que son los que se apegan al modelo de reacciones que usa el simulador Aspen.

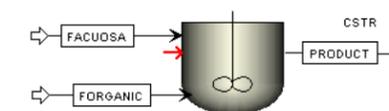


Figura 6. Diagrama del proceso en Aspen Polymers

Tabla. 6. Parámetros de diseño y especificaciones del reactor

Corriente FACUOSA	Valor	Estireno	1 kg/h
Temperatura	70°C	DVB	3 kg/h
Presión	1 atm	Tolueno	2.9 kg/h
Flujo másico	10kg/h	FTDB	2.9 kg/h
Agua	9.8 kg/h	BPO	0.2 kg/h
Poli vinil Alcohol	0.2 kg/h	Reactor CSTR	Valor
Corriente FORGÁNICA	Valor	Temperatura	70°C
Temperatura	70°C	Presión	2 atm
Presión	1 atm	Fase	Líquida
Flujo másico	10 kg/h	Tiempo de res.	8 h

En las figuras 7, 8, 9,10 y 11 se muestran los análisis de sensibilidad realizados para observar el efecto que tiene la temperatura, el tiempo de residencia y la cantidad de iniciador en la producción del copolímero.

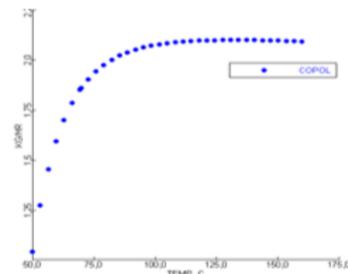


Figura 7. Producción del copolímero a diferentes temperaturas

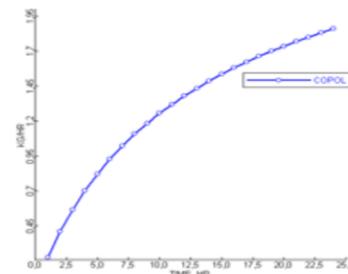


Figura 8. Producción del copolímero a diferentes tiempos de residencia

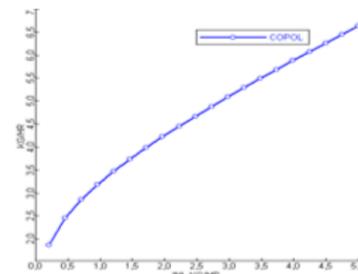


Figura 9. Producción del copolímero con diferentes cantidades de iniciador

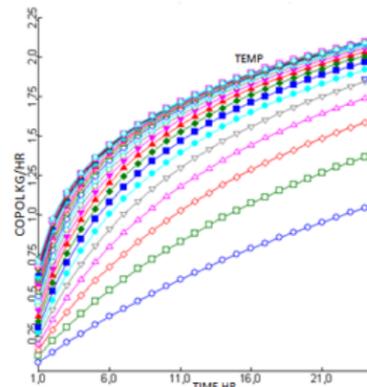


Figura 10. Producción del copolímero con diferentes tiempos de residencia y diferentes temp.

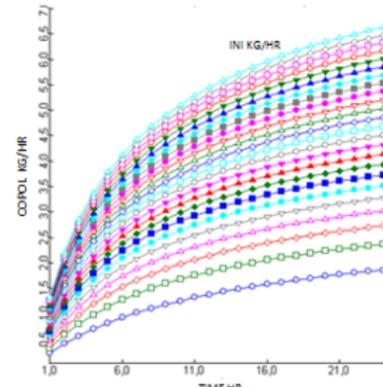


Figura 11. Producción del copolímero con diferentes tiempos de residencia y diferentes cant. de iniciador

Se pretende encontrar la cantidad óptima de iniciador que se debe de utilizar para producir la mayor cantidad de copolímero, dejando constantes las cantidades de estos dos monómeros. Se observa en la figura 7 que la producción del copolímero aumenta con la temperatura, sin embargo, llega a un punto máximo en 132°C. En la Figura 10 se observa cómo varía la cantidad de copolímero con el tiempo de residencia a diferentes temperaturas, se observa la misma situación.

Se observa que a mayor tiempo de residencia (Figura 8) y mayor cantidad de iniciador (Figura 9 y 11) se obtiene una mayor cantidad de copolímero. También se observa que con cada aumento de cantidad del iniciador el copolímero producido aumenta pero cada vez en una menor proporción. Para definir las mejores condiciones de cantidad de iniciador y tiempo de residencia, se realizó una extensión del análisis de sensibilidad del tiempo de residencia, en donde se observó un máximo en la producción del copolímero en aproximadamente 500 s, un tiempo demasiado extenso, por lo cual se fijó el tiempo de residencia en 24 s.

Para la cantidad de iniciador se hizo lo mismo y se encontró que con un valor mayor a 5 kg/hr de iniciador. En las figuras 12 y 13 se presentan los resultados obtenidos con la primera simulación y la simulación las nuevas condiciones encontradas respectivamente.

	FACUOSA	FORGANIC	PRODUCT
Substream: MIXED			
Mass Flow kg/hr			
AGUA	9,800000		9,800000
PVA	,2000000		,2000000
ST		1,000000	,8474950
DVB		3,000000	2,124768
TOLUENE		2,900000	2,900000
FTDB		2,900000	2,900000
BPO		,2000000	,1211326
POLYMER			1,106604
Total Flow kg/hr	10,00000	10,00000	20,00000

Figura 12. Resultados de la primer simulación

	FACUOSA	FORGANIC	PRODUCT
Substream: MIXED			
Mass Flow kg/hr			
AGUA	9,800000		9,800000
PVA	,2000000		,2000000
ST		1,000000	,0758846
DVB		3,000000	,1257262
TOLUENE		2,900000	2,900000
FTDB		2,900000	2,900000
BPO		5,000000	,0333577
POLYMER			8,765031
Total Flow kg/hr	10,00000	14,80000	24,80000

Figura 13. Resultados obtenidos con las nuevas condiciones de operación

Se observa en la Figura 12 una producción de copolímero St-DVB de 1.106 kg/hr, también se observa que a estas condiciones queda gran cantidad de los monómeros ST y DVB así como del iniciador BPO sin reaccionar, y en la figura 13 una producción mayor del copolímero de 8.765 kg/hr.

CONCLUSIONES

La solución del primer modelo planteado muestra como varían las concentraciones de los monómeros e iniciador a través del tiempo, los cuales se consumen en su totalidad en menos de 100 minutos, el crecimiento de las cadenas del polímero se da en un tiempo muy extenso, lo mismo que ocurre con el segundo modelo cinético, en el cual se tiene el máximo de producción en aproximadamente 500 h.

De acuerdo a los resultados la cantidad de iniciador y el tiempo de reacción son dos factores que tienen gran importancia en la producción del copolímero, y de los cuales se debe encontrar un balance entre ellos para así tener la producción mayor del copolímero St-DVB.

Las mejores condiciones de operación son las de la segunda simulación con las que se maximiza la producción del copolímero, son: temperatura del reactor 132°C, tiempo de residencia 24 h y cantidad de iniciador 5 kg/hr.

Con las nuevas condiciones se obtuvo una producción mayor del copolímero, de 8.765 kg/hr, con la cual se observa que los monómeros e iniciador se consumen casi en su totalidad, así se obtiene un volumen del reactor de 686.54 litros, para producir 210.36 kg de copolímero St-DVB en 24 h.

BIBLIOGRAFIA

- OKAY O., KAYA D. & PEKCAN O. Free-radical crosslinking copolymerization of styrene and divinylbenzene: real time monitoring of the gel effect using fluorescence probe, *Istanbul Technical University, Department of Chemistry, Maslak, 80626 Istanbul, Turkey, November 198.*
- VIVLADO LIMA E., PHILIP WOOD E. & PENLIDS A. Kinetic model-based experimental desing of the polmerization conditions on suspensión copolymerization of styrene-divinylbenzene. *Institute for Polymer Research, Department of Chemical Engineering, University of Waterloo, Waterloo, Ontario, N2L 3G1, Canad. March 1998.*
- FONTANALS N., MARCE R. M., GALIA M. & BORRULL F. Preparation and Characterization of Highly Polar Polymeric Sorbents from Styrene-Divinylbenzene and Vinylpyridine-Divinylbenzene for the Solid-Phase Extraction of Polar Organic Pollutants. *Departament de Quimica Analitica i Quimica Organica, Universitat Rovira i Virgili, Plac,a Imperial Tarraco 1, 43005 Tarragona, Spain. April 2003.*
- OKAY O. Formation of Macroporous Styrene-Divinylbenzene Copolymer Networks: Theory vs. Experiments. *Istanbul Technical University, Department of Chemistry, 80626 Maslak, Istanbul, and TUBITAK Marmara Research Center, P. O. Box 21, 41470 Gebze, Kocaeli, Turkey. March 1999.*
- ANATOLY N., WULKOW M. & SCHUTTE C. Modeling of free radical styrene/divinylbenzene copolymerization with the numerical fractionation technique. *Molecular theory and simulations. Macromolecular journals.*
- KIATKAMJORWONG S., CHIENACHAKUL P. & PRASASSARAKICH P. Kinetic studies on styrene-divinylbenzene by suspension technique. *Departamnet of chemical technology, faculty of science, faculty of science, Bangkok Thailand. August 2000.*

DISEÑO DE MAQUINA PRODUCTORA DE BRIQUETAS DE MINERAL DE HIERRO CON AGENTES REDUCTORES MEDIANTE PIROCONSOLIDACIÓN MECÁNICA

Pablo Alexis Flores Soto¹ y Jesús Emilio Camporredondo Saucedo²

RESUMEN

Se planteó un nuevo diseño para la generación de briqueta en verde diferente al planteado por Takashi A. et. al, y Akito K. et. al. Ya que dicho diseño mecánico cuenta con un par de rodillos que generan el aglomerado. Dada la problemática que plantea el estudio de las variables que influyen (geometría, rpm's y carga) en dicho proceso, se optó por utilizar pistones ya que estos facilitan la compactación de la mezcla. Con este nuevo diseño se planea utilizar los polvos de mineral de Fe que no pueden ser reciclados en el proceso de fabricación de acero. El diseño cuenta con innovaciones como el uso de pistones hidráulicos y/o neumáticos, además de un horno de inducción que calentará la mezcla antes de compactarse.

Palabras clave: *Diseño de equipo, mecanismos de aglomeración, pre-reducidos de hierro.*

ABSTRACT

A new design was proposed for the generation of briquette in green different that Takashi A. et was raised. al, and K. Akito et. to the. This mechanical design has a pair of rollers which generate the agglomerate. Given the problems posed by the study of the variables that influence (geometry, load and rpm's) in this process, we chose to use pistons as these facilitate compaction of the mixture. With this new design is planned to use powders Fe ore that can not be recycled in the steelmaking process. The design have innovations such as the use of hydraulic pistons and / or pneumatic, and a induction furnace heat the mixture before compacting.

Key words: *Equipment desing, agglomerate mechanism, iron ore pre-reduced.*

INTRODUCCIÓN

La industria siderúrgica actualmente presenta problemas de procesamiento, debido principalmente a la escasez de concentrados de mineral de hierro de buena ley, y carbones minerales óptimos para generar coque siderúrgico, materias primas necesarias para la fabricación de hierro de primera fusión y acero. Se evidencia que el producir aglomerados a partir de minerales de hierro/carbón, someterlos a tratamiento de termólisis, generan elevado porcentaje de reducción de hierro y metalización, lo cual confiere óptimas propiedades metalúrgicas, haciendo viable su alimentación a los procesos de producción de acero.

Investigaciones revelan, que el mecanismo de aglomeración más adecuado para la fabricación de dichos aglomerados, es la briquetización en caliente, donde el material carbonoso utilizado para la confección presenta propiedades aglutinantes a alta temperatura. Ejemplo de ello es el empleo de carbón mineral no-

¹ Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Colonia Guadalupe S/N, C.P: 25750, Monclova, Coahuila, red_color@outlook.com

² Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Colonia Guadalupe S/N, C.P: 25750, Monclova, Coahuila emiliocamporredondo@uadec.edu.mx

coquizable como sustituto de los aglutinantes utilizados en los procesos de sinter y pelet, ya que se aprovecha el estado cuasi-líquido que se genera a partir de la descomposición térmica del carbón, el cual se encarga de aglutinar los polvos de hierro, dicha propiedad se presenta a una temperatura de entre 400 y 450°C. El empleo de materiales carbonosos como agente aglutinante, promueve el empleo de concentrados minerales de hierro no convencionales, tal es el caso de la goethita, mineral rico en hierro (62% de hierro en su composición), sin embargo, el mineral carece de la capacidad para la aglomeración, debido a la formación de poros por liberación de agua en el proceso de piroconsolidación, no obstante, se ha comprobado que los poros generados a partir de la calcinación de la goethita son ocupados por el carbón mineral, generando un aglomerado con propiedades metalúrgicas de regulares a óptimas, ampliando la gama de materias primas a implementar en dicho proceso.

El desarrollo de un equipo para la fabricación de aglomerados de mineral de hierro/carbón es de particular interés, ya que es una opción viable para la necesidad de encontrar una solución a la crisis global de agotamiento de materias prima. El diseño del equipo incluye: a) un sistema de calentamiento de la mezcla homogenizada y b) el mecanismo de compactación, pasos necesarios para el conformado de la briqueta en verde. El desarrollo de dicho equipo conlleva al mejoramiento de la economía del proceso, además de una sustentabilidad ambiental.

MARCO TEORICO

Un desarrollo viable para la industria acerera, se basa en la fabricación de aglomerados de mineral de hierro/carbón, pre-reducirlos y alimentarlos a los procesos de reducción/fusión. La literatura evidencia que el implemento del mecanismo de aglomeración de briquetización en caliente, produce aglomerados con elevados porcentajes de reducción y metalización, además, de elevadas propiedades mecánicas y metalúrgicas. El proceso de briquetización en caliente se basa principalmente en la siguiente secuencia: a) homogenizar la mezcla, b) elevar la temperatura de la misma, c) dosificarla a moldes (rodillos maquinados con la forma de la briqueta) y d) compactarla, el esquema de dicho proceso se muestra en la Figura 1.



Figura 1 Esquema del proceso convencional de briquetización en caliente.

La investigación realizada por Wolfgang R. Shütze evidencia los beneficios que conlleva el implementar el mecanismo de briquetado en caliente en comparación al del hierro esponja para la generación de pre-reducidos de Fe. Wolfgang determina que el briquetado en caliente es un procedimiento más viable que el hierro esponja, debido a que el aglomerado resultante presenta baja porosidad, aumento en la densidad aparente y conductividad térmica, lo cual promueve una alta reducción de hierro, además de presentar poca re-oxidación en el pre-reducido. Además de los resultados documentados por Wolfgang, el mecanismo de briquetización en caliente promueve la factibilidad de fabricar pre-reducidos de Fe sin el uso de aglutinantes, ejemplo de ello, es la investigación realizada por Takashi A. et. al. donde a partir de mezcla de 40% de mineral de hierro y 60% de carbón mineral, aglomerarlos por el mecanismo de briquetización en caliente, los pre-reducidos resultantes presentan porcentajes de reducción mayores al

70%, además de propiedades metalúrgicas y mecánicas adecuadas para su posible alimentación a los procesos de fusión. Innovaciones al mecanismo convencional de briquetado en caliente han sido propuestas, los investigadores Akito K. *et. al* proponen un método alternativo de mezcla en caliente para la generación de pre-reducidos de Fe. Este nuevo método tiene como principal diferencia el precalentamiento de la materia prima y su homogenización, previo a dosificarlos al proceso de conformado mecánico, esto se observa en la siguiente Figura 2.

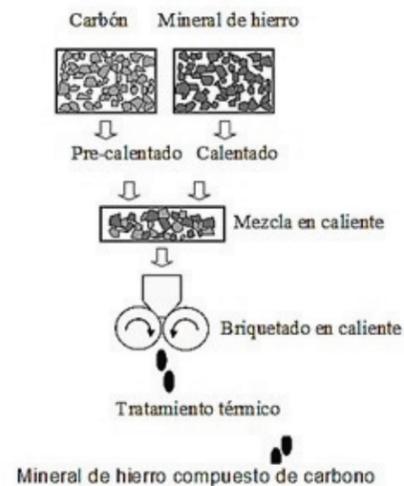


Figura 2 Método propuesto por Akito K.

Al igual que el proceso convencional se generan aglomerados de baja porosidad y al no utilizar aglomerantes el porcentaje de escoria es bajo, además de no requerir de un proceso de curado para conferir resistencia al aglomerado.

MÉTODOS Y MATERIALES.

El equipo para la fabricación de las briquetas en verde debe contar de tres partes principales, las cuales son:

1. Sistema de alimentación y calentamiento.
2. Sistema de compactación.
3. Sistema de expulsión.

El diseño del equipo se presenta en la Figura 3, para cada sección se evaluarán el mecanismo y las condiciones óptimas de operación. Para el sistema de alimentación y calentamiento, se determinará la posición del horno de calentamiento en base al material aglutinante utilizado, además del mecanismo para la dosificación y velocidad de alimentación de mineral al proceso de compactación.

En el sistema de compactación se evaluará el tipo de mecanismo: hidráulico, neumático o mecánico, en base a la carga requerida en el proceso, aunado a determinar el molde de briquetas adecuado. Por último se determinará qué sistema de expulsión se requiere para que la briqueta sufra un menor daño superficial, ya que esto puede afectar el proceso de reducción vía tratamiento de termólisis.

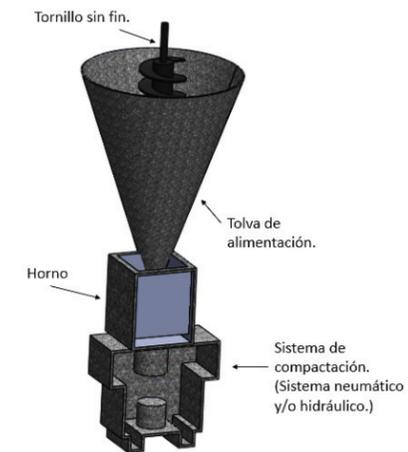


Figura 3. Esquema de máquina de briquetización.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

El diseño final de la máquina briquetadora en verde se muestra en la Figura 4. En la figura se observa la secuencia para la fabricación de las briquetas, primero se alimenta la materia prima a la tolva dosificadora, donde además de almacenar, tiene la función de homogenizar la mezcla. Una vez homogenizada el mineral pasa por un proceso de calentamiento, hasta alcanzar una temperatura de entre 400 – 450 °C, para ser dosificados al molde y ser comprimidos.

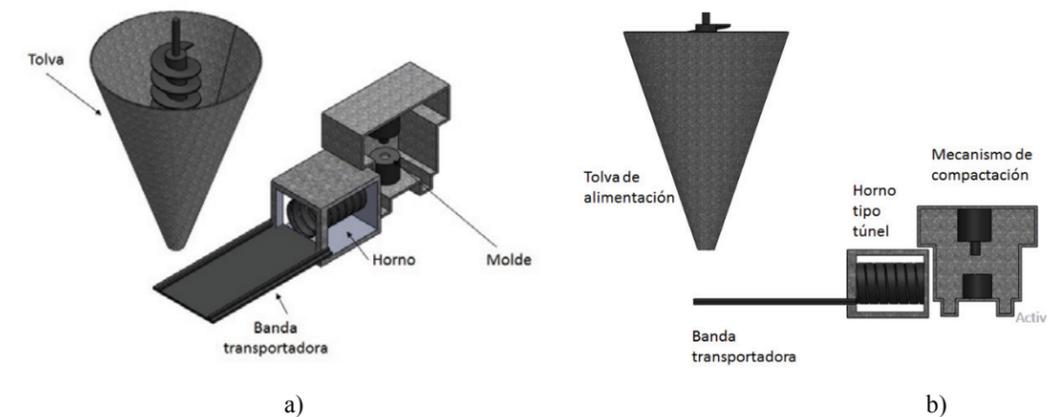


Figura 4. Máquina briquetadora. a) vista superior de la máquina briquetadora, b) vista frontal de la máquina briquetadora.

Para el sistema de prensado se seleccionó un mecanismo de pistones, ver Figura 5, y no del tipo tambor como la de las máquinas convencionales, debido a que utilizando este mecanismo no es posible variar el tamaño y forma de la briqueta, sin embargo, con el mecanismo de pistones al variar la carga aplicada o una variación en la dosificación en gr de mezcla al molde generan dimensiones diferentes en la briqueta en verde, lo cual es beneficioso debido a que el tamaño de dichos aglomerados afecta directamente la cinética de reducción, que se refleja en la metalización del pre-reducido.

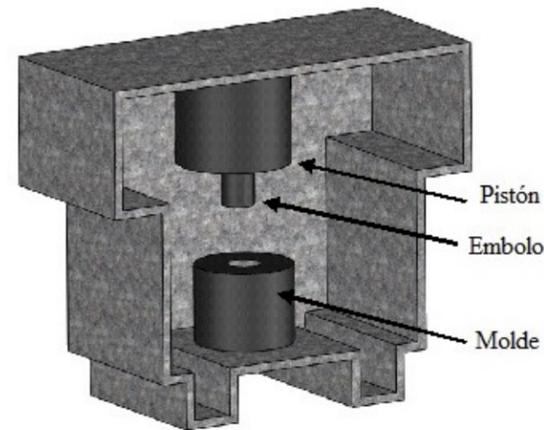


Figura 5. Mecanismo de compactación.

CONCLUSIONES

El presente estudio es la parte inicial del proyecto de tesis de licenciatura, la cual se basa en diseñar, simular y fabricar una máquina para la fabricación de briquetas en verde de Fe/C, donde se encontraron las siguientes conclusiones:

1. La homogenización de la mezcla es de particular interés, ya que la cinética de reducción de las briquetas es favorable cuando no hay segregaciones de carbón en la mezcla, por lo que el determinar la velocidad del tornillo sin fin es de importancia.
2. En base al agente aglutinante utilizado para la fabricación de las briquetas en verde, se debe adecuar el proceso de briquetización, por ejemplo, si se utiliza un material carbonoso sólido, se utilizaría calor, si se utiliza un material líquido como el alquitrán, el proceso sería en frío.
3. La temperatura de procesamiento de las briquetas es variable dependiendo el material carbonoso sólido utilizado.
4. Para el sistema de activación de los pistones se determinó usas mecanismos hidráulicos o neumáticos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Kasai, H. Toyota, K. Nozawa, S. Kitayama, 2011, Reduction of Reducing Agent Rate in Blast Furnace Operation by Carbon Composite Iron Ore Hot Briquette, ISIJ International, vol. 51, p. 1333-1335.
2. Takashi, F. Kiyoshi, F. Hidekazu, 2009, Development of Carbon Iron Composite Process, JFE Technical report, vol. 13, p. 6.
3. W. Schütze, 2013, HBI – Hot Briquetting of Direct Reduced Iron Technology and Status of Industrial Applications, Manual, p. 15.
4. Se usó el manual para el estudio del Software de diseño CAD en 3D. Guía del estudiante para el aprendizaje del software SolidWorks, 1995-2010, Dassault Systèmes - SolidWorks Corporation,

- 300 Baker Avenue Concord, Massachusetts 01742, EE. UU. Recuperado de https://www.solidworks.com/sw/docs/Student_WB_2011_ESP.pdf
5. B. Teller, T. Huguen, 2013, Mecanismo de compactación para una máquina compresora de polvos, Manual, p. 16.
 6. Pulvimetalurgia, 2016, Fundación Wikimedia, Inc., Creative Commons, San Francisco (California). Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Acerca_de#Marca_y_propiedad
 7. Se usó el Canal “Temas Interesantes” para ver la elaboración de las briquetas de carbón. Briquetas de carbón como se elaboran, 2010, México, Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=NmS6tvIP80s>

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia agradezco a mis formadores, Dr. Emilio Camporredondo y Dr. Alejandro Lara, personas de gran sabiduría que se han esmerado a ayudarme a llegar al punto en donde me encuentro. No ha sido un proceso sencillo pero gracias a su dedicación y conocimientos he logrado grandes objetivos como culminar el desarrollo de este reporte. La vida se encuentra plagada de retos y uno de ellos es la universidad, tras verme dentro de ella me he dado cuenta que es una base, no solo para mi entendimiento del campo en el que me veo inmerso, sino para lo que concierne a la vida y en mi futuro. Le agradezco a mi institución (Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica) por el constante apoyo, incluso fuera del calendario escolar al permitirme utilizar sus instalaciones. A mi hermano, que sin su talento con el lápiz y el papel no habría sido posible plasmar la idea de mi diseño en el presente reporte, su boceto formo parte fundamental para la culminación de este proyecto. Por último pero no menos importante, agradezco a mi madre, que ha sido el pilar de mi vida, compañera de vida y constante motivación para lograr todos mis proyectos, siendo el verano de la ciencia uno de ellos. Te doy las gracias, madre, hoy y siempre.

SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE PUNTOS CUÁNTICOS DE InAs/GaAs (100) MEDIANTE MBE

Omar Fonseca Maya¹ y Victor Hugo Méndez García²

RESUMEN

En el presente trabajo, se realizaron crecimientos de Puntos Cuánticos (QDs) de InAs sobre sustratos de GaAs (100) por medio del autoensamble (Stransky-Krastanov) utilizando la técnica de Epitaxia por Haces Moleculares (MBE). La caracterización se realizó mediante 2 técnicas; la primera fue una caracterización in-situ mediante un sistema de Reflexión de Electrones Difractados de Alta Energía (RHEED) acoplado al MBE, donde se pudo monitorear todo el crecimiento, controlando la cinética de crecimiento y a la vez observando etapas como el degasado del sustrato y la aparición de chevrones característicos de la formación de puntos cuánticos. Finalmente, mediante un Microscopio de Fuerza Atómica (AFM) se realizó la caracterización morfológica de las muestras.

ABSTRACT

In this paper, growth of the Quantum Dots (QDs) of InAs on GaAs (100) employing the (Stransky-Krastanov) self-assembly process using the technique Epitaxy Molecular Beam (MBE) was performed. The characterization was done using 2 techniques; the first one was the in-situ characterization technique using Reflection High Energy Electron diffraction (RHEED) coupled to the MBE, RHEED is used to monitor all the growth from process, controlling the growth kinetics, for example it is very useful to observe the initial stages as oxides desorption of the substrate and the apparition of chevrons which is characteristic of the formation of quantum dots. Finally, using an Atomic Force Microscope (AFM) the morphological characterization of the samples was performed.

Keywords: quantum dots, quantum confinement, MBE, RHEED, AFM.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad uno de los campos de la nanotecnología más importantes son los puntos cuánticos, debido a sus extraordinarias propiedades la comunidad científica se está dedicando a estudiarlas cada vez más, deseosos de poder implementar nueva tecnología basada en puntos cuánticos, unas de las aplicaciones más interesantes son LEDs de alta eficiencia, computadoras cuánticas y celdas solares de banda intermedia. Las propiedades inusuales de los puntos cuánticos se deben al confinamiento cuántico de portadores de carga que presentan en las tres dimensiones espaciales.

El presente trabajo se realiza con objetivo a futuro de implementar los puntos cuánticos para la realización de celdas solares más eficientes que las actuales.

El objetivo del presente trabajo es el autoensamblado de Puntos Cuánticos de InAs sobre sustratos de GaAs en orientación (100) mediante la técnica de MBE y la caracterización utilizando RHEED y AFM.

MARCO TEÓRICO

Epitaxia por haces moleculares (MBE)

La técnica MBE es un método de evaporación basado en ultra alto vacío, es una técnica de depósito capaz de obtener materiales con un nivel de impurezas por debajo de diez partes por billón de una manera reproducible, con un control importante sobre la composición, el dopaje de las estructuras y sobre el espesor a escala nanométrica. La técnica de crecimiento mediante MBE es una de las más importantes para sintetizar puntos cuánticos. Esta técnica tiene ventajas sobre otras técnicas de crecimiento de

¹Facultad de Ingeniería campus aeropuerto, Universidad Autónoma de Querétaro, Carr. a Chichimequillas S/N, Terrenos Ejidales Bolaños, C. P. 76140, Querétaro, Qro. MÉXICO; omarfonsecamaya13@gmail.com

²Laboratorio Nacional CIACYT-Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Sierra Leona 550, Col. Lomas 2a. Sección, C.P. 78210, San Luis Potosí, S.L.P., MÉXICO; victor.mendez@uaslp.mx

películas epitaxiales, por ejemplo, se puede controlar el crecimiento en dimensiones menores a monocapas atómicas y la posibilidad de monitorear el crecimiento in situ y en tiempo real usando técnicas como reflexión de electrones difractados de alta energía (RHEED). En esencia, la técnica MBE es más que un método de evaporación basado en ultra alto vacío.

Puntos cuánticos

Un punto cuántico es considerado un nanocrystal con confinamiento cuántico en las tres dimensiones espaciales que puede confinar portadores de carga dentro de sus dimensiones físicas, el confinamiento se debe a los potenciales generados por la combinación de los materiales cristalinos, el confinamiento de portadores de carga le concede al material propiedades diferentes a que si estuviera en bulto. Un punto cuántico tiene un espectro discreto de energía cuantizada, el punto cuántico confina un número reducido de portadores de carga generalmente menor a 100, el confinamiento de portadores de carga se puede modificar variando el tamaño de los puntos cuánticos, con ello podemos obtener nuevas propiedades del material; para poder observar los efectos cuánticos, los nanocristales debe tener dimensiones comparables con la longitud de onda de Broglie de los portadores de carga del material. Una de las propiedades más interesantes de los puntos cuánticos es que al ser iluminados pueden reemitir la luz en una longitud de onda muy específica y que depende del tamaño del punto cuántico, entre más pequeños son los puntos cuánticos, menor es la longitud de onda por lo tanto mayor la energía.

Los puntos cuánticos pueden ser sintetizados por varias técnicas como litografía, MBE y métodos coloidales.

Autoensamble de QDs

Uno de los métodos más importantes y el que utilizamos en este trabajo para el autoensamble de puntos cuánticos es el de crecimiento Stransky-Krastanov. La obtención de PCs autoensamblados mediante el modo de crecimiento de Stransky-Krastanov (S-K) se basa en la relajación de energía elástica producida por la diferencia en constantes de red del material a depositar y el sustrato. En este trabajo el crecimiento fue de InAs sobre GaAs. Estos cristales poseen diferente constante de red, 6.05Å del InAs y 5.65Å del GaAs, lo cual conduce a un desacople de redes de aproximadamente 7%. En las etapas iniciales del depósito de InAs, éste crece acoplado a la red cristalina del sustrato GaAs, a esta primera capa que cubre toda la superficie del sustrato se le conoce como capa de mojado. Sin embargo, los esfuerzos debidos al desajuste de los parámetros de red provocan la deformación elástica del InAs acumulando energía elástica conforme avanza el crecimiento, a esta etapa del crecimiento se le denomina régimen pseudomórfico, con el aumento del volumen de InAs depositado, la energía elástica se va acumulando, esta situación persiste hasta alcanzar un determinado espesor, denominado espesor crítico, para el que la energía acumulada se libera mediante la formación espontánea (o autoensamble) de nanoislas tridimensionales coherentes, es decir, islas de InAs libres de defectos cristalinos. Este mecanismo de autoensamble de nanoestructuras 0-dimensionales permite la síntesis de miles de millones de puntos cuánticos con diámetro entre 1 y 10 nanómetros con un alto grado de uniformidad en un único paso de crecimiento.

METODOLOGIA

En los crecimientos de las tres heteroestructuras sintetizadas se utilizó un MBE Riber-32. Para realizar el crecimiento de InAs/GaAs (100) se inició cortando el sustrato de GaAs (100) de alta pureza y se pegó con In de alta pureza en un molyblock, el cuál fue colocado dentro de la cámara de introducción, después se transportó a la cámara de degasado para la eliminación de óxidos nativos de la superficie del sustrato, terminado el predegasado, el sustrato se trasladó a la cámara de transferencia. Después se dispuso a controlar las temperaturas de las celdas de efusión a utilizar manteniéndolas en: T_{Ga}=960°C,

$T_{As}=230^{\circ}\text{C}$, $T_{In-Tp}=750^{\circ}\text{C}$, $T_{In-Bk}=690^{\circ}\text{C}$ y $P_{As}=8.6\text{E-}6$ Torr. Cuando se tuvieron los parámetros adecuados para el crecimiento se dispuso a transportar el sustrato a la cámara de crecimiento donde se realizó nuevamente un degasado para comenzar el crecimiento sobre el sustrato de GaAs(100) completamente puro; en seguida se inició el crecimiento de la capa buffer de GaAs a $T_{man}=675^{\circ}\text{C}$ durante 14 min 56 seg, haciendo una interrupción a los 2 min para medir oscilaciones, se continuó con el crecimiento de la capa de InGaAs a $T_{man}=580^{\circ}\text{C}$ durante 1min 10 seg, se siguió con el crecimiento de una capa espaciadora de GaAs antes de crecer los puntos cuánticos de InAs a $T_{man}=580^{\circ}\text{C}$, variando el tiempo de crecimiento de 4, 11 y 18 seg respectivamente en los tres crecimientos realizados. Por último, se crecieron los puntos cuánticos de InAs a $T_{man}=580^{\circ}\text{C}$ durante 20 seg. Para la caracterización in-situ se utilizó un RHEED acoplado al MBE, la caracterización morfológica se realizó con un AFM.



Figura 1. Estructura del 1er. Crecimiento.

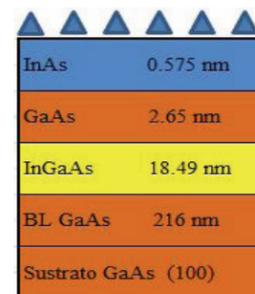


Figura 2. Estructura del 2do. crecimiento.



Figura 3. Estructura del 3er. crecimiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Por medio de la caracterización RHEED se obtuvieron distintos patrones de difracción en las diferentes etapas durante los crecimientos, mediante su análisis se logró apreciar la formación del patrón de difracción conocido como chevrones en la dirección [1-10], el cual nos indica la correcta formación de puntos cuánticos sobre las heteroestructuras, como se puede observar con claridad en las figuras 4,5 y 6.

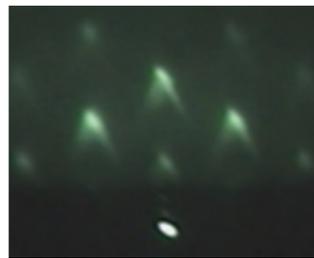


Figura 4. Patrón RHEED en la dirección [1-10] (formación de chevrones) del 1er. Crecimiento.



Figura 5. Patrón RHEED en la dirección [1-10] (formación de chevrones) del 2do. Crecimiento.



Figura 6. Patrón RHEED en la dirección [1-10] (formación de chevrones) del 3er. Crecimiento.

Se analizaron los videos obtenidos mediante RHEED para analizar oscilaciones en unas gráficas de Intensidad vs Tiempo, con el fin de obtener las velocidades de crecimiento en cada una de las capas de los crecimientos, las cuales nos sirvieron para obtener el espesor de cada capa de las heteroestructuras.

En las gráficas Intensidad vs Tiempo se observaron las oscilaciones correspondientes al crecimiento de monocapa por monocapa, con ello se obtuvo la cantidad de monocapas crecidas de cada material y conociendo su parámetro de red se obtuvo el grosor de las capas de los distintos materiales, el grosor de las capas se menciona en las figuras 1,2 y 3.

En las figuras 7,8 y 9, se presentan las gráficas de Intensidad vs Tiempo de los crecimientos de GaAs e InGaAs con sus respectivas velocidades de crecimiento a las temperaturas indicadas.

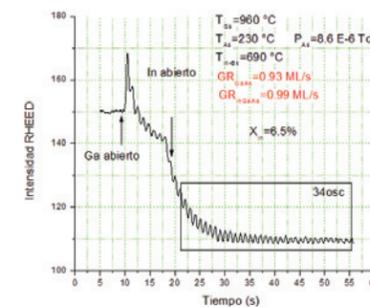


Figura 7. I vs t de GaAs e InGaAs, 1er. crecimiento.

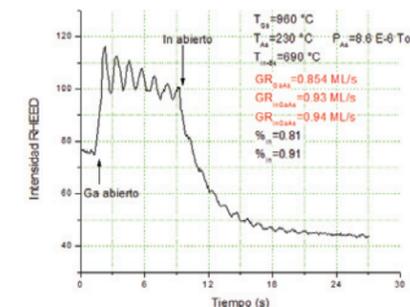


Figura 8. I vs t de GaAs e InGaAs, 2do. crecimiento.

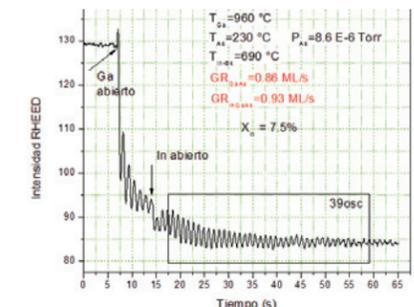


Figura 9. I vs t de GaAs e InGaAs, 3er. crecimiento.

Para medir la velocidad de crecimiento del InAs, se consideró un hecho bastante estudiado, que el punto crítico de InAs sobre GaAs se alcanza cuando se han crecido 1.7 monocapas; debido a que en este momento se generan los puntos cuánticos, se midió el tiempo que tardó en aparecer el patrón de difracción conocido como chevrones, las velocidades de crecimiento se muestran en las figuras 10,11 y 12.

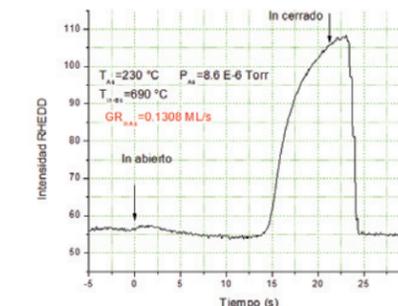


Figura 10. I vs t de InAs, 1er. Crecimiento.

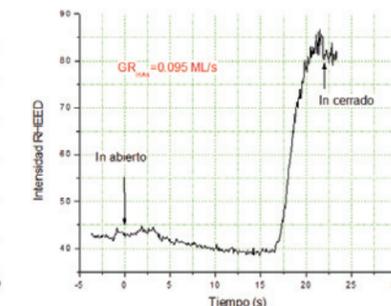


Figura 11. I vs t de InAs, 2do. Crecimiento.

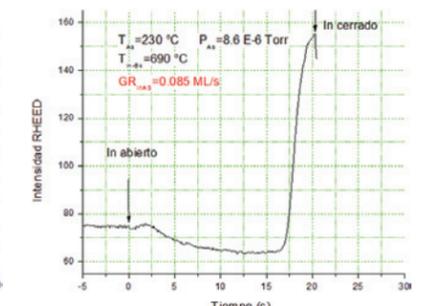


Figura 12. I vs t de InAs, 3er. Crecimiento.

Con el fin de conocer la estructura morfológica de los puntos cuánticos crecidos, las muestras fueron caracterizadas mediante AFM. En las figuras 13, 14 y 15, se muestran las imágenes de AFM.

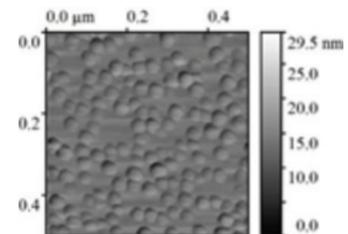


Figura 13. Medición AFM $.5\mu\text{m} \times .5\mu\text{m}$ del 1er. Crecimiento.

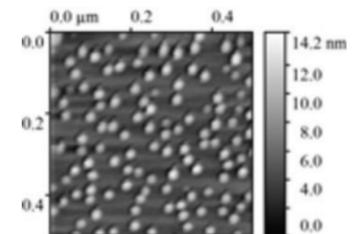


Figura 14. Medición AFM $.5\mu\text{m} \times .5\mu\text{m}$ del 2do. Crecimiento.

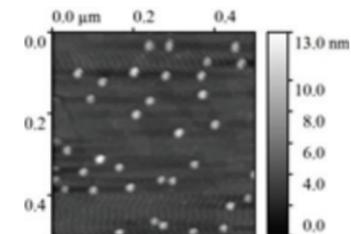


Figura 15. Medición AFM $.5\mu\text{m} \times .5\mu\text{m}$ del 3er. Crecimiento.

Con las imágenes obtenidas se realizaron mediciones promedio de alturas y diámetros de los puntos cuánticos en los diferentes crecimientos, así como también se utilizaron para calcular la densidad promedio. En la tabla 1, se muestran los resultados.

Tabla 1. Alturas, diámetros y densidades promedio de los QD's de InAs obtenidos en los 3 crecimientos.

	Altura promedio	Diámetro promedio	Densidad promedio
1er. crecimiento	$[9.560 \pm 0.076]$ nm	$[38.413 \pm 0.569]$ nm	5.44×10^{10} QD's / cm^2
2do. crecimiento	$[8.820 \pm 0.111]$ nm	$[31.020 \pm 0.819]$ nm	4.56×10^{10} QD's / cm^2
3er. crecimiento	$[7.440 \pm 0.111]$ nm	$[26.062 \pm 0.508]$ nm	1.36×10^{10} QD's / cm^2

CONCLUSIONES

Por medio de las caracterizaciones realizadas a los diferentes crecimientos se pudo verificar la correcta síntesis de puntos cuánticos de InAs/GaAs (100), mediante RHEED, se comprobó al observar en la dirección [1-10] el patrón de difracción conocido como chevrones característico de la formación de puntos y por AFM se determinó al observar las imágenes donde se mostraban estructuras con apariencia de montaña sobre la superficie de las muestras.

Al comparar los resultados obtenidos de los 3 crecimientos acerca de la altura, diámetro y densidad promedio de los puntos cuánticos y teniendo en cuenta que el único parámetro variable en los diferentes crecimientos fue el tamaño de la capa espaciadora de GaAs se logró concluir que debido a las tensiones generadas por la deformación elástica entre los materiales afectó la velocidad de crecimiento del InAs, concluyendo, entre mayor fue la capa espaciadora de GaAs la velocidad de crecimiento del InAs fue menor, por lo tanto se tardó más tiempo en llegar al punto crítico, teniendo así una menor densidad de puntos cuánticos y de menor tamaño.

BIBLIOGRAFIA

Libros:

ALBELLA, J. (2003). Láminas delgadas y recubrimientos, España: Consejo Superior de Investigaciones Científicas Editorial.

Tesis:

HERRANZ, J. (2015). Crecimiento por epitaxia de haces moleculares de puntos cuánticos de InAs sobre GaAs(001) con control en su lugar de formación para su integración en microcavidades ópticas, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.

CRUZ, E. (2008). Síntesis y caracterización de nanoestructuras III-V sobre sustratos de GaAs(631) por epitaxia de haces moleculares, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México.

MARTÍNEZ, I. (2007). Estudio del crecimiento de InAs sobre sustratos de GaAs(631), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México.

RODRÍGUEZ, P. (2007). Investigación del efecto de composition pulling en el sistema InGaP/GaAs(100) crecido por LPE. Investigación del diagrama de fase del sistema InGaAs en la orientación(111) b, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí.

Artículos en línea:

LÓPEZ, M.; MÉNDEZ, V. (2008). "Autoensamblado de puntos cuánticos semiconductores". Consultada en (fecha de consulta 07-07-2016).

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Dr. Víctor Hugo Méndez García por su paciencia, enseñanzas y tiempo dedicado a lo largo de este verano de la ciencia, así como por permitirme trabajar y aprender en este proyecto. Así mismo, a los compañeros de posgrado que participan en el proyecto: Eric, Ángel, Irving y Christian, por su ayuda y enseñanzas durante el verano.

ROBÓTICA EDUCATIVA, YIYI

Gerardo Franco Delgado¹ y Martín Hernández Sustaita²

RESUMEN

Entre los retos que tiene la ciencia en la actualidad, se encuentra la popularización, que consiste en hacer llegar y comunicar a cualquier persona, los avances que se tienen en los diversos campos de investigación; es de suma importancia que la sociedad en general se relacione con la labor que realizan los científicos, esto permitirá generar una conciencia popular que a futuro puede resultar en vocaciones científicas que no solo darán continuidad a las investigaciones científicas actuales, si no que esto puede cambiar la forma en cómo vivimos y traer soluciones al mundo actual mediante la ciencia y la tecnología. A partir de lo anterior, surge el proyecto "Yiyi" que consiste en un robot humanoide de más de un metro de altura, que tiene como objetivo principal, auxiliar en la divulgación científico tecnológica, así como generar un impacto en la sociedad para fomentar el interés hacia la ciencia.

ABSTRACT

Among the challenges that face the science today, is the popularization, consisting of to reach and communicate to anyone, the advances in every field of research; It is a matter of utmost importance that society in general, is relate with the work done by scientists, this will generate a popular consciousness that in the future can result in scientific vocations that not only give continuity to current scientific research, otherwise, this may change the way of how we live and bring solutions to today's world through science and technology. From the above, arises the "Yiyi" project consisting of a humanoid robot of more than a meter high, which has as its main goal, assist in scientific and technological disclosure, and also make an impact in society to encourage interest in science.

Palabras Clave: Robótica Educativa, Divulgación, Innovador, Niños y Ciencia.

INTRODUCCIÓN

Yiyi es un robot humanoide planeado para la investigación, divulgación y difusión de la ciencia y la tecnología, principalmente en el área de la robótica mexicana. Actualmente sigue en desarrollo en las instalaciones de la Universidad Politécnica de San Luis Potosí.

Tiene como principal objetivo difundir la ciencia y tecnología alrededor del país, ayudando a disminuir el alarmante rezago científico y tecnológico que tiene México respecto a los países más desarrollados, así como también causar un impacto en la sociedad para fomentar el interés en temas de ciencia. Una de las principales ventajas que tiene Yiyi con respecto de otros robots es su bajo costo, ya que otros robots que se manufacturan actualmente y que son usados como divulgadores, tal es el caso de NAO (), cuestan alrededor de \$250,000 pesos mexicanos, resultando difíciles de costear para las universidades y grupos divulgadores independientes, lo que muchas veces imposibilita a estudiantes y profesionistas el poder

¹Universidad Politécnica de San Luis Potosí, Ingeniería en Tecnologías de la Información; Urbano Villalón #500, Colonia La Ladrillera, C.P: 78363, San Luis Potosí, San Luis Potosí, gfdgeras@gmail.com

²Universidad Politécnica de San Lui Potosí, Academia de Ciencias; Urbano Villalón #500, Colonia La Ladrillera, C.P: 78363, San Luis Potosí, San Luis Potosí, martin.hernandez@upslp.edu.mx

llegar a utilizarlos. De ahí surge la idea de crear a Yiyi, un robot divulgador de ciencia y tecnología en donde el precio sea más accesible, costando actualmente alrededor de 5,000 pesos y teniendo como finalidad que los niños realmente se puedan acercar al robot, sin que haya una barrera que se interponga por miedo que se pueda a dañar algo de su estructura y facilitando así el proceso de la interacción del robot con los niños y la población en general, generando un mayor impacto en el tema que se quiera divulgar.

Yiyi fue diseñado como un robot "femenino", con la intención no sólo para generar un verdadero interés científico en niños y jóvenes sino para impactar e impulsar a un mayor número de mujeres en el campo científico mexicano.

De entre las capacidades con las que actualmente cuenta el robot, está la posibilidad de controlarlo a través de un dispositivo con bluetooth, como un celular, así como también el poder repetir frases predefinidas o el ingresar el texto que se quiera comunicar para que lo repita, todo esto a través de una aplicación diseñada y programada especialmente para Yiyi.

MÉTODOS Y MATERIALES

Para el desarrollo del proyecto, existió una planeación inicial, en la cual se estableció como iba verse el robot, la forma que tendría, de que elementos estaría hecho y que aplicaciones serían necesarias para controlarlo a través de un dispositivo inteligente, ya fuera con una tablet o un celular.

Una de las principales características de Yiyi, es que fue pensado como un robot de muy bajo costo, que en su mayoría ocupó para su elaboración materiales reciclados tales como: botes de basura, tubos de PVC, madera, unicel y varillas de metal (Fig.1); por otro lado, en cuanto a los componentes electrónicos cuenta con: un módulo bluetooth HC-06, un arduino mega 2560, una batería de 12 V, una batería de 5 V y un puente H pololu Dual VNH5019 (Fig.2).



Figura 1. Materiales necesarios para la construcción del robot.



Figura 2. Componentes electrónicos para el funcionamiento del robot

Los motores y llantas se obtuvieron de un carro de tipo power wheels, y una vez reunidos los materiales se pasó a la parte de construcción (Fig.3), logrando así obtener el robot final (Fig. 4).



Figura 3. Construcción del robot.



Figura 4. Robot Yiyi

Una vez terminado el robot se realizaron diversas pruebas para saber si se movía correctamente, logrado esto, el siguiente objetivo fue que Yiyi pudiera hablar, debido a que fue pensado como un robot divulgador era indispensable que se pueda comunicar con el público, para ello se desarrollaron dos aplicaciones en Android; la primera tanto para el control de los movimientos del robot, así como para el control de frases predefinidas que puede decir o que permite introducir algún texto que se quiere que se diga (Fig.5), y la segunda, creada específicamente para un taller de divulgación sobre Isaac Asimov, en donde el robot puede decir una breve biografía sobre este escritor y al final hacer preguntas relacionadas a lo que se dijo, y contestar si es correcta o incorrecta la respuesta de la persona a la que se le preguntó (Fig.6), esta segunda aplicación tiene como finalidad evaluar si realmente puede transmitir algún conocimiento al público.



Figura 5. Aplicación para controlar los movimientos y el habla de Yiyi.



Figura 6. Aplicación para taller de divulgación sobre Isaac Asimov.

Posteriormente, se realizaron las pruebas entre el robot y las aplicaciones, y una vez que se verificó el correcto funcionamiento, se procedió a las pruebas de campo, llevando el robot con un público en específico, en este caso niños para que pudiera convivir con ellos y divulgar sobre algún tema en particular.

RESULTADOS

Con el robot funcionando de manera correcta, se llevó a un jardín de niños (Fig. 8) y a un club de lectura (Fig. 9), en ambos casos Yiyi realizó talleres de divulgación, conviviendo con alrededor de cincuenta niños de entre tres y siete años. El resultado en cuanto a la interacción de los niños con el robot fue satisfactorio, debido que se observó que verdaderamente se podían acercar a tocar el robot sin miedo a que le pudiera llegar a pasar algo, esto gracias a que los materiales se pensaron para que fuera factible que el robot pudiera convivir con niños, por un lado se requería que fueran resistentes y por el otro, que no pudieran causar una herida a los más pequeños.

Para la realización del taller lo primero que se llevaba a cabo era una actividad entre Yiyi y los niños, para que ellos pudieran jugar con el robot con la finalidad de que se relacionaran con él, generando así un mayor impacto en lo que se quería divulgar.

A continuación, se muestra una tabla del impacto que tuvo Yiyi con respecto a las edades de los niños; cabe destacar que los niños de tres años en su mayoría le tenían desconfianza al robot, sin embargo, los niños mayores de cuatro años mostraban interés por jugar con él, y en su mayoría al término de la actividad, los niños salían motivados por conocer más sobre la robótica y sobre Isaac Asimov que era de lo que se trataba el taller.

Edades	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
3 años	X			
4 años		X		
5 años				X
6 años				X
7 años				X

Tabla. 1. Impacto que tuvo el robot con los niños

Entre los puntos destacables, es que el robot es femenino, ya que ayudó bastante a que las niñas se interesaran por él, además de que llamaba mucho la atención en cualquier parte que estuviera.

Aquí se muestran algunas evidencias de los talleres en los que participo Yiyi:



Figura 7. Taller de divulgación sobre Isaac Asimov en club de lectura.



Figura 8. Visita a jardín de niños.



Figura 9. Actividad de Yiyi con los niños.



Figura 10. Divulgación con Yiyi

CONCLUSIONES

Se logró crear un robot tipo humanoide de más de un metro de altura que es funcional para el trabajo con niños, y que puede controlarse desde aplicaciones propias en Android. Otro de los logros es el bajo costo, ya que es relativamente barato, y su diseño permite ser llamativo lo que genera un buen impacto a primera vista con las personas.

El robot tuvo una inclusión e interacción exitosa con los niños, y se pudo comprobar que verdaderamente se podían acercar e interactuar con él. Respecto a las actividades con niños que tenían como objetivo realizar divulgación sobre el escritor Isaac Asimov, los resultados obtenidos fueron positivos.

Actualmente, Yiyi se encuentra en buen estado, funcionando correctamente, y es parte auxiliar de la Universidad Politécnica de San Luis Potosí en las áreas de investigación, divulgación y difusión científica enfocadas en el tema de la robótica, es utilizada para realizar talleres con todo tipo de público, y permite que tanto estudiantes como docentes de la universidad lo puedan ocupar con fines académicos. Este proyecto ha facilitado la impartición de talleres de divulgación científico tecnológica, así como también ha permitido desarrollar en los estudiantes de la universidad un interés por la investigación en temas de ciencia, ya que ahora puedan utilizar este robot como una herramienta educativo o bien, como un prototipo para seguir desarrollándolo, e implementar nuevas tecnologías en él.

BIBLIOGRAFIA

Aldana, M. (30 de Marzo de 2012). ¿Qué le falta la ciencia en México? Obtenido de Investigador y profesor Universidad Nacional Autónoma de México y Universidad de Harvard: http://www.fis.unam.mx/~max/MyWebPage/aldana_ciencia_en_mexico_temas_2012.pdf

Resumen de resultados de la encuesta sobre la percepción pública de la ciencia en México, disponible en www.eluniversal.com.mx/notas/735065.html.

©Arduino. (2016). Arduino BT (Bluetooth). Obtenido de <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardBT>

Pololu Corporation. (s.f.). Pololu Dual VNH5019 Motor Driver Shield for Arduino (ash02a). Obtenido de <https://www.pololu.com/product/2502>

ANÁLISIS DE DISEÑO DE COMPUERTAS, CANALES Y COLADAS DE MOLDE DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO PARA OPTIMIZAR EL RENDIMIENTO DE INYECCIONES A TRAVÉS DE MOLDFLOW

Erick Martin Frias Cordoba¹ y Mikio Tanabe²

RESUMEN

En la estancia del “18° Verano de la Ciencia”, que se realizó durante cinco semanas en la “Universidad Politécnica de Querétaro”. Simulaciones para moldes de inyección de plásticos, el cual el principal objetivo de este proyecto es conocer y analizar las afectaciones que se podrían ver dentro de la calidad en las piezas, así mismo mediante el software “MOLDFLOW”, cambiar parámetros en diámetros de coladas y canales, para conocer el comportamiento que se podría tener al momento del llenado del material en el molde, realizando pruebas de tiempo, temperatura y observando las afectaciones posibles que se podrían ver en el molde o vacíos que se pueden generar en la pieza al momento de su llenado.

ABSTRACT

At the 18° regional center “Summer of science, that took place for five weeks at “Universidad Politecnica of Querétaro. Plastic injection moulding simulations, the main objective of this project is to know and to analyze the affectations that may occur inside the pieces quality, also by using “MOLDFLOW” software change parameters in the diameters of coladas and canales, to know the behavior that may have at the moment of the filling in the material mould, conducting time and temperature test and watching the possible affectations that may you could see in the mould or the gaps that may appear in the piece at the moment of its filling.

Palabras clave: Coladas, canales de alimentación y compuertas.

INTRODUCCIÓN

En este proyecto se busca analizar el comportamiento que puede sufrir un molde de inyección de plásticos al tener varias alteraciones, en los diámetros de sus canales, colada, etc. Así mismo como la presión y la temperatura que debe de tener o con la cual se puede llegar a enfrentar, en primera parte de nuestro proyecto se dio a conocer la estructura básica de un molde de inyección de plásticos, en el cual se incluía las partes del molde las cuales siendo un molde básico con el cual tomamos como referencia se divide en 9 partes esenciales, como la función que realiza cada una de ellas, así mismo dependiendo al sistema Americano o Europeo que nos referenciamos.

Una vez que ya hemos conocido su estructura como molde, se dio a conocer el tipo de material con el cual se va a trabajar y así mismo conocer cada una de las partes ya del producto inyectado en el molde (Colada, Canales, etc.), las cuales para poder hacer nuestra simulación eran partes esenciales de conocer, durante el proyecto se dio a conocer algunas dimensiones con las cuales se trabajan, las cuales ya una vez realizando la simulación se tenían que cambiar para conocer el comportamiento que podrían sufrir dentro de la calidad.

También en este proyecto se da a conocer un programa para el diseño y análisis de moldes de inyección de plásticos, el cual es mejor conocido como “MOLDFLOW”, en el cual se puede hacer una simulación del flujo del polímero para conocer el comportamiento que podría tener al momento de estar trabajando.

¹ Instituto Tecnológico de Querétaro, Departamento de Ingeniería Industrial; Av. Tecnológico s/n esq. Mariano Escobedo, col. Centro, C.P: 76000, Querétaro, Querétaro, erickmartin94@hotmail.com

² Universidad Politécnica de Querétaro, Ingeniería en Tecnologías en Manufactura; Carretera Estatal 420 S/N, El Rosario, C.P.76240, El Marques, Q.R.O., mikio.tanabe@upq.mx

Las cuales con varios análisis con un total de 20 por la versión de software que es lo conoceremos y podremos dar un tiempo de vida estimado, comportamiento y desgastes tanto en el molde como en la pieza y la calidad con la cual se esté produciendo.

Con estas 4 informaciones que se nos otorgara se podrán hacer comparaciones cambiando parámetros observando su comportamiento siendo parte muy importante para el diseño de nuestro molde para así tratar de evitar errores en nuestra producción, por lo cual en general en nuestro proyecto daremos a conocer las facilidades y herramientas con las cuales se trabaja en “MOLDFLOW”, así como la forma de interpretarlo a la realidad con relación a datos que te muestra el programa.

MARCO TEORICO

MOLDE:

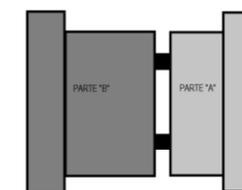
Es un recipiente o pieza hueca diseñada para que se introduzca, alguna masa blanda o líquida en la cual su principal función de esta es la solidificación, la cual tomara la forma del recipiente.

En el mundo de los moldes hay gran infinidad los cuales podrían ser los siguientes:

- Molde de dos placas.
- Molde de mordazas.
- Molde de extracción por segmento.
- Molde de tres placas.
- Molde de piso.
- Molde de canal caliente

Los moldes por inyección de plástico en varían mucho en su diseño forma y materia el cual se vaya a fabricar según el producto.

Dentro del mundo de moldes existe una gran variedad de diseños, esto se debe al material con el que se trabaja en la máquina y el tamaño de la pieza (así como su diseño). Dentro del mundo de los moldes existen también las diferentes formas a las cuales un molde se le puede conocer como parte de su estructura, las cuales son el sistema americano y el sistema portugués, los cuales se mostraran en las siguientes imágenes:



1.1_ Sistema Americano para moldes

Este sistema es muy conocido en el mundo de los moldes, en el cual en el americano se nombra parte “A” que sería la parte que no se mueve del molde y la parte “B” esta parte del molde que se mueve de forma horizontal.

Unos de los aspectos importantes para la construcción de moldes serían:

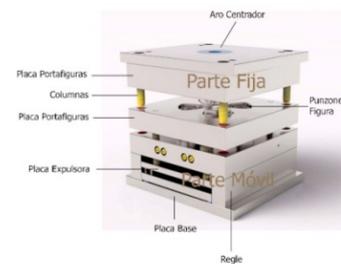
- 1._ Tener en cuenta la exactitud dimensional y la apariencia final.
- 2._ Con qué tipo de plástico se trabajara.
- 3._ Diseño del molde para la producción de producto según la demanda.
- 4._ Verificar los diferentes factores que pueden afectar las dimensiones establecidas a la contracción del producto moldeado (temperatura, presión, tiempo de enfriamiento, etc.).
- 5._ Considerar el % de contracción del plástico, ya que con una baja contracción, no se presentan problemas y es fácil de moldear, por lo contrario con una alta contracción se deben de tomar otras consideraciones que sean importantes para el diseño del molde.

Algunas características que deben tener los materiales con los que se van a construir los moldes de inyección de plástico serían los siguientes:

- 1._ Condiciones aceptables para su elaboración como son mecanibilidad, poder ser troquelado en frío, poder ser templado.
- 2._ Resistencia a la Compresión.
- 3._ Resistencia a la temperatura.
- 4._ Resistencia a la abrasión.
- 5._ Aptitud para el pulido.
- 6._ Tener deformación reducida.
- 7._ Buena conductividad Térmica.
- 8._ Buena resistencia Química.
- 9._ Tratamiento térmico sencillo.

En la construcción de moldes es muy importante considerar todos los aspectos anteriores ya que un mal diseño o una mala elección de materiales podrían genera grandes pérdidas para una empresa, dentro de este mundo existen varios tipos de moldes en los cuales, están por tamaños, diseños, materiales, etc. En este caso se hablaremos de un molde básico el cual consta de 9 partes fundamentales que lo comprenden las cuales son:

- 1._ Placa de Cramp.
- 2._ Placa de cavidad.
- 3._ Placa de corazón (Core).
- 4._ Soporte o respaldo
- 5 y 6._ Placas de carzos, tacones ó espaciador
- 7 y 8._ Placa de botadores
- 9._ Placa de crampeo



1.2_ Forma de un molde básico de inyección de plásticos.

MÉTODOS Y MATERIALES

En este proyecto de verano de la ciencia, se basó en el análisis, respecto a las pruebas realizadas a la pieza establecida en el programa; no se necesitó de materiales si no de herramientas, en las cuales se utilizó el programa de “MOLDFLOW”, siendo su función principal, conocer el comportamiento del molde al momento de ser analizado.

En el cual nuestros métodos fueron los siguientes.

- 1._ Se hizo una breve explicación sobre el mundo de los moldes de inyección de plásticos, así mismo como uno de los programas importantes que se utiliza regularmente en el sector industrial “MOLDFLOW”.

- 2._ Se dio una pequeña explicaciones sobre unas de las funciones importantes del software, en el mundo de los moldes y se me dio a conocer cual eran la final del proyecto en base a este software, el cual era conocer la afectación en la calidad y la producción, al alterar las dimensiones de la colada o canales del molde.

- 3._ Se me otorgo la pieza, la cual se tenía que hacer las diversas modificaciones dentro del programa, cambiando diversos datos en cada una de las simulaciones ejecutadas, teniendo en cuenta que cada simulación como tiempo mínimo arrojaba el resultado en 4 horas, según la calidad que se le pedía.

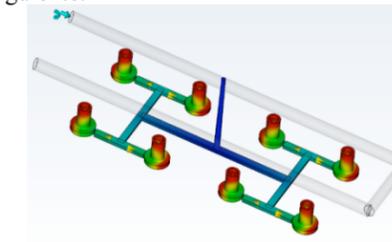
- 4._ Ya con los análisis arrojados por el programa, se analizaron los 4 aspectos que buscábamos en este proyecto que era: refrigeración, deformación, compactación y llenado, descifrando mediante el análisis, el comportamiento generado por los diversos cambios.

- 5._ Se realizó una comparación entre las pruebas y se vio cual era la más efectiva y como sería su verdadero comportamiento, así mismo el tiempo que tardaba en correr el análisis, para así buscar respondiendo preguntas como ¿cuáles sería la afectación en la calidad?

RESULTADOS

Los resultados que nos mostró el software que utilizamos “MOLDFLOW”, fueron cuatro: llenado, compactación, deformación y refrigeración. Por los cuales nuestro resultado fueron los siguientes:

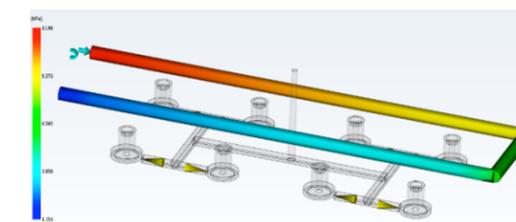
- Llenado: en el cual se mostró el tiempo y dificultad que tuvo el material líquido para tomar la forma del molde fue la siguiente.



1.3_ Prueba de llenado

El resultado obtenido fue que el llenado de la pieza fue en un tiempo considerable, por lo cual los cálculos mostrados decía que no habría problemas en el momento de la calidad.

- Refrigeración: el cuál mostro, la temperatura en la cual se enfrentaba el molde y las afectaciones que podría haber llenado al ser llenado mediante al comportamiento del molde.

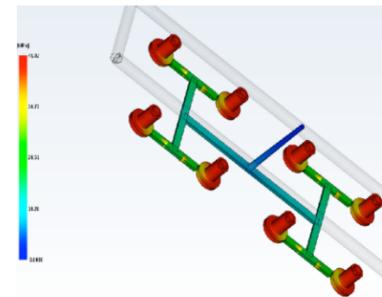


1.4_ Prueba de refrigeración

En la refrigeración nos mostró que la temperatura con la que se trabajaba era elevada por lo cual el sistema de refrigeración diseñado fue efectivo.

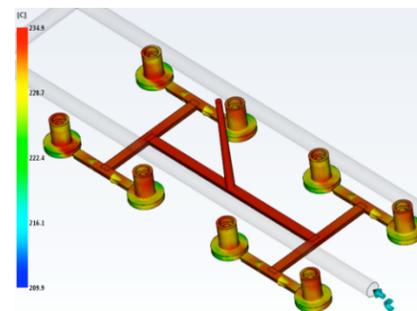
- Deformación: se mostraba la deformación que podría sufrir la pieza mediante el llenado.
- Compactación: en la cual se vio al momento de ser compactado el material podría haber algo que afectara en su calidad.

En los **resultados de temperatura**, se muestra que el tiempo de espera de nuestra pieza para que pueda ser botada del molde esta entre 6 y 55 segundos, en la cual la colada tiene mayor tiempo de enfriamiento, en el caso de la temperatura frente al flujo tiene un comportamiento diferente, en cuanto la compuerta la cual circula el material con mayor temperatura con un aproximadamente de 298.1 °C, al momento de ser llenada la pieza. Nuestra **perdida de presión** tiene un parámetro de $0 < x < 41.02$ MPa, teniendo un comportamiento uniforme ya que la pérdida de presión del flujo de material se encuentra ya dentro de la pieza. Siendo la colada la que más lleva presión para el llenado el cual tiene menos área (en diámetro).



1.5._Pérdida de Presión

En la pérdida de presión nuestro resultado en estas pruebas de muestra, marca que la pérdida de presión se inicia en la colada la cual se encuentra de color azul, mostrando en la simulación en el canal de entrada donde retoma de nuevo el aumento de presión para llenar la pieza, siendo el llenado de la pieza la pérdida total de presión con 41.02 MPa.



1.6._Temperatura media

En la imagen anterior nos muestra, que la pérdida de temperatura en la simulación es buena ya que no hay mucha diferencia de color entre la colada y la pieza, esto quiere decir que tiene una temperatura constante evitando que el material se solidifique antes de llegar a la parte final del llenado, evitando una mala calidad en nuestra pieza, siendo el cambio de temperatura de la colada- rojo hasta la pieza-naranja, según la gráfica que nos indica.

CONCLUSIONES

Dando respuesta a el objetivo de nuestro verano de la ciencia, respecto al tema que se está trabajando, sabemos que el Tipo OVERLAP = Compuerta. Normalmente esta parte del molde es una parte muy

pequeña en la cual generalmente el cambio de presión sube y baja dependiendo al área que se le da a las compuertas (en el diámetro), ocasionando el cambio constante de presión el cambio de temperatura. El cual al momento del llenado del pieza se podría enfrentar problemas de calidad drásticos por sus cambios de temperatura constante por lo que trae en la compuerta, por lo tanto las características importantes de una compuerta es su forma, ubicación, distancia, diámetro, mecanismo y etc. Encontrando que dentro del mundo de las inyectoras de plásticos los parámetros pueden ser muy variables, por lo cual son muy importante las compuertas estabilizando sus temperaturas y presión con la cual se trabaja.

BIBLIOGRAFIA

Artículos en línea

¿Qué es un molde de inyección?, Consultada en: <http://ppi.com.mx/Servicios/que-es-un-molde-de-inyeccion.html>.

INYECCIÓN, consultada en: <http://iq.ua.es/TPO/Tema5.pdf>.

Moldes de inyección, consultada en, <http://wikifab.dimf.etsii.upm.es/wikifab/images/8/86/03moldesI08.pdf>.

AGRADECIMIENTOS

Por el apoyo que recibí de parte de CONACYT, así mismo de la Universidad Politécnica junto a mi tutor por el apoyo brindado, en este 18° Verano de la Ciencia Regional Centro. Y al Instituto Tecnológico de Querétaro de darme la oportunidad de entrar a este nuevo proyecto, teniendo la oportunidad de llevar nuevas enseñanzas a mi vida profesional.

REALIDAD AUMENTADA PARA POTENCIALIZAR LOS ATRACTIVOS TURÍSTICOS DE LA CIUDAD DE ZACATECAS

Flor María Fuentes Morales¹ y Gustavo Zepeda Valles²

RESUMEN

En este artículo se presenta la manera en que se puede construir un guía turístico virtual que se desea implementar en la ciudad de Zacatecas, dado que para llevar a cabo un proyecto se necesitan de varios procesos, este proyecto sigue un ciclo de vida para tener un mejor control de todos los procesos, pero para este artículo solamente se hace énfasis en los procesos de definición y planeación, ya que son una parte muy importante porque se definen las especificaciones y objetivos del proyecto, incluyendo los planes de desarrollo para determinar lo que el proyecto implicará y a quien se beneficiará.

ABSTRACT

This article shows how you can build a virtual tour guide to be implemented in the city of Zacatecas, as to carry out a project required several processes, this project follows a life cycle to have a better control of all processes, but for this article only focus on the processes of defining and planning is because they are a very important part because the specifications and project objectives are defined, including development plans to determine what the project will involve and who will benefit.

Palabras Clave: Realidad Aumentada, Turismo, Guía Turístico Virtual.

INTRODUCCIÓN

El turismo representa un importante papel en la ciudad de Zacatecas (J. Castro, 2014), por tanto, las aplicaciones móviles orientadas al turismo pueden convertirse en una nueva forma de proporcionar información de los lugares turísticos de la ciudad. Es importante proporcionar herramientas a los turistas, que les permita obtener información detallada de un lugar en específico sin la necesidad de contratar un guía, la tecnología y el turismo van de la mano, las nuevas tecnologías ayudan a la actividad turística a ofrecer nuevas experiencias que marcarán la diferencia en cuanto a la necesidad de contratar un servicio adicional.

La realidad aumentada está comenzando a tomar importancia en el ámbito turístico ya que posee importantes beneficios (Leiva, Guevara, & Rossi, 2012), además permite combinar el mundo real con un mundo virtual, de esta manera podemos aumentar en la pantalla, la realidad que mira la cámara con los elementos de la realidad virtual.

Problemática

La mayoría de los sitios de turismo cultural hoy en día mantienen una forma convencional de recorrido que es estática, por lo que se le quiere brindar a los turistas otras formas de interactuar directamente con el atractivo, incluyendo su pasado. El problema que actualmente se presenta con los turistas al llegar a la ciudad, es que en algunas ocasiones no saben a qué lugar dirigirse, o que sitios podrían visitar pues a veces no cuentan con una guía turística o un mapa preliminar con los eventos que están programados.

Justificación

Es conveniente llevar a cabo este proyecto, porque en la ciudad de Zacatecas, pues una de las maneras de obtener información es contratar algún tour en el que te dé un recorrido por los lugares más visitados, con

¹ Universidad Autónoma de Zacatecas. Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica. Carr. Zacatecas – Guadalajara Km. 6 Ejido la Escondida, C.P: 98160, Zacatecas, Zacatecas. floo@live.com.mx

² Universidad Autónoma de Zacatecas. Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica. Carr. Zacatecas – Guadalajara Km. 6 Ejido la Escondida, C.P: 98160, Zacatecas, Zacatecas. gzepeda_@hotmail.com

esta solución se podrán recomendar los lugares que más se visitan sin la necesidad de contratar, se podrá hacer un recorrido libremente por los lugares que le interesan de acuerdo a diferentes criterios.

Utilizar realidad aumentada tiene fortalezas como enriquecer la experiencia del visitante, permitir combinar información virtual con datos reales, ser un sistema interactivo y atractivo, apostar por las nuevas tecnologías, es un producto de calidad, se basa en el uso de dispositivos muy populares como los smartphones, es cómodo para el turista disponer en su móvil de esta flexibilidad.

En Zacatecas y otros estados, el turismo constituye un sector económico de máxima importancia y agregando esta nueva tecnología el turismo tendrá mayor difusión y así va a retribuir a los comerciantes aumentando la derrama económica (J. L. Castro, 2013).

Objetivo General

Definir y planear un proyecto para la construcción de un guía turístico virtual utilizando realidad aumentada para enriquecer la experiencia de los turistas de la ciudad de Zacatecas.

MÉTODOS Y MATERIALES

Para llevar a cabo este proyecto se hará uso de la metodología del PMI ya que ofrece una serie de directrices que orientan la gestión y dirección de proyectos, válidas para la gran mayoría de proyectos. Esta metodología facilita información sobre los procesos que se pueden llevar a cabo para una gestión eficaz (UB, 2014). Según este enfoque, todos los proyectos se componen de procesos. Un proceso está compuesto por todas aquellas actividades interrelacionadas que se deben ejecutar para poder realizar el producto final, es así como este proyecto se enfocará en los procesos de definición y planificación.

Proceso de definición del proyecto

El objetivo principal de este proceso es definir lo más claramente posible la(s) entrega(s) para el cliente y para enfocar los planes del proyecto. Una entrega en la etapa temprana podría ser el alcance del proyecto que contiene los resultados que deben alcanzarse en términos concretos, tangibles y medibles, también otra entrega podría ser una lista de las especificaciones del proyecto (Larson, 2011).

- En el primer paso de la definición del alcance del proyecto es definir el conjunto de objetivos para satisfacer las necesidades del cliente.
- El siguiente paso es definir los principales productos entregables-resultados esperados durante la vida del proyecto.

Proceso de planificación del proyecto

En este proceso se clarifica el orden de las tareas y se estima el tiempo necesario para llevarlas a cabo. La planificación se realiza en seis pasos, que requieren el dominio de ciertas técnicas:

- División del trabajo.
- Estimación de tiempos.
- Identificación de hitos.
- Encadenamiento de actividades.
- Planificación temporal.
- Re-planificación.

El proceso de construcción de una estructura de división del trabajo comienza descomponiendo el proyecto en sus objetivos principales y en una descomposición sucesiva, hasta identificar el trabajo de desarrollo que se necesita llevar a cabo. Sólo es posible comenzar a estimar el tiempo que se llevará el proyecto cuando se haya descompuesto adecuadamente cada objetivo en tareas más simples. Los hitos son objetivos intermedios en el proceso de desarrollo del proyecto y constituyen pasos previos para la consecución de la meta final.

Se puede utilizar una red de actividades para averiguar el orden en que hay que realizar las diferentes tareas. Es importante saber, que existen paquetes software destinados a la gestión de proyectos, que resultan muy apropiados para tratar este tipo de problemas relacionados con la planificación temporal.

RESULTADOS

En esta sección se muestran los resultados obtenidos en los métodos descritos en la sección anterior.

Definición del proyecto

A través de este proyecto se busca cumplir los siguientes objetivos:

- Incrementar la cantidad de turistas visitantes por año.
- Brindar un mejor servicio de orientación turística a los visitantes.
- Promover el comercio dentro de la ciudad.
- Obtener información turística efectiva de una manera fácil.
- Mostrar importantes eventos junto con su ubicación y horario.
- Conocer la ubicación de atractivos turísticos.
- Conocer los horarios de los sitios turísticos.
- Tener acceso a información sobre sitios como:

Tabla 1. Sitios de interés

Sitios	Nombre	Dirección	Teléfono	Descripción	Fotografía	Año de Construcción	Calificación	Horario
Museos								
Plazas								
Teatros								
Monumentos								
Antros								
Restaurantes								
Cajeros automáticos								
Plazas comerciales								
Zoológicos								
Parques								
Catedral e iglesias								
Hospitales								
Tiendas artesanales								
Cafés								
Baños								
Gasolineras								
Farmacias								
Hoteles								

Especificaciones

De acuerdo a los objetivos propuestos, a continuación, se muestra una lista de especificaciones que ayudaran a visualizar el guía turístico virtual propuesto.

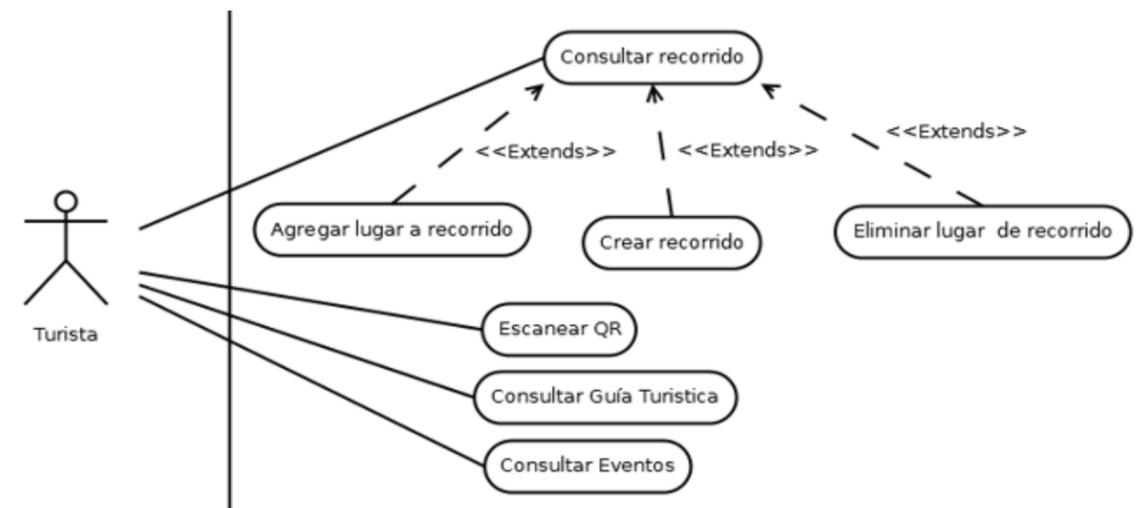
- **Colocar códigos QR:** Para que los turistas puedan obtener información de algún sitio cultural, en cada sitio se colocará un código QR.

- **Escanear códigos QR:** El guía turístico virtual será capaz de escanear los códigos QR que se encuentren ubicados en los lugares culturales y turísticos, estos brindarán acceso a la información histórica de los sitios y monumentos.
- **Consultar ubicaciones:** Se mostrará la ubicación del turista, así como la ubicación de lugares turísticos y culturales, a través de un mapa de la ciudad.
- **Consultar guía turística:** Podrá mostrar los lugares turísticos, así como culturales, hoteles, restaurantes, plazas, cafés etc.
- **Consultar eventos:** Permitirá al turista consultar los eventos que hay en ese día o próximos días, junto con más información de los mismos.
- **Recomendar sitios de interés:** De acuerdo a los intereses del turista el guía turístico virtual recomendará sitios que le pueden interesar.
- **Crear recorridos:** Con gran facilidad el turista podrá crear un recorrido en el guía turístico, agregando los sitios que quiere visitar y cuando quiera ver el recorrido se le mostrará un mapa con la ruta que debe seguir.
- **Calificar un sitio:** El turista podrá calificar un sitio y así otros usuarios podrán ver que tan recomendable es visitar ese lugar.
- **Llamar a números de emergencia:** El guía turístico proporcionará una sección de números telefónicos por ejemplo de policía preventiva, bomberos, cruz roja, protección civil, etc.

Planificación del proyecto

Para llevar a cabo las especificaciones, fue importante descomponer el proyecto con el propósito de identificar el trabajo de desarrollo que se necesita llevar a cabo. El diagrama de casos de uso ayuda a entender esta división del proyecto explicando cómo es que el turista interactuará con el guía turístico virtual. Los casos de uso son una técnica para especificar el comportamiento de un sistema con el actor principal (Ceria, 2001) que en esta situación es el turista.

Figura 1. Diagrama de casos de uso



La siguiente tabla presenta una descripción simplificada de la función que hará cada caso de uso del diagrama anterior.

Tabla 2. Catálogo de casos de uso

ID	Nombre	Descripción
C. U. 01	Escanear Código QR	Permite al turista escanear el código QR de algún sitio cultural para después mostrar información del sitio.

C. U. 02	Consultar Guía Turística	Permite al turista consultar los lugares con algunos detalles del lugar.
C. U. 03	Consultar Eventos	Permite al turista consultar los eventos que hay en ese día o próximos días, junto con más información de los mismos.
C. U. 04	Agregar Lugar a Recorrido	Permite al turista agregar un lugar turístico al recorrido de la guía turística.
C. U. 05	Eliminar Lugar de Recorrido	Permite al turista eliminar un lugar turístico del recorrido de la guía turística.
C. U. 06	Crear Recorrido	Permite al turista crear un recorrido.
C. U. 07	Consultar Recorrido	Permite al turista consultar el recorrido de la guía turística.

En el C. U. 01 se habla de códigos QR, los cuales pertenecen al nivel 0 de los niveles de realidad aumentada, se realizó una investigación para saber cuáles son los tipos de realidad aumentada, es por eso que en la siguiente tabla se hace un resumen de estos niveles.

Tabla 3. Niveles de realidad aumentada

Nivel	Nombre	Descripción
0	Realidad aumentada con hiperenlaces en el mundo físico.	Los activadores en este nivel son los códigos QR que se enlazan con sitios web.
1	Realidad aumentada basada en marcadores.	En este nivel los activadores son marcadores, figuras que cuando las escaneamos normalmente obtenemos un modelo 3D que se superpone en la imagen real.
2	Realidad aumentada sin marcadores.	Los activadores son imágenes, objetos o bien localizaciones GPS.
3	Visión aumentada.	Realidad aumentada incorporada en gafas (google glass) o en lentes biónicas.

Selección de nivel de realidad aumentada

En la actualidad han surgido nuevos tipos de códigos, uno de los más interesantes es el código QR, utiliza como formato un código de barras matricial (o bidimensional), que se diferencia de los códigos de barra tradicionales (famosos UPC) en que el QR su lectura es de más rápida (Anaya, 2015), además por tener mayor capacidad de almacenamiento, estos códigos, al tener mucha capacidad de codificación de información de múltiples tipos, han sido usados para publicar claves de acceso para aplicaciones, es decir páginas web o información promocional y de productos, además puede contener 7089 caracteres numéricos o 4296 alfanuméricos. Los códigos QR permiten incorporar datos virtuales como texto, hiperenlaces, audio, vídeo, multimedia, etc. (López, 2014).

El objetivo es que todo usuario utilice su dispositivo móvil para poder leer el código y así obtener información. Es fácil de usar, lo único que hay que hacer es usar una aplicación en el dispositivo que pueda leer códigos QR, se apunta la cámara del terminal móvil hacia el código para que lo lea y se deja que el dispositivo haga lo propio.

CONCLUSIONES

Cuando este proyecto sea terminado, visitar la ciudad de Zacatecas será más cómodo para los turistas porque tendrán un guía turístico virtual al alcance de sus manos que les permitirá conocer la ciudad sin la necesidad de contratar un guía o un tour, cabe decir que esta es una manera de potencializar el turismo con el uso de realidad aumentada que es una tecnología muy utilizada y muy atractiva para los dispositivos móviles que se ha visto hoy en día.

BIBLIOGRAFÍA

- ANAYA, J. (2015). "Logística Integral, la gestión operativa de la empresa". España. ESIC EDITORIAL.
- CASTRO, J. L. (2013). No Title. Retrieved from Consultado en <http://www.mexicosocial.org/index.php/colaboradores/colaboracionesespeciales/item/315-la-economia-del-turismo> (01-07-2016).
- CASTRO, J. (2014). "Avanza sector turístico de Zacatecas de manera clara y sostenible, para ser destino mundial". El Sol de Zacatecas. Consultado en <http://www.oem.com.mx/elsoldezacatecas/notas/n3578768.htm> (18-06-2016).
- CERIA, S. (2001). "Casos de uso: un método práctico para explorar requerimientos". Universidad de Buenos Aires. Consultado en http://www-2.dc.uba.ar/materias/isoft1/2001_2/apuntes/CasosDeUso.pdf (16-08-2016).
- LARSON, E. (2011). "Project Management the managerial process". New York: McGraw-Hill Irwin.
- LEIVA, J. L. Guevara, A., & Rossi, C. (2012). "Sistemas de recomendación para realidad aumentada en un sistema integral de gestión de destinos". Revista de Análisis Turístico, 69-81.
- LÓPEZ, M. (2014). "Realidad aumentada en la educación". Nubemia: tu educación en la nube. Consultado en <http://www.nubemia.com/realidad-aumentada-en-la-educacion/> (01-07-2016).
- UB Universidad de Barcelona. (2014). "¿Conoces la metodología PMI?", OBS. Consultado en <http://www.obs-edu.com/es/blog-project-management/herramientas-esenciales-de-un-project-manager/conoces-la-metodologia-pmi> (16-08-2016).

DISEÑO DE UN ELECTRO-ESTIMULADOR TERAPÉUTICO

Christian Alan Galindo Rodríguez¹ y Heber Bernabé Pérez Márquez²

RESUMEN

Se elaboró el diseño de un electro-estimulador terapéutico controlado por medio de un micro-controlador el cual envía ciclos de pulsos, continuos, tres pulsos aislados, o de ráfaga cuyo tiempo de duración va aumentando o disminuyendo, controlando el tiempo y frecuencia de los pulsos generados, también es posible controlar la corriente aplicada al cuerpo por medio del transistor "TIP41A" y de un potenciómetro, de ésta manera la forma de señal y cantidad de energía es controlable. Se programó el algoritmo de control en lenguaje "C" para generar las señales de salida deseadas y se simuló en el software Proteus 8 profesional para comprobar que el diseño funciona y se implementó el dispositivo para comprobar su funcionamiento.

ABSTRACT

A therapeutic electro-stimulator was designed, controlled by a micro-controller which generate continuous pulses, three isolated pulses or burst cycles, whose duration is increasing or decreasing, controlling time and frequency of them, it is also possible to control the current applied to the body by the transistor "TIP41A" and a potentiometer, this way the signal form and amount of energy is controllable. The control algorithm was programmed in "C" language to generate desired output signals, and the circuit was simulated to verify that the design works, the device was implemented to check its operation.

Palabras Clave: electro-estimulador, micro controlador, pulsos.

INTRODUCCIÓN

Se realizó el diseño de un electro-estimulador terapéutico basado en micro controlador, el cual por medio del control de tiempo y frecuencia, permita modificar el ciclo de trabajo de una señal periódica (onda cuadrada) para controlar la cantidad de energía que se envíe, así de forma experimental tratar la estimulación nerviosa del cuerpo, con lo cual se pretende atender dolor, producir relajación muscular, contracción muscular, flacidez muscular, entre otros.

MARCO TEÓRICO

La electroterapia es la rama de la medicina que utiliza el paso de la corriente eléctrica a través de parte o todo el organismo con fines curativos. El tipo de frecuencia seleccionado es la clave para indicarle a nuestro cuerpo que tipo de fibra activar, esencialmente una frecuencia alta con una amplitud adecuada nos permitirá desarrollar fuerza y resistencia anaeróbica, bajas frecuencias nos permitirán relajar la musculatura o mejorar nuestra resistencia aeróbica.

Frecuencias operacionales.

Para realizar el diseño del electro-estimulador se requiere conocer sobre la frecuencia de los pulsos y sus usos.

¹ Ingeniería Electrónica, Instituto Tecnológico Superior de Monclova "Ejército Mexicano", Carretera 57 km 4.5, CP:95245 Monclova, Coahuila, cr4isti4n@gmail.com

² Coordinación de Ingeniería Electrónica, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Carretera Irapuato – Silao km 12.5, CP:36821, Irapuato, Guanajuato, Teléfono(462)6067900, heperez@itesi.edu.mx

1.-Entre 2 y 4 Hz obtendremos un efecto relajante del músculo o grupo de músculos sobre los que estamos trabajando.

2.-Entre 4 y 8 Hz obtenemos un efecto relajante intenso sobre la zona, mejora de la circulación local, mejora de la oxigenación.

3.-Entre 8 y 12 Hz lograremos un gran aumento de la circulación sanguínea local, con todo lo que ello supone: elevación del trofismo, disminución de metabolitos, oxigenación de los tejidos y un cierto efecto de masaje, ajustando los parámetros para que resulte agradable la sensación.

4.-Entre 12 y 40 Hz pondremos en acción esencialmente fibras lentas, por poner un ejemplo equivaldría a un trabajo muscular de carrera continua suave por medio del cual mejoraremos nuestra capacidad aeróbica realizando un trabajo sin apenas déficit de oxígeno.

5.-Entre 40 y 60 Hz según la amplitud reclutaremos más fibras lentas intermedias e incluso rápidas, con este entrenamiento estaremos logrando un nivel mayor de carga que con el anterior, mayor resistencia muscular y entraríamos en el trabajo de fuerza, mejorando al mismo tiempo nuestro nivel de oxigenación.

6.-Entre 60 y 80 Hz según la amplitud se incorporará al trabajo muscular, fibras musculares intermedias y rápidas, entramos ya de lleno en el trabajo de fuerza y de desarrollo de la musculatura.

7.-Entre 80 y 120 Hz van a trabajar con gran intensidad las fibras rápidas, y con este trabajo vamos a mejorar la fuerza, la velocidad, y la combinación de ambas: la potencia muscular y todo ello sin una sensación de agotamiento físico o psicológico.

Impulsos nerviosos

Las neuronas o células nerviosas son excitables, cuando se las estimula sufren cambios químicos que crean diminutas ondas eléctricas, impulsos nerviosos. El sistema nervioso genera pulsos o picos de corriente triangulares normalmente bifásicos, los pulsos se asemejan a las descargas de condensadores, pues las células nerviosas funcionan de manera similar a estos.



Figura 1. Impulsos nerviosos

MÉTODOS Y MATERIALES

Los materiales utilizados para la elaboración del proyecto son: dos protoboard de 400 puntos las cuales son tablillas perforadas en las que se colocan componentes electrónicos, además se usó un potenciómetro o resistor variable de 100 kΩ, un potenciómetro de 1 kΩ, un micro controlador PIC16F887 dispositivo programable capaz de realizar diversas actividades que requieren del procesamiento digital y de control de otros componentes, un interruptor tipo Dip switch de dos posiciones y 4 pines, resistencias eléctricas, usando tres resistencias de 2.2 kΩ, dos resistencias de 1 kΩ, una resistencia de 220 Ω, una resistencia de 10 kΩ, un transistor TIP41A que cumple la función de conmutador, un diodo 1n4007, un transformador cuya tarea en este caso es aumentar la tensión de salida del circuito, transformador de 127 a 18 volts con relación de 1:6, un osciloscopio para visualizar la representación gráfica de señales eléctricas, una fuente de poder de 5 volts, y cable para puente de cobre para conectar los componentes entre sí.

En la figura 2 se muestra el diagrama de flujo de operación del electro-estimulador.

Cada opción puede ser elegida gracias a un interruptor deslizable, la opción cero es su estado apagado, la uno envía señales de pulsos continuos, la dos envía tres pulsos aislados y un tiempo de espera, la tres envía pulsos que tienen retardos que disminuyen en tiempo, la cuatro envía pulsos de una frecuencia modulada de una señal senoidal, además se cuenta con la opción cinco que es la función inversa de la opción tres la cual aumenta el retardo de tiempo de uno en uno hasta diez, cada opción puede ser modificada manipulando la resistencia variable, permitiendo controlar el tiempo y frecuencia predeterminado de las señales y de igual forma con una resistencia variable distinta la cantidad de corriente que circula por el dispositivo conmutador.

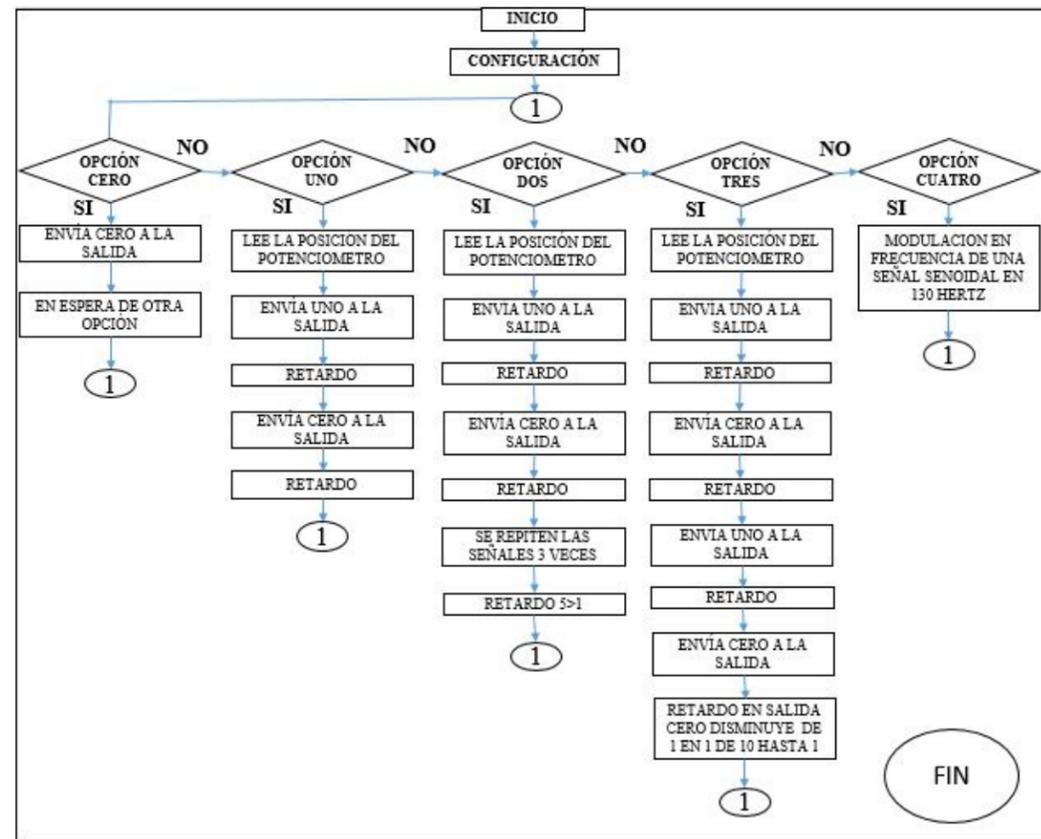


Figura 2. Diagrama de flujo

RESULTADOS

A continuación se presentan las diferentes señales generadas por el electro-estimulador, como se puede observar los resultados de la simulación con el software son muy similares a las observadas prácticamente con el osciloscopio.

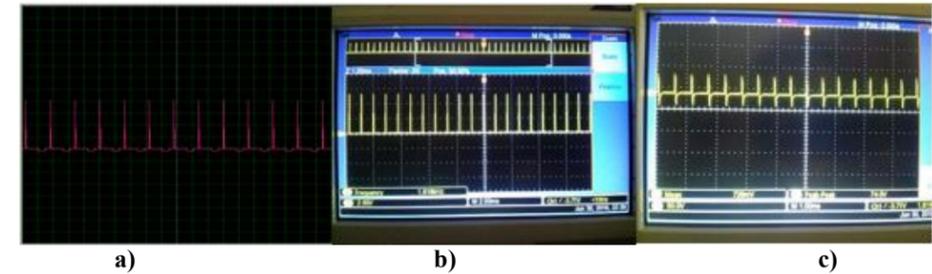


Figura 3. Opción uno.

En la Figura 3. Se observa la señal de pulsos continuos observados en: a) simulación a la salida del transformador, b) osciloscopio pulsos de control generados por el micro controlador, c) osciloscopio salida de pulsos a la salida del transformador.

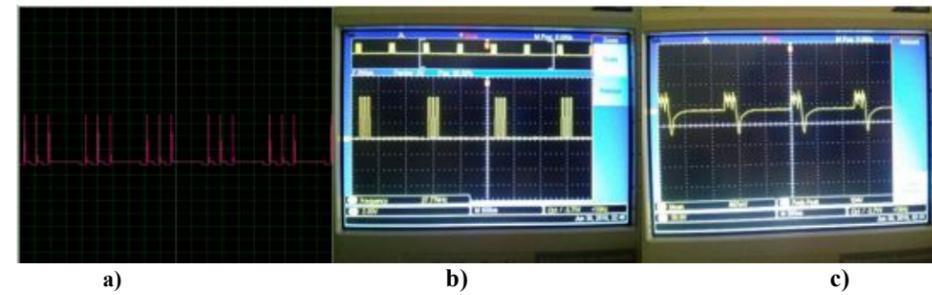


Figura 4. Opción dos.

En la Figura 4. Se observa la señal de tres pulsos aislados en el mismo orden que la figura anterior.

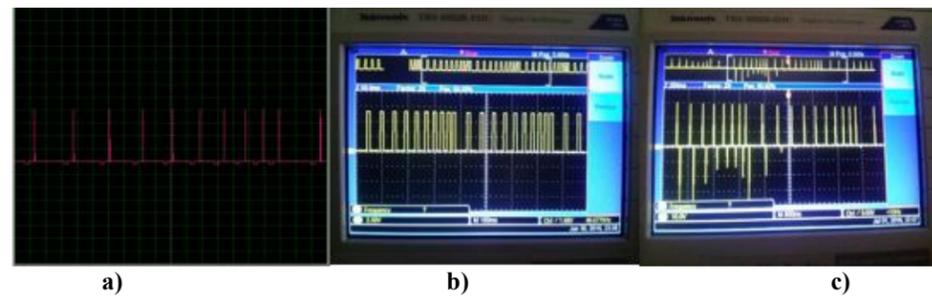


Figura 5. Opción tres.

En la Figura 5. Opción tres se puede observar como los pulsos van disminuyendo en tiempo.

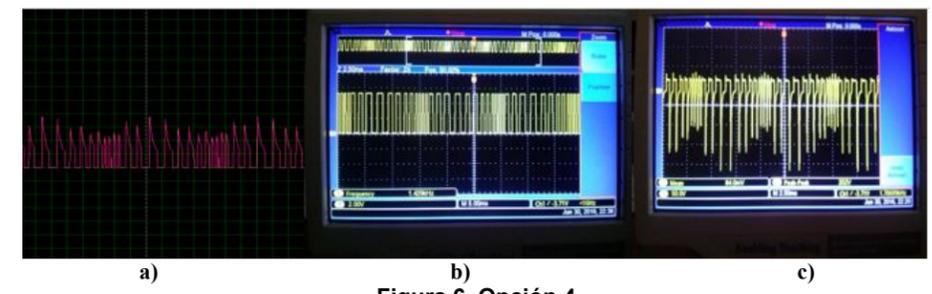


Figura 6. Opción 4.

En la Figura 6. Se observa la modulación en frecuencia de una señal senoidal.

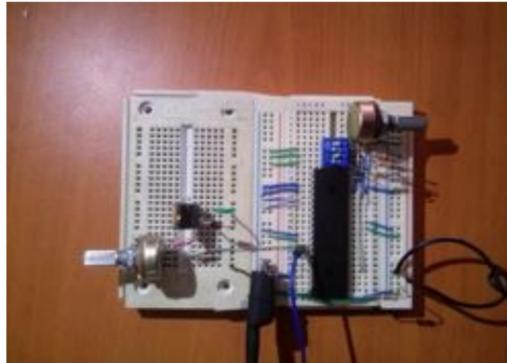


Figura 7. Circuito terminado.

En la **Figura 7**. Se muestra el circuito de control completo con sus componentes colocados en las plantillas para hacer pruebas de funcionamiento en el laboratorio.

CONCLUSION

Durante la estancia del proyecto aprendí a programar en lenguaje "C" en el software mikroC y a diseñar y simular circuitos electrónicos usando el software proteus 8 professional, lo cual me permitió en conjunto realizar el diseño del electro-estimulador terapéutico y su simulación. Se implementó el circuito para realizar pruebas en laboratorio de las señales de trabajo propuestas, y el funcionamiento del proyecto, y como se puede observar, los resultados fueron satisfactorios. De este proyecto se puede derivar como trabajo futuro, realizar pruebas experimentales en el tratamiento del dolor sin fármacos en personas que sean candidatas a la electroterapia y puedan ser tratados con este dispositivo, y con ello posteriormente competir con la medicina tradicional, ya que permite recibir tratamiento analgésico sin efectos secundarios, también se pueden hacer pruebas en personas que padezcan alguna disfunción motriz, o bien como método de relajación muscular.

BIBLIOGRAFIA

Artículos en línea

ELECTROMEDICAL MEDITERRANEA, S.L., C. (2001). Electroestimulación muscular. Tipos de frecuencia y efectos. 08/07/2016, de eficioterapia.net Sitio web: http://www.efisioterapia.net/tienda/electroestimulacion_muscular_tipos_de_frecuencia_y_efectos-t-7.html

Electroterapia.com. (2016). Electroterapia en fisioterapia. 08/07/2016, de Electroterapia.com Sitio web: http://electroterapia.com/tipos_c.php

ANÁLISIS DE SISTEMAS HÍBRIDOS DE TECNOLOGÍA POWER TO GAS PARA ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA

Gallardo Figueroa G. Judith¹ y Ramírez Vázquez Juan A.²

RESUMEN

Hoy en día no podemos depender solamente de las energías convencionales ya que la población y nuestro mismo modo de vida no lo permiten, es por eso que en base a las energías renovables se tiene como fin buscar una alternativa que nos permita variar la electricidad que es vertida en la red, queriéndose plantear un nuevo método de regulación mediante la operación comercial aunada de una central de carbón con captura en postcombustión, una central nuclear y una instalación power to gas. A través del diseño de la instalación híbrida y posteriormente un análisis económico y medioambiental, se evaluara la rentabilidad de las inversiones en esta tecnología y su capacidad de reducir las emisiones de dióxido de carbono en el consumo del mismo proceso de metalización. Debido al aumento de las horas de funcionamiento en la central de carbón, la propuesta no termina resultando viable al medio ambiente. Sin embargo, a largo y mediano plazo (2020-2030) pueden alcanzarse grandes beneficios en una instalación power to gas, se propone un como uso alternativo almacenar CO₂ y excesos de energía renovable.

ABSTRACT

Today we can not rely solely on conventional energy as people and our very way of life do not allow it, that is why based on renewable energies it aims to find an alternative that allows us to vary the electricity that is poured into the net, wanting to propose a new method of regulating commercial operation coupled by a coal plant with post-combustion capture, a nuclear power plant and power plant to gas. Through the design of the hybrid system and later an economic and environmental analysis, profitability of investments in this technology and its ability to reduce carbon dioxide emissions in the consumption of the same metallization process is evaluated. Due to increased operating hours at the coal plant, the proposal ends not proving feasible for the environment. However, long and medium term (2020-2030) can be achieved large profits in a gas power plant to an alternative use as proposed store excess CO₂ and renewable energy.

Palabras Clave: Almacenamiento de energía, metanización.

INTRODUCCIÓN

La convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático usa el termino cambio climático para hacer referencia únicamente al cambio de las condiciones del clima atribuidas directamente a la actividad humana que altera la composición atmosférica y se une a las variabilidad natural del clima dada en periodos de clima comparables.

¹ Universidad de Guanajuato División Ciencias de la Vida, Departamento de Ciencias Ambientales; ex Hacienda el Copal km 9 carretera Irapuato-Silao ap 311 CP. 36500 Irapuato, Gto., judithgallardof@hotmail.com

² Universidad de Guanajuato División Ciencias de la Vida, Departamento de Ciencias Ambientales; ex Hacienda el Copal km 9 carretera Irapuato-Silao ap 311 CP. 36500 Irapuato, Gto., juan.ramirez@ugto.mx

Se llama efecto invernadero al proceso en el que los gases que componen la atmósfera, retienen el calor generado por la radiación solar, provocando que la temperatura de la Tierra aumente. Los gases de efecto invernadero (GEI) como el dióxido de carbono, metano y óxidos de nitrógeno se producen durante la quema de combustibles fósiles. Algunos investigadores afirman que dicha combustión es la principal causa del cambio climático debido a que el 75 % es causado por la quema de estas fuentes energéticas y sólo el 25% proviene de la pérdida de vegetación y cambio de uso de suelo.

Aunado a esto, la contaminación atmosférica por las partículas principalmente atribuidas a la actividad industrial, limitan la llegada de radiación solar a la superficie terrestre y enfrían el planeta; considerando los factores que inciden, el balance energético del planeta se ve alterado. A partir de estudios realizados, se puede afirmar que la causa principal del cambio climático es el aumento de la concentración en la atmósfera de los gases de efecto invernadero (GEI), provocado por la acción del ser humano. De entre todos ellos, el CO₂, los NO_x y el CH₄ son los más influyentes.

El concepto Power to Gas crea una conexión adicional entre la red eléctrica y la red de gas natural, haciendo de esta última un almacenamiento energético para la electricidad sobrante en el sistema. La integración más simple de una planta de producción de metano renovable en el sistema eléctrico. Mediante hidrógeno molecular y dióxido de carbono se obtiene el metano que sería retornado a la red de gas natural, almacenado, o llevado a un ciclo combinado directamente. La procedencia del CO₂ puede ser cualquiera: aire atmosférico, gasificación de biomasa, residuos, industria, centrales de combustibles fósiles, etc. Por su parte, el hidrógeno se obtiene mediante la disociación del agua en un electrolizador que consumirá la electricidad que no se quiera vender en cada momento o que no sea necesaria en la red eléctrica. Cuanto mayor sea la regulación, más H₂ se producirá y más metano se obtendrá. Siempre van a entrar en juego la metanización y la electrólisis.

MARCO TEORICO

La metanización del CO₂ es un proceso exotérmico dado por la siguiente reacción global



Denominamos metanización al proceso de fermentación anaeróbica de los componentes orgánicos de los residuos. Dicha fermentación es producida por bacterias que se desarrollan en ambientes carentes de oxígeno, Figura 1. Durante el proceso de transformación de la materia orgánica (digestión) dichas bacterias producen un gas denominado por su origen biogás, el cual se compone fundamentalmente de metano (CH₄) y de dióxido de carbono (CO₂).

Los porcentajes de participación de estos gases son variables y dependen de las condiciones fisicoquímicas en que se desarrolla la "digestión" de la materia orgánica. Los productos son principalmente metano y agua si se mantienen temperaturas relativamente bajas (200-250°C). Conforme la temperatura aumenta se inhibe la fase exotérmica, disminuyendo el CH₄ y el H₂O y aumentando los productos intermedios, CO y H₂, a la vez que empieza a existir CO₂ sin reaccionar.

La segunda fase de la metanización del CO₂ reduce el volumen un 53,6%, quedando por tanto favorecida frente a posibles reacciones secundarias cuando se aumenta la presión. El equilibrio se desplaza hacia la derecha obteniendo más metano y mejorando el proceso. Las condiciones deseadas para el proceso son temperaturas relativamente bajas y presiones altas.

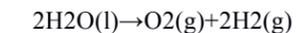


Figura 1. Reactor Anaeróbico del Sistema Híbrido.

Para obtener altos porcentajes de gas natural durante la metanización es recomendable trabajar a bajas temperaturas (por debajo de los 300°C) la reducción de los ocho electrones que componen los enlaces del dióxido de carbono, utilizando hidrógeno molecular se emplean catalizadores que favorezcan la ruptura de los enlaces, disminuyendo así la temperatura de operación necesaria. Los catalizadores hacen, además, de soporte físico para que interaccionen los reactivos.

Cuando las moléculas de dióxido de carbono e hidrógeno se encuentran próximas al catalizador, difunden hacia su interior por diferencia de concentraciones. Los reactivos quedan adsorbidos en una región activa del catalizador y reaccionan para producir metano y agua. Posteriormente son desadsorbidos y difunden hacia el exterior y escapan. El dióxido de carbono difunde dentro del material y se produce la reacción de desplazamiento inversa, dando como productos agua y CO ligado al sustrato (MgOCO). Después, este monóxido de carbono se metaniza mediante seis reacciones intermedias, obteniendo agua como producto en la primera de ellas. Las dos fases principales del proceso se mantienen, pero las transiciones parciales variarán de un catalizador a otro dependiendo de su composición y propiedades. Aquí entra en juego la investigación para encontrar el material idóneo que proporcione las mejores prestaciones.

El hidrógeno involucrado en la metanización se obtiene a partir de electrolizadores. Estos disocian la molécula de agua, mediante reacciones de oxidación-reducción, cuando se hace pasar una corriente eléctrica entre dos electrodos separados por un electrolito.



Pueden clasificarse según el tipo de electrolito, que es el medio por el que se conduce la carga de un electrodo a otro. El material empleado, así como su constitución física (líquida o sólida), determina las reacciones químicas que se producen en el cátodo y el ánodo.

MÉTODOS Y MATERIALES

La demanda de agua en el estado de Guanajuato ha provocado diversos problemas, como la escasez y contaminación de este recurso. El abatimiento de los mantos acuíferos y el cambio de la calidad del agua, por la incorporación de otros compuestos y elementos químicos, es una manifestación de la presión ejercida por la demanda de los sectores agrícola, pecuario, doméstico e industrial. La demanda de energía, es también un factor de presión sobre el planeta incidiendo en el calentamiento global y el cambio climático.

Se ha tomado como base la planta de tratamiento de aguas residuales de la División de Ciencias de la Vida, considerando el aprovechamiento del agua residual tratada y la producción de una parte de energía por medio de paneles fotovoltaicos.



Figura 2. Sistema de Producción de Agua, Metano y Energía.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En la Figura 2 se muestra el sistema de producción de agua metano y energía. Según los cálculos realizados, el reactor anaerobio y los paneles fotovoltaicos tienen potencial para producir 1.37 veces más cantidad de los requerimientos de la planta de tratamiento de aguas residuales.

La relación entre los diámetros y la velocidad de salida del flujo, son importantes para la generación de turbulencia. Con una velocidad muy baja, lo que obtendremos es que el flujo tenga un diámetro mayor a su salida y el porcentaje de gas reciclado sea menor, esto ocasionaría un efecto importante sobre la emisión de gases. Con base en el flujo isoterma, si la velocidad es muy alta para el caso de combustión, el flujo no logra quemarse hasta que la velocidad disminuye, en este lapso (la distancia entre el fuego y la tubería) podemos tener partículas de combustible emitidas a la atmósfera.

Con un diámetro de mayor dimensión, podemos tener un porcentaje más alto de turbulencia, la cual nos permitirá una mejor recirculación de aire caliente. Este diámetro se debe elegir con la cantidad de gas que se debe reciclar.

Una vez elegido el diámetro ideal, se debe tener la velocidad adecuada para tener un flujo inquemado en el exterior, lo cual permitirá menos consumo de energía y combustible, obteniendo con esto una mejor concentración de la temperatura.

BIBLIOGRAFIA

[1] BARROS, V. (2005). El cambio climático global. ¿Cuántas catástrofes antes de actuar? Libros del Zorzal Editorial

[2] PACHAURI, R. K. and REISINGER, A. (2007). *Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Switzerland. IPCC Editorial

[3] PRIETO, I. (2009). "Reducción de emisiones contaminantes en grandes instalaciones de combustión". Consultada en http://ocw.uniovi.es/pligunfile.php/1015/mod_resource/content/1/1C_C12757_0910 (fecha de consulta 16-07-2015).

[4] MANAHAN, E. (2007). *Introducción a la química ambiental*, México D.F.: Revertè UNAM Editorial

[5] CASTELLS, E. (2005). *Tratamiento y valorización energética de residuos*. Diaz de Santos Editorial

[6] RAFFOLEIRCA, E. (1999). "Software de simulación" en *UNMSN. Industrial data. Universidad Nacional Mayor de San Marco*.

[7] LEGRAND, M. (2008). Tesis doctoral "Estudio y caracterización de un quemador estabilizado por giro". España. pp. 201-276

ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE ADSORCIÓN DE CROMO(III) CON SÍLICE OBTENIDA DE LA CASCARA DE ARROZ

Angélica Daniela García Cortes¹ y Ma. Mercedes Salazar Hernández²

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, muestra el estudio de la capacidad de adsorción de Cr(III) de la sílice obtenida a partir de la cascara de arroz, como un material adsorbente de bajo costo. Se obtuvo una sílice con un área superficial de $286\text{m}^2\text{g}^{-1}$ y poros predominantes a 1.7 nm. Se evaluó la capacidad de remoción de Cr(III) con esta sílice, observándose la remoción del 50-90% del cromo presente en la disolución en disoluciones con concentraciones entre 273-34 ppm de cromo. El ajuste de los datos experimentales al modelo de adsorción de Langmuir, mostró una adsorción favorable con una capacidad de carga de 7.1mgg^{-1} y una constante de Langmuir de 0.087Lg^{-1} .

ABSTRACT

This paper shows the preparation of the rice husk silica by calcination at $650\text{ }^\circ\text{C}$; showing the production of low-cost mesoporous silica with a surface area of $286\text{m}^2\text{g}^{-1}$ and pores of the 1.7 nm. The capacity of this silica in the removal of Cr (III) was evaluated obtaining the 50-90% removal of chromium in the solutions with concentrations from 273-34 ppm chromium in the solutions. The Langmuir model showed a favorable adsorption with a capacity of 7.1mgg^{-1} and a constant 0.087Lg^{-1} .

Palabras Clave: SiO_2 , cascara de arroz, remoción, Cr(III)

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, los materiales mesoporosos de sílice han presentado un gran interés en diversas áreas de la química, esto debido a sus distintas aplicaciones, tales como soportes cromatográficos [1], catalíticos [2], en óptica, como reservorios de fármacos y biomoléculas [3] así como en la preconcentración y determinación de iones metálicos [4-8].

En esta última aplicación la sílice mesoporosa ha mostrado ciertas ventajas con respecto a los materiales adsorbentes clásicos como son el carbón activado, las resinas de intercambio y las membranas poliméricas [15]. Tales ventajas son por ejemplo, una alta estabilidad química y térmica, una rápida sorción y nula hinchazón con el contacto con los disolventes, así como una gran selectividad a los iones que se desean adsorber [15]. Sin embargo la aplicación de estos materiales en cuanto se refiere a la adsorción y remoción de metales de efluentes acuosos, se ha centrado a nivel laboratorio en aplicaciones de detección y determinación; esto en gran parte debido al costo de síntesis que estos materiales con llevan.

Sin embargo la síntesis de materiales mesoporos de sílice mediante dichos precursores, involucra la síntesis de los mismos que no se encuentran disponibles en el mercado, es por ello que la síntesis de estos materiales se realiza frecuentemente a partir de precursores convencionales como son el TEOS o METEOS. Por otro lado, una fuente de sílice económica podría ser la cascara de arroz, la cual contiene un 4% Wt. de Si en su estructura, mostrándose esta como una potencial fuente de sílice [9-11]. Se ha

¹ Instituto Tecnológico de Celaya.

² Universidad de Guanajuato, Departamento de Ingeniería en Minas, Metalurgia y Geología, Ex Hacienda San Matías, Colonia San Javier, C.P:36000, Guanajuato, Guanajuato, merce@ugto.mx

reportado la extracción de la SiO_2 de la cascara de arroz, así como la obtención de carbón activado. La aplicación de estos materiales en la adsorción de hidrocarburos o iones metálicos ha sido reportada. Estos trabajos muestran el uso de estos materiales como adsorbentes en efluentes acuosos. El presente trabajo, muestra la capacidad de adsorción de la sílice proveniente de la cascara de arroz con soluciones sintéticas de CrSO_4OH grado industrial utilizado en los procesos de la curtiduría en México.

MÉTODOS Y MATERIALES

Los reactivos utilizados en la síntesis de los materiales fueron grado reactivo, La caracterización de los materiales sintetizados se realizó mediante las siguientes técnicas:

Caracterización por FTIR: La caracterización química de los materiales por espectroscopía de infrarrojo se realizó en un equipo Perkin Elmer Spectrum 100. Los espectros reportados fueron el promedio de 32 scans, con resolución de 4 cm^{-1} y empleando una ventana espectral de 4000 a 650cm^{-1} .

Estudios de Adsorción y Desorción de N_2 : La caracterización textural de los materiales se realizó mediante el estudio de las isothermas de adsorción y desorción de N_2 a 77 K en un equipo Micrometric ASAP-2010. Las muestras fueron desgasificadas previo a su análisis a $100\text{ }^\circ\text{C}$ y 71 mmHg. El área superficial fue determinada bajo el modelo de BET y el análisis de la distribución de poros se determinó mediante el modelo de BJH.

Obtención de la SiO_2 de la Cascara de Arroz ($\text{SiO}_2\text{-cas}$): Esta metodología consiste en limpiar la cascara de arroz para eliminar los desechos (polvo, tierra y basura). Posteriormente se llevó a cabo la preoxidación de la materia orgánica colocando 125 g de cascarilla limpia en 240mL agua regia, calentando hasta ebullición por 1 hr, pasado el tiempo la cascara se recupera por decantación y se lava con agua destilada para posteriormente ser secada. Por último la cascarilla tratada se calcina en atmósfera oxidante a $650\text{ }^\circ\text{C}$ por 2 h.

Estudios de adsorción de Cr(III): Los estudios de adsorción de Cr(III) se realizaron en lote, siguiendo la concentración residual del cromo en la solución por absorción atómica. Se utilizó una solución sintética de Cr(III) contruida a partir de $\text{CuOHSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

RESULTADOS

La Figura 1, muestra la caracterización por FTIR de la cascara de arroz obtenida, en donde puede observarse las bandas típicas para la sílice a 1057 y 805 cm^{-1} , corresponden a las vibraciones $\nu\text{ Si-O-Si}$ y $\delta\text{ Si-O-Si}$ de la red. La sílice muestra bandas a 3341 y 1623 cm^{-1} que corresponden al agua fisisorbida en la sílica [4,5], la presencia de materia orgánica en la matriz no es observada, lo que implica la calcinación completa del material.

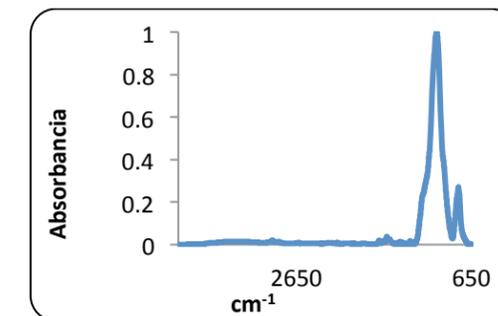


Figura 1. Espectro de FTIR de la sílice obtenida de la cascara de arroz

El análisis de las propiedades texturales de la sílice, mediante estudios de fisisorción de N_2 , se muestran en la Figura 2, observándose una isoterma de adsorción-desorción de N_2 , tipo IV con un lazo de histéresis H4, de acuerdo a la clasificación de la IUPAC [4], el área superficial de la sílice es de $286 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$, con un diámetro de poro promedio de 2.3 nm y un volumen de poro promedio de $0.35 \text{ cm}^3\text{g}^{-1}$. Aunque el área superficial de esta sílice es moderada comparada con los clásicos materiales mesoporosos de sílice, esta presenta en forma similar a estos una distribución de poros cerrada a 1.7 nm, con poros a 2.1 y 2.8 nm de acuerdo al análisis de distribución de poros mediante el modelo de BJH, mostrado en la Figura 2b.

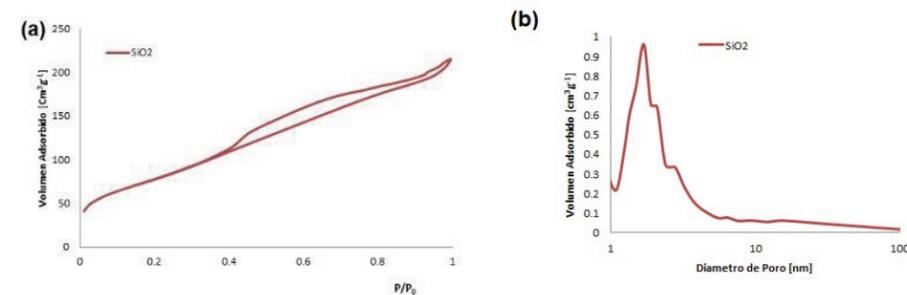


Figura 2. (a) Isotherma de Adsorción-Desorción de N_2 de la SiO_2 -cas. (b) BJH de la SiO_2 -cas

La MEB de la SiO_2 -cas a 3500 aumentos, se muestra en la Figura 3, en donde se puede observar una textura rugosa compacta similar a la morfología de los granos de arroz.

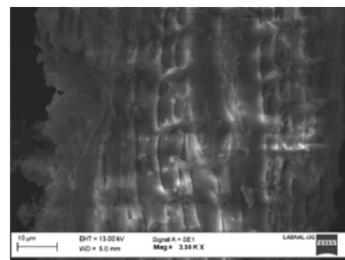


Figura 3. MEB de la SiO_2 -cas.

Estudios de Adsorción de Cr(III)

El estudio de la capacidad de adsorción de Cr(III), se evaluó determinando las isothermas de adsorción a temperatura ambiente, determinando el cromo residual en la solución después del contacto con la sílice mediante espectrometría de absorción atómica (Figura 4). El equilibrio de adsorción con la SiO_2 -cas se observa a partir de los 20 minutos de contacto independientemente de la concentración del cromo inicial en la solución.

La capacidad de carga máxima del material se determinó de acuerdo al modelo de adsorción de Langmuir (Ec.1).

$$q_e = \frac{Q_0 K_L C_e}{1 + K_L C_e} \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

q_e es la carga al equilibrio en el sistema [mgL^{-1}]

Q_0 es la carga máxima del sistema [mgg^{-1}]

K_L es la constante de Langmuir [Lg^{-1}]

C_e es la concentración del sorbato al equilibrio en la solución [mgL^{-1}]

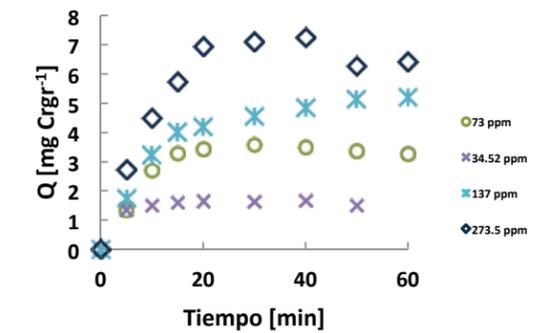


Figura 4. Estudios de la capacidad de adsorción de Cr(III) con la SiO_2 -cas

La Figura 5, muestra el ajuste lineal de los datos experimentales al modelo de Langmuir, estos resultados mostraron una carga máxima de 7.1 mgg^{-1} y una K_L de 0.087 Lg^{-1} (Figura 7).

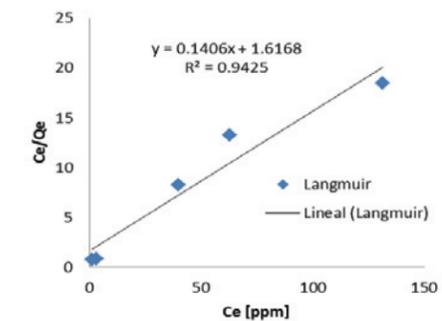


Figura 5. Ajuste de los datos experimentales de adsorción de Cr(III) con la SiO_2 -NH2 al modelo de Langmuir.

La naturaleza del tipo de adsorción de acuerdo al modelo de Langmuir, es determinado evaluando el factor de reparto (R_L) de acuerdo a la Ec. 2; en donde C_0 se refiere a la concentración inicial del cromo en la solución y K_L a la constante de Langmuir determinada a partir del ajuste de los datos experimentales a dicho modelo [12]. Para procesos cuyo valor de la $R_L > 1$, implican procesos de adsorción desfavorables, mientras que procesos con $R_L = 1$ indican procesos de adsorción lineal, valores de $0 < R_L < 1$ implican procesos de adsorción favorables y valores de $R_L = 0$ implican procesos de adsorción irreversibles [

$$R_L = \frac{1}{1 + K_L C_0} \quad \text{Ec. 2}$$

Los valores del factor de reparto, para la adsorción de Cr(III) en la SiO_2 -cas, mostraron un intervalo de valores entre 0.04–0.25 en función de la concentración inicial del cromo en la solución, mostrándose una adsorción favorable (Figura 6).

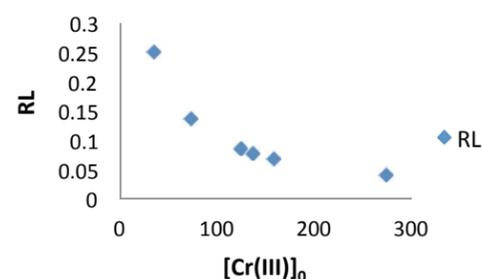


Figura 6. Evaluación del RL, en la adsorción de Cr(III) con la SiO₂-cas.

La Figura 7, muestra los porcentajes de remoción de Cr(III) con la SiO₂-cas en un rango de concentraciones de 273-34 ppm de Cr(III), observándose una remoción moderada a concentraciones altas del 52% y una remoción alta del 96% para concentraciones inferiores a las 100 ppm, estos resultados muestran la factibilidad de la remoción del cromo de efluentes acuosos con la SiO₂-cas.

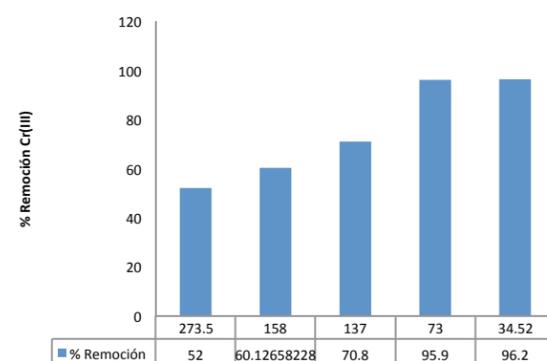


Figura 7. Capacidad de Remoción de Cr(III) con la SiO₂-cas.

CONCLUSIONES

La sílice proveniente de cascara de arroz (SiO₂-cas), permite la remoción del Cr(III) proveniente del CrSO₄OH que es la sal utilizada en el proceso de curtido de pieles de efluentes acuosos presentando una capacidad de carga de 7.1 mgg⁻¹, mostrando la remoción del cromo en un 50-96 % dependiendo de la concentración de cromo inicial en el sistema. La adsorción del cromo con la SiO₂-cas es favorable de acuerdo al modelo de adsorción de Langmuir.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Isabel Sierra and Damián Pérez-Quintanilla "Heavy metal complexation on hybrid mesoporous silicas: an approach to analytical applications" Chem. Soc. Rev., 2013, 42: 3792-3807
- [2] Onida B, Borello L, Fiorilli S, Bonelli B, Areán C. O., Garrone E "Mesostructured SBA-15 silica Reichardt's dye as an optical ammonia sensor" Chem. Commun, (2004) 2496-2497.
- [3] Qunli T, Yuxi C, Jianghua C, Jin L, Yao X, Dong W, Yuhan S, "Drug delivery from hydrophobic-modified mesoporous silicas: control via modification level and site-selective modification" J of Solid State Chemistry (2010), 183: 76-83. 26.

- [4] Salazar-Hernández M. M.; Salazar-Hernández C.; Gutiérrez. J. A., Elorza-Rodríguez E.; Carrera-Rodríguez M.; Puy Alquiza M. J. "Silica from rice husks employed as drug delivery for folic acid" J. Sol-Gel Sci. Technol. (2014) 71(3): 514-521.
- [5] Salazar-Hernández M. M.; Salazar-Hernández C.; Elorza-Rodríguez E.; Juárez Ríos H., "The Use of Mesoporous Silica in the Removal of Cu(I) from the Cyanidation Process" Journal of Materials Since (2015) 50:439-446.
- [6] Jal P K, Patel S, Mishra B K "Chemical modification of silica surface by immobilization of functional groups for extractive concentration of metals ions" Talanta (2004) 62: 1005-1028.
- [7] Li M, Li M-Y, Feng Ch-G, Zeng Q-X "Preparation and Characterization of multi-carboxyl-functionalized silica gel for removal of Cu(II), Cd(II), Ni(II) and Zn(II) from aqueous solution" Applied Surface Science (2014) 314: 1063-1069
- [8] Hu Z, Zhang X, Zhang D, Wang J-X "Adsorption of Cu²⁺ on amine-functionalized mesoporous silica brackets" Water Air Soil Pollut (2012) 223: 2743-2749.
- [9] Xiaoyu Ma, Bing Zhou, Wei Gao, Yuning Qu, Lili Wang, Zichen Wang, Yanchao Zhu, "A recyclable method for production of pure silica from rice hull ash", Powder Technology (2012) 217: 497-501
- [10] Rajesh Ghosh, Sounak Bhattacharjee "A Review Study on Precipitated Silica and Activated Carbon from Rice Husk" J Chem Eng Process Technol (2013), 4(4): 1-7.
- [11] D. Sivakumar "Hexavalent chromium removal in a tannery industry wastewater using rice husk silica" Global J. Environ. Sci. Manage., (2015), 1 (1): 27-40
- [12] Gutiérrez-Valtierra, Moises, Salazar-Hernández, Carmen, Caudillo-González, Martín, Salazar-Hernández, Ma. Mercedes. Síntesis de Materiales Mesoporosos de Sílice Mediante Precursores de Bajo Costo y Su Uso en la Remoción de Cromo (III). Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias 2015, 2-2:246-254.

ELABORACIÓN DE ADOBES A BASE DE SUELO DISPERSIVO TRATADO

César Augusto García Ezquivel¹ y Gustavo Gallegos Fonseca²

RESUMEN

El principal objetivo de este trabajo es la elaboración de adobes para la construcción de viviendas de cualquier nivel económico, utilizando suelo dispersivo, con la finalidad de introducirlo en el mercado como un producto autosustentable de calidad y económico, capaz de competir con materiales utilizados actualmente en el sector de la construcción. Para el desarrollo de este proyecto, se levantó un censo para ubicar a las empresas dedicadas a la producción de blocks y ladrillos, a las que se les aplicaron cuestionarios para evaluar aspectos como su proceso de producción, equipo utilizado, etc. Se obtuvieron muestras de los prefabricados para desarrollarles los ensayos necesarios como fue el ensaye a compresión, ensaye de adherencia, contenido de humedad y de absorción. Finalmente se prepararon mezclas a base de suelo-cemento-arena y fibras de polipropileno, para estabilizar el suelo, basándose en la norma NMX - C - 404 - ONNCCE – 2005 y se pudo hacer la comparación de calidad entre los prefabricados y los adobes propuestos.

Palabras Clave: Suelo dispersivo, Adobes, Estabilización

ABSTRACT

The main objective of this work is the development of adobe to build homes at any economic level, using dispersive soil, in order to introduce it into the market as a self-sustaining, of quality and economic products, able to compete with materials currently used in the construction industry. For the development of this project, a census was developed to locate companies dedicated to the production of blocks and bricks, a questionnaire was applied to evaluate aspects such as materials resource, production process, equipment used etc. Then samples were obtained to develop the necessary tests like compression, adhesion, moisture content and absorption. Finally, the specimens were prepared for the blended test, based on the mixture between soil, cement, sand and polypropylene fibers, to stabilize the soil, based on the NMX standard - C - 404 - ONNCCE – 2005, and could make the comparison between the quality of prefabricated elements and the quality of the proposed adobes.

Key words: Dispersive soil, Adobes, stabilization

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia las sociedades han desarrollado procesos de construcción a partir del uso de la tierra como materia prima, según la evolución de información derivada de diferentes fuentes. Estos conocimientos se transmitieron entre sociedades por la imposición cultural derivada de las innumerables conquistas entre las civilizaciones, o bien por el simple intercambio de técnicas entre comunidades vecinas. La construcción con adobe por su nivel de difusión y por su permanencia a lo largo de milenios, fue la técnica de uso más frecuente en la edificación, en prácticamente todo el orbe, debido a su sencillez y versatilidad (Baca, 2014). A pesar de que el adobe es uno de los elementos constructivos más comunes a nivel mundial y sin embargo, no se le da el reconocimiento debido, llegándose a considerar un material constructivo insalubre, inseguro y asociado a la idea de pobreza y retraso cultural (Baca, 2014). Es por esto que se busca elaborar adobes que sean sustentables, entendiendo como sustentabilidad a todos los esfuerzos necesarios para lograr el desarrollo, productividad y utilidad social a largo plazo sin ocasionar perjuicios al medio ambiente, de acuerdo a (Gutiérrez et. al., 2008). Por otro lado, se pretende utilizar

¹ Universidad Académica Multidisciplinaria Zona Media, Carretera Rioverde-San Ciró Km. 4, Ejido Puente del Carmen, C.P. 79617, Rioverde, San Luis Potosí., MÉXICO, jordan_cesar23@hotmail.com

² Universidad Autónoma del Estado de México Camino Viejo a Jilotzingo-Valle Hermoso, C.P. 55635, Zumpango, Estado de México, MEXICO, gfonseca@uaslp.mx

como materia prima alternativa a un suelo dispersivo, el cual pueden experimentar en algunos casos la erosión o defloculación, al estar en contacto con agua relativamente pura. En los años recientes se han implementado varias alternativas para estabilizar a los suelos meta-estables, en este proyecto la estabilización del suelo se efectuará mediante cemento portland y arena, además de fibras de polipropileno, buscando que los prefabricados así elaborados alcancen la calidad óptima que les permita competir en el mercado.

METODOLOGIA

El presente trabajo fue del tipo teórico práctico, el cual pretendió conocer las ventajas y desventajas del adobe como material de construcción, utilizando para su elaboración suelo dispersivo estabilizado, desarrollándole los ensayos necesarios para conocer sus parámetros de calidad, que le permitan competir con otros materiales utilizados en la construcción. El proyecto se desarrolló en cinco etapas. La primera etapa consistió en identificar el problema de la investigación. La segunda consistió en la identificación del mercado de la zona (Ciudad de Rioverde). En la tercera se desarrollaron los ensayos de laboratorio, con los especímenes recolectados. La cuarta etapa consistió en identificar las propiedades del suelo en cuestión, con la finalidad de identificar su comportamiento y así buscar estabilizarlo mediante alternativas físicas y químicas. Una vez que el suelo fue estabilizado se elaboraron los adobes. Por último, la quinta etapa consistió en comparar y analizar los parámetros de calidad entre materiales existentes en el mercado y los adobes propuestos.

Primera etapa “Planteamiento del Proyecto de investigación”

1. Identificación del problema de la investigación
2. Recopilación de información existente
3. Reconocimiento de la zona de estudio

Segunda etapa “Identificación del mercado”

1. Identificación de productores de blocks y ladrillos en la región
2. Determinación del tamaño de muestra
3. Desarrollo de entrevistas
4. Aplicación de la encuesta para evaluar el mercado
5. Análisis estadístico de la información recuperada
6. Identificación del proceso de producción de los ladrillos y blocks

Tercera etapa “Ensayos de laboratorio a las muestras recuperadas”

1. Desarrollo de ensayos de laboratorio: medición de dimensiones, ensaye a compresión, ensaye de adherencia, contenido de humedad y absorción, tomando como referencia las normas NMX - C - 441 - ONNCCE – 2005, NMX - C - 404 - ONNCCE – 2005, NMX-C-036-ONNCCE-2004, NMX-C-037-ONNCCE-2005, NMX-C-038-ONNCCE-2004.
2. Análisis de resultados obtenidos

Cuarta etapa “Elaboración de adobes”

1. Clasificación e identificación del suelo a utilizar
2. Elaboración de adobes con diferentes mezclas: suelo-cemento, suelo-cemento y fibra de polipropileno y suelo-cemento y arena
3. Desarrollo de ensayos de laboratorio a los especímenes: ensayo de Crumb, ensayo de Doble Hidrómetro, identificación del Ph, Peso específico relativo de sólidos, Contenido de humedad y Absorción
4. Desarrollo de los ensayos de laboratorio para verificar la calidad de los especímenes elaborados: como el ensaye a compresión, adherencia, contenido de humedad y absorción
5. Análisis de resultados de la información obtenida

Cuarta etapa “Análisis comparativo entre los materiales prefabricados y los especímenes elaborados”

1. Comparación de los resultados de los ensayos obtenidos de las muestras de blocks y ladrillos contra los resultados de los ensayos practicados a los adobes propuestos, para evaluar la calidad de los mismos.
2. Informe de la investigación.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la figura 1, se muestra la localización de las ladrilleras y bloqueras, en la ciudad de Rioverde S. L. P., en donde fueron aplicadas las encuestas a los productores de los prefabricados, así como la recolección de muestras para efectuar los ensayos de laboratorio tal como se aprecia en la figura 2, los resultados de las encuestas aplicadas aparecen en la tabla 1 y la descripción del proceso de elaboración de los prefabricados se muestra en la figura 3. Por otro lado, los resultados de los ensayos para evaluar la calidad de los ladrillos y blocks aparecen en las tablas 2 y 3 respectivamente; los resultados del estudio geotécnico practicado a la materia prima con la que se elaboraron los adobes se presenta en la tabla 4, además los resultados de los ensayos realizados a las diferentes mezclas del prefabricado propuesto se muestran en la tabla 5 y la evidencia de la elaboración de adobes se muestra en la figura 4 y 5.



Figura 1. Localización de ladrilleras y bloqueras en la ciudad de Rioverde S. L. P.



Figura 2. Visita a productores y recolección de muestras

Tabla. 1. Resultado de encuestas aplicadas a los productores de prefabricados

	Ladrilleras	Bloqueras
No de productores	25	25
Años en el mercado	Más de 20 años	Menos de 10 años
Negocio familiar	Si	No
Tipo de producción	Artesanal	Semi mecanizado
Tiempo de fabricación	Un mes	Una semana
Producción mensual	250000	145000
Demanda mensual	184000	118000
Producto en almacén	66000	27000
Costo unitario	\$2.00 a \$ 2.50	\$6.00 a \$7.00

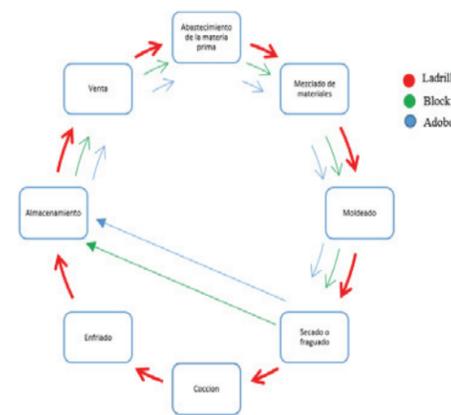


Figura 3. Proceso de producción de los prefabricados en estudio

En la zona conurbada de Rioverde, los principales productos prefabricados para la construcción de viviendas que se elaboran son los ladrillos y los blocks de concreto, dando un total de 50 empresas, de las cuales 25 se dedican a la producción de ladrillos, las que se encuentran localizadas en el ejido del Refugio, teniendo estas más de 20 años en esta actividad, las que han sido pasada de generación en generación. Su proceso de producción es artesanal, porque no cuentan con maquinaria ni infraestructura adecuada para la elaboración de los ladrillos, por lo cual su proceso de producción es lento, se requiere un mes para producir un lote de 10,000 piezas, por otro lado la cocción es la etapa más crítica para el medio ambiente, debido a que queman entre 3 y 5 toneladas de madera por quema.

Las 25 empresas restantes producen blocks y 16 de estas se encuentran ubicadas en Rioverde, en Los Llanitos se encuentran 6 bloqueras y en el Refugio solo fueron localizadas 3 bloqueras. El proceso de producción de las bloqueras consta de menos etapas, debido a que los materiales que se usan en la fabricación de los blocks, lo cual hace que el producto esté listo para ser distribuido después de 7 días de fraguado.

Tabla. 2. Resultado de ensayos realizados a los ladrillos

Punto	Largo	Ancho	Alto	γ	Resistencia a compresión	Resistencia al corte	ω	Absorción
	Cm	Cm	Cm	Gr/cm ³	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	%
P5	29.68	14.93	5.02	1.69	81.19	1.21	1.80	18.68
P11	29.19	14.92	4.95	1.73	65.48	3.29	3.61	17.03
P12	27.00	10.61	5.48	1.86	74.70	3.51	6.25	17.79
P6	29.56	15.03	5.19	1.84	99.34	3.09	3.87	16.16
P13	30.09	14.96	5.27	1.84	107.30	1.76	7.08	16.62

Tabla. 3. Resultado de ensayos realizados a los blocks de concreto

Punto	Largo	Ancho	Alto	γ	Resistencia a compresión	Resistencia al corte	ω	Absorción
	Cm	Cm	Cm	Gr/cm ³	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	%
P29	40.19	15.04	20.12	1.93	23.89	4.08	1.53	7.56
P28	40.02	15.00	20.38	2.20	38.83	2.82	4.77	11.46
P26	40.02	15.03	20.19	2.20	39.13	2.33	4.97	9.79

De los ensayos aplicados a las muestras recolectadas de los elementos prefabricados se obtuvo que cuentan con dimensiones irregulares que no se apegan a las medidas estándar, para su venta en el mercado. La norma NMX-C-038-ONNCCE-2004 indica una tolerancia de ± 1 mm en sus dimensiones. En el caso de los ladrillos se obtuvieron pesos específicos 1.60 a 1.90 Ton/m³ y resistencias de 80 a 110 kg/cm², cumpliendo con la resistencia mínima de 60 kg/cm² que marca la NMX-C-404-ONNCCE-1997, y presentaron una resistencia al corte de 1.20 a 3.50 kg/cm² con una humedad de 1.80 al 6.30 % y una absorción del 16 al 18 % siendo menor al 23 % limite indicado en la NMX-C-404-ONNCCE-2005.

En cuanto a los blocks estos presentaron pesos específicos entre 1.90 a 2.20 Ton/m³ y se alcanzaron resistencias a la compresión entre 23 a 40 kg/cm² y presentaron una resistencia al corte de 2 a 4 kg/cm², con un contenido de humedad de 1.50 a 5 % y en absorción de 7.50 a 10 %. De las 3 muestras solo dos cumplieron la resistencia estipulada en la norma NMX-C-441-ONNCCE-2005 que es de 35 kg/cm², esta misma norma indica que la absorción máxima permitida no debe de exceder del 25 % por lo que la que si cumplen las muestras ya que se encuentra por debajo de este limite

Tabla. 4. Resultado del estudio geotécnico realizado al suelo utilizado en la elaboración de adobes

ω	Grava	Arena	Finos	ω L.L.	ω L.P.	ω I.P.	pH	Ss	Tipo	ω_{opt}	γ_{Suelto}	γ_{Campo}	$\gamma_{Compacto}$
%	%	%	%	%	%	%				%	gr/cm ³	gr/cm ³	gr/cm ³
19	0	0	99.58	46.5	23.73	22.77	7.01	2.86	CL	40	1.11	1.77	1.92

Tabla. 5. Resultado de los ensayos realizados a los adobes

Tipo de mezcla	Largo	Ancho	Alto	γ	Resistencia a compresión	ω	Absorción	Grado de dispersividad
	Cm	Cm	Cm	Gr/cm ³	Kg/cm ²	%	%	
Suelo 7%Cemento	28.12	15.37	9.81	1.58	17.39	22.64	41.79	2
Suelo 7%Cemento 0.5% Fibra de	27.84	15.24	10.27	1.69	26.13	18.12	33.21	1

polipropileno								
Suelo 7%Cemento 20% Arena	27.98	15.22	10.30	1.76	26.64	15.39	22.05	1



Figura 4. Elaboración de adobes en el laboratorio de mecánica de suelos y materiales UAMZM



Figura 5. Adobes fabricados con suelo dispersivo tratado

El suelo utilizado en la elaboración de los adobes se encuentra en gran abundancia en la zona noroeste de la ciudad de Rioverde S.L.P., este material es del tipo CL, según el SUCS y cuenta con un contenido de humedad del 19 % y un pH de 7.01 (neutro); tiene un peso específico relativo de sólidos (Ss) de 2.86; además presenta un peso específico suelto de 1.11 Ton/m³ y en campo de 1.77 Ton/m³, al compactarse con un contenido de humedad del 40 % y puede alcanzar un peso específico de 1.92 gr/cm³; está constituido en un 99.58% por finos lo que hace a este material susceptible de presentar una gran absorción que se reflejará al tener deterioro en mayor magnitud por la erosión al disolverse las moléculas de calcio en su estructura al entrar en contacto con el agua ocasionando su colapso por lo que ocupa el grado 3 de dispersividad en el ensaye de Crumb.

Las dimensiones de los adobes que se fabricaron presentan variaciones de ± 2 mm; para la elaboración de los adobes, el suelo se estabilizó de 3 maneras distintas, la primera estabilización fue química utilizando un 7% de cemento portland presentando un grado 2 de dispersividad; se obtuvo un peso volumétrico por pieza de 1.58 Ton/m³ y una resistencia a la compresión de 17.39 kg/cm², su contenido de humedad fue del 22.64% y absorción de 41.79%.

La segunda alternativa para estabilizar fue una combinación física y química haciendo dos tipos de mezclas, la primera fue agregar el 7% de cemento portland y el 0.50% de fibra de polipropileno con la que se presentó grado 1 de dispersividad; se obtuvo un peso específico por pieza de 1.69 Ton/m³ y alcanzó una resistencia a la compresión de 26.13kg/cm², su humedad y absorción disminuyó hasta un valor de entre 18.12% y 33.21 %, respectivamente. La tercera mezcla consistió en agregar el 7 % de cemento portland y el 20 % de arena y de igual manera se vio reflejada la reducción de la dispersividad manteniéndose en grado 1, con un peso específico por pieza de 1.76 Ton/m³ siendo este el más elevado de las 3 mezclas. Sin embargo, el incremento de su resistencia no fue significativo en comparación con la segunda mezcla pero la humedad y absorción presentaron valores más acercados a los aceptados en la norma NMX-C-441-ONNCCE-2005.

CONCLUSIONES

Mediante el estudio de mercado que se efectuó en la región se pudo conocer con más precisión la producción de los prefabricados que se ofertan, siendo los dos prefabricados principales el ladrillo y el block de concreto; las empresas productoras de estos prefabricados no cuentan con el equipo ni la

infraestructura adecuada, lo cual ocasiona que la producción sea lenta y no se tenga un control de la calidad adecuado del producto final que se ofrece al consumidor. Además de no contar con medios de publicidad apropiados, ocasiona que su demanda sea baja y el impacto ambiental que genera, es de una magnitud considerable por el tipo de materiales que se utilizan para la elaboración, como lo son: aceites quemado, leña, suelo con buenas propiedades agrícolas. Por lo cual si se mejora la forma de producirlos y industrializa, el producto final cumpliría los estándares de calidad, por lo cual podría incrementar sus ventas, se reducirían el tiempo de producción, así como el impacto ambiental. De las muestras obtenidas de blocks y ladrillo ninguna cumple con lo que marca la norma NMX-C-038-ONNCCE-2004; el 66% de las bloqueras cumple con la resistencia a la compresión según la norma NMX-C-441-ONNCCE-2005 y en su totalidad las ladrilleras cumplen con la resistencia que indica la norma NMX-C-404-ONNCCE-1997, sin embargo, su resistencia no es uniforme y esta supera entre 5 y 40 kg/cm² la resistencia señalada para este tipo de prefabricados. Por otro lado, el proceso de producción de los adobes es relativamente sencillo y es amigable con el medio ambiente al eliminar la etapa de la cocción, así como también las piezas elaboradas pueden ser reutilizadas para la elaboración de nuevas piezas o simplemente pueden incorporarse a la naturaleza nuevamente.

El suelo utilizado como materia prima en la elaboración de los adobes es del tipo CL con grado de dispersividad 3, no obstante una vez estabilizado su grado de dispersión se ve reducido considerablemente, al estabilizarse utilizando medios químicos bajando hasta un grado 2 pero si se utiliza una combinación de métodos físicos con químicos se obtiene una mezcla de estructura estable con dispersividad nula. Al estabilizar con cemento la resistencia a la compresión alcanzada fue de 17 kg/cm² y presentó gran capacidad de absorción, lo que podría ocasionar su deterioro a temprana edad en caso de no darle un recubrimiento especial para mantenerlo aislado de acción de la humedad del ambiente. Cuando fue agregada fibra de polipropileno a la mezcla, la resistencia a la compresión que alcanzaron los especímenes fue un 50 % y su absorción se redujo en un 20 % siendo las piezas elaboradas de esta manera más estables y duraderas; al agregar arena a la mezcla estabilizada con cemento, presentó un incremento de la resistencia semejante al de la mezcla que se le adicionó fibra, sin embargo, ésta presentó una reducción de la absorción de hasta un 40 % menos. Es por eso que esta mezcla resultó ser la mejor para la elaboración de adobes con suelo dispersivo.

BIBLIOGRAFIA

- ANTELO TUDELA, E., SÁNCHEZ IGLESIAS, S., CRESPO GONZÁLEZ, C., & RAYA DE BLAS, A. (2012). Construir con tapial: piscina en Toro.
- BACA, L. F. G. (2014). Potencial ecológico de la edificación con adobe. *Gremium*, 1(1), 23-35.
- COORDINACIÓN NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL. (Agosto 2014). Norma Mexicana NMX-C-404-ONNCCE-2012
- PIEZAS PARA USO ESTRUCTURAL. En Normas NMX para estructuras de mampostería (3-64). México: CENAPRED. Haramboure, Y. G. Identificación y Estabilización de Suelos Dispersivos: Estado del Arte.
- JOSÉ LUIS HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ. (2008). Evaluación de la resistencia a la compresión de tabique rojo en la región de Xalapa en base a la Norma NMX-C-036-ONNCCE-2004. Xalapa, Veracruz, México: Universidad Veracruzana, Facultad de Ingeniería Civil.
- JUÁREZ BADILLO E. Y RICO R. A. (1974). *Mecánica de Suelos Tomo I*. Editorial Limusa.
- JUÁREZ BADILLO E. Y RICO R. A. (1974). *Mecánica de Suelos Tomo III*. Editorial Limusa.
- LUIS FERNANDO GUERRERO BACA. (Enero 2014). Potencial ecológico de la edificación con adobe. *Revista Gremium*, 1, 23-35.
- RIVERA TORRES, J. C. (2012). El adobe y otros materiales de sistemas constructivos en tierra cruda: caracterización con fines estructurales. *Apuntes: Revista de Estudios sobre Patrimonio Cultural-Journal of Cultural Heritage Studies*, 25(2), 164-181.
- SHERARD J.L., DUNNIGAN L.P., DECKER R.S. AND STEELE E.F. [1972]. "Pinhole test for identifying dispersive soils". *Journal of The Geotechnical Engineering Division, ASCE*, 69-85.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA COMPACTADORA DE LATAS DE ALUMINIO

Jesús García González¹ y Reynel Olivera Reyna²

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó un breve estudio sobre las máquinas compactadoras de latas de aluminio. Se elaboró un diseño en papel y posteriormente en el programa de computadora Solidworks, el cual consiste de un motor de CA (Corriente Alterna) utilizado como elemento actuador para compactar latas de aluminio. Después se inició con la construcción de dicha máquina, en la cual se utilizaron materiales tales como monten, solera, ángulo, tornillo sin fin, poleas, motor de CA, entre otros. Una vez que la máquina estuvo terminada, el siguiente paso fue realizar la etapa electrónica y la etapa control utilizando sensores CNY70 y la tarjeta de programación Arduino Uno R3.

ABSTRACT

In this work a study was carried out on compacting machines aluminum was made. A desing was developed on paper and then in the computer program SolidWorks, which it consists of an AC (Alternating Current) motor used as an actuator element for compacting aluminum cans. After that, we began with the construction of the machine, in which materials as monten, hearth, angle, endless screw, pulleys, AC motor, among others. Once the machine was complete, the next step was to make the electronic stage and control stage using CNY70 sensors and programming card Arduino Uno R3.

Palabras Clave: Compactadora, máquina, sensores, tarjeta Arduino.

INTRODUCCIÓN

En México como en el mundo, se ha generado un gran problema que va creciendo con el transcurso de los años, cada día existe más contaminación a causa de la basura, lo cual ocasiona enfermedades. Es por eso se deben tomar medidas más drásticas para prevenir contaminar el medio ambiente como puede ser reciclar y reusar material de dichos productos.

Según las estadísticas proporcionadas por el INE (Instituto Nacional de Ecología), la basura está clasificada en: 40% de orgánica, 15% de papel y cartón, 8% de vidrio, 5% de plástico, 7% fierros, 5% aluminio, 6% materiales diversos, 4% trapos y ropa vieja, 3% pañales desechables y 7% de todo tipo de cosas. En México se separa y recolecta más de 97% de las **latas de aluminio** que se usan en bebidas, alimentos y otros productos, sin embargo, el bajo desarrollo tecnológico en reciclaje provoca que más de 50% se exporte a Estados Unidos, donde las transforman en artículos diversos.

Datos del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) revelan que al día se consumen 15 millones 400 mil latas, mismas

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, jesus.garcia.g92@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, reynel@uaz.edu.mx

que representan un volumen de 240 toneladas. Esto significa que al año se utilizan 10 mil 348.8 millones de latas que pesan 80 mil 640 toneladas. Un kilo de aluminio equivale a 65 latas, las cuales son pagadas según el valor del *commodity* (mercancía) en los mercados internacionales, entre los 18 y 15 pesos actualmente. El proceso de reciclado del aluminio favorece al medio ambiente, a la economía y a las personas. Producir aluminio a partir de chatarra provoca un ahorro del 95% de la energía que se utilizaría para producir a partir del mineral virgen. El 100% del aluminio puede ser reciclado sin que disminuya su calidad. Durante el proceso del reciclado no cambian sus características del material. Además no es necesario eliminar otro tipo de materiales adheridos porque tanto la tapa como la lata son de aluminio.

La contaminación durante la producción, distribución y utilización de latas de aluminio es una de las más frecuentes y aunque el reciclaje de este material es muy común, cuando no existen las condiciones sociales y económicas para darle un adecuado tratamiento los residuos de estas latas son tirados en vertederos u arrojados directamente en áreas verdes. El aluminio tarda en degradarse de 350 a 500 años dependiendo las condiciones de degradación. El aluminio producido con materia no reciclada consume 95% más energía que la producción con materia reciclada. Es por eso que en este proyecto se pretende diseñar una máquina capaz de compactar las latas de aluminio para así disminuir el volumen de este producto y facilitar su transporte para su reciclaje. A continuación se detallan dos proyectos de investigación y desarrollo de máquinas compactadoras de latas de aluminio publicados anteriormente.

1.- Máquina compactadora de latas de aluminio.

En el 2004, Daniel Hernández Negrete y Catarino Vázquez Jiménez de la Universidad X construyeron una máquina capaz de compactar latas de aluminio dejándolas 3 centímetros de espesor. La máquina fue creada con sensores ópticos, una cámara al vacío y un pistón, su eficiencia era de alrededor de 15 latas por minuto. Su idea era poder utilizar máquinas de este tipo en centros comerciales para que las personas depositaran ahí sus latas y poderlas compactar en ese momento. Su costo de esta máquina era de 14 mil a 18 mil pesos.

El aparato fue exhibido en la Expodime 2004, celebrada del 8 al 11 de septiembre, en el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI).

El dispositivo mide 1.80, por un metro de frente y 1.20 de fondo.

2.- Desarrollo y control de una máquina compactadora de desechos PET.

Luis Alberto Vera Barajas estudiante de la UAZ “Campus Jalpa” desarrolló y creó de una máquina compactadora de desechos PET, usando una tarjeta Arduino y dos sensores (sensor de entrada y sensor de salida), que tenían por función, uno detectar los objetos que entraban a la máquina y así enviar un cierto voltaje para encender la máquina y compactar los desechos, el otro sensor detectaba cuando ya no había ningún residuo y mandaba un voltaje para apagar la máquina.

La compactación se logra hasta $\frac{3}{4}$ del producto en botellas de plástico de 600 ml. También es capaz de compactar latas de aluminio de 355 ml y 473 ml. Puede durar de 4 a 5 horas trabajando. La máquina resultó algo costosa por el material utilizado en su estructura, se valora alrededor de 4,440 pesos.

El objetivo general del presente trabajo es “Diseñar y Construir una Máquina Compactadora de Latas de Aluminio”. Los objetivos específicos son los siguientes:

- Realizar un diseño de la máquina compactadora a papel o en computadora para su visualización y adecuación de ser necesario, antes de pasar a la etapa física de construcción.
- Realizar pruebas al motor con el que se cuenta para su completo entendimiento, estas pruebas son de tipos eléctricas y mecánicas. Posteriormente se realizará una prueba en conjunto del motor con el microcontrolador y los elementos de potencia como son los triacs.

- Decidir cuál es el mejor elemento mecánico para realizar la compactación, este podría ser uno tipo leva o embolo.
- Optimizar, verificar, decidir y construir la máquina compactadora de latas de aluminio en base al mejor diseño.

MÉTODOS Y MATERIALES

Después de investigar sobre el diseño de máquinas se realizó un bosquejo en papel y posteriormente el mecanismo en el programa de computadora SolidWorks (programa de diseño mecánico en 3D) basado en el mecanismo biela-manivela (permite convertir un movimiento lineal de un eje en giratorio o recíproco), ver figura 1.

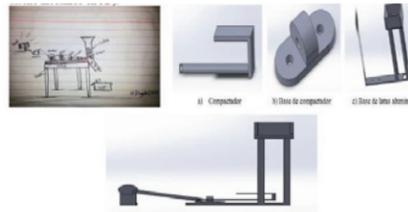


Figura 1. Diseño en papel y en SolidWorks del mecanismo de la máquina

Después de tener el diseño en papel y en computadora de la máquina se comenzó a recopilar el material para la construcción de la misma, tales como: motor de CA, monten, solera, ángulo, poleas, bandas, flechas, chumaceras, tornillo sin fin, tornillos, tuercas, rondanas de presión y planas. Se hicieron cálculos para determinar las medidas exactas de las poleas para realizar la transmisión de la máquina de acuerdo a la siguiente fórmula.

$$i = \frac{N_1}{N_2} = \frac{D_2}{D_1} \quad (1)$$

Dónde:

i =Relación de velocidades.

N_1 =Velocidad de giro de polea conductora en revoluciones por minuto (rpm).

N_2 =Velocidad de giro de polea conducida en revoluciones por minuto (rpm).

D_1 =Diámetro de polea conductora en centímetros (cm).

D_2 =Diámetro de polea conducida en centímetros (cm).

Con lo cual reducimos la velocidad inicial del motor de 1500 rpm a 50 rpm para un mejor funcionamiento de la máquina.



Figura 2. Máquina compactadora de latas de aluminio

Para una mejor protección a los usuarios de la máquina se creó una armadura, ver figura 3.

Una vez terminada la etapa mecánica de la máquina se procedió a realizar la parte electrónica, el control de ésta, la cual consiste en la programación de dos sensores infrarrojos (CNY70) en la tarjeta Arduino Uno R3, donde la máquina enciende solo si los 2 sensores detectan latas de aluminio, el primero ubicado en la parte inferior de la tolva y el segundo en la parte superior, esto para que, la máquina únicamente encienda cuando la tolva esté llena de latas y así ahorrar energía.

Para realizar la parte del circuito electrónico se hicieron varias pruebas. Primero encendiendo unos diodos emisores de luz (LED) por medio de los sensores CNY70, después a través de un programa en la tarjeta Arduino Uno R3. Una vez probada esta parte se realizó el circuito para el control de encendido del motor, finalmente, se hizo el circuito en conjunto con los sensores y el motor, el cual se diseñó, simuló, depuró y construyó empleando el programa de computadora Proteus.

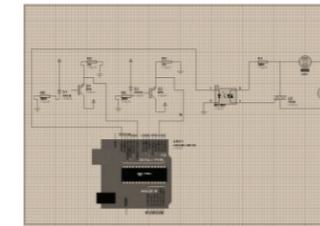


Figura 3. Circuito electrónico en el programa Proteus

El programa en el microcontrolador Arduino Uno R3 consiste en el control de encendido de la máquina, al detectar la presencia de latas por parte de los dos sensores, la máquina se enciende mientras se compactan la cantidad de latas que se almacena en la tolva y terminando se apaga, espera 10 segundos para que se vuelva a llenar y enciende nuevamente un tiempo determinado. Si solo un sensor hace la detección, la máquina no se enciende, esto con la finalidad de ahorrar energía.

La compactación de las latas se logró de 3 cm a 3.5 cm promedio de 7 cm del tamaño original, con una eficiencia de alrededor de 50 latas por minuto.

RESULTADOS

Se realizaron varias modificaciones importantes en la parte mecánica para llegar a un mejor funcionamiento:

- Se modificó la posición del motor para invertir el giro y obtener un mejor desplazamiento.
- Se ajustó el tamaño de la tolva para disminuir las vibraciones de las latas al caer.
- Se modificó la salida de la tolva para una mejor caída del producto compactado.
- Reajuste del mecanismo de biela-manivela para dar un mejor tiempo de compactado entre latas.

En la parte electrónica también se realizaron varias pruebas para llegar a un funcionamiento adecuado, tales como pruebas con la etapa de potencia por separado con la etapa de sensores, al final se acopló cada una de ellas.

Las dimensiones finales de la máquina son de 1.35 m de largo por 0.30 m de ancho por 0.70 m de alto.



Figura 4. Armadura de la máquina

La máquina funciona correctamente de acuerdo a los objetivos planteados, capaz de compactar alrededor de 50 latas por minuto, reduciendo el tamaño de la lata de 3 a 3.5 cm.



Figura 5. Tamaño original y compactado de una lata de aluminio.

CONCLUSIONES

El proyecto de la máquina compactadora de latas de aluminio realizada, cumple de manera satisfactoria con los objetivos planeados inicialmente. De manera importante, de acuerdo a los resultados obtenidos, se puede destacar que se tiene una máquina funcional de dimensiones de 1.35 m de largo por 0.30 m de ancho por 0.70 m de alto, con una capacidad aproximada de compactar 50 latas por minuto, con una reducción en el volumen de la lata a un valor máximo de 3 a 3.5 cm.

BIBLIOGRAFÍA

Vera Barajas, L.A. (2013). *Desarrollo y control de una máquina compactadora de desechos pet*. Jalpa, Zacatecas, México: UAZ Jalpa.

Universidad Politécnica de Madrid. (2016) "Conceptos básicos de diseño mecánico". Consultada en <http://ocw.upm.es/ingenieria-mecanica/especificacion-de-dimensiones-y-tolerancias-gd-t/01-disenio/0101-disenio.pdf> (fecha de consulta 12-04-16).

Díaz del Castillo, F. (2011). "Diseño de elementos de máquinas". Consultada en http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m1/disenio_elementos%20de%20maquinas.pdf (fecha de consulta 12-04-16).

El financiero. (1981). Consultado en. [Citado el: 27 de Mayo de 2015.] <http://www.elfinanciero.com.mx/archivo/mexico-recolecta-latas-y-otros-las-aprovechan.html> (fecha de consulta 27-05-15).

OBTENCIÓN DE PELÍCULAS DELGADAS DE MOLIBDENO POR "RF MAGNETRON SPUTTERING"

Uriel García Mendoza¹ y Francisco Flores de Moure²

RESUMEN

En los últimos años ha cobrado gran importancia el desarrollo de celdas solares base CdTe, estas han mostrado eficiencias mayores al 16% con costos de producción viables, los cuales pueden aún disminuir. Mediante un conjunto de modificaciones en la conformación de la celda, en el grupo de investigación anfitrión, se propone la sustitución del oro utilizado como contacto trasero en la celda por molibdeno. Para realizar esta propuesta, se requiere la obtención de películas de molibdeno con las propiedades de adherencia y eléctricas adecuadas. Debido a lo anterior, el trabajo realizado durante el verano consistió en el estudio del efecto del tiempo de depósito mediante erosión catódica sobre la resistencia de la película obtenida.

ABSTRACT

In the last years, it has been a great interest in the solar cells base CdTe development, these have shown efficiencies bigger than 16% with viable production costs, which can decrease more. With a couple of cell conformation modifications, the host investigation group has proposed the substitution of gold used as back contact for molybdenum. To achieve this goal, it is needed the obtaining of molybdenum films with the proper adherence and electrical properties, for this reason, the summer activities consisted in the study of deposit time effect by sputtering on the resistance of the molybdenum film obtained.

Palabras Clave: Celda solar, Molibdeno, erosión catódica (sputtering), cristalinidad.

INTRODUCCIÓN

Las celdas base CuInSe_2 (CIS), y sus aleaciones de galio, $\text{Cu}(\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x)\text{Se}_2$ (CIGS) generalmente cuentan con la estructura de la Figura 1, esta estructura puede tener algunas variaciones.

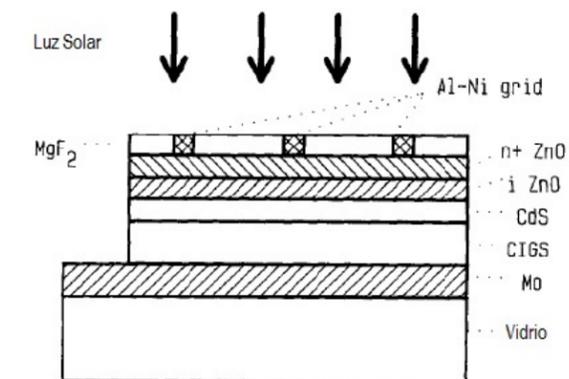


Figura 1. Vista de la sección transversal de la estructura de las celdas solares base CIS o CIGS

¹ Universidad Autónoma de Querétro, Facultad de Química; Cerro de Las Campanas, s/n, Las Campanas, 76010 Santiago de Querétro, QRO uriel.gamz@gmail.com

² Universidad Autónoma de Querétro, Facultad de Química; Cerro de Las Campanas, s/n, Las Campanas, 76010 Santiago de Querétro, QRO Francisco.javier.demoure@uaq.mx

En particular, el Mo es casi siempre utilizado para el contacto trasero. La razón de ello es parcialmente histórico y parcialmente científico. Se han investigado una variedad de contactos metal/CIS, incluyendo Mo, Pt, Au, y Cu. Estos estudios han mostrado que el Pt, Ni, Au y Mo forman contactos para CIS reproducibles, y con baja resistencias. El Mo ha emergido como la elección dominante para el contacto trasero para celdas solares CIS y CIGS, debido a su relativa estabilidad a las temperaturas de procesado y su baja resistencia. Se ha investigado sobre las propiedades de las películas de Mo obtenidas mediante ablación catódica (sputtering por su nombre en inglés), al igual que otros metales refractarios depositados con un sputtering con magnetrón de corriente directa. Se ha observado una correlación entre la presión del gas utilizado para la ablación y el estrés de la película depositada. Las películas depositadas utilizando una presión de Ar baja presentan estrés de compresión, en cambio, aquellas que son depositadas con una presión alta presentan estrés de tensión.

El sputtering con magnetrón de radiofrecuencia (RF) es uno de los procesos líderes para realizar los depósitos debido a que las propiedades de la película delgada obtenida pueden ser controladas mediante los parámetros del sputtering como la potencia RF presión y temperatura. De acuerdo a trabajos realizados se ha observado que conforme se incrementa la potencia RF también lo hace la uniformidad de la cobertura. Otro parámetro que se ha identificado como importante en las propiedades de las películas, es la distancia ente el sustrato y el blanco. Se ha reportado un mejoramiento en la cristalización cuando esta distancia se incrementa, lo cual se corrobora con las características de los diagramas de difracción de rayos-X mostrados en la Figura 2.

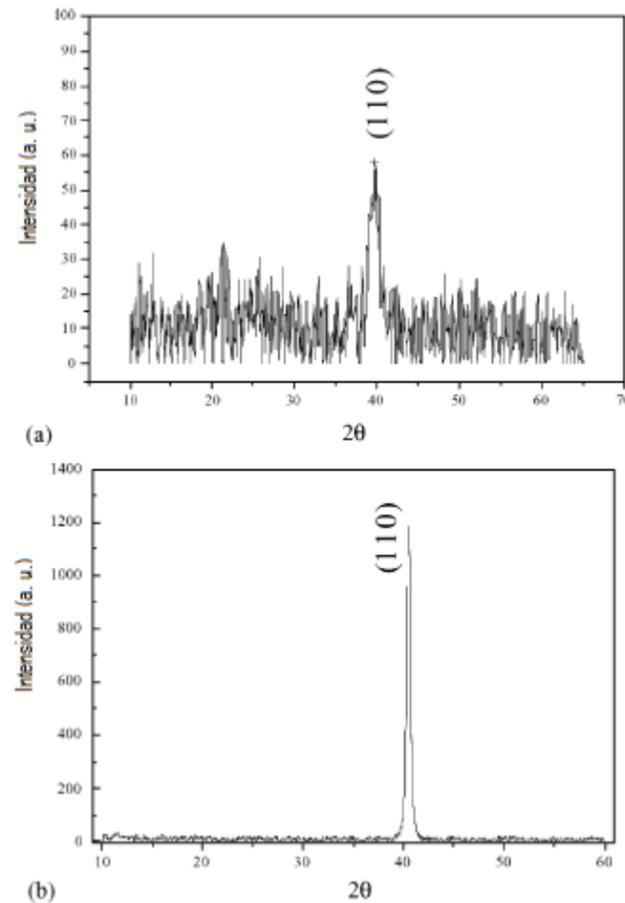


Figura 2. Diagrama de difracción de rayos-X de películas delgadas de Mo: (a) distancia sustrato-blanco de 3 cm; (b) distancia sustrato-blanco 5 cm.

Debido a sus propiedades ópticas, electrónicas y químicas, el CdTe puede convertirse en el material básico para celdas solares de película delgada de alta eficiencia, debido a su costo bajo y a que es posible de fabricarse mediante técnicas robustas y de alta producción. Se ha producido películas de CdTe adecuadas para conversión fotovoltaica de energía por nueve procesos diferentes. Mediante el uso de CdS tipo-n como ventana (capa buffer), se han obtenido celdas solares con una eficiencia mayor al 16% en el laboratorio. En el 2012, cinco empresas se encontraban tratando de dominar procesos de producción de bajo costo e integrar módulos con dimensiones mayores a 60x120 cm², obteniendo eficiencias mayores al 9%.

Como se puede observar en la Figura 3, la conformación de una celda base CdTe es similar a las celdas base CIS y CIGS (Figura 1). Es común que para el contacto trasero de las celdas base CdTe se utilice una capa de oro. Dentro del grupo de investigación asignado para el "18° Verano de la Ciencia de la región centro", se plantea, mediante un conjunto de modificaciones a la conformación de la celda, el uso de Mo para el contacto trasero de la celda base CdTe, lo cual disminuiría su costo de producción. Debido a lo mencionado anteriormente, se asignó como objetivo del proyecto el análisis del efecto del tiempo de depósito sobre la resistividad en películas delgadas de Mo obtenidas mediante sputtering RF.

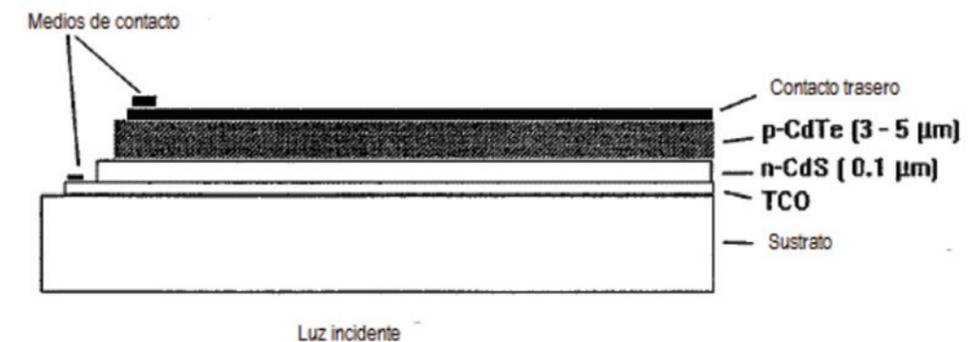


Figura 3. Configuración típica de una celda solar de película delgada base CdTe.

MÉTODOS Y MATERIALES

La erosión catódica con magnetrón (magnetron sputtering por su nombre en inglés) se ha vuelto el proceso de elección para realizar depósitos de una amplia gama de recubrimientos industriales para distintas aplicaciones, como resistencia al desgaste, baja fricción, resistencia a la corrosión, decoración, ópticas y eléctricas. Este proceso consiste en el bombardeo de una placa blanco (cátodo) con iones energéticos generados en un plasma. Este bombardeo causa la remoción de átomos del blanco, los cuales pueden condensar sobre un sustrato en forma de película. Además, también se emiten electrones secundarios a partir de la superficie del blanco como resultado de del bombardeo por los iones, estos electrones juegan un papel muy importante para mantener el plasma. Para más información, consultar la siguiente referencia: Vacuum 56 (2000) 159-172

Para realizar los depósitos se utilizó un equipo "RF magnetron sputtering" con dos cámaras y fuente de poder de 600W, marca INTERCOVAMEX.

Blanco de Molibdeno de 3 pulgadas de diámetro y 0.125 pulgadas de espesor, con una pureza de 99.95%. Como sustrato se utilizaron portaobjetos de vidrio (27x75 mm²)

La resistencia de cada película fue medida con un multímetro digital.

Se caracterizaron las películas mediante difracción de rayos-X.

El estudio consistió en realizar una serie de depósitos con las siguientes condiciones:

P_{base} : 4.5 mTorr

P_{Ar} : 6.5 mTorr

Potencia: 65 W

Los valores utilizados para la variación del tiempo de depósito se muestran en la Figura 5 dentro de la sección de resultados.

RESULTADOS

De manera general todas las películas de molibdeno obtenidas muestran buena uniformidad y adherencia a lo largo de todo el sustrato. La Figura 4 nos muestra una fotografía de la película obtenida con dos horas de depósito.



Figura 4. Fotografía de película de molibdeno obtenida mediante un depósito de dos horas mediante sputtering.

En la Figura 5 podemos observar que los tiempos utilizados van desde 1.5 hasta 8 horas. Además, los valores de resistencia obtenidos de cada depósito parecen indicar una tendencia de disminución en de esta conforme el tiempo de depósito aumenta, aunque lo anterior no tiene un cambio significativo hasta las ocho horas de depósito.

Sin embargo, debido a que durante el tiempo de depósito es necesario estar en constante monitoreo diferentes factores (presión de argón y potencia) para asegurar un correcto depósito y la seguridad del equipo utilizado, no es deseable el empleo de depósito con tal duración. Esta relación puede deberse a que el espesor de la película incrementa directamente con el tiempo de depósito, lo cual contribuye a la disminución de la resistencia de la película.

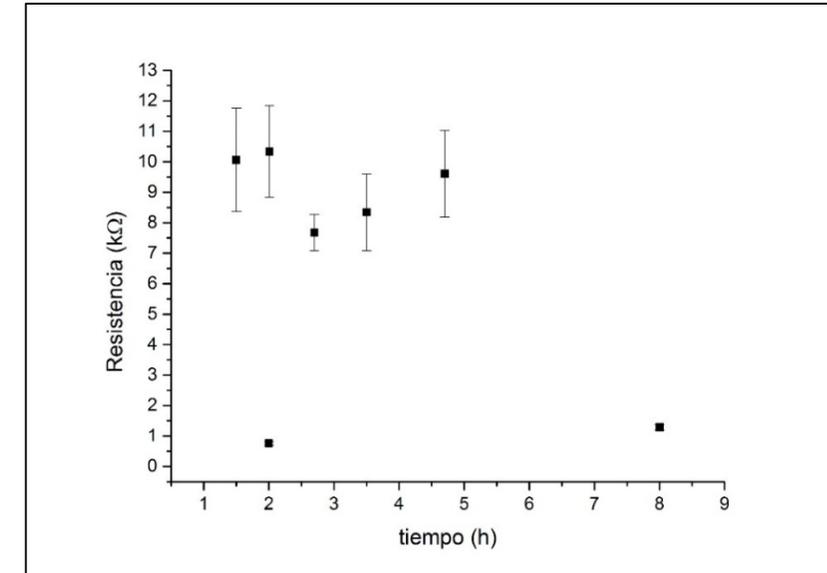


Figura 5. Gráfica de resistencia obtenida de la película de Mo de acuerdo a los tiempos de depósito.

Se repitieron algunos de los tiempos utilizados para los depósitos, pero algo especial se observó con el tiempo de 2 horas. Como se muestra en la Figura 5, se obtuvieron en dos depósitos distintos, valores de resistencia diferentes por aproximadamente 9 kΩ. Uno de estos valores es incluso menor al obtenido en el depósito de 8 horas, es decir, se obtuvo una resistencia diez veces menor en una cuarta parte del tiempo. Lo anterior puede indicar que existe la posibilidad de que haya algún factor que mejore notablemente las propiedades eléctricas de las películas obtenidas, sin embargo, este no fue identificado durante la estancia.

Como medio de caracterización se obtuvieron diagramas de dispersión de rayos-X de algunas muestras (estas se muestran en la Figura 6). Se obtuvo el pico con mayor intensidad en $2\theta=43^\circ$, lo cual de acuerdo a lo reportado corresponde al molibdeno cuando es depositado sobre vidrio (orientación preferencial $\langle 110 \rangle$ de la estructura cúbica centrado en el cuerpo).

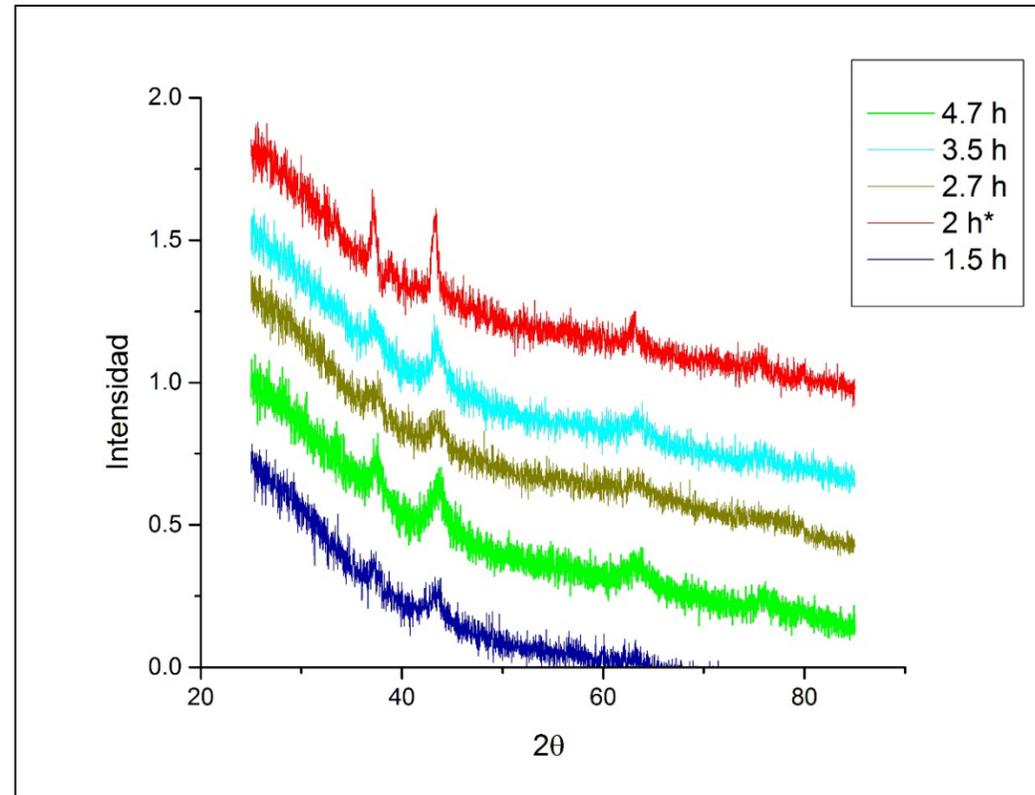


Figura 6. Diagrama de difracción de rayos-X de depósitos obtenido.

Lo primero que se observa en la Figura 6 es que las señales (picos) correspondientes a cada muestra no se encuentran bien definidos. De acuerdo a artículos consultados, señales de este tipo pueden indicar baja cristalinidad de las muestras, es decir, que en los depósitos que se obtuvieron no existe un buen arreglo cristalino.

Como se mencionó con anterioridad, es de interés la película obtenida con dos horas de depósito que mostró una resistencia menor. En la Figura 6 podemos observar que las señales correspondientes a esta muestra cuentan con mayor intensidad respecto a las señales de las demás muestras. Esto puede sugerir que la razón por la cual esta película presentara una menor resistencia es que cuenta con una mayor cristalinidad.

CONCLUSIONES

Se observó una tendencia de disminución en la resistencia de las películas conforme aumenta el tiempo de depósito, debido al incremento del espesor de la película.

Se obtuvo una disminución en la resistencia de aproximadamente 90% en un tiempo de depósito de 8 horas, sin embargo, esta duración de depósito no es deseable para procesos de producción industrial.

De acuerdo a los resultados se observa que existe un factor que disminuyó a una décima parte la resistencia de la película obtenida con un tiempo de depósito de 2 horas.

Con base a los datos obtenidos se infiere que la cristalinidad de las películas obtenidas tiene una relación directa con la resistencia de la misma.

BIBLIOGRAFIA

- ASSMANN, L. (2005) "Study of the Mo thin films and Mo/CIGS interface properties" en Applied Surface Science, Vol 246 [p 159-166].
- DHAR, N. (2013) "An Investigation on Structural and Electrical Properties of RF-Sputtered Molybdenum Thin Film Deposited on Different Substrates" en Energy Procedia, Vol 33 [p 186-197].
- KELLY, P. (2000). "Magnetron sputtering: a review of recent developments and applications" en Vacuum, Vol 56 [p 159-172].
- NOWICKI, R. (1974) "Effects of deposition parameters on properties of rf sputtered molybdenum films" en Journal of Vacuum Science & Technology, Vol 11, No 4, julio/agosto [p 675- 679]
- SCOFIELD, J. (1995), "Sputtered molybdenum bilayer back contact for copper indium diselenide-based polycrystalline thin-film solar cells" en Thin Solid Films, Vol 260 [26-31]

DESULFURACION DE CARBON MEDIANTE UN AGENTE LIXIVIANTE NO ORGANICO DEL 18° VCRC

Eber Manuel Garcia Rosales¹ y Manuel Garcia Yregoi²

RESUMEN

Muestras de carbón extraídas y molidas por la empresa de origen, fueron tamizadas entre la malla 100 y 200, luego fueron separadas en distintas muestras de peso, después de esto fueron sometidas a una etapa de lixiviación con ácido inorgánico, a diferentes tiempos y temperaturas, buscando con esto eliminar la mayor cantidad de azufre de la muestra. Luego, lo que se obtuvo fue analizado en Difracción de Rayos X (DRX) para observar si se pudo eliminar azufre de la muestra de carbón.

ABSTRACT

Samples of remains of coal mined and milled by the company of origin were screened enters the mesh 100 and 200, then they were separated into different samples weight after that were subjected to a leaching with inorganic acid, at different times and temperatures, searching with this remove as much sulfur in the sample. After what was obtained was analyzed in it; X-Ray Diffraction (XRD) to search if sulfur could be removed from the coal sample.

Palabras claves: carbón, lixiviación, tamizado, ácido sulfúrico.

Introducción

El carbón es una roca sedimentaria de color negro, muy rica en carbono y con cantidades variables de otros elementos como hidrógeno, azufre, oxígeno y nitrógeno. Combustiona fácilmente y es uno de los combustibles fósiles más utilizados. Es una mezcla de la descomposición de componentes orgánicos acumulados en zonas pantanosas, lagunares o marinas, de poca profundidad, cubiertas o sepultadas por sedimentos que con el paso del tiempo, incrementan las condiciones de presión y temperatura produciendo un progresivo enriquecimiento en carbono, lo cual se conoce como carbonificación y da lugar a la formación de los diferentes tipos de carbón mineral. Es localizado en forma de cuerpos horizontales o inclinados, denominados mantos, ubicados en depresiones o cuencas antiguas.

Entre sus principales usos se encuentra la generación de energía eléctrica, el carbón suministra en la actualidad el 39% de la electricidad de todo el mundo en México, el 6% de electricidad que se consume en el país se genera a partir del carbón. En el campo de la siderurgia, se usa mezclando minerales de hierro con carbón y se obtiene una aleación en la que el hierro se enriquece en carbono, obteniendo mayor resistencia y elasticidad. También lo encontramos en el cemento, aquí los hornos suelen quemar carbón en forma de polvo y consumen cerca de 450 g de carbón por cada 900 g de cemento producido. Los principales yacimientos de carbón se localizan en los estados de Coahuila, Sonora y Oaxaca. Actualmente México produce alrededor de 13 millones de toneladas anuales, las cuales se producen casi en su totalidad en el estado de Coahuila.^[1]

La utilización del carbón como combustible ha tenido una fuerte influencia en el desarrollo industrial como se mencionó anteriormente. Debido a que el incremento de la demanda energética en las últimas

¹ Facultad de Metalurgia, Universidad Autónoma de Coahuila, Carretera 57 Kilómetro 5, Estancias de San Juan 25720 Monclova, Coahuila, eber.garcia.1@hotmail.com

² Facultad de Metalurgia, Universidad Autónoma de Coahuila, Carretera 57 Kilómetro 5, Estancias de San Juan, Campus Universitario Autónoma de Coahuila, 25720, Monclova, Coahuila, ma_ga_i@yahoo.com

décadas y las crisis del petróleo han aumentado su precio, el carbón ha sido la alternativa en la producción de energía en centrales térmicas frente a los otros combustibles fósiles. Uno de los principales inconvenientes del contenido de azufre en el carbón es la lluvia ácida esta constituye un serio problema ambiental y es ocasionada principalmente por la contaminación atmosférica proveniente de la combustión de combustibles fósiles que contienen azufre. La lluvia ácida se forma generalmente en las nubes altas donde el SO₂ reacciona con el agua y el oxígeno formando una solución diluida de ácido sulfúrico y ácido nítrico, contribuyendo la radiación solar al aumento de dicha reacción. De ese modo, cada vez resulta más evidente la necesidad de desarrollar técnicas que permitan el uso del carbón de baja calidad y así controlar las emisiones de SO₂ e impedir su dispersión en la atmósfera, teniendo presente que el carbón contiene azufre entre el 0.1 y 10% y su combustión para la generación de energía eléctrica contribuye a la formación de la lluvia ácida.

Algunas formas en la que se encuentra el azufre en el carbón son: Azufre pirítico: Los sulfuros metálicos forman inclusiones físicamente distintas de la matriz orgánica del carbón, pudiéndose separar de ella por medios físicos. Azufre orgánico: El azufre orgánico se encuentra unido covalentemente formando parte de la configuración molecular del carbón, siendo su distribución en la matriz carbonosa más homogénea que la pirita. Azufre sulfato: Está presente en la materia mineral del carbón en forma de sulfatos de hierro, calcio y bario. En el carbón no meteorizado, la cantidad presente de este tipo de azufre suele ser menor del 0.1%.^[2]

MÉTODOS Y MATERIALES

Previamente para buscar obtener el carbón, fue necesario obtener una muestra de residuos de una empresa siderúrgica, la muestra de origen de la empresa tenía ya un tratamiento de molienda que le fue dada en esta, se le dio un proceso de tamizado y fue tratada con ácido sulfúrico a diferentes concentraciones molares.

1. Tamizado

¿Qué es tamizar? El tamizado es un método de separación de partículas que se basa solamente en la diferencia de tamaño. En el tamizado industrial se vierten los sólidos sobre una superficie perforada o tamiz, que deja pasar las partículas pequeñas y retiene las de tamaños superiores^[3]. En esta etapa se realizó la separación de tamaño de partículas en un tamizador con el objeto de obtener un tamaño de partícula mayor a 100 pero menor de 200.



Figura 1. Proceso de Tamizado

2. Lixiviación

¿Qué es lixiviación? La lixiviación es un proceso por el cual se extrae uno o varios solutos de un sólido, mediante la utilización de un disolvente líquido. La idea principal de la lixiviación es la separación o eliminación de impurezas de la muestra de carbón. Dichas impurezas llamadas también solutos contenidos en una fase sólida mediante su contacto con un disolvente líquido que los disuelve selectivamente, pudiendo tratarse de una simple disolución física o de una reacción química que libera al soluto de la matriz sólida. Las muestras fueron de 40gr; las cuales se colocaron en un matraz Erlenmeyer de 500 ml, utilizándose como agente lixivante H_2SO_4 a concentración diferentes que son 0.5 y 1.5 molar, en agua destilada (v/v). Las muestras se dejaron reaccionar durante 30 minutos a distintas temperaturas en una parrilla, posteriormente se filtraron en papel filtro Whatman No. 40, el papel filtro con la muestra se colocó en un vidrio de reloj y las muestras se secaron a temperatura ambiente.



Figura 2. Proceso de Lixiviación

RESULTADOS

Para conocer lo compuestos que contiene la muestra se le realizó un análisis químico, que arrojo lo siguiente; SiO_2 50.9%, Al_2O_3 16.3%, CaO 1.5 %, Fe 2.5%, C 15.3%, S 1.2%, y el resto es de óxidos minoritarios. Después de conocer el análisis químico se procedió a la lixiviación de la muestra y análisis del polvo obtenido, después de la lixiviación mediante el difractómetro de rayos X. En la figura 3, se puede observar el resultado de la difracción de rayos x de una muestra de carbón que fue lixiviada con H_2SO_4 0.5 M. En la figura 4, se puede observar el resultado de la difracción de rayos x de una muestra de carbón que fue lixiviada con H_2SO_4 1.5 M.

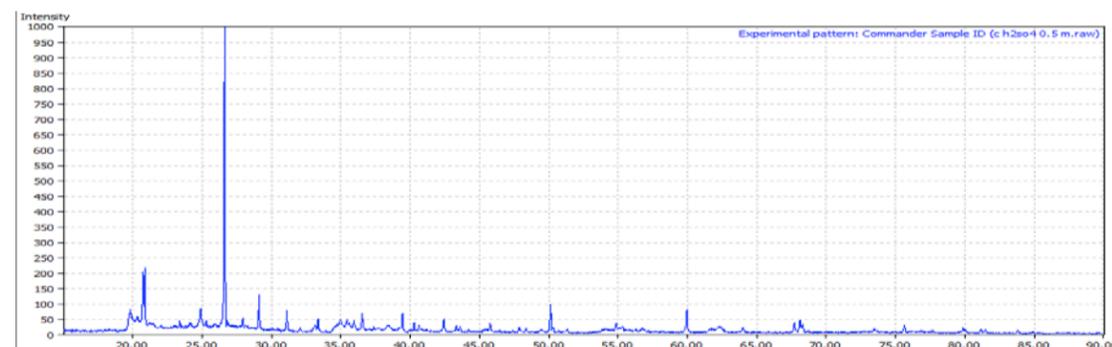


Figura 3. Difractograma de muestra de carbón lixiviada con H_2SO_4 0.5 M

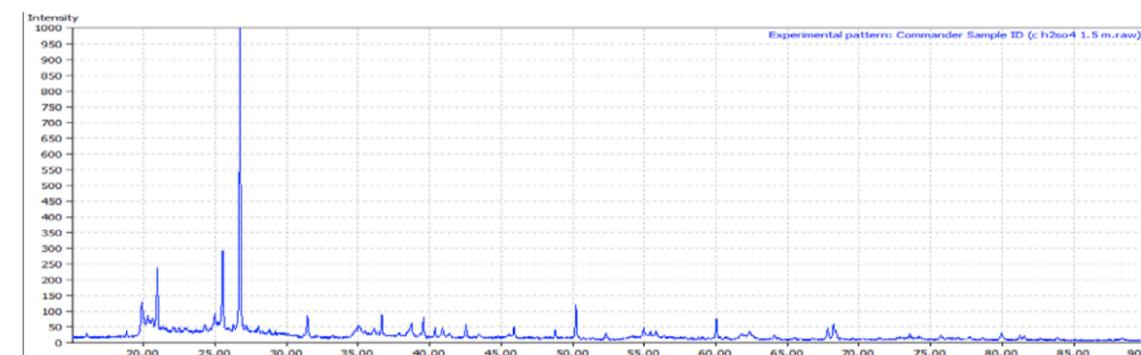


Figura 4. Difractograma de muestra de carbón lixiviada con H_2SO_4 1.5 M

En ambas graficas se puede apreciar que se presenta mayormente la fase de carbon alotropico, y parece que la concentración del H_2SO_4 0.5 M, es suficiente para obtener una buena eliminación de impurezas del carbon, pues al aumentar la concentración del ácido, aparecen las mismas fases, como se puede observar en la figura 4.

CONCLUSIONES

1. El tamaño de partícula de la muestra de carbón es apropiado para efectuar el proceso de lixiviación eficientemente.
2. El H_2SO_4 resulto ser un buen agente lixivante para la muestra, pues según podemos observar en la figura 3 y 4, ambas graficas según la base de datos proporcionada por el software de análisis, la muestra lixiviada tiene una estructura de grafito^[4] el cual es una forma alotrópica del carbono y de características similares al carbón
3. La concentración 0.5 M de ácido sulfúrico es adecuada para efectuar la lixiviación eficientemente
4. Una concentración mayor de ácido, mostro los mismos resultados que la concentración 0.5 M
5. Dados los resultados de los difractogramas, donde los picos son de una fase de carbón, es claro que el azufre fue eliminado de la muestra.
6. Debido a la brevedad del programa del verano de la ciencia, no se pudo analizar qué tanta cantidad de azufre se perdió y que otros compuestos o impurezas se formaron, pero los resultados iniciales obtenidos son alentadores.

BIBLIOGRAFIA

- [1] http://www.sgm.gob.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=167&Itemid=126
- [2] BIODESULFURACIÓN DE CARBÓN: UNA ALTERNATIVA AMBIENTALMENTE VIABLE EN LA REDUCCIÓN DE AZUFRE DEL CARBÓN VARGAS, M.J. PhD. y RAMON, J.A. PhD.
- [3] <http://depa.fquim.unam.mx/procesos/PDF/ProcesosI.pdf>
- [4] Lipson H., Stokes A. R., "The structure of graphite Locality: Ceylon, Bavaria Note: phase: graphite 3R", Proceedings of the Royal Society of London A 181, 101-105 (1942)

IMPACTO DE LAS ASIGNATURAS DE LA INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN EL APRENDIZAJE PARA EL DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN AUTOMATIZADA DE ENTRENAMIENTO

Carlos Alberto Garza Hernández¹ y Guillermo Riojas Rodríguez²

RESUMEN

En el presente documento presentamos la investigación para el encontrar las asignaturas que se vean envueltas en el diseño de una línea de producción de entrenamiento, buscando el desarrollo de un proyecto a largo plazo para integrar las mismas ya que se pretende que estudiantes de ingeniería puedan tener un mejor aprendizaje, más apto y enriquecedor, con el fin de que estos mismos logren tener un mejor desempeño al momento de emprender en su vida laboral en las empresas.

Se toman en cuenta algunas asignaturas de una de las ingenierías de la institución: ingeniería electrónica, buscando cuáles tienen aplicación en una línea de producción y la manera en la que se pueden enfocar las mismas en el aula, además de en qué forma se puede alcanzar un mayor aprendizaje.

ABSTRACT

In this document we present the investigation for the identification of subjects involved in the development of a Production Line for training, looking for a long term project to join them for a better learning, more suitable and enriching in order to acquire by themselves a better performance at the moment of dealing with its performance on any industry.

It was taken into consideration some subjects of the majors in engineering of the institution, like electronics engineering, looking for its application in a production line and the way in which these subjects can be focused in class besides the way to reach a wider learning.

Palabras Clave: Producción, Entrenamiento, Líneas de Producción, Desarrollo, Ingenierías.

INTRODUCCIÓN

A continuación se realiza una investigación sobre lo que una línea de producción necesita y/o cómo está conformada. Se tomaron en cuenta las partes que integran un: proceso, producción y sistemas de producción, para delimitar mejor el tema del cual estábamos tratando. Se decidió hacer la investigación orientada a Ingeniería Electrónica, una de las ingenierías del instituto, analizando el total de las asignaturas del plan de estudios vigente, pudiendo llegar a la conclusión de cómo estas pueden apoyar en las líneas de producción y de cómo el alumno puede tener un mejor aprendizaje de estas mediante el diseño de una celda de producción didáctica que él mismo automatizará.

MARCO TEORICO

Proceso:

Proceso es un conjunto o encadenamiento de fenómenos, asociados al ser humano o a la naturaleza, que se desarrollan en un periodo de tiempo finito o infinito y cuyas fases sucesivas suelen conducir hacia un fin específico. La palabra proceso es un sustantivo masculino que se refiere de un modo general a la acción de ir hacia adelante. Proviene del latín *processus*, que significa avance, marcha, progreso, desarrollo.

¹ Instituto Tecnológico Superior de Monclova "Ejército Mexicano"; Carr. 57 km 4.5, Unidad Tecnológica y Universitaria, C.P: 25701, Monclova, Coah., alexistorrescg@gmail.com.

² Instituto Tecnológico Superior de Monclova "Ejército Mexicano"; Carr. 57 km 4.5, Unidad Tecnológica y Universitaria, C.P: 25701, Monclova, Coah, guillermoriojas@hotmail.com.

Debido a su amplitud, podemos identificar procesos en una enorme cantidad de ámbitos dentro de la actividad humana o fuera de ella, es decir, que tienen lugar en el medio natural. Los ejemplos los encontramos en nuestro día a día, en la manera cómo desarrollamos nuestras actividades o en nuestro entorno.

Un proceso de producción es el conjunto de actividades orientadas a la transformación de recursos o factores productivos en bienes y/o servicios. En este proceso intervienen la información y la tecnología, que interactúan con personas. Su objetivo último es la satisfacción de la demanda.

Los factores de producción son trabajo, recursos y capital que aplicados a la fabricación se podrían resumir en una combinación de esfuerzo, materia prima e infraestructura.

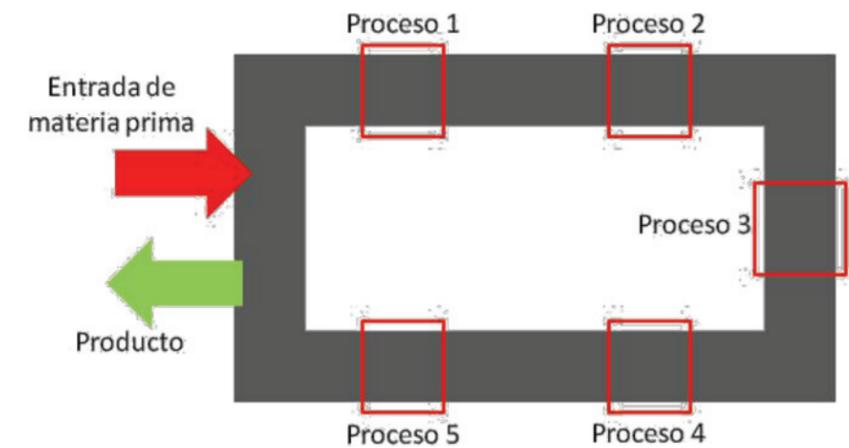


Figura 1 Proceso, descripción gráfica.

Procesos de producción

Etapas del proceso de producción

Para saber qué es un proceso de producción, especialmente si es industrial, es necesario atender a sus etapas. Cada una de ellas interviene de forma decisiva en la consecución del objetivo final, que no es otro que lograr la satisfacción del cliente, cubriendo las necesidades que se extraen de su demanda mediante un producto o servicio.

Producción / etapa de síntesis: durante esta fase, las materias primas que se recogieron previamente se transforman en el producto real que la empresa produce a través de su montaje. En esta etapa es fundamental observar los estándares de calidad y controlar su cumplimiento.

Procesamiento / etapa de acondicionamiento: la adecuación a las necesidades del cliente o la adaptación del producto para un nuevo fin son las metas de esta fase productiva, que es la más orientada hacia la comercialización propiamente dicha. Transporte, almacén y elementos intangibles asociados a la demanda son las tres variables principales a considerar en esta etapa.

Tipos de proceso de producción

Existen cuatro tipos de proceso de producción diferentes. Son los siguientes:

Producción bajo pedido:

En esta modalidad productiva solamente se fabrica un producto a la vez y cada uno es diferente, no hay dos iguales, por lo que se considera un proceso de mano de obra intensiva. Los productos pueden ser hechos a mano o surgir como resultado de la combinación de fabricación manual e interacción de máquinas y/o equipos.

Producción por lotes:

Con la frecuencia que sea necesario se produce una pequeña cantidad de productos idénticos. Podría considerarse como un proceso de producción intensivo en mano de obra, pero no suele ser así, ya que lo habitual es incorporar patrones o plantillas que simplifican la ejecución. Las máquinas se pueden cambiar fácilmente para producir un lote de un producto diferente, si se plantea la necesidad.

Producción en masa:

Es como se denomina a la manufactura de cientos de productos idénticos, por lo general en una línea de fabricación. Este proceso de producción, a menudo, implica el montaje de una serie de sub-conjuntos de componentes individuales y, generalmente, gran parte de cada tarea se halla automatizada lo que permite utilizar un número menor de trabajadores sin perjuicio de la fabricación de un elevado número de productos.

Producción continúa:

Permite fabricar muchos miles de productos idénticos y, a diferencia de la producción en masa, en este caso la línea de producción se mantiene en funcionamiento 24 horas al día, siete días a la semana. de este forma se consigue maximizar el rendimiento y eliminar los costes adicionales de arrancar y parar el proceso de producción, que está altamente automatizado y requieren pocos trabajadores.

Tipos de procesos de producción

Tendencias aplicables a todo proceso de producción

La fabricación industrial no tiene nada de nuevo y, sin embargo, continua evolucionando y adaptándose a las nuevas realidades. Las tres tendencias que se exponen a continuación son sólo un ejemplo de la capacidad de regeneración del negocio.

Sostenibilidad:

Forzando al máximo los ajustes y la economía de procesos, para un mejor aprovechamiento de los recursos que se traduce en una empresa más sostenible, tanto de cara al medio ambiente como a su propio futuro.

Aplicación de la tecnología: como por ejemplo en el caso de la combinación de robots con sistemas de visión.

Incorporación de big data: para lograr un mejor ajuste a la demanda y la optimización de las relaciones con proveedores, socios, empresas de transporte, entre otros.

Automatización industrial

Robots industriales en una fábrica de automóviles.

La automatización industrial (automatización: del griego antiguo auto, 'guiado por uno mismo') es el uso de sistemas o elementos computarizados y electromecánicos para controlar maquinarias o procesos industriales. Como una disciplina de la ingeniería más amplia que un sistema de control, abarca la instrumentación industrial, que incluye los sensores, los transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistemas de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de software en tiempo real para supervisar y controlar las operaciones de plantas o procesos industriales.

MÉTODOS Y MATERIALES

Los métodos utilizados en este trabajo fueron investigación documental y de campo, comparación de datos e investigación aplicada (solamente en las aplicaciones de las materias de acuerdo a su enfoque principal)

RESULTADOS

Se tomaron en cuenta los enfoques de diferentes materias del plan de estudios de la ingeniería electrónica impartidas en el INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MONCLOVA y se hizo una comparación del mismo para la línea de producción de entrenamiento.

A continuación aparece un análisis de las diferentes asignaturas relacionadas al diseño de una línea de producción de entrenamiento

Asignaturas	Competencia específica	Aplicación
Control 1	Interpretar y aplicar los conceptos básicos de control clásico para el análisis y modelado de sistemas físicos.	El uso de elementos sistemáticos como controladores PLC y PAC, control numérico o servomecanismos relacionados con aplicaciones de la tecnología de la información, como son tecnologías de ayuda por computador CAD, CAM o CAx, para el control industrial de maquinaria y procesos, reduciendo la necesidad de intervención humana. En el ámbito de la industrialización, la automatización está un paso por delante de la mecanización. Se preocupó desde sus orígenes de la automatización y del control automático de sistemas complejos, sin intervención humana directa. Campos como el control de procesos, control de sistemas electromecánicos, supervisión y ajuste de controladores y otros donde se aplican teorías y técnicas.
Control 2	Analizar y diseñar sistemas de control utilizando los métodos de respuesta a la frecuencia para el diseño de controladores, así como el uso de la teoría de control moderno para el control de sistemas automáticos.	Una de las etapas fundamentales de la planeación operacional de sistemas de manufactura es el diseño de control de operaciones. Controlar, coordinar y sincronizar los elementos de trabajo que componen una línea o varias líneas de producción de tal forma que los volúmenes de producción sean satisfechos son quizás los objetivos más importantes de la planeación operacional. En términos generales, el sistema de control de operaciones de un sistema productivo está compuesto por: 1) elementos de señalización (sensores), 2) sistemas de procesamiento de señales (PLC,s) 3) elementos de mando, los cuales gobiernan las formas operativas de la maquinaria. Las señales emitidas por los sensores son recibidas y procesadas por los PLC,s y, posteriormente enviadas a los elementos de mando. El control de operaciones de un sistema operativo debe garantizar el correcto funcionamiento, coordinación y sincronización de la maquinaria de trabajo a través de la emisión y procesamiento de señales. El objetivo de la sincronización de operaciones (derivada del control de procesos) es el cumplimiento de los volúmenes de producción requeridos.
Robótica industrial	Conoce el funcionamiento, capacidades y limitaciones de un robot industrial.	Su principal uso es en líneas de producción en aplicaciones tales como el ensamblado, la soldadura o la pintura. Esto es debido a que permite una producción más eficiente, reducción del desperdicio de material, y de costos, además de mejorar sustancialmente la calidad de los productos.
Diseño digital con VHDL	Diseñar y programar circuitos secuenciales síncronos, estructurar sistemas digitales utilizando lenguaje VHDL, conocer y desarrollar los componentes que conforman las arquitecturas básicas de un	En las tendencias de automatización a nivel mundial de los diferentes servicios y actividades del ser humano, como la producción en línea, el armado de automóviles, el empaquetamiento de productos, el control de entradas y salidas de diversos sistemas electrónicos y mecatrónicos para efectuar diferentes tareas, son solo algunos ejemplos de control de procesos. El comportamiento de estos sistemas, determinados en gran medida por el conocimiento de su

	procesador.	función de transferencia puede ser detallado con relativa facilidad mediante una descripción estilo funcional en VHDL.
Microcontroladores	Utilizar los recursos del microcontrolador para resolver problemas específicos en el ámbito de la Ingeniería Electrónica, en el desarrollo de aplicaciones y equipos afines, apoyándose en el uso de herramientas computacionales	Decenas de miles de microcontroladores se integran todos los días en las plantas de manufactura más avanzadas, ya que puede integrar inteligencia casi a cualquier artefacto. Se le puede entrenar para adaptarse a su entorno, responder a condiciones cambiantes y volverse más eficiente y que responda a las necesidades únicas de la industria en general.
Instrumentación	Desarrollar las competencias necesarias para seleccionar, aplicar, calibrar, operar los instrumentos de medición y control empleados en los procesos industriales, así mismo las habilidades para la sintonización de los controladores PID.	Para un buen funcionamiento de procesos, dentro de la seguridad para los equipos y personas, de acuerdo a la planificación dentro de los costos establecidos manteniendo la calidad, puesto que son aquellos dispositivos que no ayudaren en el desarrollo de nuestros proyectos ya que son los encargados de capturar, analizar y modificar las variables de los procesos, no solo eso sino también controlarlos y traducirlos a unidades de ingeniería.
Optoelectrónica	Definir los conceptos y teorías que explican la operación de los dispositivos optoelectrónicos para el diseño y construcción de circuitos.	El campo de la optoelectrónica se ha convertido en un área de creciente interés en la electrónica; dispositivos tales como LED, optocopladores y fotodetectores se están construyendo ahora con una mayor capacidad de manejo de corriente. La optoelectrónica ha probado ser de alta efectividad en el campo de las comunicaciones, donde las fibras ópticas pueden manejar frecuencias mayores a las velocidades de conmutación de la electrónica de hoy en día y además apoya todas las aplicaciones industriales gracias a la completa gama de sensores y transductores, algunas exclusivas para la automatización de procesos y de fábricas.
Electrónica de potencia	Analizar, simular, diseñar, construir y aplicar circuitos y sistemas electrónicos para el control de potencia, y conversión de la energía eléctrica para optimizar su uso.	Permite adaptar y transformar la energía eléctrica para distintos fines tales como alimentar controladamente otros equipos, transformar la energía eléctrica de continua a alterna o viceversa, y controlar la velocidad y el funcionamiento de máquinas eléctricas, etc. mediante el empleo de dispositivos electrónicos, principalmente semiconductores. Esto incluye tanto aplicaciones en sistemas de control, sistemas de compensación de factor de potencia y/o de armónicos como para suministro eléctrico a consumos industriales o incluso la interconexión de sistemas eléctricos de potencia de distinta frecuencia. Aplicando por decir unos ejemplos en el control de motores y fuentes de alimentación.

TABLA 1.1 Aplicación de diferentes materias a la línea de producción de entrenamiento

CONCLUSIONES

Aprovechando la complejidad y verticalidad que un proyecto integrador de un la línea de producción de entrenamiento tiene, puede ser utilizado por los docentes de las asignaturas mencionadas de manera que

el alumno a lo largo de su semestres pueda perfeccionar el diseño y funciones de la misma, esto influye en el alumno de forma muy positiva ya que adquirirá una mejor noción de la producción en ambientes industriales y cómo operar y mejorar una línea de producción además de poder ser utilizada por otros alumnos que cursen otras carreras que ofrece la institución en la cual se desarrolló esta investigación como lo sería Ingeniería Industrial o Ingeniería Mecánica o Ingeniería Informática. Y obviamente la institución se ve beneficiada en el ámbito de generar mejores y muchos más preparados ingenieros.

BIBLIOGRAFIA

DEFINICIONES DEL MARCO TEÓRICO

Consultadas en:

Proceso

<http://www.significados.com/proceso/>

Tipos de proceso

<http://retos-operaciones-logistica.eae.es/2014/07/proceso-de-produccion-en-que-consiste-y-como-se-desarrolla.htm>

Automatización Industrial

https://es.wikipedia.org/wiki/Automatizaci%C3%B3n_industrial

TABLA DE COMPARACIÓN DE PLAN DE ESTUDIOS

Instituto Tecnológico Superior De Monclova Ejército Mexicano, Ingeniería Electrónica. Consultada en: <http://www.mitecnologico.com/electronica/>

GREEN CHEMICAL REACTION ENGINEERING FOR ALTERNATIVE ENERGIES: CATALYTIC GASIFICATION OF BIOMASS

Mario Alberto Gómez Gallardo¹ y Benito Serrano Rosales²

RESUMEN

En los últimos años se ha presentado la problemática de producir energía de una manera sustentable. En este reporte se presenta y describe el método de la gasificación de la biomasa con vapor, para degradarla y así obtener hidrógeno, gas de síntesis y algunos hidrocarburos, además de la metodología para la elaboración de catalizadores de níquel soportados en gama-alumina.

Se describe además la técnica de análisis de cromatografía de gases para cuantificar los compuestos presentes en las muestras de los experimentos, así como al reactor CREC Riser Simulator que será usado para realizar experimentos, el cual esta patentado por la Universidad de Western Ontario, Canadá. Se usara lignina como compuesto modelo para representar a la biomasa, variando la relación vapor-biomasa de 1 a 1.5.

ABSTRACT

In recent years there has been the problem of producing energy in a sustainable way. This report presents and describes the method of gasification of biomass with steam, to degrade and thus obtain hydrogen, syngas and some hydrocarbons, and the methodology for the production of nickel catalysts supported on gamma-alumina.

The analysis technique of gas chromatography to quantify compounds in the samples of the experiments and the reactor CREC Riser Simulator to be used for experiments, which is patented by the University Western Ontario, Canada is further described. Lignin was used as a model compound to represent biomass, biomass steam-varying 1 to 1.5.

Palabras Clave: Lignina, producción de hidrógeno, gasificación, catalizadores fluidizables, reactor CREC Riser Simulator.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la humanidad está en riesgo de enfrentar una terrible crisis energética debido a la visión de que los hidrocarburos se están agotando y que los yacimientos encontrados son difíciles de explotar. Es por ello que nos encontramos en un grave problema al no poder seguir dependiendo de los hidrocarburos, lo cual tenemos que buscar alternativas de producción de energía que sean eficientes, autosustentables y amigables con el medio ambiente. Por lo cual la investigación a realizar apoyara al uso de estas energías alternas como es el caso de la producción de hidrógeno y gas de síntesis (CO y H₂).

El proceso global sobre la generación, transporte y consumo actual de energía, depende de los combustibles fósiles, pero esto es insostenible, debido a que estos se van a agotar. Estudios realizados en

¹Universidad Autónoma de Zacatecas, Ingeniería química, Campus UAZ-siglo XXI, Carr. Guadalajara Km. 6, Ejido la escondida C.P. 98160 Zacatecas, Zac.magogalla@hotmail.com

² Universidad Autónoma de Zacatecas, Ingeniería química, Campus UAZ-siglo XXI, Carr. Guadalajara Km. 6, Ejido la escondida C.P. 98160 Zacatecas, Zac.beniser@prodigy.net.mx

Alemania muestra que para el 2050 ya no podremos depender del petróleo lo cual conlleva a una crisis mundial energética a la que debemos estar preparados. (M, 2012) La quema de combustibles fósiles es una de las principales causas del cambio climático, debido a que el 75 por ciento es causado por la quema de estas fuentes energéticas y sólo el 25 por ciento proviene de pérdida de vegetación y cambio de uso de suelo. (Álvarez, 2007)

El hidrógeno presenta ventajas que lo hace un candidato para abastecer de energía a la sociedad, tiene un elevado poder calorífico, los productos generados en su combustión son principalmente agua y oxígeno, los cuales no son considerados como peligrosos. Además, la insuficiencia de combustibles fósiles es cada vez más notoria, por lo que se debe acudir a la producción de energías alternativas como lo es el hidrógeno.

Con el paso del tiempo los métodos para producir hidrógeno fueron mejorando, algunos de ellos como el proceso electroquímico, como resultado del reformado de hidrocarburos, aplicando fotocatalisis al agua, como producto de la gasificación de la biomasa que en este caso es el tema de interés, este último método es muy apropiado debido a que tiene una gran eficiencia al producir hidrógeno aunque existe una polémica si dedicamos la tierra a producir biomasa para la energía o para sembrar productos utilizados como comida.

Para mejorar los procesos de gasificación de biomasa, se están buscando nuevos catalizadores, y en la literatura se reportan: Catalizadores de reformado de níquel o cobalto, gasificando a menos de 550°C lo cual reduce la formación de alquitranes. Catalizadores de níquel, cobalto, gama alumina y mezclas entre ellos, han mostrado que favorecen la formación de monóxido de carbono e hidrógeno.

El objetivo de este verano de la ciencia trabajando en la gasificación de la biomasa se enfocó en:

- ❖ Sintetizar catalizadores fluidizables de gama alumina con níquel, usando el método de impregnación incipiente.
- ❖ Evaluar las propiedades fisicoquímicas de los catalizadores.
- ❖ Efectuar experimentos en el reactor CREC – Riser Simulator, a temperatura de 700 °C y estudiar la relación.

MARCO TEÓRICO

Existen varios reportes en la literatura sobre la gasificación de biomasa, sin embargo, la generación de hidrógeno a partir de biomasa se ha convertido en un punto atractivo ya que se le considera un recurso renovable y como una fuente disponible para la producción de energía limpia. Los tipos de biomasa que han sido probados incluyen residuos sólidos urbanos, aserrín, licor negro, y desechos agrícolas. Diferentes tipos de reactores se han estudiado tales como gasificadores de lecho fijo, gasificadores de corriente ascendente, gasificador Texaco, gasificadores de doble cama y gasificadores de lecho fluidizado. (Mohamed A. H, 2016)

En los últimos años las investigaciones se han centrado en los catalizadores de Ni como un material eficaz para la limpieza en la formación del gas catalítico. Por lo tanto, todos los catalizadores basados en Ni se aplican para la gasificación de biomasa en SCW y limpieza de gases calientes catalíticos. Los catalizadores basados en Ni se utilizan comercialmente para reformar nafta en el proceso de reacción (Furusawa T, 2007). Es así que el trabajo presente se enfocara en obtener hidrógeno a partir de la lignina y como subproductos gas de síntesis y otros hidrocarburos de bajo peso molecular. Los sistemas energéticos que utilizan materias primas son necesarios para lograr una sociedad sostenible. La biomasa de madera tiene un gran potencial como una fuente de energía, debido a que el dióxido de carbono (CO₂) formado a partir de biomasa se recicla a través de la fotosíntesis (Osada M, 2004).

MÉTODOS Y MATERIALES

En esta sección se reporta los procedimientos para sintetizar el catalizador de gamma alúmina, para trabajar con el cromatógrafo de gases y para operar el reactor CREC- Riser-Simulator.

PREPARACIÓN DEL CATALIZADOR

El catalizador se preparará empleando la técnica de humedad incipiente y plantillas blancas a partir de un soporte de gamma alúmina fluidizable (Catalox SSCA 5/200 Sasol) con impregnación de níquel.

La gamma alúmina fluidizable, que actúa como un soporte para el metal activo se calcina antes de cargar el metal de impregnación. La calcinación implica calentar la alúmina meso-estructurada en un horno a una temperatura de 1000°C durante 8 horas. Este proceso elimina el exceso de agua y la inestabilidad térmica en el polvo de alúmina meso-estructurada. El proceso de cargar el níquel se consigue de acuerdo con las siguientes etapas:

- El polvo de alúmina gamma fluidizable será colocado en un matraz de cuarzo.
- Un agitador magnético se insertará en el matraz y luego será sellado con un tapón de goma.
- El sistema se mantiene bajo un vacío de 250 mm Hg. Una solución de nitrato de níquel será preparada por la disolución de nitrato de níquel-hexa-hidrato ($Ni(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$), polvo con 0,8 ml de agua por cada gramo de soporte de alúmina meso-estructurada. La cantidad de polvo de níquel-hexa-hidrato deseado será disuelto en agua y será calculado mediante la fórmula 1).

$$m_{Ni(NO_3)_3 \cdot 6H_2O} = \frac{x_{Ni} MW_{Ni(NO_3)_3 \cdot 6H_2O} m_{Al_2O_3}}{MW_{Ni} x_{purity}} \quad (1)$$

Donde $m_{Ni(NO_3)_3 \cdot 6H_2O}$ representa la masa de nitrato de níquel-hexa-hidrato añadido, x_{Ni} denota el porcentaje de carga del metal, $MW_{Ni(NO_3)_3 \cdot 6H_2O}$ es el peso molecular de nitrato de níquel-hexa-hidrato, $m_{Al_2O_3}$ significa la masa del soporte de alúmina, MW_{Ni} representa el peso molecular de níquel, y x_{purity} es el porcentaje de pureza de níquel-nitrato de hexa-hidrato.

La solución precursora de níquel se introduce en un matraz usando una jeringa. El agitador magnético será utilizado para mezclar la gamma-alúmina impregnada y fluidizable, hasta que la mezcla sea homogénea (color uniforme pasta verde-esmeralda). Con el fin de secar el impregnado fluidizable en la suspensión de gamma alúmina, la pasta resultante se calentará en un horno a temperatura de 140°C a una velocidad de calentamiento 20°C / hora durante 6 horas. El proceso de impregnación será repetido varias veces hasta alcanzar una carga de níquel 20% en peso. Además de níquel, se añadirá lantano al soporte hasta 5% en peso como lo recomienda Mazumder (2014). La adaptación conveniente de esta técnica de preparación del catalizador será implementado con el asesoramiento de los equipos del Prof. de Lasa y el Prof. Kaliaguine's (De Lasa H, 2011).

Después de esto, con el fin de depositar el nitrato de níquel-sobre la gamma alúmina fluidizable, el polvo de catalizador se coloca en el reactor de lecho fluidizado especialmente diseñado dentro de un horno. La temperatura se mantendrá a 750°C durante un periodo de 8 horas.

Durante este tiempo, una corriente de gas que contiene hidrógeno será transportado a través del lecho de catalizador. El nitrato de níquel- se descompone primero en óxido de níquel, que luego se reduce en un segundo paso. El agua y los vapores HNO_3 saldrán del reactor de lecho fluidizado a través de una corriente de escape y se agregará en una solución de hidróxido de sodio dentro de la campana de humos. El HNO_3 reaccionará con el hidróxido de sodio formando nitrato de sodio y agua. Cada metal será cargado con 2.5% en peso de níquel al soporte de alúmina gamma fluidizable (Salaices E, 2011).

Estos catalizadores de níquel tendrán una gran área superficial específica estabilizada por la gama alúmina. Además se añadirán dopantes para minimizar la formación de alquitrán. Los catalizadores obtenidos a diferentes porcentajes en peso se utilizaron en el reactor CREC Riser simulator: el reactor es una unidad de banco de lecho fluidizado. El CREC Riser simulator es fabricado por Recat

Tedtechnologies Inc. bajo licencia exclusiva con la Universidad de Western Ontario. Este prototipo es el único en el mundo que permite encontrar información para conocer los parámetros físicos, químicos y cinéticos en todo el mundo para la gasificación de biomasa y algunos de sus funciones son:

- La evaluación del desempeño del catalizador fluidizable en condiciones de gasificación cuidadosamente controladas.
- El desarrollo de modelos cinéticos para la gasificación de biomasa se basa en los parámetros cinéticos (energías de activación, calor de adsorción, constantes de adsorción) con los indicadores estadísticos adecuados (coeficientes de correlación bajos y reduce los intervalos de confianza del 95%). No se tiene conocimiento de un reactor similar que realice todas las funciones de prueba de catalizadores descritos y como resultado el CREC Riser Simulator es un instrumento fundamental para esta investigación.

GASIFICACIÓN

El proceso de la gasificación de la biomasa se representa en la figura 1.

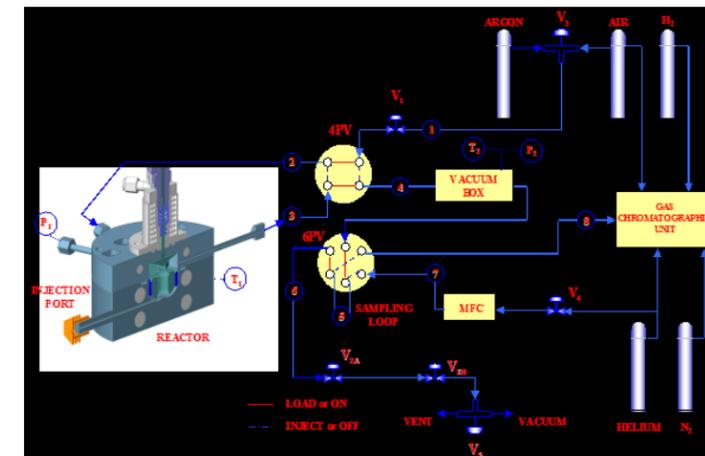


Figura 1.- Representación del reactor CREC Riser Simulator y sus equipos auxiliares.

En la figura se muestran en reactor CREC Riser Simulator, los tanques de gases y el cromatógrafo de gases para analizar las muestras provenientes del reactor. En las figuras 2a y 2b se muestra los detalles del reactor.



Figura 2.- (a) vista frontal del reactor CREC Riser Simulator



Figura 2.- (b) vista interior del reactor.

Esta es una unidad a escala de banco, un reactor discontinuo de recirculación interna con una capacidad de 53 cm³ permitiendo la carga de 1 g de catalizador. Los productos de reacción gaseosas serán analizados en un equipo de Cromatografía de gases (Figura 3) (GC) equipado con el detector de conductividad térmica (TCD) y el detector de ionización de llama (FID).



Figura 3. Vista frontal del Cromatógrafo de gases

Los detectores FID / TCD operarán con un polímero poroso Hayesep D 100/120, 30 pies x 1/8 "ODSS columna de relleno. Esto permitirá la separación y cuantificación de gases permanentes (H₂, CO, CO₂, CH₄), y H₂O, C₂H₄, C₂H₆, C₂H₄O, y hasta hidrocarburos C₆.

RESULTADOS

Se obtuvieron catalizadores con 5% de peso en níquel, hidrogeno en bajas concentraciones el cual fue detectado en el cromatógrafo de gases después de varias experimentaciones en nuestro reactor, el grupo de trabajo está trabajando en el mismo tema sobre la gasificación de biomasa para la obtención de hidrogeno y en comparación a lo realizado ellos trabajan con catalizadores diferentes, así mismo obteniendo hidrogeno aproximadamente en un 30% de la cantidad de muestra inyectada en el reactor.

CONCLUSIONES

- 1.- El agotamiento de los hidrocarburos fósiles nos lleva día a día a una crisis energética, para lo cual debemos buscar nuevas fuentes alternativas para el abastecimiento de energía.
- 2.- La gasificación de biomasa permitirá atender dos problemas, el abastecimiento de energía y la limpieza del medio ambiente.
- 3.- El estudio de la biomasa requiere sintetizar catalizadores novedosos que reduzcan la temperatura de operación y minimicen la formación de alquitrans que en este caso se utilizó níquel con gamma alúmina.
- 4.- El reactor CREC – Riser Simulator es un prototipo que permite obtener información para estimar los parámetros físicos y cinéticos y proponer herramientas para escalar a unidades de mayor tamaño.

BIBLIOGRAFIA

- Álvarez, D. A. (2007). *Los posibles afectados por el proceso de cambio climático*. México.
- De Lasa H, S. E. (2011). Catalytic Steam Gasification of Biomass: Catalysts, Thermodynamics and Kinetics chemical reviews. . *American Chemical Society*, 111, 5404–5433.
- Furusawa T, S. T. (2007). Hydrogen production from the gasification of lignin with nickel catalysts in supercritical water. *International Journal of Hydrogen Energy*, 32, 699-704.
- M, M. (2012). *El petróleo en el contexto mundial, producción & conflicto energético*. .
- Mohamed A. H, A. M. (2016). Hydrogen rich gas production from catalytic gasification of biomass. *Renewable Energy Journal*, 85(1290-1300).
- Osada M, S. Y. (2004). Low-Temperature Catalytic Gasification of Lignin and Cellulose with a Ruthenium Catalyst in Supercritical Water. *Energy & Fuels*, 18, 327-333.
- Salaices E, D. L. (2011). Steam Gasification of a Cellulose Surrogate over a Fluidizable Ni/a-Alumina Catalyst: A Kinetic Model. *AIChE Journal*, 58, 1588-1599.

ANÁLISIS DE SEÑALES INDIRECTAS PARA LA DETECCIÓN DE LAS APNEAS E HIPOAPNEAS DEL SUEÑO

Carlos Antonio Gómez Vega¹ y Elvia Ruth Palacios Hernández²

RESUMEN

El síndrome de apnea-hipoapnea del sueño (SAHS) es un trastorno caracterizado por la aparición de pausas o reducciones en el flujo de aire respiratorio. Estos eventos causan una disminución de la saturación de oxígeno en la sangre. La importancia de la detección del SAHS radica en su relación con enfermedades crónicas y por ello se requieren nuevas técnicas y medios para facilitar el análisis del sueño y diagnosticar las enfermedades asociadas a él a través de un índice que exprese su severidad. En este trabajo se presenta un método basado en análisis de recurrencia utilizando señales adquiridas de un dispositivo no obstructivo, donde el flujo respiratorio es medido indirectamente a través de un colchón sensorizado (PBS) que incluye 8 transductores de presión. Las gráficas de recurrencia permiten detectar patrones dinámicos escondidos en los datos y las estructuras encontradas en las gráficas pueden ser cuantificadas.

ABSTRACT

The sleep apnea-hypopnea syndrome (SAHS) is a medical disorder characterized by breaks or pauses in the respiratory airflow. These events cause a decrease in the blood oxygen saturation. The importance of the SAHS detection lies in its relation with chronic diseases and is necessary to investigate new techniques and measures to facilitate the sleep analysis and diagnose associated diseases using an index. This work presents a method based on recurrence analysis using acquired signals by a non-obstructive device, which measures indirectly the breath airflow using a Pressure Bed Sensor (PBS) which uses 8 pressure transducers. The recurrence plots allow the dynamical patterns detection hidden in data and the hidden structures could be quantified.

Palabras clave: sueño, apnea, recurrencia.

INTRODUCCIÓN

El sueño es una necesidad neurobiológica con patrones predecibles de somnolencia y vigilia. Alterar estos patrones conduce a una somnolencia diurna capaz de interferir en la vida socio-laboral. El síndrome de apnea-hipoapnea del sueño (SAHS) es el trastorno respiratorio más frecuente relacionado al sueño. El SAHS está caracterizado por la aparición de pausas o reducciones en el flujo de aire respiratorio, las cuales provocan la disminución de la saturación de oxígeno en la sangre y terminan con un breve despertar (arousal) al intentar estabilizar la respiración. En México la prevalencia de este síndrome es de 2.2% en mujeres y 4.4% en hombres. Este trastorno se asocia a enfermedades crónicas, así como obesidad y enfermedades cardiovasculares. Se ha relacionado también a accidentes de tráfico debido a la somnolencia que deriva.

Las apneas e hipoapneas se clasifican dependiendo de su causa en obstructivas, centrales o mixtas. Las apneas obstructivas son causadas por una obstrucción en la faringe que evita el flujo de aire y traen consigo un incremento en el esfuerzo respiratorio. Las apneas centrales se presentan por una inhibición transitoria del impulso respiratorio del sistema nervioso central, el cual se encarga de estimular a los músculos respiratorios. Al no existir tal impulso, el flujo de aire se ve disminuido. Los eventos mixtos son provocados por la combinación de los dos factores mencionados. La principal diferencia entre las

¹ Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Salvador Nava s/n, Col. Lomas, C.P. 78290, San Luis Potosí, S.L.P., MÉXICO; cargove823@gmail.com

² Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Salvador Nava s/n, Col. Lomas, C.P. 78290, San Luis Potosí, S.L.P., MÉXICO; epalacios@ciencias.uaslp.mx

apneas e hipoapneas es el nivel de disminución de la señal respiratoria. La apnea es una ausencia o reducción mayor al 90% de la amplitud de la señal con una duración mínima de 10 segundos. Por su parte, la hipoapnea es una reducción discernible mayor al 30% y menor al 90% de la amplitud de la señal con una duración mínima de 10 segundos.

La severidad del SAHS se expresa a través del índice de apnea e hipoapnea (AHI), definido por el número promedio de apneas e hipoapneas por hora de sueño y se determina mediante la polisomnografía (PSG). La PSG es el método de diagnóstico estándar y consiste en la adquisición de diversas señales fisiológicas a través de diversos sensores. Un especialista debe analizar las señales obtenidas mediante la PSG para identificar y cuantificar los eventos respiratorios. El SAHS se clasifica como leve ($5 < \text{AHI} < 15$), moderado ($15 < \text{AHI} < 30$) y severo ($\text{AHI} > 30$).

La PSG requiere de una infraestructura adecuada además de personal especializado. Al colocarse demasiados sensores en el cuerpo del paciente pueden presentarse problemas técnicos que interrumpan la medición de las señales. La PSG es considerada como un método costoso, laborioso y técnicamente complejo y, por tanto, se han propuesto nuevos métodos y técnicas no obstructivos y no invasivos para la adquisición de las señales asociadas al sueño.

En años recientes se desarrolló en el Centro de Investigación Técnica de Finlandia (VTT) un dispositivo que permite el monitoreo de las variables cardiorespiratorias útiles para el diagnóstico de diferentes tipos de fenómenos respiratorios. El PBS (Pressure Bed Sensor) consta de ocho sensores de presión colocados en el interior de un colchón de hule espuma. Estos sensores permiten obtener señales relacionadas a movimientos mecánicos del cuerpo, como los provocados por los ciclos respiratorio y cardíaco. Este dispositivo se coloca sobre la cama donde estará el paciente para adquirir las señales utilizando un convertidor analógico digital con frecuencia de muestreo de 5 Hz. Como no se requiere de electrodos u otros sensores colocados sobre el paciente, este dispositivo se presenta como un método no obstructivo y no invasivo. Para la obtención de la señal de respiración se aplica un análisis de componentes principales a las 8 señales, obteniendo una sola señal promedio.

Los procesos naturales pueden tener un comportamiento recurrente distintivo como periodicidades o ciclos irregulares. Además, la recurrencia de los estados es una propiedad fundamental de sistemas dinámicos deterministas y es típica de sistemas no lineales. Estas recurrencias pueden ser visualizadas en una gráfica de recurrencia, la cual representa los momentos en que los estados son recurrentes en un espacio fase. Los patrones observados en la gráfica permiten observar las cualidades del sistema, las cuales pueden ser a grande escala o bien realizar inspecciones en escalas más pequeñas. La tipología básica permite clasificar las gráficas y sus estructuras. Aunado a esto, es posible realizar un análisis cuantitativo de las gráficas a través de diversos índices que describan la dinámica. Las principales ventajas que ofrece esta herramienta es que el ruido no afecta la visualización de información y que puede utilizarse para observar las características de espacios fase de n dimensiones.

En este trabajo se presenta un método basado en gráficas de recurrencia y su análisis cuantitativo para la obtención de índices que permitan ver la severidad del SAHS utilizando señales respiratorias indirectas obtenidas mediante el PBS. En la siguiente sección se describe el análisis de las gráficas de recurrencia y las topologías observadas de los eventos respiratorios. Posteriormente, se muestran los resultados del análisis de diferentes señales. Finalmente se concluye con una discusión de los resultados obtenidos.

METODOLOGÍA

Para este trabajo se utilizó una base de datos del VTT en Finlandia que incluyen las señales de 24 pacientes, de los cuales 11 son pacientes sanos ($\text{AHI} < 5$) y el resto presentan SAHS con diferente severidad. Se encuentran 3 pacientes con SAHS leve, 5 con moderado y 5 con severo. La señal de interés es la señal de respiración que provee el PBS a partir del análisis de componentes principales y como complemento se utiliza la evaluación del médico, en la cual se muestran los intervalos de tiempo en que existió un evento respiratorio, así como su clasificación. Las señales están muestreadas a 5 Hz durante un

tiempo promedio entre 7 y 8 horas. Las gráficas de recurrencia permiten visualizar las trayectorias de un espacio fase en una representación bidimensional de la cercanía de un punto de la trayectoria respecto a otro. Las señales respiratorias muestran una dinámica no lineal y se observa una regularidad. Las apneas e hipoapneas son perturbaciones en el sistema en las cuales la amplitud de la señal disminuye y en algunos casos se ausenta. Al manejar una cantidad de datos muy grande, observar los planos fase se dificulta ya que las trayectorias se pierden en la representación. Por tanto, utilizar las gráficas de recurrencia permite observar los patrones escondidos de las perturbaciones y regularidades.

La recurrencia de un estado i en un instante diferente j es identificada en una matriz cuadrada bidimensional de carácter binario donde los dos ejes son temporales. La función que genera esta matriz es la siguiente:

$$R_{i,j} = \Theta(\varepsilon_i - \|x_i - x_j\|) \quad (1)$$

donde Θ es la función de Heaviside, $\|\cdot\|$ es la norma, ε_i es el radio de la circunferencia de vecindad y $x_i \in R^m$ con $i, j = 1, 2, \dots, N$.

La recurrencia de una señal con ella misma puede ser observada utilizando un desplazamiento temporal,

$$x_j(n) = x_j(n - \tau) \quad (2)$$

donde τ puede ser encontrado a partir de la autocorrelación de la señal. Su valor óptimo será la diferencia entre el pico central y el primer valle.

La Figura 1 muestra la señal de respiración de un paciente con SAHS severo durante un período de 30 minutos equivalente a 9000 muestras. El período se encuentra en la primera mitad de la duración total de la señal. La señal es normalizada para que se encuentre en el intervalo $[-1,1]$ y pueda efectuarse el análisis correctamente. Utilizando la evaluación realizada por el médico se observan 24 eventos respiratorios con duraciones mayores a 10 segundos, que por definición son apneas o hipoapneas. Al observar el intervalo entero no se logran observar las disminuciones de amplitud.

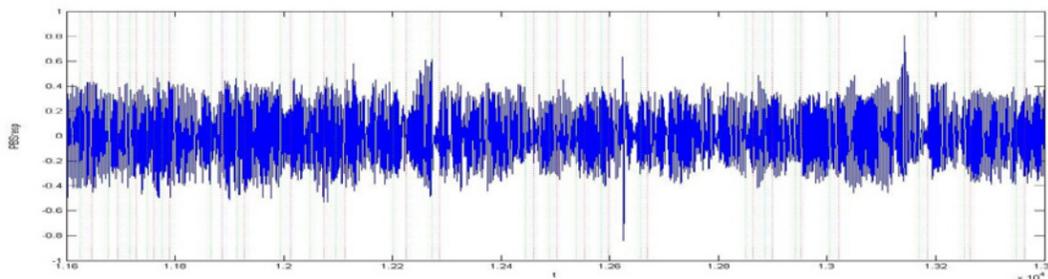


Figura 1. Señal de respiración en un intervalo de 30 minutos.

En la gráfica de recurrencia de la señal con su identidad desplazada (Fig. 2) se observa una distribución homogénea debido a la gran cantidad de datos que se encuentran en la matriz. Existen patrones diagonales que muestran cierta periodicidad en la dinámica y se observan huecos horizontales y verticales que indican los cambios abruptos en la señal, los cuales pueden ayudar a la detección de apneas. De igual forma se observan patrones en la diagonal correspondientes a segmentos aislados de la señal.

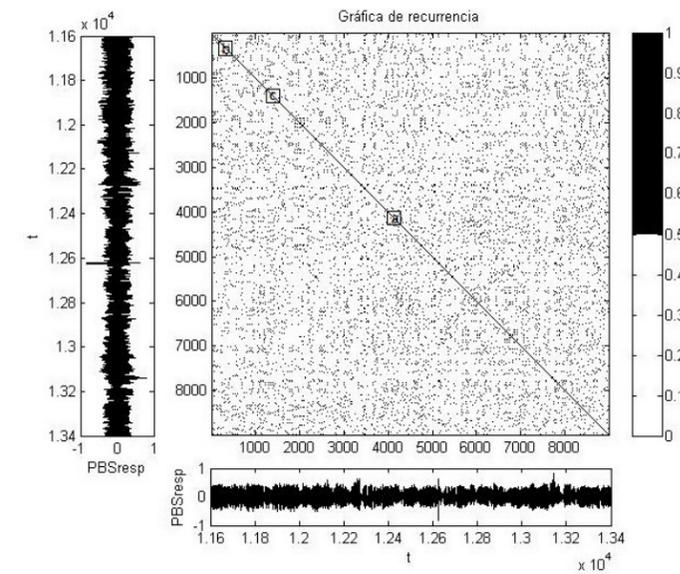


Figura 2. Gráfica de recurrencia de una señal de respiración. a) respiración regular, b) hipoapnea, c) apnea.

Al aislar los eventos respiratorios, a partir de la evaluación del médico de la señal, se observan patrones característicos de períodos regulares, apneas e hipoapneas. Los períodos regulares están caracterizados por diagonales de diferentes longitudes orientadas en la misma dirección, en este caso las trayectorias son muy parecidas. También se observan perpendiculares a las diagonales y algunos cruces que son debidos a disminuciones de amplitud. Estas disminuciones no son consideradas hipoapneas ya que son muy pequeñas. Las hipoapneas están caracterizados por lo comentado anteriormente. Debido a que existen disminuciones y las trayectorias cambian en el plano fase, existen perpendiculares a las diagonales características de la señal en respiración regular. Los cruces muestran una mayor densidad y las perpendiculares se ven más claras. En el caso de las apneas se pueden observar más huecos debido a que la disminución es muy grande y abrupta. Al intentar recuperar el ritmo respiratorio se pueden ver diagonales como en el período regular.

La visualización de las gráficas de recurrencia, en especial de los eventos aislados en la diagonal, permite identificar patrones característicos de cada tipo de evento respiratorio. Estos patrones no serán iguales en todos los casos debido a que la respiración no es igual en todas las personas y las apneas tienen disminuciones de diferente magnitud. Se necesita cuantificar para obtener intervalos que indiquen la aparición de apneas.

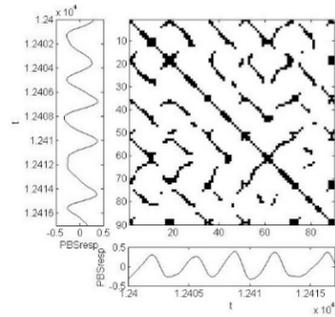


Figura 3a. Segmento regular de respiración en la gráfica de recurrencia.

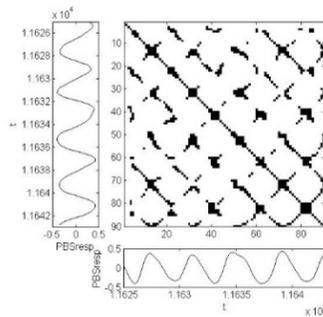


Figura 3b. Segmento de hipoapnea en la gráfica de recurrencia.

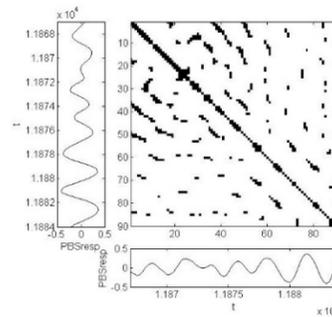


Figura 3c. Segmento de apnea en la gráfica de recurrencia.

La primera variable de cuantificación es el porcentaje o tasa de recurrencia que da la densidad relativa de puntos de recurrencia y está definida como:

$$RR(\varepsilon, N) = \frac{1}{N^2 - N} \sum_{i \neq j=1}^N R_{i,j}^{m,\varepsilon} \quad (3)$$

El porcentaje de determinismo define la fracción de puntos que forman diagonales en base a la siguiente ecuación:

$$DET = \frac{\sum_{l=d_{min}}^N l H_D(l)}{\sum_{i,j=1}^N R_{i,j}} \quad (4)$$

donde d_{min} es un umbral de la longitud mínima de las diagonales (valor típico de 2) y $H_D(l)$ es el histograma de las longitudes de las estructuras diagonales dado por:

$$H_D(l) = \sum_{i,j=1}^N (1 - R_{i-1,j-1})(1 - R_{i+l,j+l}) \prod_{k=0}^{l-1} R_{i+k,j+k} \quad (5)$$

La siguiente variable conocida como ratio es la relación entre DET y RR, y puede ser calculada a partir de la distribución de frecuencia de las longitudes de las diagonales.

$$RATIO = N^2 \frac{\sum_{l=d_{min}}^N l H_D(l)}{(\sum_{i,j=1}^N R_{i,j})^2} \quad (6)$$

Otra variable útil es la entropía de Shannon para la distribución de líneas diagonales que refleja la estructura determinista del sistema y se define como:

$$ENT = - \sum_{l=d_{min}}^N p(l) \ln p(l) \quad (7)$$

siendo $p(l)$ la probabilidad de la aparición de la diagonal de longitud l .

$$p(l) = \frac{H_D(l)}{\sum_{l=d_{min}}^N H_D(l)} \quad (8)$$

La última variable de cuantificación propuesta es la laminaridad, que es una análoga al porcentaje de determinismo, cambiando las estructuras diagonales por verticales.

$$LAM = \frac{\sum_{l=v_{min}}^N l H_V(l)}{\sum_{i,j=1}^N R_{i,j}} \quad (9)$$

con v_{min} como el umbral de la longitud mínima de las verticales (valor típico de 2) y $H_V(l)$ como el histograma de las longitudes de las estructuras verticales que se puede calcular como:

$$H_V(l) = \sum_{i,j=1}^N (1 - R_{i,j-1})(1 - R_{i,j+l}) \prod_{k=0}^{l-1} R_{i,j+k} \quad (10)$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el análisis se tomaron los datos del paciente #3, que tiene SAHS severo, en intervalos de 30 minutos. En este período el médico diagnosticó 368 eventos respiratorios, de los cuales 299 son hipoapneas y 66 son apneas, el restante no tiene clasificación. Se calcularon los índices descritos en la sección anterior para cada período. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

Los eventos respiratorios son de duración variable y también las disminuciones son de diferente magnitud, por lo que no existe regularidad en ellos. Se puede observar en la tabla que los índices varían respecto al número de eventos respiratorios y también por la cantidad de apneas e hipoapneas.

En el caso del índice RR, éste indica la densidad de puntos en la matriz excluyendo la diagonal. Como se describió en la sección anterior, se observó gráficamente que en los eventos respiratorios existe una mayor densidad de puntos. Hay que mencionar que durante las apneas en las que la disminución es muy grande o que ausenta la respiración hay huecos y no existe recurrencia.

Tabla 1. Índices calculados en segmentos de señal de 30 minutos.

Período	Tamaño	Eventos	Hipoapneas	Apneas	RR	DET	RATIO	ENT	LAM
1	1800	11	11	0	0.0931	0.7726	8.2857	1.5639	0.8339
2	1800	14	14	0	0.0551	0.8688	15.7234	1.7544	0.4670
3	1800	31	30	1	0.1329	0.8160	6.1370	1.5882	0.9134
4	1800	28	27	1	0.1432	0.8239	5.7518	1.6987	0.9016
5	1800	31	28	3	0.1672	0.7871	4.7055	1.6790	0.9236
6	1800	23	17	6	0.1044	0.7447	7.1290	1.4446	0.8649
7	1800	24	15	9	0.0589	0.5666	9.6037	1.1962	0.6192
8	1800	14	8	6	0.0671	0.5647	8.3995	1.2137	0.6658
9	1800	28	19	9	0.0827	0.6163	7.4438	1.4271	0.7576
10	1800	28	23	5	0.1165	0.7234	6.2058	1.4686	0.8539
11	1800	27	27	0	0.2049	0.7898	3.8524	1.6114	0.9571
12	1800	29	28	1	0.1659	0.7690	4.6339	1.5710	0.9390
13	1800	19	17	1	0.0631	0.5675	8.9728	1.3572	0.7300
14	1800	20	12	7	0.0382	0.4317	11.2620	1.1650	0.4355
15	1800	7	7	0	0.0441	0.4724	10.6988	1.2613	0.4668
16	1800	4	2	1	0.0501	0.4785	9.5345	1.2661	0.5676
17	1800	0	0	0	0.0380	0.6149	16.1266	1.6298	0.3497
18	1713.2	30	14	16	0.0895	0.8107	9.0472	1.6598	0.9014

Los índices que muestran mayor información respecto al número de eventos y las cantidades de apneas/hipoapneas son DET, RATIO y LAM. El índice DET tiene un valor alto cuando es un período regular o que tiene hipoapneas, mientras que se reduce cuando existe una gran cantidad de apneas. Como RATIO es una razón que relaciona DET y RR tiene la misma variación, siendo un poco más clara debido a que las cantidades están más distantes. Esta variable es muy alta cuando el período es regular y va disminuyendo respecto al número de eventos, inclinándose por el número de apneas. Se puede observar que en los períodos 15 y 16 no sigue el patrón esperado de ser un valor alto ya que son pocos eventos. Esto se debe a que la señal va aumentando su amplitud durante ambos períodos y se satura en ciertos intervalos, causando un error en la cuantificación. Por su parte LAM muestra la parte contraria a ambos índices mencionados, ésta es baja para períodos regulares o con pocos eventos y es alta al tener mayor número de eventos.

CONCLUSIONES

Se realizó un estudio para la detección de apneas y hipoapneas en señales indirectas de sueño obtenidas a través de un PBS. El análisis trabajado fue utilizando gráficas de recurrencia y su cuantificación resultando que existen tres variables que pueden permitir obtener un índice que exprese la severidad del SAHS ya que tienen relación con el número de eventos respiratorios en la señal y también de la cantidad de apneas e hipoapneas. Una desventaja observada al utilizar las señales del PBS, es la cantidad de ruido y saturación que miden los sensores de presión al moverse el paciente o presentarse alguna irregularidad durante la adquisición de los datos.

El análisis de recurrencia puede ser utilizado para el estudio de señales fisiológicas a partir de la interpretación de la gráfica y al cuantificar se mejora la información respecto a lo visual. Este análisis permite observar diferentes cualidades de la señal para posteriormente ser clasificada respecto al cálculo del índice mencionado.

BIBLIOGRAFIA

- Guerrero Mora, G. & Palacios Hernández, E. R. (2015). Algoritmos para el Diagnóstico del Síndrome de Apnea-Hipopnea del Sueño usando Señales de un Dispositivo no Obstructivo (tesis de doctorado). Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, MÉXICO.
- Webber, C. L. & Marwan, N. (2015). *Recurrence Quantification Analysis. Theory and Best Practices*. Zurich, SUIZA, Springer.
- Marwan, N.; Romano, M. C.; Thiel, M. & Kurths, J. (2007) *Recurrence Plots for the Analysis of Complex Systems*, Physics Reports **438**, 237-329

INFLUENCIA DE LAS ETAPAS DE EXPANSION EN LA EFICIENCIA TÉRMICA DE UNA TURBINA DE VAPOR

María Alejandra González Arreguín¹ y Francisco Javier Ortega Herrera²

RESUMEN

El presente trabajo muestra la influencia que tienen las etapas de expansión de una turbina de vapor sobre la eficiencia térmica del ciclo, para ello se realiza un modelo matemático el cual es resuelto numéricamente bajo el método de los calores específicos variables, donde se analiza en cuatro casos diferentes con una etapa de expansión teniendo los componentes básicos de un ciclo Rankine, con dos, tres y cuatro etapas de expansión, añadiendo componentes conforme aumenta el número de etapas. Considerando las mismas condiciones iniciales de temperatura y presión, para cada caso analizado se obtuvo que la eficiencia térmica incrementa conforme aumenta el número de etapas, sin embargo, a partir de cuatro etapas comienza a notarse una caída en la eficiencia.

ABSTRACT

This work shows the influence of the expansion stages of a steam turbine on the thermal efficiency of the cycle, for it a mathematical model which is solved numerically under the method of variable specific heats is done, where it is analyzed in four different cases with an expansion stage having the basic components of a Rankine cycle, with two, three and four stages of expansion, adding components as the number of stages. Considering the same initial conditions of temperature and pressure, for each case was obtained which analyzed thermal efficiency increases as the number of stages, however, four stages from beginning to show a drop in efficiency.

Palabras clave: Eficiencia, turbina, expansión, vapor

INTRODUCCIÓN

La calidad de una actividad de combinación de calor y energía es definida por su diseño de relación entre estos, el cual es un parámetro derivado de las características del diseño de la planta según Verbruggen, A., Dewallef, P., Quoilin, S., & Wiggin, M. (2013). Además Dragan, U., Dusan, G., & Vojin, G. (2013) mencionan que una planta de cogeneración opera en condiciones muy variables y esto impide el cumplimiento de los altos estándares, por lo cual se debe comenzar con la descomposición de la planta y así realizar un análisis del coeficiente de la pérdida de potencia en turbinas de vapor para la generación de la energía de calor útil y electricidad simultáneamente. Liu, B., Rivière, P., Coquelet, C., Gicquel, R., & David, F. (2012), afirman que la eficiencia del sistema de un ciclo Rankine de dos etapas para la generación de energía se puede mejorar mediante la introducción de un regenerador de algunos de los fluidos de trabajo. Por ultimo Yazawa, k., Shakouri, A., & Koh, Y. (2012) dicen que debido a la falta de correspondencia entre la temperatura de combustión y la temperatura de vapor de alta presión, se traduce en una gran cantidad de pérdidas termodinámicas en los ciclos de turbinas de vapor. Por tal motivo se pretende mostrar un estudio concorde al número de etapas de una turbina de vapor y analizar el comportamiento de la eficiencia térmica total de un ciclo.

METODOLOGIA

A continuación se plantea el modelo matemático para la resolución del presente caso de estudio, el cual es seccionado en cuatro etapas correspondientes a la variación en las etapas de expansión, para el cual la nomenclatura utilizada en el desarrollo se presenta en la Tabla 1.

¹ Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Coordinación de Ingeniería Electromecánica, Carr. Irapuato-Silao Km 12.5, C.P. 36560, Irapuato, Guanajuato, alejandra.glez.arreguin@gmail.com

² Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Coordinación de Ingeniería Electromecánica, Carr. Irapuato-Silao Km 12.5, C.P. 36560, Irapuato, Guanajuato, frortega@itesi.edu.mx

Tabla 1. Nomenclatura utilizada

Símbolo	Descripción	Símbolo	Descripción
η_t	Eficiencia térmica del ciclo	w_{4r-5r}	Trabajo del proceso de 4r a 5r
w_{neto}	Trabajo neto del ciclo	w_{5-6}	Trabajo del proceso de 5 a 6
$w_{turbina}$	Trabajo realizado por las etapas de la turbina	w_{5-6r}	Trabajo del proceso de 5 a 6r
$w_{bomba, bombas}$	Trabajo neto de la y las bombas	w_{6-7}	Trabajo del proceso de 6 a 7
q_{ent}	Calor que entra al sistema	w_{6-7r}	Trabajo del proceso de 6 a 7r
q_{1-4r}	Calor del proceso 1 a 4r	w_{7-8}	Trabajo del proceso de 7 a 8
q_{1-7r}	Calor del proceso 1 a 7r	w_{7-8r}	Trabajo del proceso de 7 a 8r
q_{1-11}	Calor del proceso 1 a 11	w_{8-9}	Trabajo del proceso de 8 a 9
q_{1-15}	Calor del proceso 1 a 15	w_{8-9r}	Trabajo del proceso de 8 a 9r
w_{1-2}	Trabajo del proceso de 1 a 2	$h_{1...15}$	Entalpía de los estados 1 a 15
w_{1-2r}	Trabajo del proceso de 1 a 2r	$h_{2r, 4r, 5r, 6r, 8r, 10r}$	Entalpía de los estados 2r, 3r, 4r, 5r, 6r, 7r, 8r y 9r
w_{3-4}	Trabajo del proceso de 3 a 4	η_{turb1}	Eficiencia térmica de la primera etapa de expansión
w_{3-4r}	Trabajo del proceso de 3 a 4r	η_{turb2}	Eficiencia térmica de la segunda etapa de expansión
w_{2r-3}	Trabajo del proceso de 2r a 3	η_{turb3}	Eficiencia térmica de la tercera etapa de expansión
w_{2r-3r}	Trabajo del proceso de 2r a 3r	η_{turb4}	Eficiencia térmica de la cuarta etapa de expansión
w_{3r-4}	Trabajo del proceso de 3r a 4	η_{bom1}	Eficiencia térmica de la bomba 1
w_{3r-4r}	Trabajo del proceso de 3r a 4r	η_{bom2}	Eficiencia térmica de la bomba 2
w_{4-5}	Trabajo del proceso de 4 a 5	$P_{1...15}$	Presiones de los estados 1 a 16
w_{4-5r}	Trabajo del proceso de 4 a 5r	$s_{1...15}$	Entropía de los estados 1 a 16
w_{4r-5}	Trabajo del proceso de 4r a 5	$s_{4r, 5r, 6r}$	Entropía de los estados 4r, 5r y 6r

Para la primera etapa el sistema cuenta solo con los elementos básicos, una caldera, una turbina, un condensador y una bomba; para el caso de dos etapas se le añade un calentador de agua de alimentación abierto y una bomba; para el caso de tres expansiones se le adicionan a los elementos ya mencionados un calentador de agua de alimentación cerrado y una válvula de estrangulamiento, y finalmente para el caso con cuatro expansiones se le agregan otros elementos quedando en total con una caldera, una turbina, un condensador, dos bomba, un calentador de agua de alimentación abierto, dos calentadores de agua de alimentación cerrado y dos válvulas de estrangulamiento. En las Figuras 1, 3, 5 y 7 se muestran los diagramas esquemáticos de la turbina de vapor analizada mediante el ciclo Rankine, en las que se puede observar cómo se va incrementando el número de etapas en la turbina. Mientras que en las Figuras 2, 4, 6 y 8 se muestran los diagramas termodinámicos T/s correspondientes a las Figuras 1, 3, 5 y 7 respectivamente.

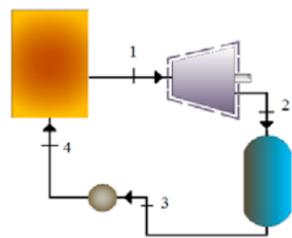


Figura 1. Diagrama esquemático para el

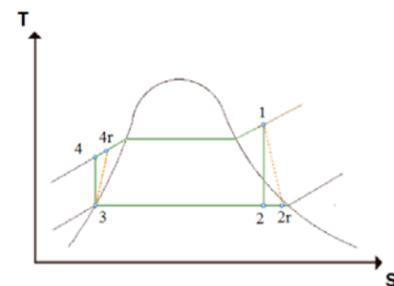


Figura 2. Diagrama termodinámico T-s con una etapa de expansión

caso de estudio de una etapa de expansión

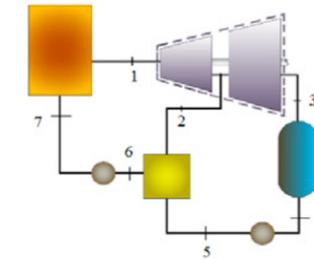


Figura 3. Diagrama esquemático para el caso de estudio de dos etapas de expansión

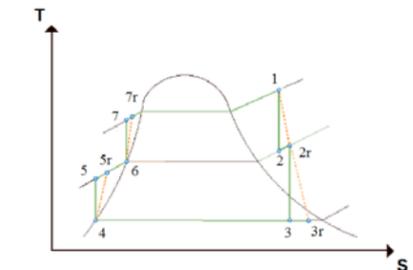


Figura 4. Diagrama termodinámico T-s con dos etapas de expansión

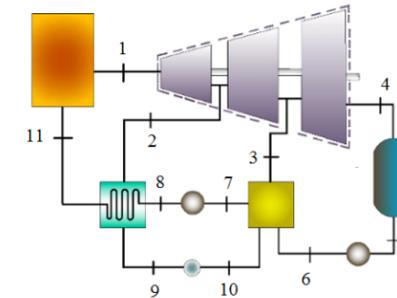


Figura 5. Diagrama esquemático para el caso de estudio de tres etapas de expansión

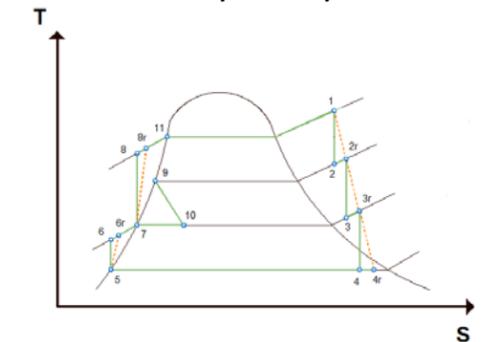


Figura 6. Diagrama termodinámico T-s con tres etapas de expansión

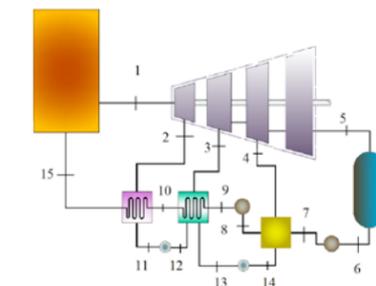


Figura 7. Diagrama esquemático para el caso de estudio de cuatro etapas de expansión

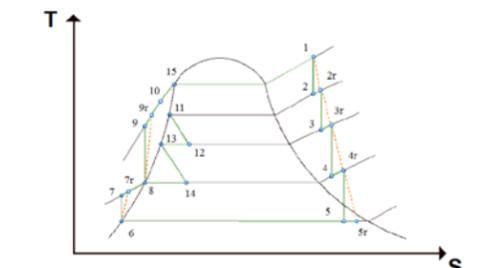


Figura 8. Diagrama termodinámico T-s con cuatro etapas de expansión

Inicialmente se parte de la ecuación de la eficiencia térmica, la cual se muestra en la ecuación 1).

$$\eta_t = \frac{w_{neto}}{q_{en}} \quad (1)$$

De la cual se desglosa el trabajo neto y el calor de entrada a partir de los diagramas mostrados en las Figuras 2, 4, 6 y 8, los cuales irán variando de acuerdo al número de etapas de expansión en orden ascendente de una a cuatro etapas, para las cuales el trabajo neto para la primera etapa se muestra en la ecuación 2) y para las etapas restantes en la ecuación 3), mientras que el calor de entrada son las ecuaciones 4), 5), 6) y 7) para las etapas 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

$$W_{neto} = W_{turbina} + W_{bomba} \quad (2)$$

$$W_{neto} = W_{turbina} + W_{bombas} \quad (3)$$

$$q_{ent} = q_1 - q_{4r} \quad (4)$$

$$q_{ent} = q_1 - q_{7r} \quad (5)$$

$$q_{ent} = q_1 - q_{11} \quad (6)$$

$$q_{ent} = q_1 - q_{15} \quad (7)$$

Para determinar el trabajo neto producido por la turbina en cada uno de los cuatro casos de estudio se plantean las ecuaciones 8), 9), 10) y 11) respectivamente.

$$W_{turbina} = W_{1-2r} \quad (8)$$

$$W_{turbina} = W_{1-2r} + W_{2r-3r} \quad (9)$$

$$W_{turbina} = W_{1-2r} + W_{2r-3r} + W_{3r-4r} \quad (10)$$

$$W_{turbina} = W_{1-2r} + W_{2r-3r} + W_{3r-4r} + W_{4r-5r} \quad (11)$$

Por otra parte el trabajo de la y las bombas en su caso, se representan en las ecuaciones 12), 13), 14) y 15) para las etapas 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

$$W_{bomba} = W_{3-4r} \quad (12)$$

$$W_{bombas} = W_{4-5r} + W_{6-7r} \quad (13)$$

$$W_{bombas} = W_{5-6r} + W_{7-8r} \quad (14)$$

$$W_{bombas} = W_{6-7r} + W_{8-9r} \quad (15)$$

De acuerdo con los diagramas termodinámicos mostrados en las Figuras 2, 4, 6 y 8 se pueden obtener el valor de los trabajos.

$$w_{1-2r} = h_1 - h_{2r} \quad (16)$$

$$w_{2r-3r} = h_{2r} - h_{3r} \quad (17) \quad w_{3r-4r} = h_{3r} - h_{4r} \quad (18)$$

$$w_{4r-5r} = h_{4r} - h_{5r} \quad (19)$$

$$w_{3-4r} = h_3 - h_{4r} \quad (20)$$

$$w_{4-5r} = h_4 - h_{5r} \quad (21)$$

$$w_{5-6r} = h_5 - h_{6r} \quad (22)$$

$$w_{6-7r} = h_6 - h_{7r} \quad (23)$$

$$w_{7-8r} = h_7 - h_{8r} \quad (24)$$

$$w_{8-9r} = h_8 - h_{9r} \quad (25)$$

Debido a que las etapas de la turbina o bien las bombas no cuentan con una eficiencia del 100%, es decir no son ideales, se debe considerar esta eficiencia a la cual tendrán su funcionamiento, por ello las ecuaciones 26) a 29) muestran la eficiencia en cada una de las etapas posibles en la turbina, mientras que las ecuaciones 30) a 36) muestran las eficiencias en las bombas de acuerdo al caso de estudio, la ecuación 30) para una etapa, las ecuaciones 31) y 32) para dos etapas, 33) y 34) para tres etapas de expansión y las ecuaciones 35) y 36) para el caso de cuatro etapas.

$$\eta_{turb1} = \frac{h_1 - h_{2r}}{h_1 - h_2} \quad (26)$$

$$\eta_{turb2} = \frac{h_{2r} - h_{3r}}{h_{2r} - h_3} \quad (27)$$

$$\eta_{turb3} = \frac{h_{3r} - h_{4r}}{h_{3r} - h_4} \quad (28)$$

$$\eta_{turb4} = \frac{h_{4r} - h_{5r}}{h_{4r} - h_5} \quad (29)$$

$$\eta_{bom1} = \frac{h_4 - h_3}{h_{4r} - h_3} \quad (30)$$

$$\eta_{bom1} = \frac{h_5 - h_4}{h_{5r} - h_4} \quad (31)$$

$$\eta_{bom2} = \frac{h_7 - h_6}{h_{7r} - h_6} \quad (32)$$

$$\eta_{bom1} = \frac{h_6 - h_5}{h_{6r} - h_5} \quad (33)$$

$$\eta_{bom2} = \frac{h_8 - h_7}{h_{8r} - h_7} \quad (34)$$

$$\eta_{bom1} = \frac{h_7 - h_6}{h_{7r} - h_6} \quad (35)$$

$$\eta_{bom2} = \frac{h_9 - h_8}{h_{9r} - h_8} \quad (36)$$

Para poder calcular el valor de todas las entalpías necesarias es indispensable considerar todos los procesos isobáricos e isentrópicos en donde se tiene para la etapa uno que $s_1=s_2$, $s_3=s_4$, $P_1=P_4$, y $P_2=P_3$; para la etapa de dos expansiones $s_1=s_2$, $s_{2r}=s_3$, $s_4=s_5$, $s_6=s_7$, $P_1=P_7=P_{7r}$, $P_2=P_6=P_5=P_{5r}$ y $P_3=P_{3r}=P_4$ mientras que para la etapa de tres expansiones $s_1=s_2$, $s_{2r}=s_3$, $s_{3r}=s_4$, $s_5=s_6$, $s_7=s_8$, $P_1=P_{11}=P_8=P_{8r}$, $P_2=P_{2r}=P_9$, $P_3=P_{3r}=P_{10}=P_6=P_{6r}=P_7$ y $P_4=P_{4r}=P_5$, finalmente los procesos para las cuatro etapas de expansión son $s_1=s_2$, $s_{2r}=s_3$, $s_{3r}=s_4$, $s_{4r}=s_5$, $s_6=s_7$, $s_8=s_9$, $P_1=P_9=P_{9r}=P_{10}=P_{11}$, $P_2=P_{2r}=P_{11}$, $P_3=P_{3r}=P_{12}$, $P_4=P_{4r}=P_7=P_{7r}=P_8=P_{15}$ y $P_5=P_{5r}=P_6=P_{14}$.

RESULTADOS Y DISCUSION

Considerando los valores iniciales, los cuales hacen referencia al punto 1 de las Figuras 2, 4, 6 y 8 con una temperatura de 560°C y una presión de 32MPa, manteniendo constantes dichos valores en los cuatro casos de estudios, además de tomar en cuenta los procesos isobáricos e isentrópicos se resuelven las ecuaciones 1) a 36) en donde se obtiene que al aumentar el número de etapas de expansión incrementa la eficiencia térmica total del ciclo, pero debido a la cantidad de elementos sin recalentamiento las pérdidas de calor aumentan, por tal motivo a partir de cuatro etapas de expansión puede notarse una caída en la eficiencia térmica considerando que cada una de estas supera la eficiencia del 65%. La Figura 9 muestra los resultados obtenidos de la eficiencia térmica del ciclo, relacionado con la eficiencia de las etapas de expansión, donde cada línea representa cada una de estas etapas.

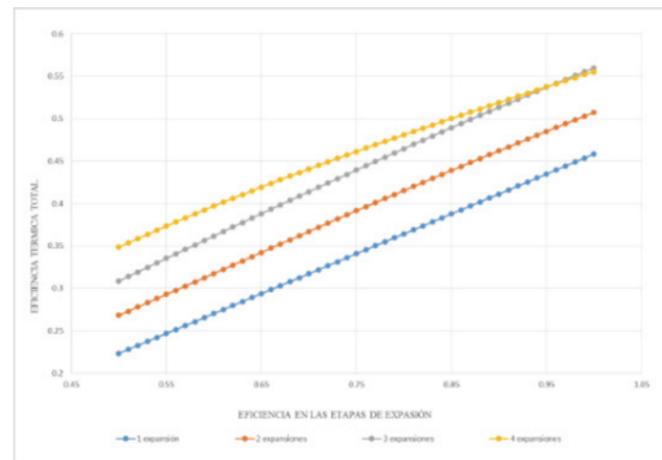


Figura 9. Grafica de resultados obtenidos eficiencia de las etapas de expansión vs eficiencia térmica del ciclo

CONCLUSIONES

Debido a los resultados obtenidos donde para el caso 1, 2, 3 y 4 la eficiencia térmica total es del 45.83%, 50.75%, 55.99% y 55.55% respectivamente, se logró identificar que la eficiencia térmica total del ciclo aumenta conforme incrementa el número de etapas de expansión en la turbina de vapor, más sin embargo a partir de 4 etapas se obtuvo un decremento en dicha eficiencia térmica. Por tal motivo resulta más conveniente tener tres etapas de expansión en una turbina de vapor para lograr el mayor rendimiento térmico total y con ello obtener más potencia y por ende más generación de energía.

BIBLIOGRAFIA

Urosevic, D., Gozdenac, D. & Grkovic, V. (2013). "Calculation of the power loss coefficient of steam turbine as a part of the cogeneration plant" en Elsevier, No. 59, p. 10. Consultada en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544213005975>.

Yazawa, k., Shakouri, A. & Koh, Y. (2012). "Optimization of thermoelectric topping combined steam turbine cycles for energy economy" en Elsevier, No. 109, p. 9. Consultada en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261913002468>.

Verbruggen, A., Dewallef, P., Quoilin, S., & Wiggin, M. (2013). "Unveiling the mystery of Combined Heat & Power (cogeneration)" en Elsevier, No. 61, p. 8. Consultada en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544213007809>.

Liu, B., Rivière, P., Coquelet, C., Gicquel, R., & David, F. (2012). "Investigation of a two stage Rankine cycle for electric power plants" en Elsevier, No. 100, pp. 285-294. Consultada en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261912004175>.

MODELACIÓN DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO

José Vidal González Aviña¹ y Alejandro Meza De Luna²

RESUMEN

Este artículo se presenta los resultados de los modelos diseñados por el método de los elementos finitos (ANSYS), el plan de caracterización consistía en la fabricación de probetas prismáticas de hormigón armado, basado en un diseño de 50 MPa. La experimentación residió en la evaluación de parámetros tales como el esfuerzo equivalente, la deformación total equivalente y extensión del agrietamiento. Se observó que la forma de la barra de acero tiene influencia en la adherencia al hormigón.

Solid65 se utiliza para el modelado tridimensional de sólidos con o sin barra de refuerzo. El sólido es capaz de formación de grietas en tensión y en compresión de triturarse. Link180 es un elemento del modelo de refuerzo; este modelo tiene una etapa elástica lineal antes del esfuerzo de fluencia, mas allá es perfectamente plástico.

Por último, se observó la influencia de la fricción en las barras de acero y la variación que está para distintos valores en el diagrama esfuerzo-deformación.

ABSTRACT

This paper presents the results models designed by the finite element method (ANSYS), the characterization plan consisted in manufacturing prismatic specimens of reinforced concrete, based on a design of 50 MPa. The experimentation consisted in assessing parameters such as equivalent stress, equivalent total strain and cracking extension. It was resided that the shape of steel rebar have influence in the adherence to concrete.

Solid65 is used for the three-dimensional modeling of solids with or without reinforcing rebars. The solid is capable of cracking in tension and crushing in compression. Link180 element models the reinforcement; the material model for the discrete steel reinforcement is linear elastic prior to initial yield surface, beyond that it is perfectly plastic.

Finally, it was observed that the influence of the friction in the steels rebars and variation is for different values in the stress-strain diagram.

Palabras Clave: Concreto reforzado, ANSYS, Viga, Flexión, No lineal.

INTRODUCCIÓN

Las fibras siempre estuvieron presente, utilizadas desde tiempos muy remotos en morteros de cal, adobes y tapias pisadas, siempre fueron parte fundamental en la materia que forma la estructura. Las fibras vegetales, eran capaces de asumir los esfuerzos de tensión y ayudaban a los elementos a trabajar de manera monolítica. El uso de las fibras como refuerzo del concreto es cada día más cotidiano en México, aplicándose en pisos industriales, pistas de aeropuertos, lineamiento de túneles y en la estabilización de taludes a partir de concreto lanzado. Ha diez años de la implementación en México, las fibras han llegado

¹Universidad Autónoma de Zacatecas, Departamento de Ingeniería Civil; Av. Ramón López Velarde N° 801, Centro, C.P: 98000, Zacatecas, Zacatecas, josevidal94@hotmail.com

²Instituto tecnológico de Aguascalientes, Departamento de Ingeniería Mecánica; Av. Lic. Adolfo López Mateos N° 1801, Bona Gens, C.P: 20256, Aguascalientes, Ags, alejandro.meza@mail.ita.mx

para desarrollar la industria de la construcción. Esta investigación presenta los resultados de la modelación del concreto reforzado, hay que tener claro que se simplifica la investigación asumiendo que unas cuantas barras de acero sometidas longitudinalmente, efectuaran el trabajo proporcionado por las fibras, de tal forma podremos observar el comportamiento con relación a una carga estática.

MÉTODOS Y MATERIALES

Para el análisis se utilizó las características de un concreto de 50 Mpa de resistencia a la compresión, módulo de elasticidad de 25743 Mpa, relación Poisson de 0.3, coeficiente de transferencia de corte para una grieta abierta de 0.3, coeficiente de transferencia de corte para una grieta cerrada de 0.9, esfuerzo uniaxial agrietamiento por tensión de 3.78 Mpa, esfuerzo uniaxial para la trituración de 50 Mpa.

Se determinó el diagrama Esfuerzo-Deformación causado por una carga de compresión.

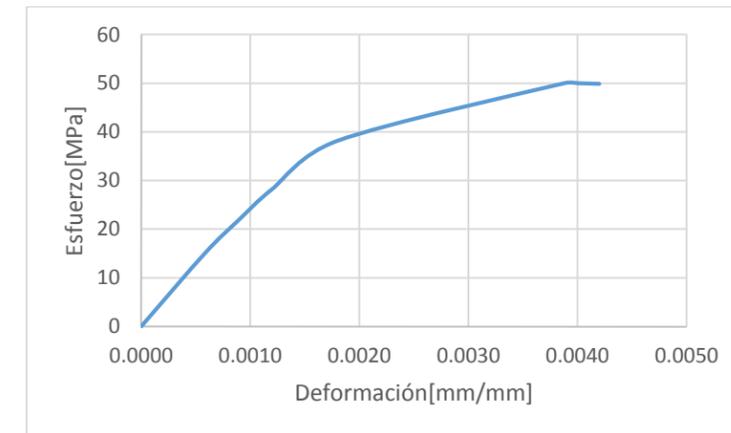


Figura 1. Curva Esfuerzo-Deformación del concreto por carga de compresión.

Se utilizó un acero para las varillas con módulo de elasticidad de 200000 MPa, relación de Poisson de 0.3, esfuerzo de fluencia 412 MPa, para el análisis se utilizaron 4 varillas del número 3. El acero de refuerzo es lineal elástico antes del esfuerzo de fluencia, más allá del esfuerzo de fluencia su comportamiento es perfectamente plástico.

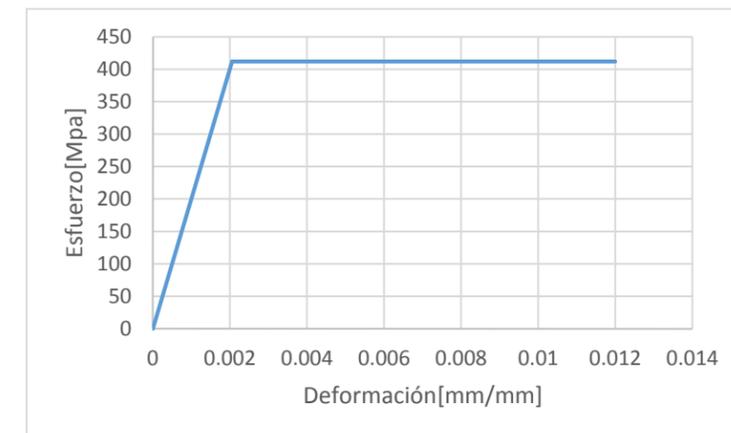


Figura 2. Curva bilineal Esfuerzo-Deformación del acero.

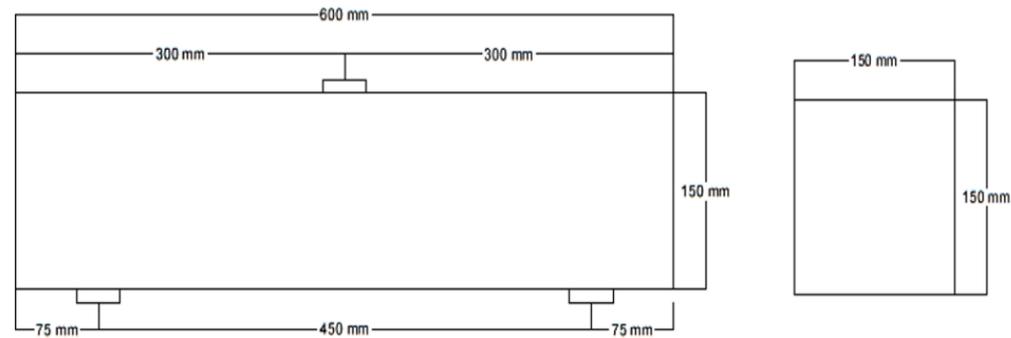


Figura 3. Sección longitudinal y transversal del modelo.

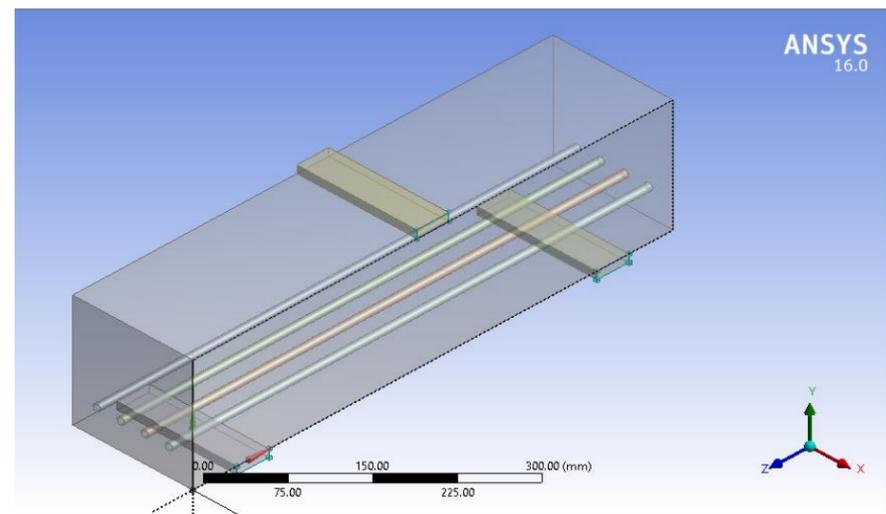


Figura 4. Vista isométrica del modelo con apoyos e impulsor.

El modelo de elemento finito se llevó a cabo en el software ANSYS en su paquete Workbench, el cual tiene distintas herramientas de análisis del sistema. Lo primero fue elegir el tipo de análisis Static Structural, el cual fue el más adecuado a las características pre-proceso y post-proceso.

El interfaz de ANSYS nos da 7 aspectos, que se revisaron paso a paso. Engineering Data nos permitió definir los materiales que se utilizaron posteriormente; a partir de las características físicas del concreto y del acero, se atribuyó cada uno de los datos en su respectivo espacio.

Tabla. 1. Características físicas del concreto y acero

Concreto	Acero
Density	Density
Isotropic Elasticity	Isotropic Elasticity
Multilinear Isotropic Hardening	Bilinear Isotropic Hardening

Model, permitió asignar las características de los materiales a cada uno de los sólidos; para así establecer sus distintivos lineales y no lineales. Se estableció un comportamiento flexible para cada uno de los sólidos. Para la viga se seleccionó concreto, para las varillas acero y para los apoyos y el impulsor se indicó titanio. Dentro del submenú encontramos Contacts, donde se describió las áreas de contacto y el tipo de contacto para los apoyos y el impulsor; Bonded fue como se definió el empalme exterior, mientras que para las varillas es un tipo fricciónate donde éste se varió y así observar la dispersión de resultados que pueda causar este aspecto. Mesh, nos permitirá establecer el tipo y dimensiones del enmallado; para nuestro caso elegimos uno de 15 milímetros, dentro del submenú Sizing.

A partir de Static Structural se agregó las condiciones de soporte de la viga; seleccionando Fixed Support, estableciendo las caras inferiores del apoyo derecho e izquierdo. Dentro de Static Structural se volvió abrir el submenú, para ahora determinar las condiciones de carga. Se aplicó un desplazamiento de 20 milímetros sobre la cara superior del impulsor, con el comando Displacement.

En Solution, se activó las casillas de Equivalent Stress y Equivalent Total Strain en un nudo, así como Direction Deformation, Force Reaction y Total Deformation. Posteriormente se realizó las curvas Esfuerzo-Deformación para cada uno de valores de fricción.

RESULTADOS

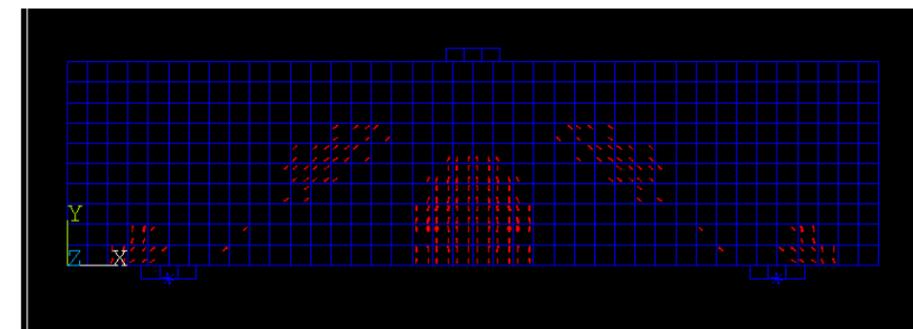


Figura 5. Diagrama de prolongación de agrietamiento de concreto con refuerzo a flexión.

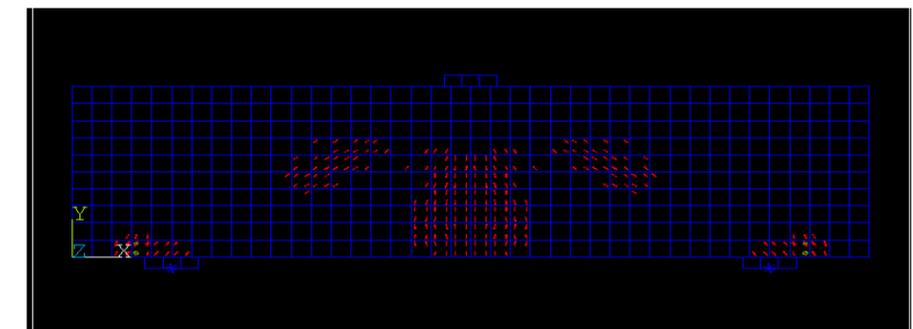


Figura 6. Diagrama de prolongación de agrietamiento de concreto sin refuerzo a flexión.

A partir de la modelación se observó la deformación causada por el cambio en el tamaño o forma del cuerpo debido a esfuerzos internos producidos por un desplazamiento, estos se midieron en milímetros y su magnitud se definió por una gama de colores.

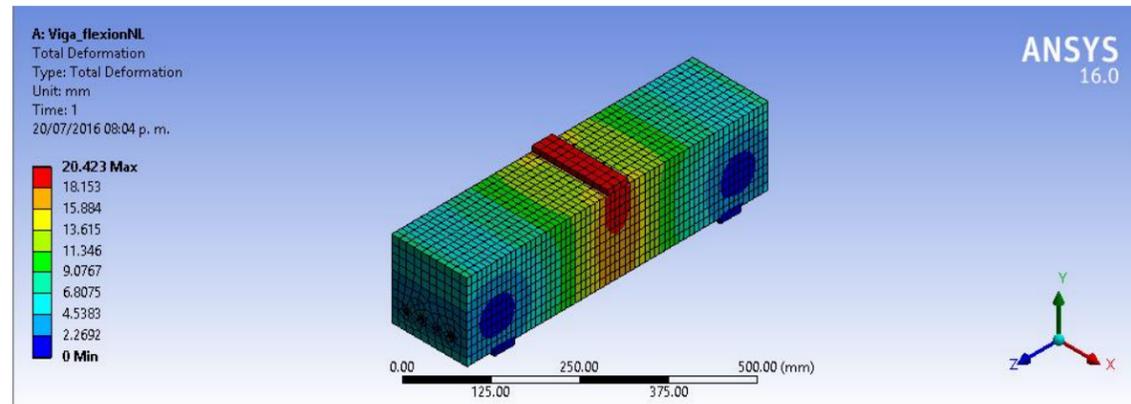


Figura 7. Deformación total para una fricción en el refuerzo de 0.3.

Se presentan los valores obtenidos en las soluciones de *Equivalent Stress* y *Equivalent Total Strain* en un nudo, subsiguientemente se hace una comparación a partir de un gráfico, donde se pueden observar las curvas a distintos valores de fricción.

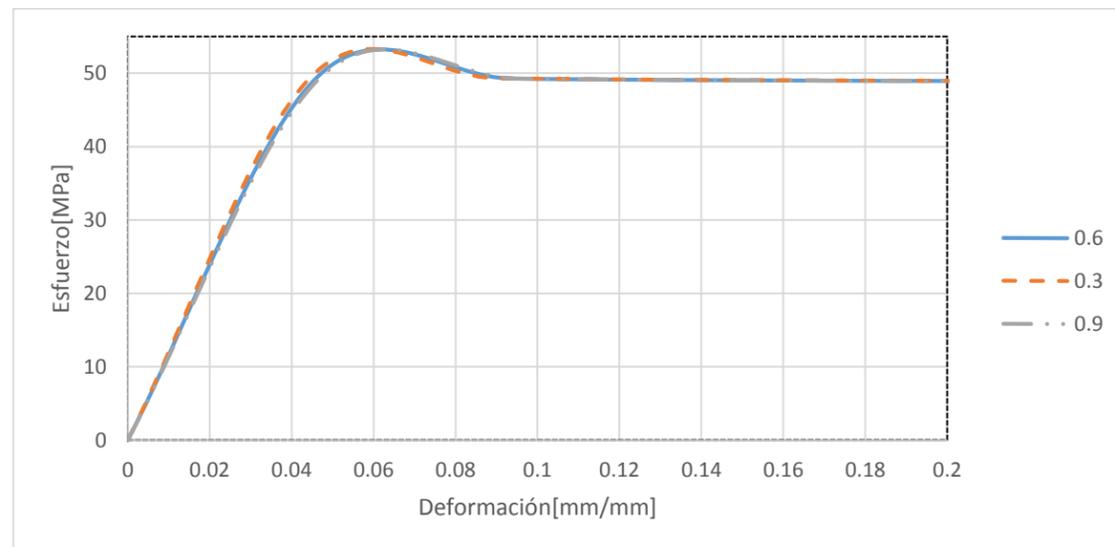


Figura 8. Curvas Esfuerzo-Deformación para diferente fricción.

CONCLUSIONES

Se debe de considerar que mientras mayor sea el porcentaje de acero de refuerzo, habrá más grietas. La presencia de refuerzo tendrá un mejor desempeño, sin embargo, el acero deberá diseñarse de acuerdo a la función que de este se espere.

Mientras que en los curvas se observa un desplazamiento con respecto a las abscisas, concluyendo que el sistema con menor fricción, le bastara menor deformación para llegar a su esfuerzo último.

BIBLIOGRAFIA

CUEVAS, O. (2005). *Aspectos fundamentales del concreto reforzado*, México: Limusa Editorial

MCCORMACK, J. (2011). *Diseño de concreto reforzado*, Estados Unidos: AlfaOmega

MUSMAR, RJOUB, HADI, A., (2014). "Nonlinear Finite Element analysis of shallow reinforced concrete beams using Solid65 element" en *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*, Núm. 2, Vol. IX, Febrero, [pp. 85-89].

DISEÑO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE CELDAS DE COMBUSTIBLE DE HIDROGENO TIPO PEM

González Ortiz Marco Antonio¹ y Ledesma García Janet²

RESUMEN

En el presente trabajo se buscó desarrollar celdas de combustible de hidrogeno tipo PEM con materiales de costos más bajos que los que se ocupan de manera regular haciendo su fabricación más costosa pero sin comprometer la energía que se pudiera conseguir, usando como base modelos previamente documentados obteniendo resultados similares a los reportados en este tipo de celdas, tomando en cuenta el tamaño del área electrocatalítica que se tenía (5cm^2) que en relación a la cantidad de energía que podía producir era una área muy eficiente por la pequeña superficie que es, y es de gran importancia el tamaño porque de esta manera este tipo de celdas pudieran ser utilizadas en dispositivos electrónicos portables de baja potencia. **Palabras clave:** Celda de combustible, PEM, materiales.

INTRODUCCIÓN

Una celda de combustible es un dispositivo que genera electricidad por una reacción química. Cada celda de combustible tiene dos electrodos, uno positivo y uno negativo, llamado, respectivamente, el ánodo y el cátodo. Las reacciones que producen electricidad tienen lugar en los electrodos. Existen muchos tipos de celdas de combustibles y variantes de las mismas dependiendo de su función y conformación pero en esta estancia solo se analizó un tipo en específico que fueron las tipo PEM usando hidrogeno como combustible.

Las celdas individuales producen menos de 1 v de la electricidad, que en términos generales y de aplicación es una cantidad de voltaje muy pequeña que solo sería útil en dispositivos de baja potencia. Con el fin de producir un voltaje útil, múltiples celdas deben ser ensamblados en una pila de celdas de combustible. Esto se puede lograr en un paralelo y / o un modo de serie para suministrar gas de alimentación a las pilas. En una pila de celdas de combustible de suministro de gas en paralelo, todas las celdas se alimentan en paralelo a partir de una entrada común de hidrógeno / aire. En la configuración de serie el gas desde la salida de la primera celda se alimenta a la entrada de la segunda celda y así sucesivamente hasta la última celda. Para evitar una gran caída de presión esta disposición sólo se puede utilizar para pilas con un pequeño número de celdas de combustible. En cuanto a la corriente esta depende del área catalítica que se tenga. Por ejemplo en área de 5cm^2 se espera una corriente de entre 1 y 3 A.

Además de la buena eficiencia que presentan estos dispositivos también son muy estables bajo condiciones de operación ambientales, por esto es de interés el desarrollo de nuevos materiales para su fabricación que generen la misma cantidad de energía pero más costables, con buena durabilidad y de fácil maquilado. En cuanto a la portabilidad de estas celdas se busca que sean de un tamaño reducido pero conservando su eficiencia en relación al área electroactiva y la energía que produce.

MARCO TEORICO

La celda de combustible de membrana de intercambio de protones (PEM) utiliza una membrana polimérica ácido a base de agua como su electrolito, con electrodos basados en platino. Las celdas

¹ Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ingeniería; Av. Junipero Serra antiguo aeropuerto, Campus Aeropuerto S/N, C.P: 00000, Querétaro, Querétaro, marconikof_pro@hotmail.com

² Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ingeniería; Av. Junipero Serra antiguo aeropuerto, Campus Aeropuerto S/N, C.P: 00000, Querétaro, Querétaro, ledesma_garcia@yahoo.com.mx

tipo PEM operan a temperaturas relativamente bajas (por debajo de 100 grados Celsius) y se puede adaptar una salida eléctrica para cumplir con los requisitos de potencia dinámico. Debido a las temperaturas relativamente bajas y el uso de electrodos basados en metales preciosos, estas células deben operar con hidrógeno puro. Estas celdas son actualmente la tecnología líder para los vehículos ligeros y vehículos de manipulación de materiales, y en menor medida para aplicaciones estacionarias y de otro tipo.

El combustible de hidrógeno se procesa en el ánodo donde los electrones se separan de protones en la superficie de un catalizador basado en platino. Los protones pasan a través de la membrana al lado del cátodo de la célula mientras que los electrones viajan en un circuito externo, que es la salida eléctrica de la celda. En el lado del cátodo, otro electrodo de metal precioso combina los protones y los electrones con el oxígeno para producir agua, que es expulsado como el único producto de desecho; oxígeno se puede proporcionar en una forma purificada, o se extrae en el electrodo directamente del aire.

Una variante de las celdas tipo PEM que operan a temperaturas elevadas se conoce como la PEM alta temperatura (HT PEM). Al cambiar el electrolito de ser a base de agua a un sistema a base de ácido mineral, HT PEM puede operar hasta 200 grados Celsius. Esto supera algunas de las limitaciones actuales en cuanto a la pureza de combustible.

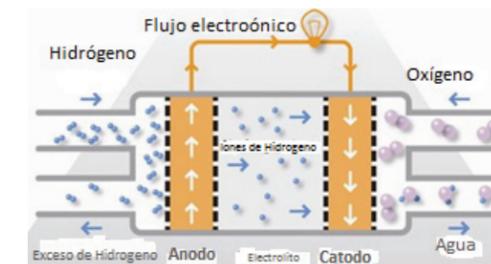


Figura 1: Ejemplo de celda de hidrogeno.

MÉTODOS Y MATERIALES

Primero se fabricaron las placas de cierre y flujo en acrílico de 5.2 cm de espesor, Figura 2. Se eligió un patrón de canales de flujo en serpentin para un área geométrica de ensamble membrana electrodo de 5cm^2 pues esta es una medida que en relación con el área tenía una muy buena eficiencia en relación con la energía que produciría. Para el diseño de las placas se utilizó el software CAD Solidworks®, el cual es compatible con el software Mach3 CNC Controller, donde se genera el programa para el maquinado de las piezas en CNC.



Figura 2. A) Pantalla CNC, B) maquinado de la placa de cierre y flujo

El Ensamble Membrana Electrodo (MEA), se manufacturó usando Pt/C (20%) como electrocatalizador, con una carga de 1 mg Pt/cm^2 , depositado sobre la membrana (Nafion 115) con la técnica cold-spray Figura 3. La tinta depositada con esta técnica se preparó con una relación de 65% en peso de catalizador y 35% de Nafion el cual se encuentra en solución al 5% en peso. Y como agente dispersante se usó alcohol Isopropílico ya que la solución de nafion está preparada con este, la cantidad de alcohol se determinó de tal manera que se obtuviera una tinta fluida pero a la vez que no estuviera muy diluida para tener un mejor depósito en las membranas. Aproximadamente para 18 miligramos de catalizador se utilizó 600 microlitros de alcohol Isopropílico. Esta mezcla se sónico durante 30 minutos y después en el vortex por 5 minutos.

Dentro del ensamble el uso de un empaque es indispensable para asegurar un sellado hermético y evitar la fuga de los gases que se utilizan para la celda (hidrogeno y oxígeno). En este caso se usa un polímero de nombre Silastic que es sintetizado dentro del grupo de investigación SEQE que es inerte a las reacciones que se llevan a cabo dentro de las celdas.

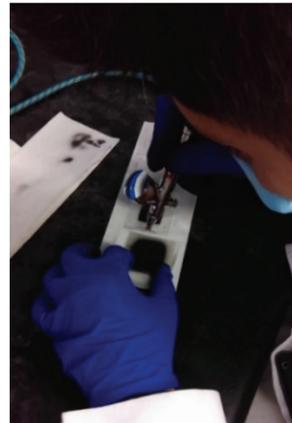


Figura 3. Depósito de membranas técnica cold-spray.

Como se ve en la Figura 4 el polímero ya sintetizado se extiende sobre una placa de acrílico para que quede de un espesor específico con ayuda de un filmógrafo y se cura durante 24 horas. Por último con ayuda de una cortadora automática (Silhouette Portrait E1580151) y con diseños hechos en la computadora se elabora de manera precisa el corte del empaque.

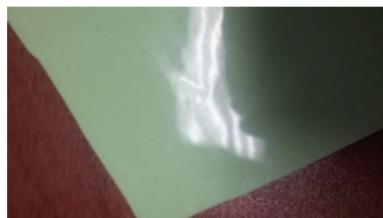


Figura 4. Silastic después se curar.

Para la colectar la energía producida por la celda se usó una malla de acero inoxidable y para asegurar que esta estuviera en contacto con la membrana depositada con catalizador, se colocaron trozos cortados a la medida de toray que al igual que la malla es un material conductor. Las medidas de ambos tenían que abarcar el área electrocatalítica, es decir un total de 5 cm^2

Y por último de la malla de acero al exterior se ocupó como contacto eléctrico alambre de cobre por ser un material de uso común aunque para estos sistemas lo ideal sería usar un acero inoxidable para evitar problemas de corrosión temprana, pero para el uso que se le dará a la celda el cobre servirá de buena manera. Echo lo anterior el ensamble de la celda queda en este orden:

Acrílico
Empaque
Tela de carbón
Toray
Membrana con catalizador
Toray
Tela de carbón
Empaque
Acrílico

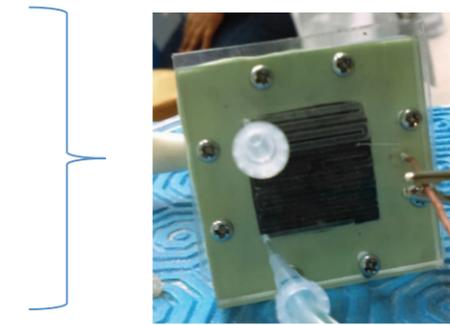


Figura 5. Celda ensamblada.

Las pruebas electroquímicas se realizaron en la celda de acrílico de 5 cm^2 de área electroactiva conectada a una estación de gases Compucell Fuel Cell Test System (ElectroChem Inc.). Los ensambles membrana-electrodo preparados fueron probados a temperatura ambiente con gases a 15 psi absolutos y humedad relativa de 100 %. Los flujos de gas se fijaron en 30 ml/min de hidrógeno y 75 ml/min de oxígeno, utilizando el grado 5.0 ultra alta pureza para ambos gases.

Se realizaron pruebas de voltamperometría cíclica desde el potencial de circuito abierto hasta 0.2 V, utilizando una velocidad de barrido de 50 mV/s durante un periodo de 20 ciclos, esta prueba era crucial para lograr la activación de la membrana y por lo tanto tener un voltaje mínimo de 0.8 V, esta prueba de estabilidad solo tomaba entre 5 y 10 minutos. Se desarrollaron Voltamperometrías lineales utilizando el potencial de circuito abierto como referencia hasta 0.2 V, empleando la velocidad de barrido de 50 mV/s , que se utilizaron para determinar la corriente máxima de la celda en relación al voltaje de las celdas. Posteriormente se realizaron estudios de espectroscopia de impedancia a circuito abierto utilizando una frecuencia de 100 KHz a 0.1 Hz empleando una amplitud de onda de 10 mV.

Las curvas de polarización se registraron por medio de un software PGES incorporado al potencióstato/galvanostato Autolab PGSTAT 302 y Booster 20A acoplados a la estación de pruebas y la resistencia de la celda se midió con el software FRA del Autolab PGSTAT 302. Figuras 6 y 7.

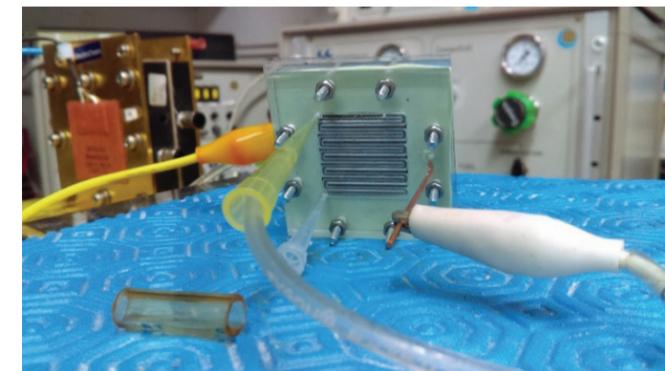


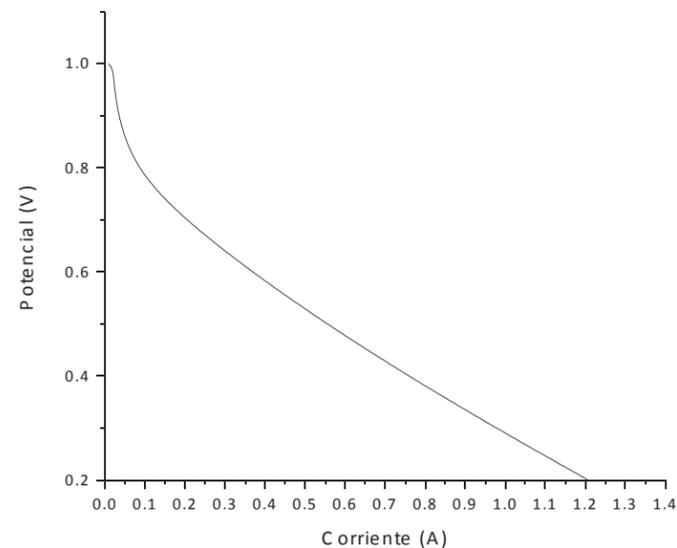
Figura 6. Evaluación de celda.



Figura 7. A) Estación de evaluación de celdas. B) grafico de evaluación de celda.

RESULTADOS

A través de la realización de la pruebas se logró obtener el potencial de la celada y la corriente máxima hasta el punto de máximo de descarga detallado en la Gráfica 1 donde se puede ver que el potencial está dentro de lo esperado que es entre 0.8 y 1 v y una corriente de 1.2 que esta de igual forma dentro de un rango aceptable 1 a 3 A considerando el área electroactiva que se evaluó. La curva no presenta saltos ni irregularidades siendo una línea casi recta en caída tal como se puede ver en curvas de celdas previamente reportadas, con lo cual se puede concluir que es muy estable la celda que se logró fabricar.



Gráfica 1: Curva de polarización (desarrollaron Voltamperometrias lineales utilizando el potencial de circuito abierto como referencia hasta 0.2 V, empleando la velocidad de barrido de 50 mV/s) celda de hidrogeno tipo PEM.

CONCLUSIONES

Al final se logró el objetivo que fue el desarrollo de un modelo de celda de combustible tipo PEM estándar de fácil elaboración, de un bajo costo en comparación con algunos modelos comerciales ya

que la mayoría de las piezas de esta celda fueron fabricadas en el laboratorio evitando el uso de intermediarios que elevan el costo además de que se realizó en un laboratorio simple de uso académico sin mayor cuidado y sin la necesidad del uso de alguna sala blanca pero obteniendo un rendimiento muy bueno con el voltaje que se esperaba de 1 V y una corriente dentro del rango de 1.2 A. con estos resultados esta celda producida en mas pudiera ser útil en dispositivos de baja potencia.

BIBLIOGRAFIA

- [1] ZHANG, J. PEM Fuel Cell Electrocatalysts and Catalyst Layers, Canada, Springer, 2008, 1-11p.
- [2] (Kjeang, Djilali, & Sinton, 2009) Kjeang, E., Djilali, N., & Sinton, D. (2009). Microfluidic fuel cells: A review. Journal of Power Sources, 186(2), 353–369.
- [3] MATTHEY, J. Review of fuel processing catalysts for hydrogen production in PEM fuel cell systems, E.U., Elsevier 2002, 389-399 p.
- [4] SMITH, J. Review and analysis of PEM fuel cell design and manufacturing, E.U., ELSEVIER, 2002, 32-53 p.

INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO PARA EL ANÁLISIS DE UNA TURBINA DE GAS CON DOS COMPRESORES Y DOS TURBINAS

José Antonio González Rivas¹ y Francisco Javier Ortega Herrera²

RESUMEN

En el presente trabajo se muestra el desarrollo de una Interfaz Gráfica de Usuario (GUI) para el análisis de una turbina de gas, con dos compresores, dos turbinas, un recalentador, un regenerador, un interenfriador y una cámara de combustión. La GUI calcula entre otros parámetros el trabajo neto y la eficiencia térmica de la turbina de gas, introduciendo las condiciones iniciales del sistema como son las relaciones de presiones, las eficiencias y las temperaturas de entrada en los compresores y las turbinas. El modelo matemático realizado para elaborar la GUI es basado en la primera ley de la termodinámica y el método de calores específicos variables.

ABSTRACT

In this paper, a Graphic User Interface (GUI) is developed for the analysis of a gas turbine with two compressors, two turbines, a reheat, a regenerator, a intercooler and a combustion chamber. The GUI calculates among other parameters, the net work and thermal efficiency of the gas turbine, introducing the initial conditions of the system such as the pressure ratios, efficiencies and inlet temperatures in the compressors and turbines. The mathematical model created to develop the GUI is based on the first law of thermodynamics and the method of variable specific heats

Palabras Clave: Trabajo, Eficiencia, Ciclo, Brayton,

INTRODUCCIÓN

Las turbinas de gas son equipos térmicos ampliamente utilizados para la generación de energía debido a su gran eficiencia y relación de potencia contra el tamaño del equipo. Numerosas investigaciones en el área de las turbinas de gas se han realizado en los últimos años algunas de las más importantes se mencionan a continuación. En Matrawy y Abdel-Rahim (2013) desarrollan un modelo matemático general para especificar el rendimiento de una turbina de gas irreversible que funciona bajo el ciclo Brayton, se incorpora un compresor de dos etapas, una turbina dos etapas con recalentador, y regenerador, las irreversibilidades son debidas a las tasas de transferencia de calor finitas y las caídas de presión. Una evaluación en Microsoft Excel de un sistema de turbina de gas utilizando simuladores de procesos para el modelado, con el fin de facilitar el análisis crean un modelo simplificado para las turbinas de gas que funcionan bajo el ciclo Brayton es realizada por Zhu y Frey (2007), por su parte Nieto, González, López y Jiménez (2011) obtienen curvas que relacionan la eficiencia y las emisiones con el número de carbonos presentes en el combustible. Fushimi, Zárate, Díaz de Quintana, Moreda, Fernández y Hall, (2007) comentan que existen pérdidas irreversibles en la producción de trabajo en las máquinas térmicas las cuales pueden ahorrarse significativamente si se utilizan los calores residuales. Finalmente Ortega, González, Pineda, García y Figueroa (2015) analizan la influencia que tienen las eficiencias del compresor y las turbinas en la eficiencia térmica, el trabajo neto y el trabajo de retroceso

¹ Ingeniería Electromecánica, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Carr. Irapuato-Silao km 12.5, Colonia El Copal, C.P. 36821, Irapuato Guanajuato, México. antoniorivas262@gmail.com

² Coordinación de Ingeniería Electromecánica, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Carr. Irapuato-Silao km 12.5, Colonia El Copal, C.P. 36821, Irapuato Guanajuato, México. frortega@itesi.edu.mx.

de una turbina de gas que funciona bajo el ciclo Brayton, la cual tiene un compresor, dos turbinas, cámara de combustión, regenerador y recalentador. En el presente trabajo se desarrolla una Interfaz Gráfica de Usuario (GUI) para el análisis de una turbina de gas formada por dos compresores, dos turbinas, una cámara de combustión, un regenerador, un interenfriador y un recalentador, dicha turbina funciona bajo el ciclo Brayton, la GUI permite analizar el trabajo neto, la eficiencia térmica, el trabajo de retroceso, el trabajo en los compresores, el trabajo total en las turbinas, además de la presión y la temperatura de todos los estados termodinámicos que intervienen en el análisis del caso de estudio analizado. La GUI puede realizar dichos análisis utilizando como fluidos de trabajo aire, oxígeno, nitrógeno y dióxido de carbono.

MÉTODOS Y MATERIALES

Para crear la Interfaz Gráfica de Usuario (GUI) se desarrolla un modelo matemático utilizando el método de calores específicos variables. En la Figura 1 se muestra el diagrama esquemático del sistema analizado y en la Figura 2 se presenta el diagrama termodinámico T-s del sistema

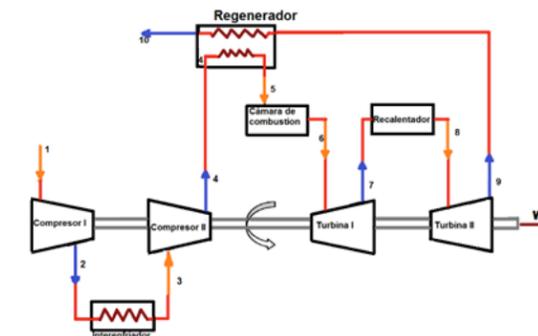


Figura 1. Diagrama esquemático

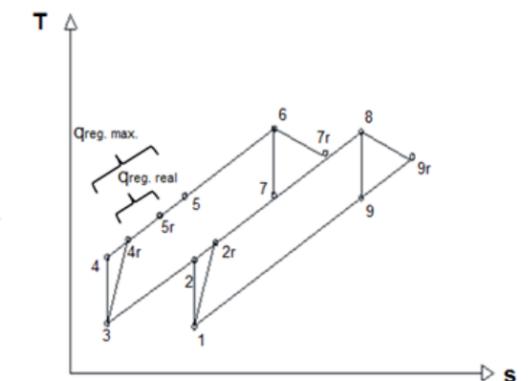


Figura 2. Diagrama termodinámico T-s

En la Tabla 1 se presenta la nomenclatura utilizada en el desarrollo del modelo matemático desarrollado.

Tabla 1. Nomenclatura

Símbolo	Significado
$h_{1...9}$	Entalpía en los estados termodinámicos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9
$h_{2r, 4r, 5r, 7r, y 9r}$	Entalpía en los estados termodinámicos 2r, 4r, 5r, 7r y 9r
$P_{1...9}$	Presión en los estados termodinámicos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9
$P_{2r, 4r, 5r, 7r, y 9r}$	Presión en los estados termodinámicos 2r, 3r, 5r, 7r y 9r
q_{in}	Calor que entra al sistema
r_{p2-1}	Relación de presión en el compresor 1
r_{p4-5}	Relación de presión en la compresor 2
r_{p6-7}	Relación de presión en la turbina 1
r_{p8-9}	Relación de presión en la turbina 2
w_c	Trabajo de los compresores
w_{neto}	Trabajo neto del ciclo
w_{ret}	Trabajo de retroceso
w_T	Trabajo de las turbinas
$s_{1...9}$	Entropía de los estados termodinámicos 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8 y 9
η_t	Eficiencia térmica del ciclo
ϵ	Eficacia del regenerador

η_{c1}	Eficiencia térmica del compresor 1
η_{c2}	Eficiencia térmica del compresor 2
η_{Tu1}	Eficiencia térmica de la turbina 1
η_{Tu2}	Eficiencia térmica de la turbina 2

Para el desarrollo del modelo matemático se utiliza el diagrama termodinámico $T-s$ mostrado en la Figura 1, de dicho diagrama se observa que se presentan los procesos isobáricos mostrados en las Ecuaciones (1) a (4). Las Ecuaciones (5) a (8) representan los procesos isoentrópicos del sistema.

$$(1) \quad P_3 = P_2 = P_{2r}$$

$$(2) \quad P_4 = P_{4r} = P_{5r} = P_6$$

$$(3) \quad P_1 = P_9 = P_{9r}$$

$$(4) \quad P_7 = P_{7r} = P_8$$

$$(5) \quad s_1 = s_2$$

$$(6) \quad s_3 = s_4$$

$$(7) \quad s_7 = s_6$$

$$(8) \quad s_9 = s_8$$

Las relaciones de presión de los compresores se definen por las Ecuaciones (9) y (10), por su parte, las relaciones de presión en las turbinas son definidas por las Ecuaciones (11) y (12).

$$(9) \quad r_{p2-1} = \frac{P_2}{P_1}$$

$$(10) \quad r_{p4-5} = \frac{P_4}{P_5}$$

$$(11) \quad r_{p6-7} = \frac{P_6}{P_7}$$

$$(12) \quad r_{p8-9} = \frac{P_8}{P_9}$$

Las Ecuaciones (13) y (14) definen las eficiencias de los compresores, las Ecuaciones (15) y (16) definen las eficiencias de las turbinas, mientras tanto la eficacia del regenerador es determinada por la Ecuación (17)

$$(13) \quad \eta_{C_1} = \frac{w_{ideal}}{w_{real}} = \frac{h_2 - h_1}{h_{2r} - h_1}$$

$$(14) \quad \eta_{C_2} = \frac{w_{ideal}}{w_{real}} = \frac{h_4 - h_3}{h_{4r} - h_3}$$

$$(15) \quad \eta_{Tu_1} = \frac{w_{real}}{w_{ideal}} = \frac{h_6 - h_{7r}}{h_6 - h_7}$$

$$(16) \quad \eta_{Tu_2} = \frac{w_{real}}{w_{ideal}} = \frac{h_8 - h_{9r}}{h_8 - h_9}$$

$$(17) \quad \varepsilon = \frac{q_{reg,real}}{q_{reg,max.}} = \frac{h_{5r} - h_{4r}}{h_5 - h_{4r}}$$

El trabajo neto del sistema es determinado por la Ecuación (18), el trabajo en los compresores se determina por la Ecuación (19), el trabajo en las turbinas se define por la Ecuación (20), el calor que entra al sistema es determinado por la Ecuación (21) y la eficiencia térmica del ciclo es determinada por la Ecuación (22).

$$(18) \quad w_{neto} = w_T - w_C$$

$$(19) \quad w_T = w_{T_1} + w_{T_2} = (h_6 - h_{7r}) + (h_8 - h_{9r})$$

$$(20) \quad w_C = w_{C_1} + w_{C_2} = (h_{2r} - h_1) + (h_{4r} + h_3)$$

$$(21) \quad q_{in} = (h_6 - h_{5r}) + (h_8 - h_{7r})$$

$$(22) \quad \eta_T = \frac{w_{neto}}{q_{in}}$$

Las Ecuaciones (1) a (22) representan el modelo matemático utilizado para desarrollar la GUI presentada en la siguiente sección.

RESULTADOS

La GUI es desarrollada por medio del software Engineering Equation Solver (EES), ya que este tiene precargadas en sus librerías las tablas de propiedades termodinámicas, lo cual facilita la creación de la GUI. El modelo matemático desarrollado en la sección anterior es programado en el Software Engineering Equation Solver (EES), la GUI creada es mostrada en la Figura 3, la cual permite analizar el funcionamiento de una turbina de gas con dos compresores, dos turbinas, una cámara de combustión, recalentador, interenfriador y regenerador, considerando como fluidos de trabajo aire, nitrógeno, dióxido de carbono, oxígeno, metano, acetileno, etileno, etano, propano, butano, monóxido de carbono, dihidrógeno, agua, monóxido de nitrógeno, óxido de nitrógeno y óxido de azufre, todas estas sustancias son consideradas como gases ideales. La GUI es creada como un archivo ejecutable y puede funcionar

directamente desde una memoria USB, por lo cual puede ser utilizada en cualquier equipo de cómputo sin necesidad de instalar otro software especializado.

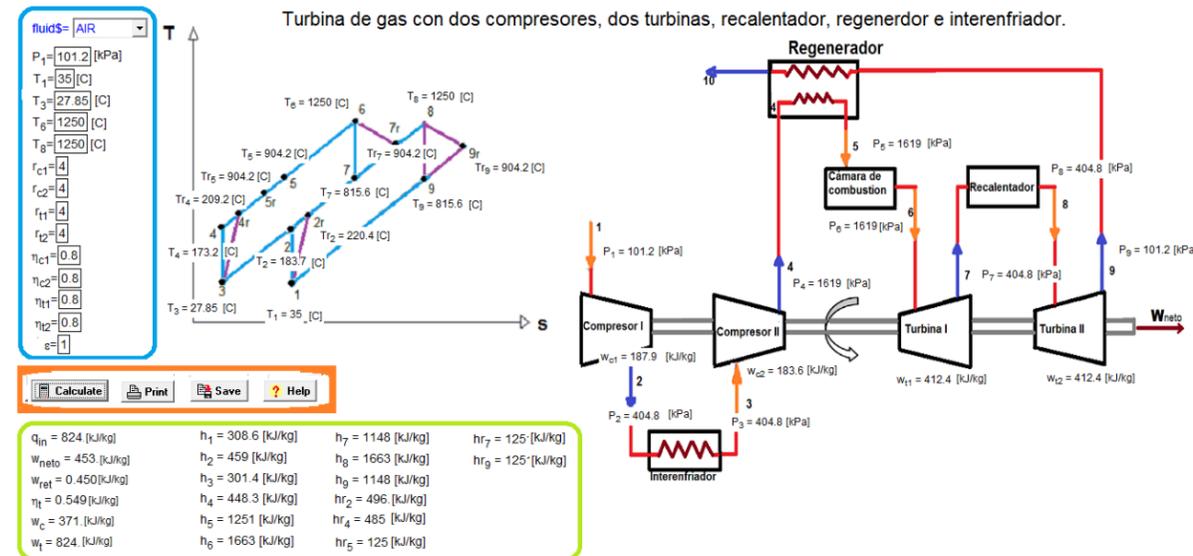


Figura 3. Interfaz Gráfica de Usuario (GUI) creada para el análisis de una turbina de gas con dos compresores, dos turbinas, una cámara de combustión, recalentador, interenfriador y regenerador.

La GUI desarrollada consta de cinco partes, la primera sección es donde se introducen los datos iniciales de funcionamiento del sistema, en esta parte se debe seleccionarse el fluido de trabajo, al realizar esto, el programa carga automáticamente los valores de las propiedades termodinámicas del fluido bajo el cual se realiza el análisis, posteriormente se introduce la presión de entrada al compresor 1 (P_1), posteriormente se introduce la temperatura de entrada del fluido de trabajo al compresor 1 (T_1) y compresor 2 (T_3), posteriormente se coloca la temperatura de entrada del fluido de trabajo a la turbina 1 (T_6) y a la turbina 2 (T_8). Después se introduce la relación de presión en el compresor 1 (r_{c1}) y en el compresor 2 (r_{c2}), posteriormente la relación de presión en la turbina 1 (r_{t1}) y en la turbina 2 (r_{t2}), después se introducen las eficiencias térmicas del compresor 1 (η_{c1}), del compresor 2 (η_{c2}), de la turbina 1 (η_{t1}) y de la turbina 2 (η_{t2}) y por último se introduce el valor de la eficacia del regenerador (ϵ). La razón de presión tanto en los compresores como de las turbinas debe ser superior a 1.1 y los valores de las eficiencias de los compresores y las turbinas, además de la eficacia del regenerador deben estar en un rango de 0.1 a 1. Una vez introducidos los valores iniciales de operación, se oprime el botón de *Calculate* y se entregaran los resultados de los cálculos realizados por el sistema de la GUI, el cual obtiene las condiciones de presión y temperatura de todos los estados termodinámicos que intervienen en el análisis del sistema. Estos resultados se pueden apreciar en la sección dos y tres de la GUI correspondientes al diagrama termodinámico del sistema y al diagrama esquemático del mismo.

En la cuarta sección de la GUI se presentan cuatro botones para su operación, el botón *Calculate* permite realizar los cálculos del sistema sujetos a los valores de operación que se introduzcan en la GUI para realizar el análisis correspondiente, el botón *Print* permite imprimir los resultados obtenidos enviando un reporte directamente a la impresora conectada al equipo, el botón *Save* guarda en un archivo txt los resultados obtenidos para el análisis realizado (entalpía, entropía, temperatura, presión), además de los resultados que se obtienen mediante la GUI y el botón *Help* contiene un archivo txt con la definición de la nomenclatura utilizada en la GUI

Finalmente en la sección cinco de la GUI se observan los cálculos adicionales que la GUI realiza para los valores del trabajo total de los compresores (w_c), el trabajo total de las turbinas (w_t), el trabajo neto producido por la turbina de gas (w_{neto}), el trabajo de retroceso (w_{ret}), el calor que entra al sistema (q_{in}) y la eficiencia térmica del sistema (η_t), así como los valores de las entalpías que se involucran en el sistema analizado, estos resultados son mostrados en la parte inferior de la GUI.

CONCLUSIONES

La interfaz gráfica de usuario desarrollada permite analizar con facilidad el funcionamiento térmico de una turbina de gas con dos compresores, dos turbinas, una cámara de combustión, un regenerador, un interenfriador y un recalentador, para dar una solución se introducen los parámetros iniciales de operación del sistema y la interfaz gráfica obtiene las condiciones de funcionamiento del sistema de manera automática, además de las condiciones de presión y temperatura de todos los estados termodinámicos presentes en el sistema que se muestra en los diagramas del interfaz. La GUI facilita el estudio y análisis del funcionamiento y operación de la turbina de gas del caso de estudio presentado, centrando la atención en la interpretación de los valores obtenidos por la variación de parámetros y no en la forma de cómo obtener estos valores calculados por el interfaz, lo cual permite analizar bajo qué condiciones de operación se pueden obtener un mayor trabajo neto y una mejor eficiencia, buscando de esta forma simplificación de analizar el funcionamiento termodinámico de la turbina de gas.

BIBLIOGRAFIA

- ABOU M., MATRAWY K., ABDEL-RAHIM Y. (2013). "Optimum parametric performance characterization of an irreversible gas turbine Brayton cycle" en *International journal of energy and environmental engineering*, Num. 37, Vol. 4, [pp. 1-13].
- ZHU Y. FREY H. (2007). "Simplified performance model of gas turbine combined cycle Systems" en *Journal of Energy Engineering*. 2007, Núm. 2, Vol.133, [pp. 82-90].
- NIETO R., GONZALEZ C., LOPEZ I., JIMENEZ A. (2011). "Efficiency of a standard gas-turbine power generation cycle running on different fuels" en *International Journal Exergy*. Num. 9, Vol. 1, [pp. 1-5].
- FUSHIMI, ZÁRATE L., DÍAZ DE QUINTANA G., MOREDA M., FERNÁNDEZ J. P., HALL M. (2007). "Análisis de la mejora de la eficiencia energética de los ciclos de vapor por utilización del calor de baja exergía" en *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Núm. 11, Vol. 1, [pp. 09-015].
- ORTEGA F., GONZALEZ M., PINEDA A., GARCIA J., FIGUEROA F. (2015). Análisis del efecto de las eficiencias de los compresores y las turbinas en un ciclo brayton con una etapa de compresión y dos de expansión, *Memorias del XII encuentro participacion de la mujer en la ciencia*, Centro de Investigaciones en Optica, 13 al 15 de Mayo 2015, Leon, Guanajuto, Mexico, 2015.

SÍNTESIS DE NANO-HIDROGELES PARA LA LIBERACIÓN CONTROLADA DE FARMÁCOS

Diana González Sánchez¹ y Miguel Corona Rivera²

RESUMEN

Los nano-hidrogeles son materiales que responden a estímulos externos, se evalúa su funcionalidad a nivel nanométrico en la absorción y liberación fármacos, se utilizó Ácido Acetilsalicílico (AAs) como fármaco. La síntesis de nano-hidrogeles se lleva a cabo por microemulsión inversa utilizando monómeros de Acrilamida (AAm) y Acido Acrílico (AAc), sal sódica del sulfosuccinato de bis (2-etilhexilo) (AOT) como tensoactivo, tolueno como fase continua, como iniciador se utilizó dihidrocloruro de 2,2-azobis(amidinopropano) (V-50). Agentes entrecruzantes N,N'-metilbisacrilamida (NMBA) y Dimetacrilato de Etilen Glico (DEGMA). Los diámetros promedios (Dp) obtenidos fueron de 100 y 300 nm para los látex y los nano-hidrogeles redispersados respectivamente, con un hinchamiento de hasta 90% con respecto a los Dp de los látex. Los nano-hidrogeles se analizaron por espectroscopia infrarroja (FTIR) confirmando que se tienen polímeros de los monómeros que se sintetizaron, después los nano-hidrogeles se redispersan en una solución acuosa con AAs para realizar el estudio de absorción y liberación del fármaco, se estudió siguiendo su señal de absorbancia por medio de la técnica UV-VIS.

ABSTRACT

The nano-hydrogels are materials that respond to external stimuli, their functionality at the nanoscale is evaluated in the absorption and release drugs, acetylsalicylic acid (ASA) was used as a drug. The synthesis of nano-hydrogels is performed by inverse microemulsion using monomers Acrylamide (AAm) and acrylic acid (AAc), sodium salt of sulfosuccinate of bis (2-ethylhexyl) (AOT) as surfactant, toluene as continuous phase, as dihydrochloride initiator 2,2-azobis (amidinopropane) dihydrochloride (V-50). A, crosslinkers people N, N'-methylenebisacrylamide (NMBA) and ethylene glycol (DEGMA). The average diameters (Dp) obtained were 100 and 300 nm for nano-latex and hydrogels respectively redispersed with a swelling of up to 90% with respect to Dp latexes. The nano-hydrogels were analyzed by infrared spectroscopy (FTIR) confirming that are polymers of the monomers were synthesized, after the nano-hydrogels are redispersed in a charged solution AAs for the study of absorption and release of the drug was studied following its absorbance signal by the UV-VIS technique.

Palabras Clave: micro emulsión inversa, liberación, diámetro de partícula, UV-VIS.

INTRODUCCIÓN

El concepto de polimerización en microemulsión apareció alrededor de 1980, al parecer como consecuencia de los numerosos estudios realizados en sistemas de microemulsión después de la crisis del petróleo de 1974. Las importantes características de las microemulsiones, tales como su gran área interfacial, estabilidad termodinámica, su dominio en la nano-escala y gran variedad de microestructuras, resultan en un microambiente único. Tales microemulsiones pueden ser utilizadas ventajosamente para

¹ Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, extensión San José Iturbide; Camino a Cerrito de Galomo No. 50, Comunidad Cerrito de Galomo, C.P. 37980, San José Iturbide, Guanajuato, Gto., México, dianagonzalezsanchez@ymail.com

² Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Coordinación Académica Región Altiplano; Carretera Cedral km 5+600, Ejido San José de las Trojes, C.P. 78700, Matehuala, San Luis Potosí, S.L.P., México; miguel.corona@uaslp.mx

producir materiales novedosos con morfologías interesantes y polímeros con propiedades únicas [Pavel, 2004]. Las microemulsiones son fases fluidas, microestructuradas, isotrópicas y termodinámicamente estables, que consisten de dos fluidos inmiscibles (por ejemplo, agua y aceite) y agentes tensoactivos [Zana y Lang, 1987]. Entre las posibles aplicaciones de los látex se encuentran la microencapsulación y la liberación de fármacos, recubrimiento de superficies, adhesivos, fotografía, lubricación, recuperación terciaria de petróleo a nivel laboratorio, floculantes [Nustad et al., 1990]. Además, tienen aplicaciones en el campo farmacéutico y cosmético en donde se utilizan estos sistemas como contenedores o vehículos de transporte para mejorar la eficiencia en el suministro de activos, su biodisponibilidad y su protección frente a procesos de degradación.

Así, las microemulsiones han sido empleadas para la administración de grasas, vitaminas y carbohidratos por vía intravenosa, o para el suministro de moléculas de ADN por vía pulmonar [Cano, 2009]. Este trabajo de investigación tiene la finalidad de estudiar la absorción y liberación de AAs encapsulada en los nano-hidrogeles sintetizados. La pureza de la aspirina en comprimidos es de un aproximado de 83.6%, se diluye en metanol y agua destilada donde se redispersan los nano-hidrogeles para permitir que entren en contacto con el fármaco y posteriormente se vuelvan a dispersar para que puedan liberarlo. Se seguirá la cinética de absorción y liberación del fármaco por la técnica de UV-VIS a distintas concentraciones de AAs para determinar la concentración ideal en la carga del fármaco.

MARCO TEÓRICO

Los hidrogeles nanoestructurados, también denominados nano-hidrogeles, son dispersiones acuosas de partículas de hidrogel de tamaño nanométrico (10-1000 nm) que poseen las características de los hidrogeles macroscópicos y de las nanopartículas. Los nano-hidrogeles, al igual que sus análogos macroscópicos, presentan hidrofiliencia, flexibilidad en su fabricación, versatilidad, gran capacidad de absorción de agua y biocompatibilidad. Los nano-hidrogeles tienen un sin fin de usos tales como: lentes de contacto, pañales, usos en agricultura, procesos de separación, agentes de floculación, además se han utilizado en diferentes campos biomédicos tales como el diagnóstico por imagen, el diagnóstico por resonancia o la Ingeniería de tejidos, pero el campo de aplicación más activo hoy en día es su uso como sistemas de transporte y liberación controlada de fármacos [Saunders y Vincent, 1999]. Día a día surgen nuevas enfermedades y por tanto la iniciativa de encontrar una cura para cada una de ellas, sin embargo, aunque en ocasiones se tenga el fármaco ideal, las vías de administración no son las adecuadas y se pierden las concentraciones del fármaco y por lo tanto la efectividad del mismo.

La ventaja de la utilización de nano-hidrogeles es que ellos pueden focalizar y precisar el control de liberación, siendo de vital importancia el considerar la zona a la que va dirigida el medicamento, así como sus concentraciones. Todo material en exceso o también su ausencia presenta algún problema posterior lo que busca evitarse con una liberación controlada, permitiendo así un mayor aprovechamiento de la droga sin causar mayores efectos a otros órganos o elementos del cuerpo (Arredondo-Peñaranda & Londoño-López, 2014). Los medicamentos convencionales liberan el activo de manera inmediata, implicando que la liberación del mismo se dé antes de que se cumpla el recorrido hasta la zona de absorción ideal, por tanto, no siempre se logra un aprovechamiento eficaz. La liberación es el proceso mediante el cual el principio activo llega al lugar de absorción, existen diferentes tipos de ella; la liberación inmediata se lleva a cabo de manera rápida y convencional lo que ocurre con las aspirinas supositorios, la liberación modificada es la que requiere de una preparación por un método especial, mientras que la liberación retardada es necesaria una preparación gastroresistente tal es el caso de la aspirina capsulas de liberación retardada y la liberación controlada donde se suministra escalonadamente la dosis, retardando así el efecto terapéutico (Del & Sectorial, 2014). La aspirina o ácido acetilsalicílico (AAs) es un efectivo analgésico con pocos irritantes para el aparato digestivo, su distribución dentro del cuerpo va desde el fluido sinovial, sistema nervioso central y la saliva, cada comprimido contiene 500

mg de AAs, sus concentraciones pueden llegar alterar valores de sangre y orina (Melorose, Perroy, & Careas, 2015), también puede ocasionar náuseas, vómitos, úlceras, rinitis, espasmos, etc. El comprimido cuenta con un microencapsulado para inhibir su sabor y reducir la irritación (Tobergte & Curtis, 2013), presenta una absorción rápida y completa desde el tracto gastrointestinal, donde la eliminación del producto dependerá de la dosis ingerida variando desde 2 hasta 15 horas a través de los riñones (Aspirina, Antonio, & Rivera, 2002). Se presume que la cantidad de agente entrecruzante y la composición de AAm en la síntesis, afectan directamente al diámetro de partícula y al hinchamiento. Dando los mejores resultados con una proporción 70-30 de AAm-AAc. La espectroscopia UV-VIS se usa para identificar grupos funcionales y determinar el contenido de compuestos presentes, se emplea radiación electromagnética de la región visible, UV cercana e infrarrojo cercana. La radiación absorbida por las moléculas provoca transiciones que pueden cuantificarse, la técnica detecta principios activos (Melorose et al., 2015), para fines de este estudio se tomará un rango de 200 a 450 nm que se reporta en la literatura como la región en la que absorbe el AAs en UV-VIS (Ii, n.d.).

METODOLOGÍA

Para las polimerizaciones en microemulsión inversa se utilizó acrilamida (AAm) y acido acrílico (AAc) como monómeros (Sigma-Aldrich, $\geq 99\%$), N,N'-metilbisacrilamida (NMBA) como agente entrecruzante (Sigma-Aldrich, 99%), sal sódica del sulfosuccinato de bis (2-etilhexilo) (AOT) como tensoactivo (Sigma-Aldrich, 98%), tolueno como fase continua (Fermont, 99.9%), agua bidestilada adquirida de Hycel y como iniciador (V-50) (97%). Además, se utilizó acetona (Fermont, $\geq 99.6\%$) para la purificación de los nanohidrogeles. Todos los reactivos se utilizaron tal como se recibieron. El argón de ultra alta pureza (Infra) se pasó a través de una columna eliminadora de oxígeno New improvedoxiclear, modelo DGP-250-R1 de Aldrich antes de ser utilizado. Se hicieron dos micro emulsiones inversas variando entre ellas únicamente el agente entrecruzante.

Se colocó en un matraz 80.75 g de tolueno y 14.25 g de AOT, posterior a ello en un vial adicionamos 2.5 g de monómero en proporción 70-30 de AAm= 1.75 g y AAc= 0.75 y 0.025 g de agente entrecruzante (NMBA o DEGMA) con 3.5 g de agua destilada. Después se preparó una solución pesando 0.025 g V-50 y 1.5 g de agua destilada, con agitación mecánica constante. A continuación, se sometiendo a una atmosfera de gas argón por una hora para que elimine el O_2 que pueda reaccionar con los radicales libres del iniciador 10 minutos antes de terminada la hora comenzamos a suministrar calor, hasta alcanzar una temperatura constante de $70^\circ C$. Cumplida la hora por medio de una jeringa agregamos la solución del iniciador en el reactor. A partir de este momento se dejó reaccionar por 3 horas para que culmine la polimerización. Se tomaron muestras de 2.5 g para llevar a un análisis de diámetro de partícula y el resto se guardó en el congelador para calcular la conversión.

Con la finalidad de eliminar el AOT en la micro emulsión se procede pasar al congelador para lograr que se precipite, para después descongelar y decantar, cabe señalar que este proceso se repite en diversas ocasiones para lograr obtener el polímero lo más puro posible y obtener los nanohidrogeles. A continuación Se llevó a cabo la toma del peso de una aspirina comprimido de Bayer, para posterior a ello disolverla en una solución de 50 ml con una relación 50-50 de agua y metanol, a una temperatura de $50^\circ C$, Después se realizó el análisis UV-VIS para detectar el pico del ácido acetilsalicílico, el cual fue alrededor de 200-400 nm, en el cual se comprobó la presencia del mismo, partiendo de esta solución, se prepararon 5 diluciones a 5000, 4000, 3000, 2000 y 1000 ppm, haciendo un análisis de cada una de ellas por UV-VIS para obtener una tendencia (línea de calibración) después se colocan en la disolución y se dejaron en ella hasta que se hallan dispersado completamente, llevándolas después a un proceso de secado que permita la obtención de una nueva película, la cual al ser redispersada nuevamente en agua permita contabilizar la presencia de fármaco en la solución, lo que indicara si realmente absorbió el medicamento y posterior lo liberó.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la figura 1 se muestra el reactor de polimerización donde se realizaron la síntesis de los nanohidrogeles mediante polimerización en microemulsión inversa, donde se observa el color azul que es característico de una microemulsión lo cual a primera vista da un indicio de la posible presencia de nanopartículas, ya que el tamaño de partícula permite la dispersión de la luz y la percepción de dicha coloración.



Figura 1. Imágenes de las reacciones mediante microemulsión inversa

En la figura 2 se muestra la distribución de tamaños de partícula (D_p) de los látex obtenido mediante polimerización en microemulsión inversa de AAm/AAc con una composición 70/30 y utilizando como agente entrecruzante NMBA, donde se puede observar que se tienen tamaños menores a 100 nm y con una distribución estrecha y monomodal, que significa que casi todas las partículas tienen el mismo tamaño.

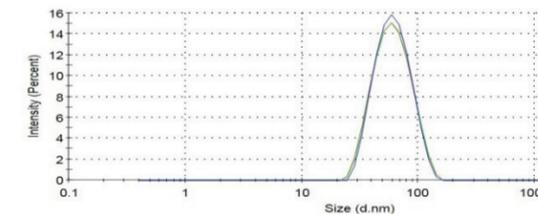


Figura 2. Diámetro de partícula NMBA.

Para caracterizar y confirmar que los monómeros de AAm y AAc se encuentran en el copolímero sintetizado, primero se precipitó el látex obtenido, se lavó el precipitado, además se puso en una membrana semipermeable en diálisis para eliminar el AOT remanente y obtener el copolímero puro (AAm-co-AAc). Después el copolímero se analizó por espectroscopia infrarroja FTIR con lo que se obtienen los espectros de la figura 3, además se observa en dicha figura que al aumentar la cantidad de AAc aumenta un pico alrededor de 1550 cm^{-1} y los picos entre 3000 y 3500 cm^{-1} son señales del AAm, con lo que podemos corroborar que dichos monómeros se encuentran en el copolímero.

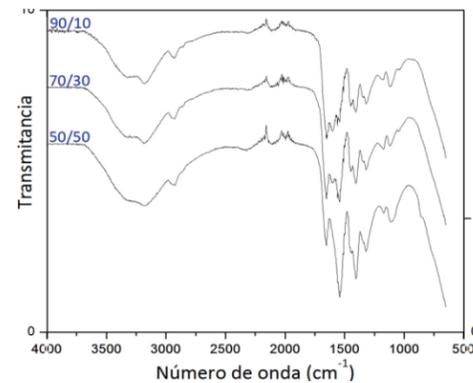


Figura 3. Espectros de IFTR del copolímero de AAm/AAC a diferentes concentraciones (90/10, 70/30 y 50/50).

La figura 4 muestra dos imágenes del copolímero de PAAm-co-PAAc pura: a) película de PAAm-PAAc y b) PAAm-PAAc redispersados en agua. Por lo que se puede observar que dicho copolímero es afín al agua

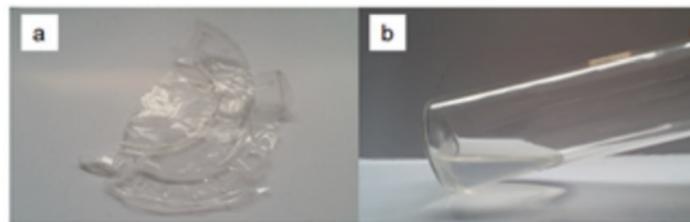


Figura 4. PAAm-co-PAAc pura obtenida mediante polimerización en microemulsión inversa.

Partiendo de las soluciones preparadas (5000, 4000, 3000, 2000 y 1000 ppm) y haciendo un análisis de cada una de ellas por UV-VIS para obtener una tendencia (línea de calibración) la cual se muestra en la figura 5 y se puede observar que al aumentar la concentración de AAs aumenta la absorbancia, pero además se ajustó a una línea recta con un ajuste de R^2 del 0.97.

El comportamiento de la absorción utilizando los nanohidrogeles sintetizados no fue lo esperado, por lo ya comentado en la metodología el AAs no es soluble en agua, por lo que se disolvió en una mezcla 50:50 de agua:metanol, por lo que se esperaba que las concentraciones de AAs al ser analizadas por UV-VIS fueran disminuyendo al paso del tiempo, pero como se observa en las figuras 6 y 7 la concentración aumenta, esto es debido a que el material absorbente es un nano-hidrogel el cual solo absorbe agua y por lo tanto solo está absorbiendo el agua de la solución de agua:metanol por lo que dicha solución se concentra más. Para trabajos futuros se utilizarán medicamentos que sean solubles en agua, para no tener este tipo de resultados, pero sin embargo se sintetizaron nanohidrogeles de AAm-AAC entrecruzados con NMBA.

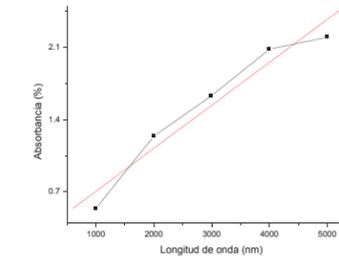


Figura 5. Línea de calibración para el AAs a diferentes concentraciones.

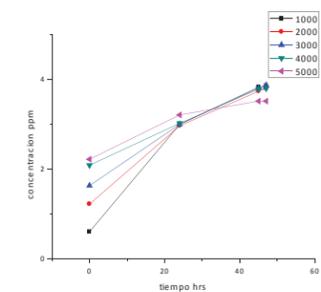
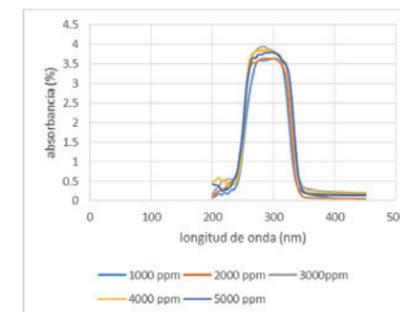


Figura 6. UV-VIS de concentraciones tiempo 0

Figura 7. Concentración vs tiempo

CONCLUSIONES

Como objetivo principal se sintetizaron nano-hidrogeles de AAm y AAC entrecruzados con NMBA, el cual se obtienen tamaños de partícula menor a 100 nm y se confirma por medio de FTIR que los monómeros utilizados se encuentran en el copolímero final (nano-hidrogel). Además se comprobó que los nanohidrogeles se redispersan en agua. Lamentablemente, no se obtuvo un buen resultado para el análisis de absorción del medicamento debido a que el AAs se solubilizó en una mezcla de agua y metanol y el nano-hidrogel solo absorbe agua. Para trabajos futuros se utilizarán medicamentos solubles en agua.

BIBLIOGRAFIA

- Arredondo-Peñaranda, a., & Londoño-López, M. E. (2014). Hidrogeles. Potenciales biomateriales para la liberación controlada de medicamentos. *Revista Ingeniería Biomédica*, 3, 83–94. Retrieved from <http://repository.eia.edu.co/handle/11190/468>
- Aspirina, L., Antonio, M., & Rivera, G. (2002). Historia de la Medicina, 2, 46–48.
- Del, D., & Sectorial, C. (2014). Tipos de liberación. *Diccionario Del Catalogo Sectorial De Productos Farmacéuticos*, 1–2.

Ii, A. I. (n.d.). Radiacion Ultravioleta, 31–52.

Melrose, J., Perroy, R., & Careas, S. (2015). No Title No Title. *Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015, 1*, 1–7. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Tobergte, D. R., & Curtis, S. (2013). No Title No Title. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

ALGORITMOS PARA LA SOLUCIÓN DE LABERINTOS UTILIZANDO KINECT

Alexis Alejandro González Zaragoza¹ y Rosalia Vergara Esparza²

RESUMEN

A lo largo de la historia, los laberintos han llegado a ser obras fascinantes para la humanidad por su estructura y complejidad, los cuales se pueden presentar en ocasiones al término de ciertos desastres naturales, donde los escombros pueden llegar a formar caminos o rutas muy complejas para dar apoyo después de una explosión o un terremoto, una solución a este problema es la implementación de una navegación guiada para encontrar automáticamente una ruta, sin riesgos para las personas, esto se asimila a encontrar la solución de un laberinto. En este trabajo se propone un algoritmo para la solución de laberintos, donde se verá el laberinto como un obstáculo a resolver, para esto se utilizará un móvil y el sensor Kinect para posteriormente emplear algoritmos de procesamiento de imágenes “morfología matemática”, y la implementación de una red neuronal artificial (RNA) para la toma de decisiones sobre el camino y de esta forma lograr que el móvil pueda tomar decisiones por su propia cuenta, las cuales lo llevaran al final del laberinto obteniendo una navegación inteligente sin necesidad de un operador. El algoritmo propuesto muestra su alta eficiencia frente a diferentes condiciones de camino obteniendo un 100% de eficiencia en la toma de decisiones.

ABSTRACT

Along the history, labyrinths have become fascinating works for the humanity for their structure and complexity, which may occur occasionally at the end of certain natural disasters, where debris may form complex paths or routes to support after an explosion or earthquake, a solution to this problem is the implementation of a guided navigation to automatically find a route, without risk to people, this is assimilated to find the solution of a labyrinths. This paper proposes an algorithm for solving labyrinths, where the labyrinths is seen as an obstacle to solving, for this mobile and the Kinect sensor will be used for later use image processing algorithms “mathematical morphology”, and the implementation of an artificial neural network (ANN) for decision-making on the road and thus make the mobile can take decisions on their own and thus make the mobile can make decisions on their own, which take him to the end of the labyrinths getting smart navigation without an operator. The proposed algorithm shows high efficiency against different road conditions obtaining 100% efficiency in decision-making.

Palabras Clave: Solución de laberinto, Kinect, Morfología Matemática, Procesamiento Digital de Imagen y Redes Neuronales MLP.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, los laberintos han llegado a ser obras fascinantes para la humanidad por su estructura y complejidad, siendo un reto para el hombre resolverlos. Más aún, los laberintos pueden ser un punto de partido para la implementación de una navegación inteligente para robots móviles sin

¹Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, ^{ingeniería mecatronica;} Vicente guerrero #2, valencianita, C.P: 36820, Irapuato, Guanajuato, alexisgonzara@gmail.com

²Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, ^{Ingeniería en Sistemas Automotrices;} Carr. Irapuato-Silao, km 12.5, El Copal, C.P: 36821, Irapuato, Guanajuato, rosalia.vergara@itesi.edu.mx

necesidad de un operario. En la literatura revisada existen diferentes algoritmos para este tipo de aplicaciones, las técnicas tradicionales utilizadas son el uso de cámaras comerciales para el procesamiento de imágenes, el cual se utiliza como punto de partida para la toma de decisiones [JASON M. V. (2008), A. KUMARAVEL. (2012), BEHNAM R. (2012), JORDI A.C. (2012)]. Por ejemplo, BEHNAM R. (2012) se presenta un algoritmo para la solución de laberintos utilizando procesamiento de imágenes, donde las imágenes capturadas de cada esquina del laberinto son utilizadas para resolver el mismo, sin embargo, este algoritmo no es muy confiable ya que en ciertas aplicaciones no se cuenta con este tipo de problema. JORDI A.C. (2012)

Se presenta un sistema de bajo costo basado en un arreglo de compuertas lógicas programables FPGA, para aplicaciones de robots móviles, sin embargo no presentan ningún sistema de decisión de navegación, por estas razones, el desarrollo de algoritmos para búsqueda y el procesamiento de imágenes han favorecido el crecimiento en la solución de laberintos y lograr llevarlos a la implementación para la solución de problemas reales. Más aún la aparición de sensores de diferente índole fortalece este mismo objetivo, tal es el caso del Kinect para XBOX 360 [IASON O. (2011), VITOR F. (2012), SHUANGSHUANG L. (2013)]. En este trabajo se propone un algoritmo para la solución de laberintos, donde se verá el laberinto como un obstáculo a resolver, para esto se utilizará un móvil y el sensor Kinect para posteriormente emplear algoritmos de procesamiento de imágenes "morfología matemática", y la implementación de una red neuronal artificial (RNA) para la toma de decisiones sobre el camino y de esta forma lograr que el móvil pueda tomar decisiones por su propia cuenta las cuales lo llevaran al final del laberinto. El algoritmo propuesto muestra su alta eficiencia frente a diferentes condiciones de camino obteniendo un 100% de eficiencia en la toma de decisiones.

MARCO TEORICO

Una de las partes más importantes del algoritmo propuesto es el sensor Kinect y morfología matemática para la extracción de características, además de la RNA para la clasificación de los diferentes caminos, cada uno de ellos se describe a continuación.

• **Kinect:** Es un controlador que inicialmente su creador Alex Kipman lo diseñó con la finalidad de implementarlo y desarrollarlo junto con Microsoft para la videoconsola Xbox 360 para aplicaciones de juegos y entretenimiento. Pero en los últimos 6 años, la visión con la que se creó inicialmente Kinect se ha modificado considerablemente, se han logrado realizar proyectos en los que la información arrojada por este equipo facilita y favorecen la solución de problemas en varias áreas del conocimiento donde se trabaja con imágenes y distancias.

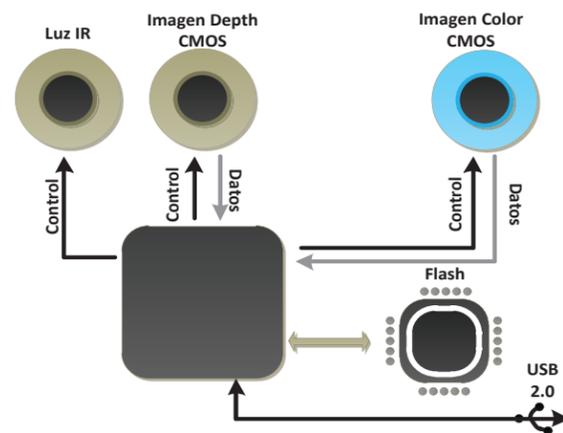


Figura 1. Estructura de Kinect para XBOX 360

Dado el diseño e implementación del Kinect, este trabaja con tres cámaras, una cámara RGB que obtiene imágenes en color y dos cámaras de infrarrojos para medir la distancia a la que se encuentran los elementos que están en el campo de visión, ver Figura 1.

• **Métodos de solución de laberintos:** Para la solución de laberintos sin conocer su estructura los métodos más conocidos son primeramente, el método de solución de la mano derecha, el cual consiste en tomar como prioridad moverse siempre a la derecha cuando se tiene dos opciones de camino, siendo éste el más empleado en robots para solución de laberintos, debido a su simple implementación. Otro método es el de rehacer caminos, eliminar colisiones y moverse al azar (RUSSELL, 1996), utilizando dada su complejidad técnicas de inteligencia computacional para resolver el laberinto.

• **Procesamiento Digital de Imágenes:** Es el conjunto de técnicas que se aplica a las imágenes digitales con el objetivo de mejorar la calidad o facilitar la búsqueda de información.

• **Redes Neuronales Artificiales:** Se basan en el comportamiento de una neurona y la comunicación entre neuronas. Una neurona es un nodo dentro de una red neuronal que realiza una sumatoria no lineal para procesar información. Las conexiones neuronales (sinapsis) traslada información entre las interconexiones de la red. Las neuronas específicas son dedicadas para funciones de entrada o salida, y otras son internas en la red con configuración de perceptron de multi-niveles (MLP), para promover el procesamiento de la información.

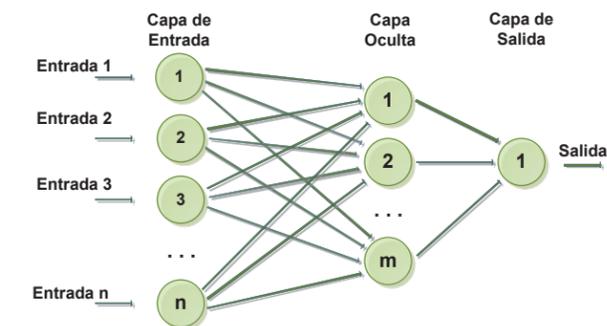


Figura 2. Arquitectura de una Red Neuronal Artificial MLP

MÉTODOS Y MATERIALES

Planteado el problema a resolver con los estados de inicio y final, así como las restricciones para el desarrollo del mismo, se requirió hacer uso de los siguientes materiales y métodos.

Los materiales utilizados para la realización del proyecto se presentan en la siguiente lista:

1. Arduino UNO: Utilizado para el control del movimiento del móvil a través del laberinto.
2. Tarjeta de comunicación Bluetooth: Utilizado para realizar la comunicación entre la PC y el Arduino UNO de forma inalámbrica.
3. Kinect XBOX 360: Utilizado para la captura de las imágenes tanto de distancia como de RGB.
4. MatLAB: Software utilizado para la programación de los algoritmos en la solución del laberinto.

Como se mencionó con anterioridad, los métodos más utilizados son dos, en el caso de este trabajo, se está haciendo uso de un método con algunas variantes del método de la mano derecha y también haciendo uso de algunas características del método de rehacer caminos, eliminar colisiones y moverse al azar. El método utilizado para lograr resolver el problema propuesto se basa en la implementación de varias áreas de la ingeniería como son electrónica (para el diseño del móvil), procesamiento digital de imágenes (para el tratado de las imágenes y lograr su clasificación de las decisiones) e inteligencia computacional (para la toma de decisiones).

1. INICIO
2. Obtención de la imagen de distancias
3. ¿Es distancia máxima ≤ 0 ?
4. No
5. AVANZAR
6. IR a Paso 2
7. Si
8. DETENER
9. Obtención de la imagen RGB
10. Pre-procesamiento de la imagen RGB
11. Obtención de características
12. Caracterización por medio de RNA
13. ¿Es camino derecho?
14. Si
15. Girar hacia la derecha 90°
16. IR a Paso 2
17. No
18. ¿Es camino izquierdo?
19. Si
20. Girar hacia la izquierda 90°
21. IR a Paso 2
22. No
23. ¿Es camino cerrado?
24. Si
25. Girar 180°
26. IR a Paso 2
27. No
28. ¿Es camino con dos opciones?
29. Si
30. Obtener distancia izquierda y distancia derecha
31. ¿distancia izquierda > distancia derecha?
32. Si
33. IR a Paso 20
34. No
35. IR a Paso 15
36. No
37. ¿Es la salida?
38. No
39. IR a Paso 2
40. Si
41. FIN

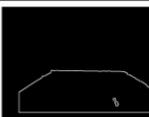
Figura 3. Pseudocódigo

En la Figura 3 se muestra pseudocódigo del método utilizado para la solución del problema propuesto en este proyecto. El método se basa en la obtención de las imágenes adquiridas por el Kinect, una de ellas es la de distancia, la cual es utilizada para controlar la posición del móvil dentro de los pasillos del laberinto, la segunda imagen tomada por el Kinect es RGB, la cual es tratada y utilizada para obtener el vector de características, clasificar e identificar el camino para tomar decisiones de movilidad para llegar a la salida del laberinto, tomando como prioridad en la opción de dos caminos, aquel camino que tenga la mayor distancia tomada por el Kinect y no la derecha como bien lo hace el método de la mano derecha.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestran las imágenes de los casos que se tratan con respecto a los caminos del laberinto y las imágenes correspondientes después de realizarles el procesamiento correspondiente para obtener sus características y poder clasificar por medio de una RNA que tipo de camino se tiene.

Tabla 1. Resultados de las imágenes obtenidas por Kinect y su procesamiento

	Camino con dos opciones	Camino cerrado	Camino vuelta a la izquierda	Camino vuelta a la derecha
Imagen Original				
Imagen procesada para obtener características				

En la Tabla 2 se muestran el promedio las características de una de las imágenes muestras que se utilizaron para clasificar los caminos. Las imágenes utilizadas para el entrenamiento y validación de la clasificación en la RNA fueron 20 por cada caso.

Tabla 2. Características de los diferentes caminos

	Camino con dos opciones	Camino cerrado	Camino vuelta a la izquierda	Camino vuelta a la derecha
Centroide X	434.03842	405.52914	335.43630	412.03697
Centroide Y	399.64023	385.46123	391.25027	401.24996
Area	5284.00000	5507.00000	5542.00000	5681.00000
Perimetro	1724.90159	1820.69343	1810.90159	1805.20310
Varianza	0.00136	0.00125	0.00476	0.00145
Media	0.99920	1.06883	0.72584	1.02045
Skewness	0.26373	0.57552	-6.78708	0.55880
Kurtosis	54.50078	248.11606	364.47847	96.35338

Posterior a la aplicación de la RNA para la clasificación de los caminos, se obtiene una matriz de confusión como se muestra en la Tabla 3, lo que muestra que el algoritmo propuesto da un 100% de eficiencia en la toma de decisiones para los caminos.

Tabla 3. Matriz de confusión

Clase	Camino con dos opciones	Camino cerrado	Camino vuelta a la izquierda	Camino vuelta a la derecha	Exactitud %
Camino con dos opciones	20	0	0	0	100
Camino cerrado	0	20	0	0	100
Camino vuelta a la izquierda	0	0	20	0	100
Camino vuelta a la derecha	0	0	0	20	100
	Tasa de éxito global				100

CONCLUSIONES

Se creó un algoritmo que implementado en un móvil logra la capaz del desplazamiento por un laberinto y la llegada a la salida del mismo de una forma autónoma haciendo uso de los datos adquiridos por el sensor Kinect. Además obtiene el desplazamiento del móvil considerando condiciones de pisos no homogéneos en su coloración, permitiendo la capacidad de implementarlo en diferentes tipos de caminos sin condiciones ideales.

El algoritmo trabaja con una matriz de confusión que nos arroja una tasa de éxito global del 100% por lo que las tomas de decisiones son seguras al hacer las clasificaciones de los caminos y el desplazamiento del móvil para llegar a la salida del laberinto, y agregando a los resultados rapidez al desplazarse por el laberinto.

BIBLIOGRAFIA

JASON M. V. (2008). Técnicas de inteligencia artificial para la solución de laberintos de estructura desconocida. Scientia et Technica Año XIV, 39, 135-140.

A. KUMARAVEL. (2012). Constructing and Automaton for exploring Dynamic Labyrinths. 2012 International Conference on Radar, Communication and Computing (ICRCC), 12, 161-165.

BEHNAM R. (2012). An Image Processing Approach to Solve Labyrinth Discovery Robotics Problem. 2012 IEEE 36th International Conference on Computer Software and Applications Workshops, 114, 631-636.

JORDI A.C. (2012). Embedded low-power low-cost Camera Sensor based on FPGA and its applications in mobile robots. 2012 19th IEEE International Electronics, Circuits and Systems (ICECS), 10, 336-339.

IASON O. (2011). Efficient Model-based 3D Tracking of Hand Articulations using Kinect. The 22nd British Machine Vision Conference BMVC 2011, 101, 1-11.

VITOR F. (2012). Blind navigation support system based on Microsoft Kinect. 4th International Conference on Software Development for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion (DSAI 2012), 14, 94-101.

SHUANGSHUANG L. (2013). Fusing Visual Tracking and Navigation for autonomous Control of An Intelligent Wheelchair. 3rd IFAC International Conference on Intelligent Control and Automation Science, 8, 549-554.

■ APLICACIONES DINÁMICAS CON MATLAB

Jorge Ismael Gumeta Espinosa¹ y Martín Laguna Estrada²

RESUMEN

El objetivo de este proyecto es fomentar el uso de herramientas digitales para esto se desarrollaron aplicaciones didácticas por medio del software MATLAB para facilitar el aprendizaje de materias de ingeniería como Dinámica, en busca de reducir el índice de reprobación en las mismas, ya que es una materia de física con alto grado de entendimiento matemático, lo que para algunos puede resultar algo cansino, es por eso que el software promete eliminar esto debido al entorno gráfico que puede aportar para la resolución de problemas. De la materia de Dinámica los casos de estudio corresponden a los temas de Cinemática de la partícula. Las aplicaciones serán utilizadas como complemento en la enseñanza de este tópico de forma creativa, proporcionando al alumno herramientas que le permitan interactuar con el movimiento de los mecanismos vistos en clase.

ABSTRACT

The objective of this project is to promote the use of digital tools for this educational applications developed using the MATLAB software to facilitate the learning of engineering subjects as dynamics, seeking to reduce the failure rate in them, since it is a matter physics with a high degree of mathematical understanding, which for some can be a bit tiresome, is why the software promises to eliminate this because of the graphical environment that can contribute to problem solving. Dynamic matter of the case studies relate to topics of Kinematics of particle. Applications will be used as a supplement in teaching these topics creatively, providing the student with tools to interact with the movement of the mechanisms seen in class.

Palabras Clave: Dinámica, Cinemática de la partícula, MATLAB, herramienta didáctica.

INTRODUCCIÓN

El Dr. Howard Gardner, Co-Director del Proyecto Cero y Profesor de Ciencias de la Educación en la Universidad de Harvard, ha llevado a cabo investigaciones acerca del desarrollo de la capacidad cognitiva humana. Dichas investigaciones lo han llevado a apartarse del concepto tradicional de "inteligencia". Gardner, en su libro *Frames of Mind*, publicado en 1983, presentó su teoría de las inteligencias múltiples, en él establece que las inteligencias son lenguajes que hablan todas las personas y se encuentran influenciadas por la cultura a la que cada una pertenece.

Constituyen herramientas que todos los seres humanos pueden utilizar para aprender, resolver problemas y crear artefactos innovadores y de necesidad pública. Las ocho inteligencias descritas por Howard se nombran a continuación:

- Inteligencia Lingüística
- Inteligencia Lógica-Matemática

¹ Dpto. Ingeniería Metal-Mecánica del Instituto Tecnológico de Querétaro. Av. Tecnológico s/n esq. Escobedo Centro CP 76000, Querétaro Mex. jigumeta@hotmail.com

² Dpto. Ingeniería Mecatronica del Instituto Tecnológico de Celaya Campus 2. Av. Antonio Garcia Cuba No. 1200 col. FOVISSTE C.P. 38010 s/n Celaya Gto Mex. martin.laguna@itcelaya.edu.mx

- Inteligencia Visual-Espacial
- Inteligencia Corporal-Cinestésica
- Inteligencia Musical
- Inteligencia Interpersonal
- Inteligencia Intrapersonal
- Inteligencia Naturalista

Los estudiantes de ingeniería debido a su formación académica, se ven forzados a desarrollar la inteligencia Lógica Matemática para lograr comprender las áreas de estudio de la carrera, sin embargo debemos enfocarnos en el desarrollo de otras inteligencias para formar ingenieros con un perfil más completo. Las materias de Mecánica Vectorial en Ingeniería presentan mayor complejidad para los alumnos, por lo cual se deben crear métodos de aprendizaje más eficaces para la visualización y comprensión de los problemas teóricos.

El empleo de herramientas tecnológicas, como software con animación, ayudan al estudiante a desarrollar la inteligencia Visual-Espacial (habilidad de pensar y percibir información a través del sentido de la visión, analizando, comprendiendo y almacenando lo que vemos), así los alumnos podrán comprender con mayor facilidad los temas de dicha materia.

MATLAB (abreviatura de **MATrix LABoratory**, "laboratorio de matrices") es una herramienta de software matemático que ofrece un entorno de desarrollo integrado (IDE) con un lenguaje de programación propio (lenguaje M). Millones de ingenieros y científicos de todo el mundo usan MATLAB[®] para analizar y diseñar los sistemas y productos de transformación de nuestro mundo. MATLAB en los sistemas de seguridad activan desde un automóvil, una nave espacial interplanetaria, los dispositivos de vigilancia de la salud, las redes eléctricas inteligentes y las redes celulares LTE entre otras aplicaciones. Se utiliza también para el aprendizaje automático, procesamiento de señales, procesamiento de imágenes, visión por ordenador, las comunicaciones, las finanzas computacionales, diseño de control, robótica, y mucho más.

MÉTODOS Y MATERIALES

Se desarrollaron elementos gráficos mediante el software MATLAB los cuales corresponden al tema de Dinámica y en particular a la Cinemática de la partícula. A lo largo de esta aplicación se integraron las herramientas que proporciona MATLAB para crear el respaldo gráfico, las herramientas utilizadas comprenden desde la creación de un vista gráfica, hasta el álgebra matricial para la solución de sistemas de ecuaciones (la vista de cálculo simbólico, CAS).

A partir de las ecuaciones y las variables obtenidas, se calculan los valores de interés según el problema. Los valores obtenidos consisten tanto en la magnitud como en la dirección de los vectores de velocidad y aceleración, a partir de estos datos se trazaron los vectores en los puntos de análisis.

Los problemas tipo desarrollados fueron tomados de diversos libros clásicos de Dinámica con la intención de mostrar gráficamente soluciones a problemas en temas que presentan mayor índice de reprobación en las materias de Dinámica y de Mecanismos.

Dentro de cada tema se seleccionaron problemas tipo, en donde además de darles solución analítica con los datos proporcionados ahí, se creó un sistema en tiempo real con el que los usuarios podrán interactuar, dando valores de entrada los cuales se procesarán y proporcionarán valores de salida que permitirán analizar de forma más completa el fenómeno presente en cada ejercicio.

RESULTADOS

A continuación se muestran las imágenes de las aplicaciones desarrolladas, el problema teórico, la solución matemática y el apoyo gráfico como de lenguaje de programación que nos presentó el software. Cada aplicación contiene estos tres componentes en busca de que no sólo sea didáctico, sino que también cuente con la documentación completa para que el estudiante pueda corroborar los valores mostrados en pantalla de manera analítica.

Como se observa en la resolución de problemas, no se necesita un gran conocimiento en el ámbito de la programación, para el uso de MATLAB como una herramienta de respaldo.

Problema 1. En la figura se muestra la gráfica desplazamiento-tiempo del movimiento rectilíneo de una partícula durante un intervalo de 8 segundos. Hallar la velocidad media v_{med} en ese intervalo y dentro de unos límites aceptables la velocidad instantánea v para $t = 4s$.

De la fórmula de la velocidad media se tiene:

$$v_{med} = \frac{s_2 - s_1}{\Delta t} = -0.75 \text{ m/s} \quad (1)$$

para hallar v cuando $t = 4$

$$v = v_4 = \frac{ds}{dt} = -1.55 \text{ m/s} \quad (2)$$

Para la solución en Matlab se identifican los puntos en la gráfica 1.

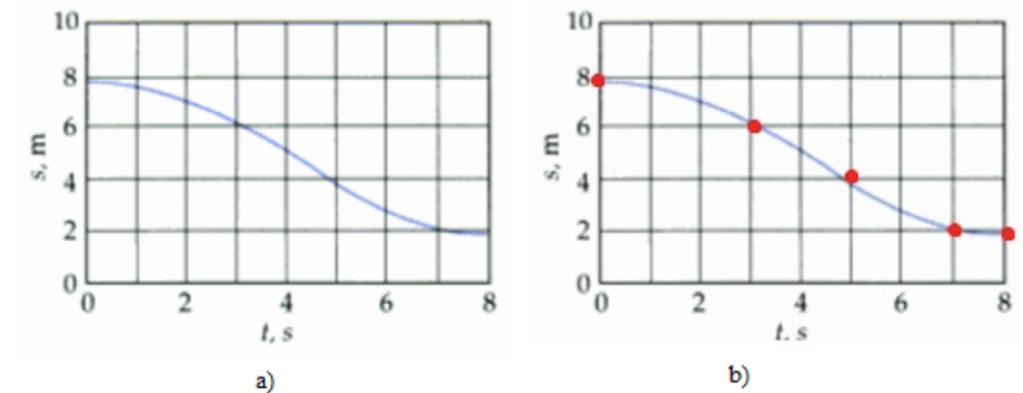


Fig 1.- Gráfica desplazamiento-tiempo del problema 2.10.

Problema 2. Se lanza un cuerpo hacia arriba, en dirección vertical, con velocidad inicial de 98 m/s desde el techo de un edificio de 100 m de altura. Tomar $g=9.8 \text{ m/s}^2$. Calcular el tiempo que transcurre hasta que llega al suelo. La máxima altura que alcanza.

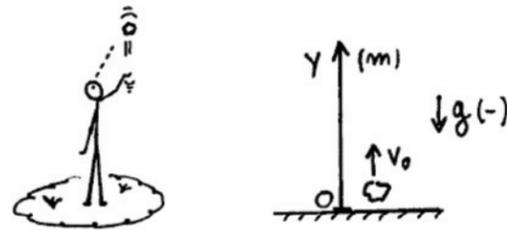


Fig 2.- Representación gráfica del problema 2.

En este problema, el programa al ser un problema de tiro vertical no se necesita el apoyo de alguna tabla y se pasa directamente a la resolución que se muestra utilizando programación con MATLAB.

```
>> syms t;
>> x=100+98*t-4.9*t^2;
>> tf=solve(x)
tf =
(10*59^(1/2))/7 + 10
10 - (10*59^(1/2))/7
>> double(tf)
ans =
20.9731
-0.9731
>> subs(x,t,10) % en el instante t=10 s alcanza la máxima altura v=0
ans = 590
```

Problema 3.-Derivar una expresión para la velocidad v hacia arriba del sistema de grúa en términos de θ . El vástago del pistón del cilindro hidráulico está extendiendo a la tasa s . Trazar la velocidad

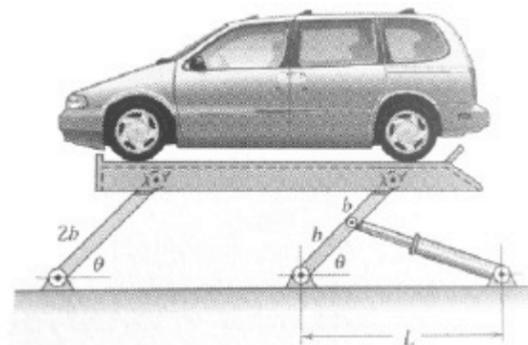


Fig 3.- Esquema del problema 1

adimensional v/s como una función de θ para $\frac{b}{L} = 0.1, 0.5, 1$ y 2 .

Formulación del problema.

Del diagrama de cuerpo libre tenemos:

$$y = 2b \sin \theta \quad (3)$$

$$y = 2b\theta \cos \theta \quad (4)$$

Si la velocidad angular θ se conoce como función de θ estaríamos acabados. El movimiento del sistema de izar coche está controlado por la tasa de extensión de s del cilindro hidráulico en lugar de la velocidad angular. Por lo tanto, para completar el problema necesitamos relacionar θ y s .

$$s^2 = L^2 + b^2 - 2Lb \cos \theta \quad (5)$$

$$2ss = 0 + 0 + 2Lb\theta \sin \theta \quad (6)$$

Sustituyendo

$$v = \frac{2bss}{Lb \sin \theta} \cos \theta = \frac{2s\sqrt{L^2 + b^2 - 2Lb \cos \theta}}{L \tan \theta} \quad (7)$$

(8)

Programación en matlab:

```
% v es la velocidad adimensional.
v=inline('2/tan(theta)*sqrt(1^2+beta^2-2*beta*cos(theta))');
v=vectorize(v);
th=10*pi/180:0.01:pi/2;
deg=th*180/pi;
plot(deg, v(.1,th),deg, v(.5,th),deg, v(1,th),deg, v(2,th))
axis([10 90 0 5])
xlabel('theta(grados)')
title('velocidad adimensional')
```

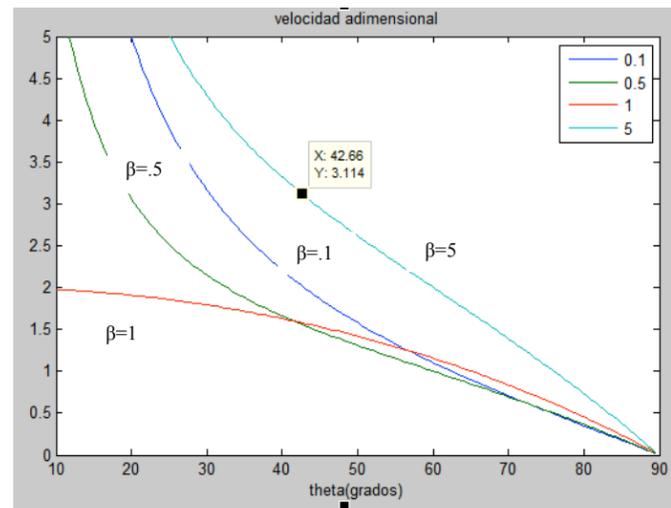


Fig 4.-Gráficos obtenidos de MATLAB

CONCLUSIONES

De esta manera concluyendo lo importante que representa para el ámbito ingenieril el apoyo de una herramienta de software para el desempeño profesional, se nos inculque y motive el uso software ingenieril, para la conclusión de resultados. Con ese fin se realizó este proyecto para que los alumnos tengan desde sus inicios la cualidad de saber utilizar las herramientas tecnológicas y con ello, hacer la materia más sencilla y entendible mediante el apoyo gráfico lograr un entendimiento más claro y extenso de lo que es un fenómeno físico.

BIBLIOGRAFÍA

- Beer F., Johnston R., Cornwell, (2013), Mecánica Vectorial para Ingenieros, Dinámica, Novena edición. Ed. Mc Graw Hill.
- J.L.Meriam, L.G Kraige.(2011), Dinámica. Ed. Reverté,
- Miguel Aaturima, (2013), MATLAB Y SIMULINK para ingeniería, Ed. Univerdidad de Ciencias y Humanidades.
- Holly Moore, (2007), MATLAB para ingenieros, 1º edición, Ed. Pearson-Prentice Hall

DESARROLLO DE UN ANALIZADOR LÉXICO PARA LENGUAJE C

Pedro Alberto Hernández Gomez¹ y Sandra Mercado Perez²

RESUMEN

En presente trabajo se muestra el desarrollo de la primera etapa de una aplicación de escritorio que sirva como herramienta didáctica en la materia de Lenguajes de programación I para las carreras de ingeniería. La realización de esta primera etapa implica realizar análisis léxico de código escrito en lenguaje C, dicho análisis se hara con la ayuda del generador JavaCC.

ABSTRACT

In this work, the development of the first stage of a desktop application that serves as a teaching tool in the field of programming languages I for engineering careers is presented. The completion of this first stage involves performing lexical analysis of code written in C language, This analysis will be done with the help of generator JavaCC .

Palabras Clave: Programación, Analizador Léxico, Lenguaje C, Token.

INTRODUCCIÓN

La programación de computadoras se ha convertido en algo esencial para las carreras de ingeniería, porque gracias a ella se le dan instrucciones a las computadoras, electrodomésticos, robots y maquinaria industrial para que ejecuten diversas tareas de forma automática. Aprender a programar resulta difícil a algunas personas, la programación es una tarea muy especializada que requiere la combinación de actitudes, lógica, conocimientos matemáticos y sobre todo tener un ambiente correcto para poder desarrollarse. Se pretende crear una aplicación orientada a desarrollar la lógica de programación.

En la actualidad existen varias aplicaciones que ayudan a potenciar el razonamiento lógico a todos los niveles y edades, pero en ocasiones los estudiantes de nuevo ingreso a las carreras de ingeniería se presentan sin conocer o haber usado nunca dichas aplicaciones por lo que surge la necesidad de desarrollar herramientas que faciliten el desarrollo de la lógica de programación a la vez que se aprende el lenguaje.

La herramienta propuesta consiste en un interfaz donde el usuario observa la ejecución de un programa paso a paso de manera más clara y amigable de lo que ofrecen los entornos de desarrollo. En dicha herramienta se implica el desarrollo de un compilador, que esencialmente se compone de tres fases: fase léxica, fase sintáctica, fase semántica. En el presente trabajo se aborda únicamente la fase de análisis léxico.

¹Universidad Autónoma de Zacatecas, Ingeniería en Computación; Matías Ramos #70, Libertad, C.P: 99670, Huanusco, Zacatecas, pahg34@gmail.com

²Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica Plantel Jalpa, Ingeniería en Computación; Libramiento Jalpa Km. 156+380, Frac. Solidaridad, C.P. 99601, Jalpa, Zacatecas, smercado@uaz.edu.mx

MARCO TEORICO

Compilador: A grandes rasgos, un compilador es un programa que lee un programa escrito en un lenguaje fuente, y lo traduce a un programa equivalente en otro lenguaje, el cual se llama programa objeto (véase figura 1). Como parte importante de este proceso de traducción, el compilador informa a su usuario de la presencia de errores en el programa fuente. [1]



Figura 1. Compilador

Análisis léxico: En un compilador, el análisis lineal se llama análisis léxico o exploración por ejemplo. En el análisis léxico los caracteres de la proposición de asignación se categorizan. [1]

En la tabla 1 se muestran los componentes léxicos o tokens obtenidos de la línea de código $Posición := inicial + velocidad * 60$.

Tabla. 1. Tokens obtenidos de la línea de código posición:= inicial + velocidad * 60.

El identificador posición.	El identificador velocidad
El símbolo de asignación :=	El signo de multiplicación *
El identificador inicial	El número 60
El signo de suma	

Análisis sintáctico: El análisis sintáctico se encarga de agrupar los componentes léxicos del programa fuente en frases gramaticales que el compilador utiliza para sintetizar la salida. [1]

Análisis semántico: La fase de análisis semántico revisa el programa fuente para tratar de encontrar errores semánticos y reúne la información sobre los tipos para la fase posterior de generación de código. En ella se utiliza la estructura jerárquica determinada por la fase de análisis sintáctico para identificar los operadores y operandos de expresiones y proposiciones. [1]

Token: Es una secuencia de caracteres que forman una unidad significativa. Cada token es una secuencia de caracteres que representa una unidad de información en el programa fuente. [1]

JavaCC: El generador JavaCC es una herramienta para generar analizadores de lenguajes; acepta como entrada una especificación de un determinado lenguaje y produce como salida un analizador léxico-sintáctico; el analizador generado está escrito en Java. La especificación proporcionada al generador JavaCC puede contemplar distintos aspectos del lenguaje para el que se quiere obtener un analizador. [2]

MÉTODOS Y MATERIALES

El desarrollo de un analizador léxico se puede llevar a cabo de forma manual o con la ayuda de herramientas automatizadas que lo generan en base a especificaciones de reglas léxicas del lenguaje a analizar. Se eligió trabajar con la herramienta JavaCC debido a que la aplicación final se codificará en lenguaje de programación java y el trabajar con JavaCC nos ofrece compatibilidad además de tener licencia de software libre.

Para realizar una especificación en javaCC únicamente se necesita un procesador de texto; la estructura general que debe de llevar el archivo se divide en 3 partes las cuales se muestran a continuación:

El área de opciones permite especificar algunas directrices que ayudarán a JavaCC a generar analizadores léxicos más eficientes y personalizados a las necesidades del desarrollador, en este caso se dejó el que viene por defecto como se muestra en la figura 3.

```
options {
  LOOKAHEAD=4;
  STATIC=false;
}
```

Figura 3. Área de opciones

La unidad de compilación sirve para indicarle a JavaCC el nombre de la clase principal, así como ejecutar la clase main y así poner en marcha nuestro analizador léxico, en la figura 4 se puede apreciar la estructura que lleva.

```
PARSER_BEGIN(AnalizadorC)
public class AnalizadorC{

  public static int num = 0;

  public static void main(String[] args) throws ParseException {
    AnalizadorC analizador = new AnalizadorC(System.in);
    System.out.println("CANTIDAD DE ERRORES:" + num);
    System.out.println("ANALISIS TERMINADO");
  }
}
PARSER_END(AnalizadorC)
```

Figura 4. Unidad de compilación

Por último se encuentra el área de tokens en esta parte es donde se declaran todos los tokens que nuestro analizador léxico reconocerá, así como los que va a ignorar. Dentro de esta etiqueta se puede añadir código java. Para agregar código java este tiene que ir entre los símbolos {} por ejemplo: {código java}, antes de empezar a programar se dividieron en varios grupos los tokens que se declararon para así tener un orden y que sea más fácil ubicar errores, hacer modificaciones o agregar algunos nuevos. Para empezar a declarar los tokens se hace uso de la etiqueta SKIP en ella se va a declarar los que serán consumidos sin ser pasados al analizador sintáctico, como por ejemplo espacios en blanco, saltos de línea, tabuladores, etc. En la figura 5 se muestra la etiqueta SKIP con algunas declaraciones.

```
SKIP:
{
  " " {System.out.println("Espacio -> " + image + "\n\n");};
  "\t" {System.out.println("Tabulador -> " + image + "\n\n");};
  "\r" {System.out.println("Retorno -> " + image + "\n\n");};
  "\n" {System.out.println("Salto -> " + image + "\n\n");};
}
```

Figura 5. Unidad de compilación

En la figura 6 se especifica cómo el analizador léxico reconocerá los 5 operadores aritméticos utilizados en el lenguaje C, En la línea 39 se declara el nombre que servirá para categorizar los operadores aritméticos. El símbolo | significa "o" entonces la expresión regular ("-" | "+" | "*" | "/" | "%) por ejemplo se cumple cada vez que aparecen símbolo de resta o símbolo de suma. Con renglón 40 imprimirá la cadena "Operador aritmético -> valor de token". La etiqueta TOKEN se usa para declarar los tokens que sí se tomarán en cuenta a la hora de hacer nuestro análisis sintáctico, la etiqueta TOKEN se puede declarar varias veces de tal forma nos permite agrupar nuestros tokens y así tener un código más entendible y fácil de modificar.

```

38 TOKEN: {
39     <OPERARITMETICO : ("-"|"+"|"*"|"/"|"%")>
40     {System.out.println("Operador Aritmetico -> " + image + "\r\n");}
41 }

```

Figura 6. Declaración de signos de operaciones

Para que el analizador léxico reconozca los nombres de variables se escribió una expresión regular en la cual se especifican las reglas. La expresión del renglón 69 en la figura 7 se explica de la siguiente manera: ["a"-“z”,“A”-“Z”,“_”] significa que forzosamente el nombre de la variable tiene que empezar con una letra del abecedario ya sea mayúscula o minúscula o un guion bajo, ([“a”-“z”,“A”-“Z”,“0”-“9”,“_”])* significa que al cumplirse la primera restricción puede ir una letra del abecedario ya sea minúscula o mayúscula, cualquier número entero, o un guion bajo una o más veces.

```

68 TOKEN: {
69     <IDE: ["a"-“z”,“A”-“Z”,“_”]([“a”-“z”,“A”-“Z”,“0”-“9”,“_”])*>
70     {System.out.println("Identificador -> " + image + "\r\n");}
71 }

```

Figura 7. Declaración token para nombres de variables

RESULTADOS

Una vez terminado el analizador léxico, se procedió a realizar pruebas para ello se escribieron varias expresiones aceptadas por el lenguaje de programación C, para comprobar que nuestro analizador léxico las separa en tokens de manera correcta. En la figura 10 se muestra la expresión escrita sobre un archivo.txt

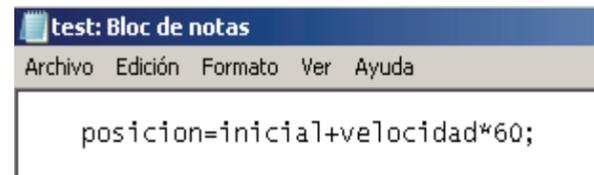


Figura 8. Expresión aceptada por lenguaje C

Finalmente se ejecuta el analizador léxico el cual se encargará de leer la expresión escrita en el archivo de texto, una vez ejecutado aparece una breve descripción del token y su valor, en la figura 11 se muestra la salida en pantalla de la ejecución del programa.

```

C:\javaCC\javacc-6.0>java AnalizadorC < test.txt
IDENTIFICADOR -> posicion
OPERASIGNACION -> =
IDENTIFICADOR -> inicial
OPERARITMETICO -> +
IDENTIFICADOR -> velocidad
OPERARITMETICO -> *
ENTERO -> 60
PUNTO Y COMA -> ;
CANTIDAD DE ERRORES:0
NUMERO DE ARGUMENTOS:0
EL ANALISIS HA TERMINADO

```

Figura 9. Salida Analizador Léxico.

CONCLUSIONES

Con el trabajo desarrollado se logró el objetivo de crear el analizador léxico para lenguaje C. Aunque el analizador léxico por sí solo no tiene mucha utilidad, en un futuro se buscará continuar con la parte del analizador sintáctico y así obtener un compilador para luego comunicarlo con una interfaz gráfica. Una vez que se escribieron las reglas léxicas se continuará con las reglas sintácticas para generar el compilador de lenguaje C, el compilador se genera sobre clases.java como se muestra en la figura 10.

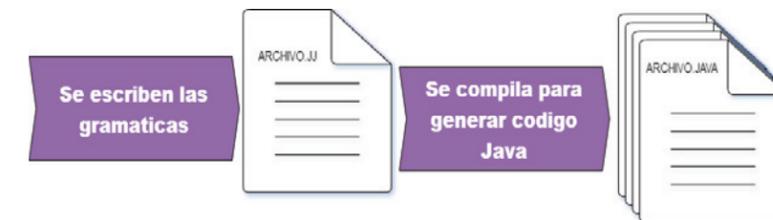


Figura 10. Proceso de generación de un compilador en JavaCC.

Ya obtenidas las clases.java se procederá a conectarlas a otra clase que será la encargada de controlar el comportamiento de la interfaz gráfica, las clases se comunicarán en ambas direcciones como se muestra en la figura 11.

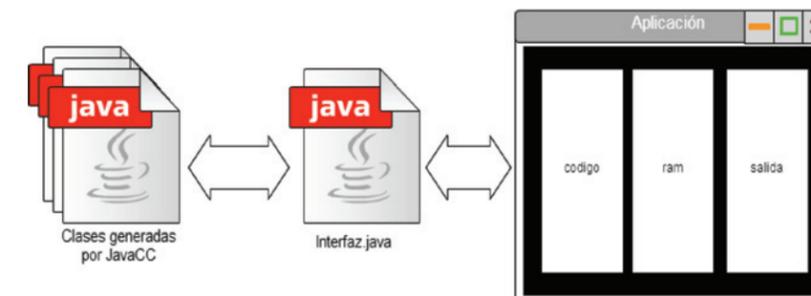


Figura 11. Comunicación entre interfaz gráfica y clases java generadas por JavaCC.

BIBLIOGRAFIA

Libros

Alfred V., A., Ravi, S., & Jeffrey D., U. (1990). *Compiladores Principios, técnicas y herramientas*. Mexico: Addison Wesley Longman.

Sitio web

parisgonzalez. (4 de 5 de 2010). *Uempl's Blog*. (Uempl's Blog) Recuperado el 13 de 12 de 2015, de <https://uempl.wordpress.com/2010/05/04/tutorial-jflex-2/>

DISEÑO MECÁNICO DE UN BRAZO ROBÓTICO

David Hernández Hernández¹ y Oscar Fernando Núñez Olvera²

RESUMEN

En el presente reporte se expone el trabajo realizado en el diseño de un brazo robótico, el objetivo de este es ser la base de futuros proyectos o prácticas con el uso de microcontroladores enfocándose en la programación de este brazo.

El trabajo consistió en diseñar dicho brazo de forma que se adaptara a un gripper. Se realizaron cálculos necesarios para el diseño de la estructura para obtener un buen diseño sin perder estética y/o ganar peso y costo.

Los cálculos fueron realizados a mano sin embargo en el diseño se apoyó de un software del tipo CAD para este caso fue SOLIDWORKS.

ABSTRACT

The present text shows the robotic arms design, its purpose is to be a useful platform for next microcontroller's projects and practices that can control the arm.

The robot was designed for an specific gripper, this involves the structures design's mathematics solutions (taking care of the stetic, cost and weight).

The mathematics equations solutions were obtained using CAD softwares, in this case, SOLIDWORKS.

Palabras clave: Diseño mecánico de un brazo robótico de cinco grados de libertad

INTRODUCCIÓN

Cuando se comenzó con este proyecto ya se contaba con el gripper elaborado en aluminio, el brazo se diseñó con base a este y del mismo material toda la estructura completa incluyendo las poleas a utilizar.

El objetivo del brazo es servir como herramienta a los estudiantes del IICO al momento de utilizar microcontroladores o un PC en la aplicación de algoritmos para manejar este brazo mecánico.

Se comienza por establecer las medidas de los eslabones, posteriormente se realiza el análisis cinemático para así terminar con el diseño mediante un software CAD, SOLIDWORKS.

MÉTODOS Y MATERIALES

- Aluminio
- Densidad del aluminio ($2700 \text{ kg/m}^3 \approx 0.0027 \text{ kg/cm}^3$)
- Espesor del aluminio ($1/8 \text{ in} \approx 3.0625 \text{ mm}$)
- Dimensiones requeridas para el brazo robot.

¹ Instituto tecnológico de San Luis Potosí, Dpto. Eléctrica, Electrónica y Mecatrónica; Valle del Anáhuac #17D, Hogares ferrocarrileros Segunda Sección, C.P: 78436, Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí, dav_eraser1693@hotmail.com

² UASLP, Instituto de Investigación en Comunicación Óptica, Laboratorio de proyectos tecnológicos, Av Karakorum #1470, Lomas Cuarta sección, Oscar Fernando Núñez Olvera, C.P: 78210 San Luis Potosí, San Luis Potosí, oscar_n@cactus.iico.uaslp.mx

Se parte por conocer el par que generara la estructura completa del brazo robótico en las peores condiciones (totalmente horizontal). Posteriormente se procede a seleccionar los motores adecuados para las articulaciones que llevaran transmisión por banda, consecuentemente ya seleccionado el motor se comienza a calcular la relación de las poleas, patera lo cual se utiliza la ecuación 1):

$$R = \frac{N}{n} = \frac{D}{d} \quad (1)$$

Donde,

R es la relación de transmisión;

N son las revoluciones por minuto (rpm) de la polea menor;

n son las revoluciones por minuto (rpm) de la polea mayor;

D es el diámetro de la polea mayor;

d es el diámetro de la polea menor.

Posteriormente se calcula la distancia entre ejes (E) que de acuerdo a la experiencia de las empresas fabricantes, y con el objetivo de optimizar el rendimiento de la transmisión, la distancia entre ejes de poleas (E) mínima se puede obtener a partir de la ecuación 2):

- Si la relación de transmisión R está comprendida entre 1 y 3:

$$E \geq \frac{(R+1)d}{2} + d \quad (2)$$

- Si $R \geq 3$:

Para este caso bastaría que se cumpliera que $E \geq D$

Siendo,

E la distancia entre ejes de poleas;

R la relación de transmisión;

d el diámetro de la polea menor;

D el diámetro de la polea mayor.

A continuación se calcula la longitud primitiva de la correa (L_p) de una transmisión se calcula a partir de la ecuación 3)

$$L_p = 2E + \frac{\pi}{2}(D + d) + \frac{(D-d)^2}{4E} \quad (3)$$

Donde,

E es la distancia entre ejes de poleas;

d es el diámetro de la polea menor;

D es el diámetro de la polea mayor;

π es el número pi (3,14159265)

La expresión anterior calcula el valor exacto para la longitud de la correa. No obstante, las casas comerciales fabrican una serie normalizada de longitudes primitivas nominales para cada sección de

correa, que no coinciden con la longitud calculada mediante la expresión anterior. Por ello, de esta lista habrá que elegir, para el tipo de correa que se trate, la longitud más próxima al valor calculado.

RESULTADOS

Primero se procedió a calcular el momento generado por la estructura del brazo robótico para lo cual es necesario calcular el peso, partiendo de densidad del aluminio y del volumen por lo tanto es necesario calcular su volumen.

La figura 2 muestra un bosquejo de las dimensiones del brazo robot, cada una de las piezas se consideraron como rectángulos, de lo anterior se tuvieron los siguientes resultados:



Figura 2 bosquejo de la estructura del brazo robótico

Volumen de cada una de las partes de la estructura del brazo robot:

El espesor del aluminio es de 3.0625mm = 0.30625cm

$$Volumen_{pinzas} = (0.30625)(10)(20) = 61.25cm^3$$

$$Volumen_{muñeca} = (0.30625)(10)(15) = 45.9375cm^3$$

$$Volumen_{antebrazo} = (0.30625)(10)(25) = 76.5625cm^3$$

$$Volumen_{codo} = (0.30625)(10)(40) = 122.5cm^3$$

Suma de los volúmenes:

$$61.25 + 45.9375 + 76.5625 + 122.5 = 306.25cm^3$$

Ahora conociendo la densidad y el volumen se obtiene el valor de la masa:

$$D = \frac{m}{V}$$

Despejando m :

$$m = (D)(V)$$

$$m = (0.0027)(306.25) = 0.826875kg$$

Esta masa se multiplicara por 2, dado que son dos barras paralelas:

$$(0.826875)(2) = 1.65375kg$$

A esta masa se le incrementaran 1kg, que es aproximadamente la masa de los motores que llevara para mover las juntas y la masa de las poleas, aproximadamente.

$$1.65375kg + 1kg = 2.65375kg$$

Ahora se calcular el peso de la estructura adicionando los motores y poleas:

$$P = mg$$

$$m = 2.65573kg$$

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$P = (2.65573kg) (9.8 \text{ m/s}^2) = 26.026(Kg) \left(\frac{m}{s^2} \right) = 26.026N$$

Para calcular el par generado por la estructura del brazo robot, se consideró a toda la masa como una viga uniformemente distribuida, con su centroide en la mitad de la estructura, la figura 3 muestra la viga con su peso en su centroide.

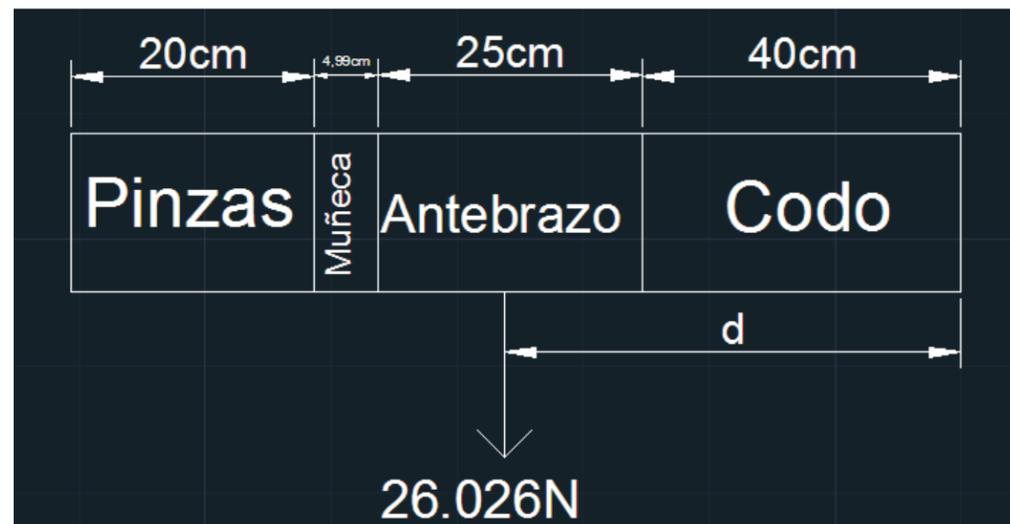


Figura 3 representación del peso de la viga en el centroide

El torque o momento generado por la viga se calcula:

$$\tau = P \times d$$

$$P = 26.026N$$

$$d = 50cm$$

$$\tau = (26.026N) (50cm) = 1301.3Ncm$$

$$1Kgf = 9.8067N$$

$$\tau = (1301.3Ncm) \left(\frac{1Kgf}{9.8067N} \right) = 132.6949Kgfcm$$

El motor a utilizar para levantar la estructura tiene un torque de 70Kgfcm por lo tanto es necesario incrementar el torque casi al doble.

Considerando incrementar el torque al doble, se tiene una relación entre poleas de 2 a 1.

$$R = 2$$

Por lo tanto se seleccionan los diámetros siguientes:

$$d = 2in \approx 49mm$$

$$D = 4in \approx 98mm$$

La distancia entre ejes se calcula con la ecuación (2):

$$E \geq \frac{(R+1)d}{2} + d \quad (2)$$

$$E \geq \frac{(2+1) \cdot 49mm}{2} + 49mm$$

$$E \geq 122.5mm \approx 12.25cm$$

Selección:

$$E = 12.5cm$$

De la ecuación 3) se calcula la longitud primitiva de la correa:

$$L_p = 2(12.5) + \frac{\pi}{2}(9.8 + 4.9) + \frac{(9.8-4.9)^2}{4(12.5)} \quad (3)$$

$$L_p = 48.57 \text{ cm}$$

Ahora se calcula la banda (siguiente transmisión) para mover el antebrazo, se utilizan las mismas dimensiones de las poleas.

Para este caso $E = 27cm$.

$$L_p = 2(27cm) + \frac{\pi}{2}(9.8cm + 4.9cm) + \frac{(9.8cm-4.9cm)^2}{4(27cm)} \quad (3)$$

$$L_p = 77.313cm$$

CONCLUSIONES

Se contribuyó en la creación de este brazo solo en el pleno diseño de este, aplicando conocimientos obtenidos en la carrera de los estudiantes que apoyamos este proyecto. Se consiguieron las poleas a utilizar, las bandas así como también los motores que brindan el movimiento a cada uno de los eslabones en este brazo.

SISTEMA EMBEBIDO EN TIEMPO REAL PARA APLICACIONES ELÉCTRICAS BASADO EN LA PLATAFORMA DSC1103

Israel Hernández Medrano¹ y Guillermo Tapia Tinoco²

RESUMEN

En el presente trabajo se muestra un sistema embebido que utiliza la plataforma DSC1103 para conectarse en tiempo real a una simulación de un divisor de voltaje en Simulink de MATLAB aplicando el concepto de Hardware in the Loop (HIL). Se utiliza un resistor externo conectado en tiempo real a la simulación, que se modela como una fuente de corriente controlada. La fuente de corriente recibe su magnitud y ángulo de fase de la corriente medida en la resistencia externa. El voltaje aplicado a la resistencia externa se obtiene de la simulación en cada paso de integración y es aplicado en tiempo real a la resistencia externa a través de un convertidor digital a analógico (DAC) y un amplificador. Se muestran los resultados de la comparación del divisor de voltaje simulado contra los resultados obtenidos de la simulación en tiempo real aplicando el concepto HIL.

ABSTRACT

In this paper an embedded system using the DSC1103 platform to connect in real time to a simulation of a voltage divider in MATLAB Simulink applying the concept of Hardware in the Loop (HIL) is shown. An external resistor connected in real time to simulation, which is modeled as a time controlled current source is used. The current source receives its magnitude and phase angle of the current measured in the external resistance. The voltage applied to the external resistance is obtained from the simulation in each integration step and is applied in real time to the external resistance through a digital to analog converter (DAC) and an amplifier. The results of the comparison of the voltage divider simulated against the results obtained of the simulation in real time using the HIL concept are shown.

Palabras Clave: Hardware in the loop, sistema embebido, divisor de voltaje, simulación en tiempo real.

INTRODUCCIÓN

Debido al incremento en la complejidad de los sistemas y con el objetivo de reducir el tiempo para introducir el producto al mercado, aparecen nuevas técnicas para el desarrollo y estudio de sistemas como es el caso del *Hardware In the Loop* (HIL). Para los ensayos y desarrollo de sistemas existían dos posibilidades si el sistema a ensayar es de una potencia específica elevada. Primero, realizar un experimento en el hardware real y segundo, realizar una simulación de software. Actualmente existe una tercera opción, que es un sistema híbrido de los dos anteriores, denominado HIL. Esta técnica se basa en la interconexión de hardware externo con un equipo informático, trabajando en tiempo real, que simula el circuito o sistema a ensayar (Dargahi, Ghosh, Ledwich y Zare, 2012). Actualmente en la literatura se tienen reportados trabajos en diferentes áreas del conocimiento donde se aplica la técnica de prueba HIL. Por ejemplo en (Bergas, Teixidó, López, Galceran y Sánchez, 2005) se presenta el diseño y los resultados experimentales de un generador de huecos de tensión programable utilizado para el ensayo de convertidores de frecuencia. En (Lorenzo, López y García 2004) se describe el software integrado para sistemas de ControlAV, con el cual se obtiene de forma experimentalmente un modelo del proceso a controlar, realizando el diseño del controlador, su análisis e implementación en tiempo real a través del

¹Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Estudiante Ingeniería Electromecánica; Carretera Irapuato – Silao km 12.5, El Copal, C.P: 36821, Irapuato, Gto, israelmedrano493@gmail.com

²Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Docente Ingeniería Electromecánica; Carretera Irapuato – Silao km 12.5, El Copal, C.P: 36821, Irapuato, Gto, gutapia@itesi.edu.mx

uso del concepto de hardware in the loop, pudiendo repetir el ciclo de diseño hasta obtener un controlador eficiente. (Casellas, Esteban, Guinjoan, Piqué, Martínez y Velasco 2014) determinan las limitaciones operativas y verifican la viabilidad como equipo HIL en una aplicación de electrónica de potencia de una computadora estándar trabajando con un sistema operativo en tiempo real. (Valenzano, Gregor, Rodriguez y Benitez 2013) presentan el diseño de una plataforma Hardware in the Loop que verifica el comportamiento de un motor asíncrono trifásico y se implementa en un dispositivo FPGA, la plataforma se valida implementando el diseño en una placa de evaluación y se comparan los resultados obtenidos con simulaciones por computadora.

El objetivo del presente trabajo es aplicar el concepto de Hardware in the loop a una aplicación eléctrica, en este caso a un divisor de voltaje, realizando una simulación en tiempo real de un sistema embebido con la plataforma DSC1103, para después comparar los datos obtenidos de la simulación del caso de estudio contra los datos obtenidos de la simulación aplicando Hardware in the Loop.

MÉTODOS Y MATERIALES

La simulación Hardware in the Loop (HIL) es una técnica utilizada para el desarrollo y comprobación de sistemas embebidos en tiempo real, y en la actualidad es comúnmente usada debido a que presenta ventajas sobre otras técnicas de simulación, una de las principales ventajas mencionadas es la reducción de costos al no necesitar tener todos los elementos de un sistema a analizar, ya que permite conectar elementos parciales del sistema analizado a la simulación en tiempo real mediante módulos de entrada y salida de señales analógicas y digitales, un elemento que tiene dichos módulos es la plataforma DSC1103 que en conjunto con el software ControlDesk permiten la conexión mencionada entre elementos reales y una simulación en tiempo real gracias a los módulos ADCs y DACs.

El desarrollo de la simulación en tiempo real requiere tener un lazo cerrado entre todos los elementos involucrados, el lazo mencionado de la simulación parte de la simulación del divisor de voltaje que se realiza en Simulink de MATLAB, que se conecta a la plataforma DSC1103 mediante cable de fibra óptica debido a la velocidad que presenta en la transmisión de las señales, esto es de gran necesidad debido a que el modelo de simulación es cargado en esta plataforma para recibir y enviar señales en tiempo real a gran velocidad. El modelo de simulación, modela el resistor externo (elemento bajo prueba) como una fuente de corriente controlada, que recibe su magnitud y ángulo de fase de la corriente medida en la resistencia externa con un medidor de corriente como se muestra en la Figura 1. La magnitud y ángulo de fase de la corriente medida interactúan con el modelo de simulación y el resistor externo gracias al módulo ADC que tiene la plataforma DSC1103. Después que la señal de corriente ingresa al DAC, ingresa a la fuente de corriente controlada con una ganancia que permite introducir una corriente equivalente a la que se tiene en la simulación sin implementar el elemento externo.

El otro parámetro que se necesita para el estudio del elemento bajo prueba es el voltaje del mismo. Para que interactúe en tiempo real este parámetro con el resistor externo, al igual que la corriente, se conecta a la plataforma DSC1103 pero ahora se utilizando un módulo DAC. El voltaje aplicado a la resistencia externa se obtiene de la simulación en cada paso de integración y es aplicado en tiempo real a la resistencia externa a través de un convertidor digital a analógico (DAC), que antes de que salga esta señal por el módulo DAC se ajusta su magnitud con una ganancia para que el voltaje que se aplique al resistor externo sea equivalente al voltaje de la simulación sin HIL. El amplificador, que también es mostrado en la Figura 1, recibe la señal del voltaje y una vez más se ajusta para que el elemento externo reciba un voltaje que sea equivalente al necesitado para su estudio.

El proceso anterior se repite en tiempo real, por lo que el elemento bajo prueba (resistor externo de 300 Ω) tiene un comportamiento muy parecido al esperado y que se tiene en la simulación sin utilizar el concepto de Hardware in the Loop. Además, el buen funcionamiento de los elementos utilizados en el lazo cerrado de la simulación con HIL es de suma importancia ya que para que una simulación en tiempo

real sea exitosa se deben tener todos los elementos conectados en tiempo real, por lo que no puede abrirse el lazo mostrado en la Figura 1.

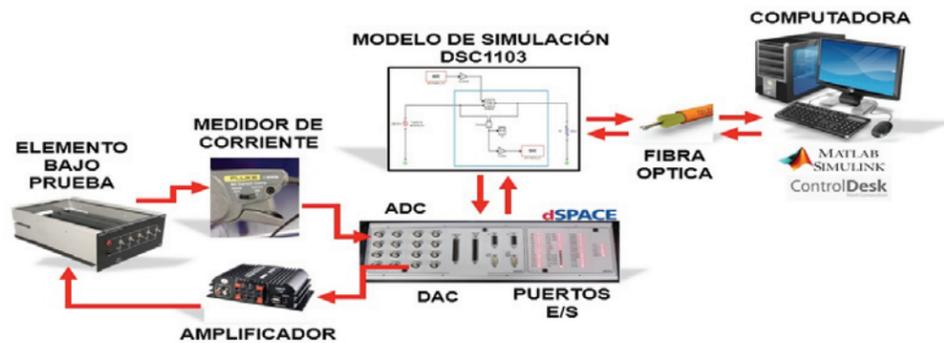


Figura 1. Diagrama del lazo cerrado de la simulación en tiempo real.

La implementación de los elementos mencionados anteriormente en la simulación en tiempo real se muestra en la Figura 2, utilizando de referencia el diagrama del lazo cerrado de la Figura 1. Además, el uso del osciloscopio permite observar el voltaje aplicado al amplificador como medida de verificación de que realmente se tiene un lazo cerrado.

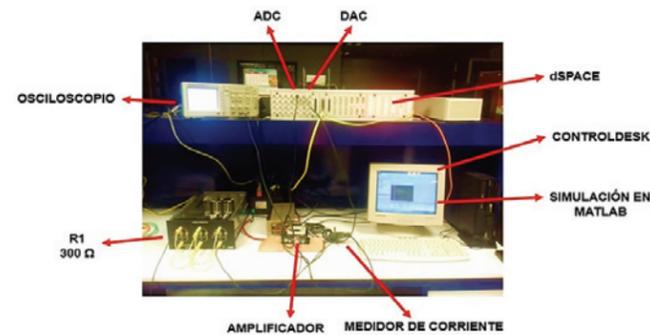


Figura 2. Elementos utilizados en el lazo cerrado de la simulación en tiempo real.

El control sobre la entrada y salida de señales analógicas y digitales de la plataforma DSC1103 se lleva a cabo con el software ControlDesk, que permite cambiar los parámetros de la simulación en tiempo real después de cargar el modelo en este software, como la magnitud o frecuencia de la fuente de alimentación, cuyas unidades son volts (V) y radianes por segundo (rad/s) respectivamente. También es posible modificar en tiempo real las ganancias para el voltaje y la corriente que cierran el lazo. Las señales del voltaje de la fuente de alimentación, la corriente medida en la resistencia externa, el voltaje en la resistencia externa y en la resistencia de la simulación, todas con valores pico, se pueden observar en una ventana como la que se muestra en la Figura 3, asimismo se puede tener control sobre la simulación con los botones de *STOP*, *PAUSE* y *RUN*, que permiten hacerlo en tiempo real.



Figura 3. El software ControlDesk permite el control sobre la entrada y salida de las señales.

RESULTADOS

La simulación en tiempo real utilizando el concepto de Hardware in the Loop mencionada en la sección anterior se implementa al caso de estudio de un divisor de voltaje, que se muestra en la Figura 4. El divisor de voltaje simulado consta de tres elementos: la fuente de alimentación de $169.70 V_{pico}$ a 100 Hz, un resistor R1 de 300Ω (elemento HIL) y un resistor R2 de 300Ω .

El resistor R1 de 300Ω se sustituye por un resistor real conectado a la simulación utilizando la plataforma DSC1103 o software DSPACE, utilizando el lazo cerrado mostrado en las Figuras 1 y 2. El modelo de simulación que se carga en la plataforma DSC1103 para la simulación en tiempo real se muestra en la Figura 5, donde el resistor R1 se sustituye por una fuente de corriente controlada que recibe como entrada la magnitud y el ángulo de fase de la corriente medida en la resistencia externa y un medidor de voltaje que permite aplicar en tiempo real el voltaje de la simulación a la resistencia externa a través de un DAC y el amplificador. En ambos casos se utilizan ganancias de ajuste para obtener los valores de voltaje y corrientes para que sean equivalentes a los que se tienen en la simulación sin

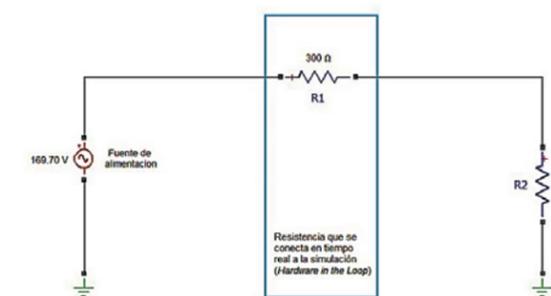


Figura 4. Caso de estudio.

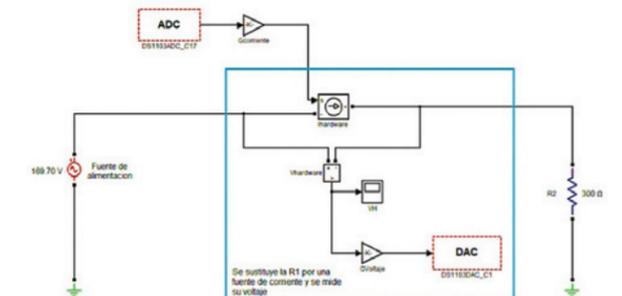


Figura 5. Modelo cargado en la plataforma DSC1103.

implementar el concepto de Hardware in the Loop. Las formas de onda de los voltajes en la fuente y cada una de las resistencias de la simulación correspondiente al caso de estudio propuesto se muestran en la Figura 6, el voltaje de la fuente de alimentación es de $169.70 V_{pico}$, el voltaje en cada resistor, R1 y R2 al ser los dos de 300Ω , es de $84.85 V_{pico}$ y la corriente que circula por el circuito es de $0.28 A_{pico}$, que en este caso para poder observar la onda de la corriente se multiplica por un factor de 20, por lo que en la gráfica la corriente tiene un valor de $5.65 A_{pico}$.

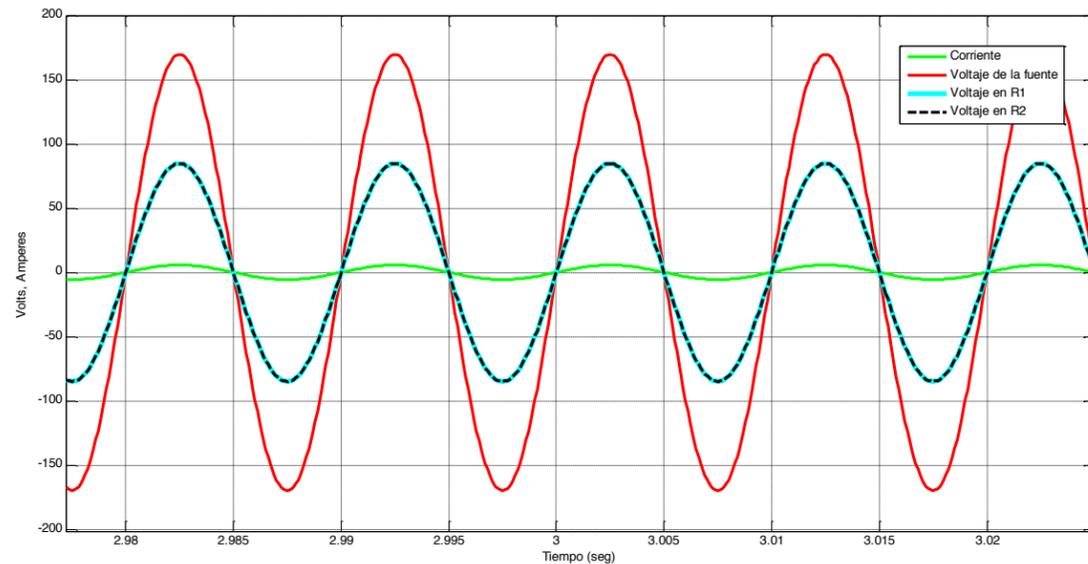


Figura 6. Parámetros de la simulación sin el resistor externo.

Las formas de onda de los voltajes y corriente del HIL correspondiente al caso de estudio propuesto se muestran en la Figura 7, el voltaje de la fuente de alimentación es de $168.06 V_{pico}$, el voltaje en el resistor real conectado a la simulación es de $83.24 V_{pico}$, el voltaje de R2 de la simulación es de $82.98 V_{pico}$ y la corriente que circula por el circuito es de $0.278 A_{pico}$, que en este caso para poder observar la onda de la corriente se multiplica por un factor de 20, por lo que en la gráfica la corriente tiene un valor de $5.56 A_{pico}$.

La señal del voltaje que sale del amplificador, se aplica al resistor externo en tiempo real, y la corriente medida se ingresa a la simulación utilizando HIL, cerrando el lazo para poder aplicar dicho concepto, por lo que el amplificador mencionado es uno de los elementos de suma importancia para aplicar Hardware in the Loop. Las consecuencias de utilizar este tipo de amplificador en este proyecto provocan las diferencias en la magnitud de los voltajes y las corrientes que se muestran en las Figuras 6 y 7.

Además, el ruido o distorsión junto con un cierto ángulo de defasamiento a determinadas frecuencias que presentan los voltajes mostrados en la Figura 7 se deben al propio filtrado del amplificador utilizado, que al calcular en cada paso de la simulación en tiempo real las señales que se tienen de salida provocan los comportamientos mencionados en los voltajes y corrientes al implementar el resistor externo en HIL.

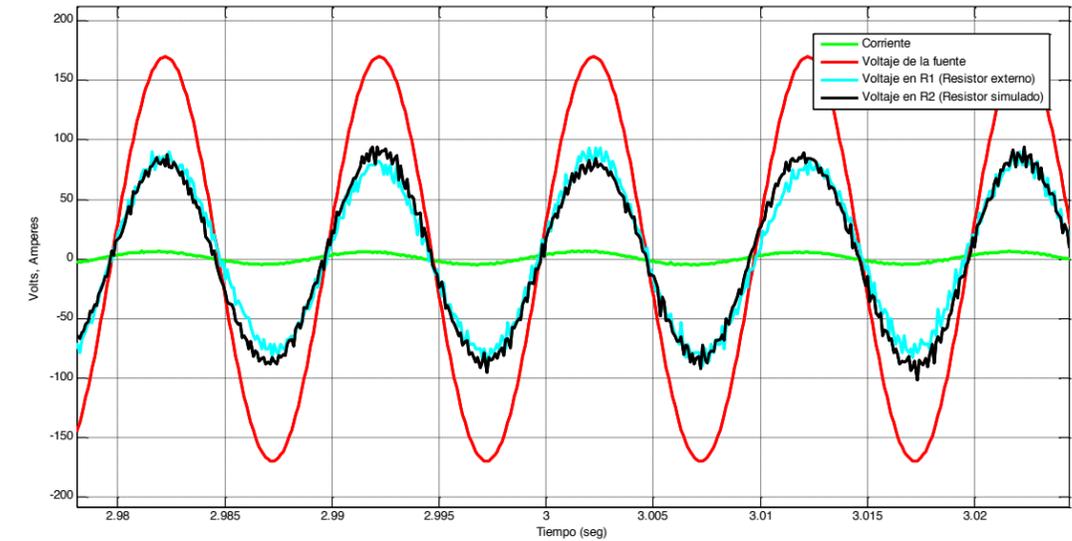


Figura 7. Parámetros de la simulación en tiempo real utilizando el concepto de Hardware in the Loop.

CONCLUSIONES

Los resultados mostrados en la sección anterior muestran que implementando el resistor externo a la simulación en tiempo real se tienen resultados muy parecidos a los obtenidos en la simulación sin implementar el concepto de Hardware in the Loop. La diferencia entre las magnitudes y las formas de onda de los voltajes y la corriente al conectar la resistencia en físico con la simulación se debe al filtrado que tiene el amplificador utilizado, para evitar esto se puede implementar un amplificador que no tenga el efecto mencionado.

Asimismo, la importancia de que una simulación sea en tiempo real se debe a que según la aplicación eléctrica a desarrollar y estudiar con el concepto de HIL junto con algún software que permita la entrada y salida de señales analógicas y digitales, se puede tener acceso a los parámetros de algún elemento en cuestión, con una simulación que es muy parecida a la realidad, por lo que la implementación de este tipo de simulaciones en la actualidad puede llegar incluso a reducir costos en algunas pruebas, ya que no es necesario tener todos los elementos que involucren un caso de estudio en particular.

BIBLIOGRAFIA

1. M. DARGAHI, A. GHOSH, G. LEDWICH, F. ZARE, (2012). "Studies in Power Hardware in the Loop (PHIL) Simulation Using Real-Time Digital Simulator (RTDS)," en *2012 IEEE International Conference on Power Electronics, Drives and Energy Systems*, [pp. 1-6].
2. BERGAS, J., TEIXIDÓ, M., LÓPEZ, Q., GALCERAN, S. y SANCHEZ, J. (2005). "Hardware in a Loop para el ensayo de convertidores de frecuencia de 400 V" en *9º Congreso Hispano-Luso de Ingeniería Eléctrica (9CHILE)*, Marbella, España. Vol. Julio – 2005, [pp. 1-7].

3. LORENZO, J., LOPEZ, M. y GARCIA, L. (2004). "Software para el diseño de controladores robustos con funcionalidad hardware in the loop" en *XXV Jornadas de automática*, Cdad. Real, Vol. Septiembre – 2004, [pp. 1-7].
4. CASELLAS, F., ESTEBAN, J., GUINJOAN, F., PIQUE, R., MARTINEZ, H. y VELASCO, G. (2014). "Simulación mediante Hardware In the Loop de un convertidor Buck" en *SAAEI, Tangier*, 25- 27, Vol. Junio, [pp. 1-5].
5. VALENZANO, G., GREGOR, R., RODRIGUEZ, J. y BENITEZ, M., (2013). "Diseño e implementación de un sistema digital basado en FPGA de la técnica Hardware in the Loop aplicado a un motor asíncrono trifásico" en *Universidad Nacional de Asunción*, Facultad de Ingeniería – Ingeniería Electrónica, [pp. 1-11].

FABRICACION DE NANOESTRUCTURAS DE CARBONO DOPADOS CON NITROGENO

Hernández Robledo José Carlos¹ y Muñoz Sandoval Emilio²

RESUMEN

En el presente documento se muestra la metodología para la síntesis de nanotubos dopados con nitrógeno mediante una síntesis por el método de deposición química en fase vapor. Para realizar el análisis de sus posibles beneficios. El tipo de trabajo realizado fue experimental ya que se desea encontrar la mayor eficiencia para la obtención de nanotubos con diferentes mezclas de sustancias. Se muestran los resultados logrados mediante el microscopio electrónico de barrido y lograr demostrar la obtención de los nanotubos, se rotularon todas las muestras obtenidas y se tiene un archivo de todos los pesos obtenidos para la futura comparación de resultados.

ABSTRACT

This research deals the methodology for the synthesis of nanotubes doped with nitrogen by chemical vapor deposition. For the analysis of its future potential benefits. Its area of action are in the fields as electronic, optics, electromechanically and chemical. The results obtained are nanotubes made with ethanol and benzylamine.

INTRODUCCION

1.1. OBJETIVO

Obtener nanotubos de carbono utilizando una solución de etanol y bencilamina mediante deposición química de vapor.

1.2. NANOMATERIALES DE CARBONO

El carbono puede formar diferentes tipos de alótopos con hibridaciones sp^2 ó sp^3 . Así, Grafito (3D), grafeno (2D), nanotubos de carbono (CNTs, 1D) y fullereno (0D) presentan idación sp^2 mientras que la hibridación sp^3 la presenta el diamante (3D), siendo el diamante y el grafito las dos formas cristalinas naturales del carbono puro.

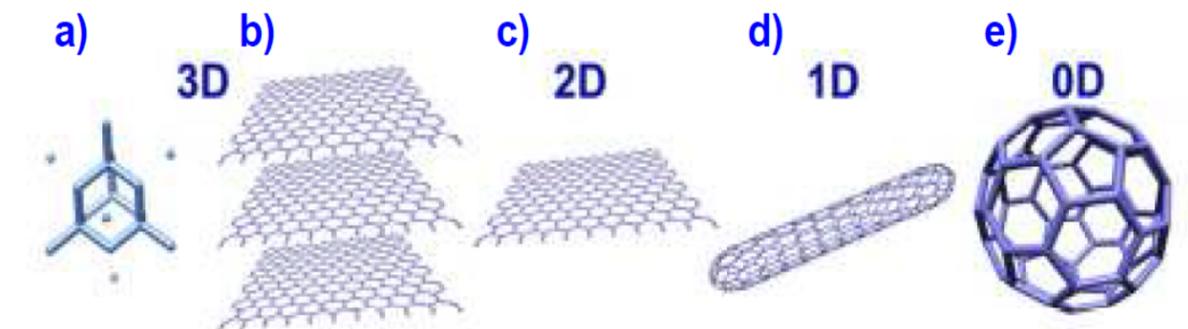


Figura 2.1: Alótopos de carbono: a) diamante, b) grafito, c) grafeno, d) nanotubo de carbono y e) fullereno.

¹ Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Ing Química, Av. Adolfo López Mateos Ote. No. 1801, Fracc., Bona Gens, C.P: 20256, Aguascalientes, Ags, carloshernandez91190@gmail.com

² Dr. Emilio Muñoz Sandoval, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, División de materiales avanzados, Camino a La Presa de San José 2055, Lomas 4 sección, C.P:78216, San Luis Potosí, S.L.P, ems@ipicyt.edu.mx

1.3. DEPOSICION QUIMICA EN FASE VAPOR (CVD)

La deposición química en fase de vapor (CVD) es un proceso muy versátil para la fabricación de recubrimientos, polvos, fibras, y componentes monolíticos. Esta técnica ha alcanzado su esplendor en la década de los años 70, debido a la gran variedad de posibilidades que ofrece, por ejemplo en el campo de la microelectrónica. Ha sido aplicado tradicionalmente, con el objetivo de producir gran número de capas de diferentes tipos de materiales conductores, semiconductores y aislantes. En la actualidad, existe una gran diversidad de elementos y compuestos que pueden ser depositados mediante esta técnica.

El CVD se podría definir como un proceso mediante el cual se deposita un sólido, como producto de las reacciones químicas entre los reactivos en estado gaseoso sobre una superficie que se encuentra a una elevada temperatura. Este tipo de reacciones pueden activarse por diferentes vías (calor, luz, plasma etc), lo que conlleva a la formación de un producto sólido estable. Las reacciones que tienen lugar pueden ser de carácter homogéneo, en fase gaseosa, y/o heterogéneo, si se producen cerca de la superficie caliente, conduciendo la formación de polvos o películas respectivamente.

1.4. NANOTUBOS DE CARBONO

Los nanotubos de carbono (CNT) son alótropos de carbono que se asemejan a un cable cuántico unidimensional (1D); tienen una estructura tubular hecha de capas de átomos de carbono (láminas grafénicas) enrolladas entre sí, con un radio de unos pocos nanómetros, de 3 a 30 nm, y una longitud del orden de los micrómetros aunque pueden llegar hasta los 20 cm de longitud.

Las paredes de los nanotubos de carbono se componen de una red hexagonal, análoga a la de los planos atómicos del grafito, cuya punta en sus extremos puede ser abierta o cerrada por una tapa semi-hemisférica con forma de fullereno.

En cuanto a sus propiedades mecánicas los nanotubos de carbono son muchas veces más fuertes que el acero, más duros y con mayor conductividad térmica que el diamante. Además son muy rígidos y tenaces presentando módulos de Young ultra-altos y valores de resistencia a la tracción muy elevados; estas propiedades se consideran muy deseables en los refuerzos de materiales compuestos.

Por otra parte, los nanotubos de carbono se pueden separar en dos grandes grupos

Nanotubos de carbono de una sola pared (SWCNT por sus siglas en inglés): cilindros individuales de 1,2 nm de diámetro.

Nanotubos de carbono de pared Múltiple (MWCNT por sus siglas en inglés): colecciones de varios cilindros concéntricos de grafeno.

1.5. NANOTUBOS DE CARBONO DOPADOS

Aunque las propiedades de los nanotubos de carbono son muy buenas siempre pueden ser mejoradas en algunas áreas como la electrónica, óptica, electromecánica o química, ampliando sus propiedades físicas y químicas. Para ello se puede acudir al dopaje. Se define dopaje como la inclusión de átomos o moléculas (distintos del carbono) en la estructura gráfica de los nanomateriales de carbono. Estos átomos o moléculas se suelen introducir en pequeñas concentraciones y de diferentes maneras.

Los nanotubos de carbono pueden ser dopados con átomos electrodonores o electraceptores, que puede cambiar sus propiedades electrónicas u otras propiedades. El dopaje se puede realizar de dos formas: por intercalación de átomos dopantes o por sustitución de átomos de carbono por los átomos dopantes.

METODOLOGIA

ARMADO DE EQUIPO Y PREPARACION DE SOLUCIONES

- 1) Preparar la solución de Etanol, Bencilamina y Ferroseno en cantidades de 97.5 % en peso de Etanol y Bencilamina en 50-50 lo restante de ferroseno, preparar 500 ml.
- 2) Armar el equipo de deposición química en fase vapor.
- 3) Armar el equipo de la trampa de acetona.
- 4) Se toma el tubo de 90 cm y colocar papel parafilm en las extremidades para evitar contaminación cuando se introduzca en los hornos y se retira el papel parafilm.
- 5) Introducir en tubo en los hornos cuidando que no golpee con nada ya que sus extremidades son demasiado frágiles.
- 6) Colocar 300 ml de solución dentro del sprayer y marcar.
- 7) Unir las extremidades del tubo con el sprayer y el refrigerante, colocar cinta teflón en las uniones y colocar una grapa.
- 8) Colocar la acetona hasta el cuello de la trampa de acetona, verificar que la altura se encuentre a 16.5 cm para evitar que la caída de presión afecte los resultados de la síntesis.
- 9) Encender los hornos y aumentar la temperatura a 850°, abrir la válvula de gas a un flujo de 2.5 y abrir la válvula de agua a un flujo aproximado de .5 lt/min.
- 10) Esperar a que los hornos alcancen la temperatura y esperar 5 minutos, una vez transcurrido este tiempo encender el generador electrónico y esperar durante 30 min.
- 11) Retirar el tubo y colocar en una probeta con etanol en un baño ultrasónico por 30 min.
- 12) Rotular el tubo y colocar los residuos en un frasco previamente lavado y rotular.
- 13) Marcar el tubo donde se encuentre la síntesis con intervalos de 1 cm.
- 14) Nota: Para realizar las siguientes síntesis se repite lo anterior y solo se agrega solución hasta alcanzar la marca en el sprayer.

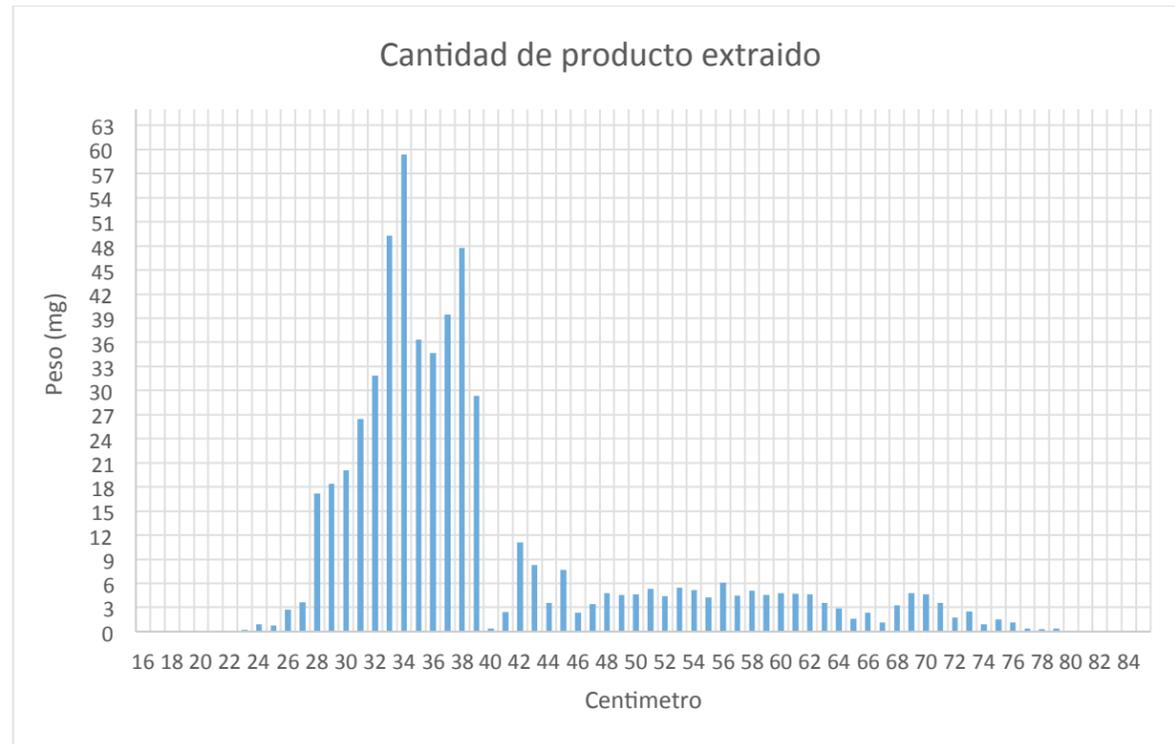
PREPARACION DE SOLUCIONES PARA EXPERIMENTACION

- 1) Se preparó la solución para la segunda experimentación, la solución contenía una mezcla de isopropanol, bencilamina y ferroseno, con un volumen total de 600 ml, con un porcentaje de 97.5 % de isopropanol y bencilamina, de 50-50 y 13.58 gr de ferroseno.
- 2) Preparar el equipo para la primera síntesis.
- 3) Se comenzó con la limpieza de los tubos con extran, acetona, alcohol etílico, isopropanol.
- 4) Se empieza el raspado de los tubos para la extracción de los tubos de carbón.
- 5) Los primeros centímetros se obtuvieron con alcohol etílico por la razón de que es muy poca cantidad y después se pone a secar.
- 6) Cada persona se hizo responsable de cada tubo con su respectiva síntesis y su extracción.

RASPADO DE TUBOS Y ALMACENAMIENTO

- 1) Se comenzó con la extracción de los nanotubos de carbón desde el centímetro donde empieza la síntesis, dado que en los primeros centímetros se tiene poca cantidad de nanotubos de carbono se raspa desde el centímetro 16 al 20.
- 2) Después de raspar ya que en la pequeña cantidad de producto se queda pegada en el tubo, se extrae con alcohol etílico y se deja secar.
- 3) Se retira todo el producto almacenándolo en pequeños trozos de papel aluminio y rotulando con el nombre de la persona que los extrae, el centímetro y la solución con la que fue elaborado.
- 4) Una vez terminado el almacenaje de todo el producto en los trozos de papel aluminio se pesan cada uno en una báscula analítica.

RESULTADOS



Grafica 5.1: Cantidad de nanotubos extraídos por centímetro.

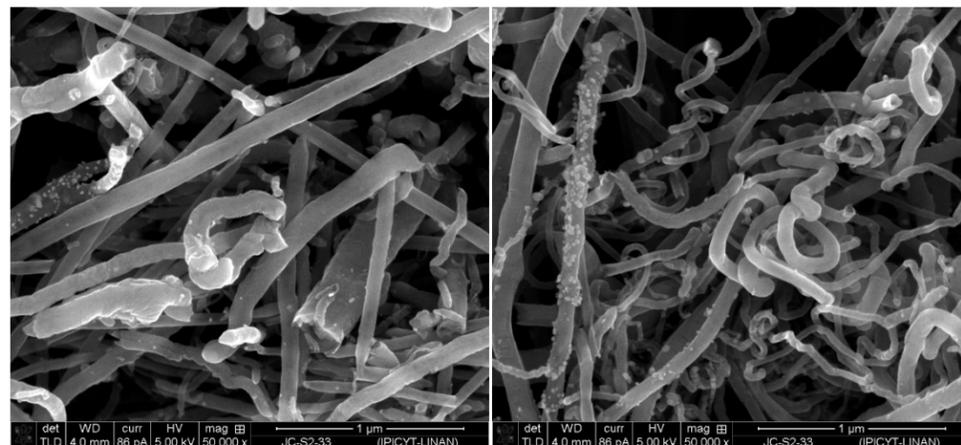


Imagen 5.1: Imágenes de sem de los nanotubos en una escala de una micra

CONCLUSION

Se observa que por cada síntesis la cantidad de solución gastada se va disminuyendo y aun que el tubo se encuentre más oscurecido no indica que la cantidad de nanotubos sea mayor, esto puede deberse a fugas en el sprayer y disminuir la cantidad de producto que se necesita.

BIBLIOGRAFIA

González, V. (2015). “Nanomateriales de Carbono, síntesis, funcionalización y aplicaciones”, Universidad Carlos III, Madrid España, [pp 3-12]

Elias, A. Perea, N. Pulickal, L. (2014) “Three-dimensional Nanotubes networks and a new horizon of applications”, Copyrighted materials, [pp 5-7 10-11]

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi gratitud hacia los Doctores Emilio Muñoz Sandoval con clave: Clave CB-2013-220744-CONACYT y Florentino Lopez Urías con clave: 3971 Bilateral 246023-CONACYT, mis tutores durante mi estancia de verano, por todo el apoyo, enseñanzas y valiosas contribuciones aportadas para la realización de este trabajo de investigación.

A CONACYT por la beca otorgada a través de su programa de verano de la ciencia región centro.

A IPICYT en especial a la división de materiales avanzados, por su acogimiento durante mi estancia de verano, por todos los reactivos y equipos que se utilizaron y sobre todos por la calidez con la que me recibieron.

A LINAN y Verano de la Ciencia de la Academia Mexicana de Ciencias, por que sin ellos esto no hubiera sido posible.

A todos y cada uno de los compañeros y amigos del grupo de investigación de y materiales avanzados, que me han acompañado y ayudado durante toda esta estancia de verano a conseguir esta meta. Muchas gracias por todo el apoyo que me han dado.

ANÁLISIS VISUAL DE FLUJO EN EBULLICIÓN EN MICROGRAVEDAD

Maximiliano Hernández Santos¹ y César Manuel Valencia Castillo²

RESUMEN

El estudio del fenómeno de flujo en ebullición es un proceso altamente complejo debido a la presencia de dos fases: líquida y gaseosa (burbujas). Se cree que algunos parámetros de burbujas tienen influencia sobre el coeficiente de transferencia de calor; por tanto, para mejorar la comprensión de este fenómeno, se deben medir dichos parámetros. En este trabajo, se propone un algoritmo para el reconocimiento de las burbujas de Taylor por medio del procesamiento de imágenes. El algoritmo determina los contornos horizontales de dichas burbujas. Se ha obtenido una combinación que permite la detección de contornos con una combinación de efectividad y error de 98 y 4%, respectivamente.

ABSTRACT

The study of flow boiling phenomenon is a highly complex process due to the presence of two phases: liquid and gaseous (bubbles). It is thought that bubble parameters have influence on heat transfer coefficient; therefore, to improve the understanding of this phenomenon, it is necessary to measure bubble parameters. In this paper, an algorithm has been proposed to recognize Taylor bubbles by image processing. The algorithm determines the horizontal contours of these bubbles. It was obtained a combination of parameters that allow the contours detection with a combination of effectiveness and error of 98 and 4%, respectively.

Palabras Clave: Procesamiento de imágenes, método no intrusivo, burbuja de Taylor.

INTRODUCCIÓN

La medición de parámetros de burbujas en flujos bifásicos es una tarea muy compleja y a la vez necesaria para la comprensión del efecto que estos parámetros tienen sobre la transferencia de calor en el fenómeno de flujo en ebullición. Las técnicas utilizadas para la medición de burbujas en el flujo de ebullición pueden ser clasificadas en dos grupos: métodos intrusivos y métodos no intrusivos [3]. Uno de los métodos no intrusivos más utilizados actualmente es el procesamiento de imágenes. Aunque las propuestas de los algoritmos desarrollados difieren, dependiendo del programador, tienen un mismo objetivo: obtener los parámetros de las burbujas.

Yucheng y Yang [3], propusieron un algoritmo para la detección de burbujas por medio de las gradientes de intensidad, con el fin de enfocar las burbujas, y al mismo tiempo, con el método de puntos de quiebre, detectar las curvas de los contornos de las mismas. La optimización del algoritmo, combinó la información geométrica, la óptica y la topológica para reconstruir el traslape de las burbujas. Los problemas como el traslape, la forma irregular, la deformación superficial y los grandes agrupamientos (coaliciones) de las burbujas, fueron resueltos por medio de una tabla de decisión y un diagrama de flujo. Se obtuvieron las distribuciones axial y lateral de la densidad de burbujas.

Zhongyi et al. [6] han propuesto un software de reconocimiento utilizando los algoritmos de corrosión, expansión y refinamiento, detección de contornos, binarización de imagen, relleno de huecos y estadísticas

¹Universidad Autónoma de San Luis Potosí-CARHS, km 5 Carretera Tamazunchale-San Martín, C.P. 79960, Tamazunchale, S.L.P., MÉXICO, maximilianohernandez.uaslp@gmail.com

²Universidad Autónoma de San Luis Potosí-CARHS, km 5 Carretera Tamazunchale-San Martín, C.P. 79960, Tamazunchale, S.L.P., MÉXICO, cesar.valencia@uaslp.mx

de la burbuja. El algoritmo separó bien las burbujas y el líquido, y obtuvo características paramétricas como el número de burbujas, diámetro y área de las mismas, además de las velocidades y las curvas del crecimiento de las burbujas. Por otra parte Ugandhar et al. [4], por medio de LabView IMAQ Vision de National Instruments, implementaron aplicaciones de imagen y visión avanzadas que toma en cuenta una serie de conceptos y de pasos para el reconocimiento de imágenes y patrones que son altamente complejos. Du et al. [7], han desarrollado un algoritmo que se basa en un análisis morfológico con el procesamiento de imágenes; consiste en la búsqueda de regiones y vectores candidatos de cada burbuja, haciendo cálculos y comparando los ángulos de unión de vectores, colocando un punto de contorno de la burbuja y describiéndolo con líneas de un pixel de ancho, y, al final, el algoritmo completa los contornos para que sean exactos.

MARCO TEORICO

El elemento mínimo de una imagen es el pixel, y se define como la unidad más pequeña que compone una imagen digitalizada. Matemáticamente el pixel se define como: $Pixel_{intensidad} = f(x, y)$, donde f es la intensidad del color en la coordenada espacial (x, y) .

Una imagen "grayscale", también conocida como imagen de intensidad, es una imagen que se encuentra en una tonalidad de gris. En este tipo de imagen solo se requieren 8 bits por pixel con valores en un rango de 0 a 255, donde 0 es el negro y 255 el blanco.

Un pixel $f(x, y)$ tiene cuatro vecinos horizontales y verticales, dos en cada orientación. Estos cuatro vecinos se encuentran a una distancia unitaria de f ; a este conjunto de pixel se les conoce como vecindad de 4 pixel. Además existen 4 vecinos diagonales de f ; en conjunto, con los 4 pixel verticales y horizontales, se forma una vecindad de 8 píxeles [1].

Conectividad. La conectividad establece los límites del contorno de los objetos. Para establecer la conectividad entre dos o más píxeles es necesario saber si los píxeles son adyacentes en un sentido específico, si están en una vecindad de 4 o 8 pixel y, si su nivel de gris satisface un criterio específico de similitud.

Detección de contornos. Permite obtener información útil acerca de los límites de los objetos de estudio, lo que contribuye para el análisis y la detección del objeto. Los contornos de la imagen se definen como variables locales en función de la intensidad de la imagen, dicho de otra forma, un contorno es un cambio de la intensidad de los niveles de gris presentes en la imagen.

MÉTODOS Y MATERIALES

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 [2].

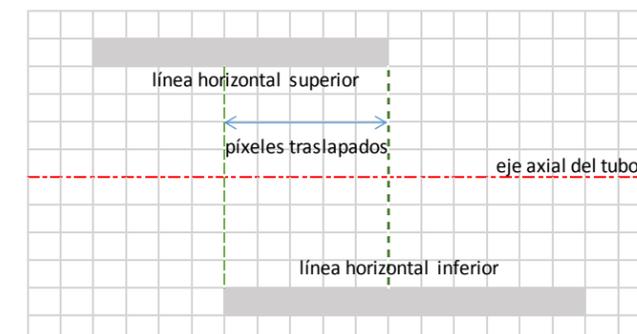


Figura 1. Líneas horizontales del contorno de una posible burbuja

En el presente trabajo, la detección de contornos es de gran importancia para determinar las líneas horizontales de las burbujas de interés. Para la detección de estos contornos se definieron los siguientes parámetros:

- Límite. Determina el rango de los valores en escala de grises para los píxeles que conforman una línea horizontal. Para este parámetro se utilizó un valor de: $limite \geq 100$.
- Número de píxeles continuos horizontales, H. Para que una línea sea considerada como contorno, debe de cumplir con un número de píxeles continuos horizontalmente propuesto. Un ejemplo de píxeles continuos que conforman una línea horizontal se ilustra en la Figura 1.
- Traslape, Trs. Permite determinar si un par de líneas (una superior y una inferior, respecto al eje axial) son parte del contorno de la burbuja. Un ejemplo de traslape de líneas se ilustra en la Figura 1, donde 5 píxeles se traslapan.

Los valores de H se han determinado bajo el criterio de que, para valores de $H < 5$, las burbujas son demasiado pequeñas, y para valores de $H > 15$ son muy grandes, sobrepasando las dimensiones de las burbujas de Taylor. Por tanto, H se probó en un rango de $5 \leq H \leq 15$. Debido a que hay líneas horizontales que delimitan a una burbuja a partir de 1 hasta 10 píxeles de traslape, el rango de valores propuestos para el traslape es de $1 \leq Trs \leq 10$. Ver Tabla 1 para clarificar el significado de H y Trs.

Tabla. 1. Nomenclatura de los parámetros de la burbuja

Parámetro	Nomenclatura	Significado
Píxeles continuos horizontales	H5, H10, H15	5, 10 o 15 píxeles continuos que cumplen con el valor del límite.
Traslape de píxeles	Trs1, Trs5, Trs10	1, 5 o 10 píxeles que traslapan las líneas horizontales de los contornos de una burbuja, con respecto al eje axial del tubo.

Para el procesamiento de imágenes, se desarrolló un algoritmo, cuyo diagrama de flujo se muestra en la Figura 2.

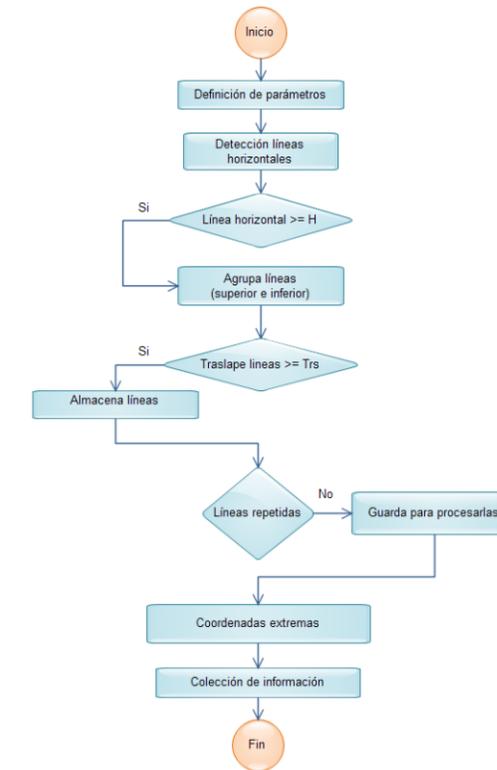


Figura 2. Diagrama de flujo del algoritmo desarrollado para el procesamiento de imágenes

En flujo bifásico, 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 termino burbuja de Taylor ha sido establecido por G. I. Taylor [5]. El objetivo en este trabajo ha sido la identificación de las burbujas de Taylor. Dos de estas burbujas se muestran en la Figura 3.

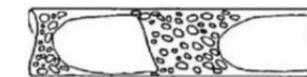


Figura 3. Patrón de flujo “slug” con burbujas de Taylor.

Para determinar la efectividad del algoritmo, se llevó a cabo una comparación con las burbujas obtenidas de forma manual. En este proceso, se seleccionan las burbujas marcando los contornos de 5 burbujas de Taylor. La Figura 4 muestra el resultado de la selección manual de una burbuja de Taylor.



Figura 4. Detalle de una burbuja de Taylor: a) imagen original, b) imagen de la selección manual [2].

La Figura 5a) es el resultado del procesamiento de imágenes llevado a cabo con el algoritmo desarrollado. La Figura 5b) es la imagen original. En la Figura 5a) se pueden apreciar cuatro líneas horizontales

detectadas. La efectividad hace referencia cuando se detecta la burbuja de Taylor en la imagen procesada, en este caso las líneas 3 y 4; por otro lado, las líneas 1 y 2, como se puede observar, no corresponden a ninguna burbuja de Taylor, sino que están detectando los contornos de un grupo de burbujas demasiado pequeñas, siendo el caso de una burbuja que no es de Taylor y contabilizando como un error.

La efectividad se determina como: $Efectividad = N_p/N_m$, donde N_m es el número de burbujas de la selección manual y N_p es el número de burbujas del procesamiento de imagen. Y el error se calcula como: $Error = N_{noT}/N_m$, donde N_{noT} es el número de burbujas que no son de Taylor.

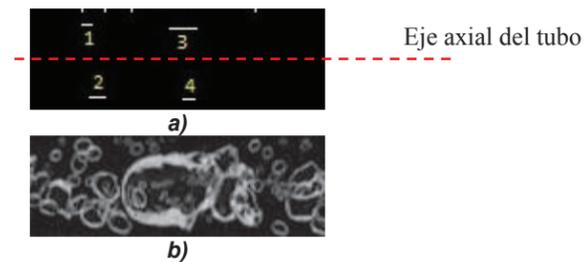


Figura 5. Detalle de una porción de imagen. a) Imagen procesada, b) Imagen original

RESULTADOS

Los resultados obtenidos del procesamiento de imágenes, al ejecutar el algoritmo programado en el entorno de Python™, han sido comparados con los resultados obtenidos mediante el proceso manual [8].

Las gráficas de la Figura 6 muestran los resultados de la efectividad para cada una de las 5 burbujas. Las tres gráficas tienen un rango de 40 a 100% en el eje de las ordenadas. En la Figura 6a) se puede observar que la efectividad ronda entre 47 y 100% esto para H15, esto es, que hay muchas burbujas de Taylor sin detectar durante el procesamiento, dado que las líneas horizontales de los contornos de las burbujas deben ser “muy largas” (15 píxeles). En la Figura 6b), para H10, se puede observar un incremento de la efectividad, oscilando entre el 88 y 100%. Dicho incremento se debe a que el número de píxeles requerido ahora es menor que para el caso de H15, detectando así mayor cantidad de burbujas de Taylor. Por último, en la Figura 6c), para H5, la efectividad incrementa (entre 94 y 100%). Lo anterior se debe a que ahora el requisito son 5 píxeles, detectando aún más burbujas de Taylor. El incremento de H5 con respecto a H10 no es tan pronunciado como el de H10 respecto a H15.

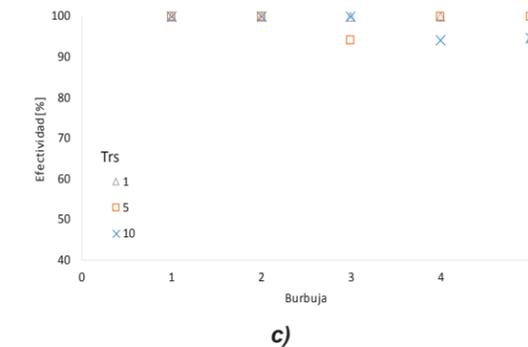
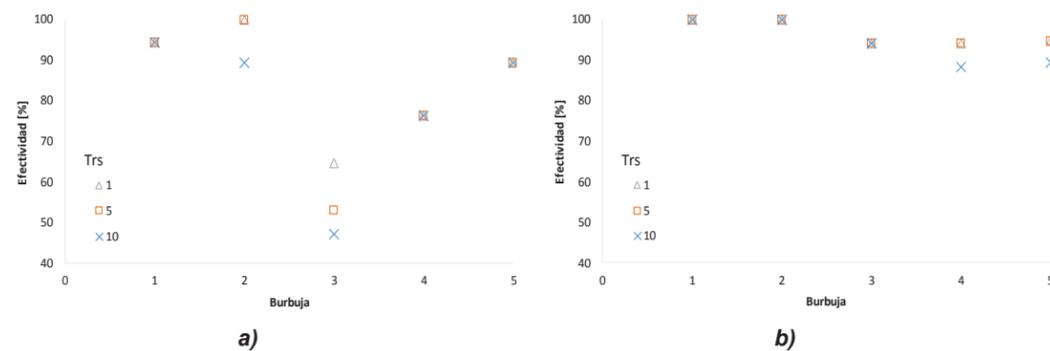


Figura 6. Efectividad para las 5 burbujas estudiadas para: a) H15, b) H10, c) H5

Como conclusión parcial podemos decir que, entre los casos aquí estudiados, conviene H5, ya que se detectan más burbujas de Taylor respecto a los otros dos casos.

La Figura 7 muestra las efectividades y errores, promedio de las 5 burbujas, de cada combinación de parámetros aquí estudiada. Se puede observar que para H5, en combinación con Trs1 y Trs5, resulta una efectividad de cerca el 100%, pero los errores son muy grandes (mayores al 20%); en contraste, para Trs10, también con efectividad de cerca el 100%, resulta un error de solo el 4%. Para H10, las efectividades, en combinación con los tres traslapes, oscilan entre 94 y 97%, y los errores resultan de 1% para los tres casos. Para H15, los errores son 0%, en tanto que la efectividad ronda entre el 79 y 85%. Esta baja efectividad (respecto a H10 y H5), se debe a que el requerimiento de píxeles continuos es de 15, es decir burbujas muy largas, muchas veces más que una burbuja de Taylor estándar bajo estas condiciones.

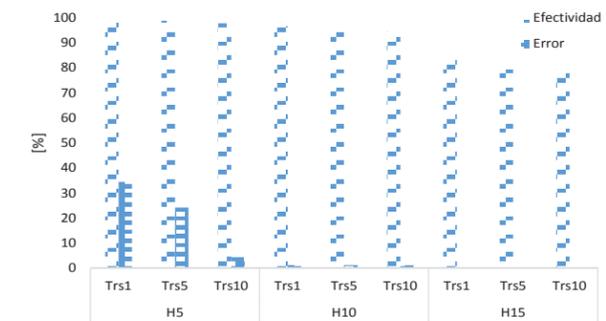


Figura 7. Efectividad y error de cada combinación de parámetros

De acuerdo a lo discutido, H5 en combinación con Trs10, son los parámetros que permitirían alcanzar el objetivo del reconocimiento del mayor número de burbujas de Taylor (98%) en combinación del menor número de burbujas que no son de Taylor (4%). Para esta combinación de parámetros, H5 permite detectar los contornos de burbujas pequeñas que cumplen con el criterio de burbuja de Taylor, y a la vez, Trs10 obliga a que sean 10 píxeles los que se traslapan, lo cual elimina la mayor parte de las burbujas que no son de Taylor.

Probablemente, para otras condiciones de operación del flujo en ebullición, lo cual implica otras dimensiones de burbujas de Taylor (diferente longitud), la combinación de parámetros óptima sea aquella en donde H tenga un valor pequeño y Trs un valor grande, lo cual llevaría a obtener una alta efectividad en combinación con un error relativamente bajo.

CONCLUSIONES

En este trabajo se ha propuesto la implementación de un algoritmo para la detección de burbujas de Taylor en flujo en ebullición. Se han realizado nueve combinaciones de H y Trs para obtener la efectividad y el error. De acuerdo a las pruebas llevadas a cabo, se destaca lo siguiente: i) para H5 y Trs10 se ha obtenido la mejor combinación de efectividad y error, 98 y 4% respectivamente; ii) probablemente, para otras dimensiones de burbujas de Taylor (diferente longitud), la combinación de parámetros óptima sea aquella en donde H tenga un valor pequeño y Trs un valor grande.

BIBLIOGRAFIA

- [1] GONZÁLEZ, R., WOODS, R. (1992). *Digital Image Processing*. Second edition. New Jersey, USA, Prentice Hall
- [2] 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.
- [3] YUCHENG, F., YANG, L. (Septiembre 2016). Development of a robust image processing technique for bubbly flow measurement in a narrow rectangular channel. *ELSEVIER*, 84, 217–228.
- [4] UGANDHAR, P., RAJVANSHI, A.K. (Diciembre 2012). An image analysis technique for determination of void fraction in subcooled flow boiling of water in horizontal annulus at high pressures. *ELSEVIER*, 38, 180–189.
- [5] 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.
- [6] ZHONGYI, W., PU-ZHEN, G., DALI, Y., ZHENG, Y., HANYING, C., CHONG, Z., CHONG, C. (2014). Recognition Statistic and Analysis of Bubbles in Flow Boiling. 4 de Julio del 2016, de ASME Sitio web: <http://proceedings.asmedigitalcollection.asme.org/proceeding.aspx?articleid=1937045>.
- [7] DU, L., ZHANG, H., YANG, Q., WU, C., WANG, X. (2013). Extraction of Bubble Contour in Single Width. 4 de Julio del 2016, de IEEE Sitio web: http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=6493791&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D6493791.
- [8] VALENCIA-CASTILLO, C. M., CELATA, G. P., SARACENO, L., ZUMMO, G. (2014). Visual analysis of flow boiling at different gravity levels in 4.0 mm tube. 4 de Julio del 2016, de UIT (Italian Union of Thermo-fluid-dynamics) Sitio web: <http://iopscience.iop.org/1742-6596/547/1/012029>.

INTERFAZ GRÁFICA Y DE EXTRACCIÓN DE DATOS PARA UN SISTEMA DE REHABILITACIÓN IMPLEMENTADO EN RASPBERRY

Hernández Sierra Luis Javier¹ y González Galván Emilio Jorge²

RESUMEN

La discapacidad neuromotora es un padecimiento presente en un alto porcentaje de la población y puede ser causada por aspectos como deficiencias congénitas, enfermedades o accidentes. Esta discapacidad es tratada usualmente mediante procesos de fisioterapia y/o terapia ocupacional. El objetivo de este trabajo es el desarrollo e implementación de una interfaz gráfica adaptada a un sistema de rehabilitación de muñeca. Este programa permite acompañar las sesiones de terapia, al mismo tiempo que propicia la recuperación cognitiva del paciente. La interfaz propuesta almacena la información de la trayectoria seguida durante la sesión de terapia en una base de datos; se busca analizar esta información (trayectorias que realiza el sujeto) para crear un expediente que, después de varias sesiones, le permita saber su grado de avance.

ABSTRACT

Neuromotor disability is a condition present in a high percentage of the population and can be caused by congenital deficiencies, diseases or accidents. This disability is usually treated through physical and / or occupational therapy. The objective of this work is the development and implementation of a graphic interface adapted to a wrist rehabilitation system. This program is used together with sessions of therapy, fostering the patient's cognitive recovery. The proposed interface stores the information of the path followed during the therapy session in a database; such information (paths followed by the subject) is subject to further analysis in order to create a record which, after several sessions, allow them to know the level of progress.

Palabras clave: muñeca, rehabilitación, interfaz gráfica.

INTRODUCCION

En el mundo hay aproximadamente mil millones de personas con discapacidad [1]. De acuerdo con cifras del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en México la discapacidad afecta a 1.8 por ciento de la población, de los cuales 45.3 por ciento tiene alguna discapacidad motriz. Al año 2000 se contaba con cerca de 360 mil personas con este tipo de discapacidad [2].

La discapacidad motriz es un problema de salud pública que afecta a la población sin importar edad o condición social, pudiendo ser congénita o adquirida. Algunas posibles causas de esta discapacidad pueden ser: defectos congénitos, enfermedades crónicas, lesiones, la Enfermedad Cerebrovascular (ECV), etc. La rehabilitación de los pacientes es vital para su reincorporación a la vida laboral y en muchas ocasiones a los roles sociales. Una opción de rehabilitación es mediante terapia ocupacional. La evaluación de terapia ocupacional es un conjunto de procedimientos y un proceso de pensamiento, que es capaz de intervenir con la población a través de actividades del interés de la persona, con características relacionadas a la propia discapacidad [3]. Esta abarca muchos tipos de actividades, pero el enfoque en este trabajo será solamente la rehabilitación motriz, específicamente de la muñeca.

Diversos laboratorios y centros de investigación han desarrollado y diseñado modelos activos para la aplicación de rehabilitación y de asistencia [4] [5] [6].

¹ Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Manuel Nava No. 6, C.P. 78260, San Luis Potosí, S.L.P., wizhohs@gmail.com

² Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Manuel Nava No. 6, C.P. 78260, San Luis Potosí, S.L.P., egonzale@uaslp.mx

En este artículo se presenta la interfaz virtual complementaria al sistema de rehabilitación de muñeca diseñado en ref. [7]. Buscando sea una herramienta de apoyo para médicos y terapeutas, donde el paciente pueda realizar las sesiones previamente programadas desde su hogar, y el terapeuta pueda revisar los resultados desde su computadora, leyendo el reporte diario que genera el programa.

MARCO TEÓRICO

La función de la muñeca es el cambio de orientación de la mano con respecto al antebrazo. La compleja articulación de la muñeca consiste en múltiples articulaciones de 8 huesos del carpo (escafoides, semilunar, piramidal, pisiforme, trapecio, trapecoide, hueso grande y hueso ganchoso) con el radio distal, las estructuras del espacio ulnocarpal, los metacarpianos, y otros más. Esta colección de huesos y tejidos blandos es capaz de un arco de movimiento que aumenta la función de la mano y del dedo. [8] Según la biomecánica, el complejo articular de la muñeca permite el movimiento en dos planos: flexión y extensión en el plano sagital; y desviación radial y cubital en el plano frontal [5] (Figuras 1 y 2).

El rango total de desviación radial y cubital es aproximadamente de 65° grados, de 15° a 25° grados en dirección radial y de 30° a 45° grados en dirección cubital. El rango normal de movimiento de la muñeca va de 65° a 80° grados de flexión y de 55° a 75° grados de extensión, pero puede variar ampliamente entre los individuos.

Los movimientos de pronación y supinación del antebrazo, aunque no forman parte del movimiento de la muñeca, desempeñan un papel intrincado en la función de la mano y la muñeca. El rango del movimiento medio de la pronación-supinación es de 150° grados, 60°-80° grados de pronación y 60°-85° grados de supinación [6].

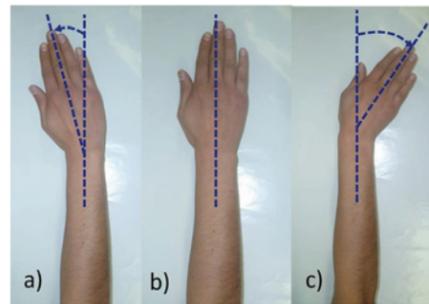


Figura 1. a) Inclinación radial, b) Posición neutra, c) Inclinación cubital [6]

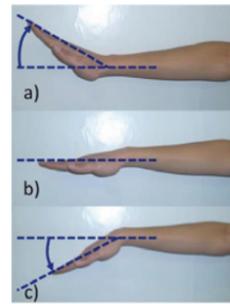


Figura 2. a) Extensión, b) Posición neutra, c) Flexión [6]

METODOLOGÍA

El proyecto consiste en el desarrollo de una interfaz gráfica de tres niveles de complejidad incremental que el paciente debe afrontar. Este programa se realiza en la tarjeta de desarrollo Raspberry Modelo B bajo el lenguaje de programación PYTHON [9]. Este es un lenguaje de programación de libre acceso. Para este proyecto se utilizó la versión 2.7 y viene incluido en la Raspberry, lo cual lo hace viable para ese tipo de hardware.

Los movimientos realizados durante la sesión de terapia se almacenan en una base de datos generada por el programa SqliteBrowser. Este es un programa de acceso libre que genera y abre bases de datos. El programa establece que cada vez que se cierra alguno de los interruptores internos del joystick, se almacena la coordenada del cursor en pantalla. Esto permite recrear la trayectoria seguida en el proceso de terapia.

Diseño de interfaz gráfica

El código implementado contempla la construcción de un juego interactivo en el que el usuario, denominado protagonista, es representado por una marca en la pantalla, que debe seguir una trayectoria dentro de un laberinto. Esta marca es controlada por el sujeto, a quien no les permitido el cruce de las paredes del laberinto. El programa permite controlar la velocidad de movimiento del protagonista y controlar aspectos como la imagen de fondo, laberintos y movimientos del protagonista (Figura 3). Como paso subsecuente es el registro de todos los movimientos de los sujetos de prueba en una base de datos para su posterior análisis.

Diseño de base de datos

Se utilizó SqliteBrowser en el proyecto para almacenar los datos previamente tomados de los movimientos de los sujetos de prueba y así, poder verlos numéricamente en pantalla.

Análisis de datos

En el presente proyecto fue posible la obtención de resultados estadísticos (media, desviación estándar, varianza) de las trayectorias recopiladas en la base de datos. Esto, para que en un trabajo futuro se expanda y se ocupen estos datos para la obtención de otros resultados que puedan ampliar aún más los resultados del proyecto.

- Media Aritmética: es el promedio de los datos.
- Varianza: intenta representar la dispersión de los datos.
- Desviación estándar: es la raíz cuadrada de la varianza.

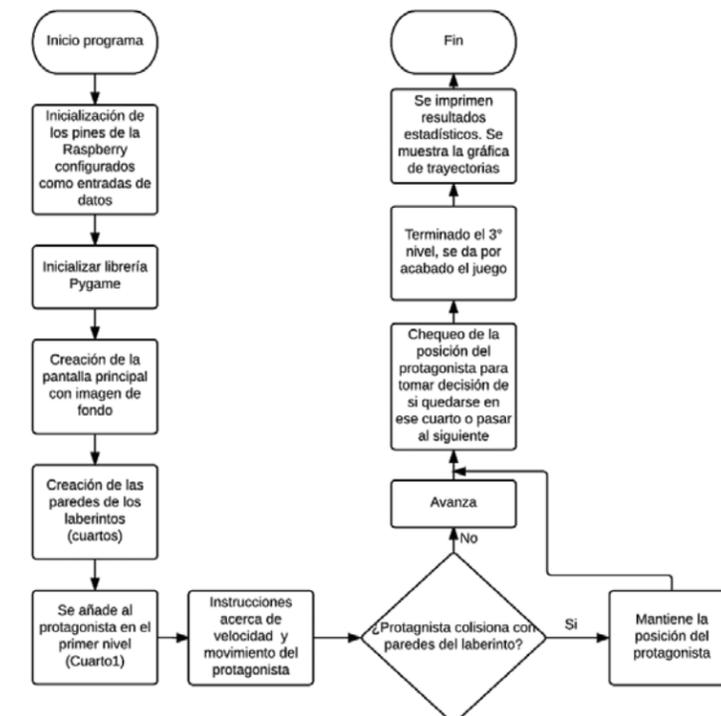


Figura 3. Diagrama de bloques del diseño de la interfaz gráfica.

Aplicación a sujetos de prueba

Se escogieron a 10 sujetos de entre 8 y 30 años de edad que fungieran como los sujetos de prueba ya que, al no contar con la aprobación del protocolo, sería éticamente incorrecto aplicar la prueba a personas con discapacidad. A los 10 sujetos se les aplicó la misma prueba dos veces, una con la mano izquierda y otra con la mano derecha.

RESULTADOS

Se diseñó un programa en Python utilizando como plataforma la tarjeta de desarrollo Raspberry, y como herramienta secundaria, el software SqliteBrowser. El programa permite la correcta monitorización y registro de los movimientos y trayectorias de los sujetos de prueba, lo que permite analizar los avances motrices que alcanza el paciente debido al proceso de terapia de rehabilitación. Se hicieron pruebas a diez sujetos de control, que permiten caracterizar la señal para posteriormente ser comparada con los resultados de pacientes. Se propone realizar de dos a tres sesiones semanales, con 3 niveles de dificultad y, mediante las gráficas y datos estadísticos, poder observar si hay avance significativo utilizando esta interfaz gráfica (Figura 4).

En la Figura 5 se muestra el prototipo completo en funcionamiento con un sujeto de control.



Figura 1. Interfaz gráfica del juego.



Figura 5. Prueba de la herramienta con un sujeto de control.

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos por el programa en Python al aplicarse la prueba a sujetos de control (personas sanas), donde se aprecia que los resultados individuales son similares. En la Figura 6 se muestra uno de los resultados de la graficación de la trayectoria obtenida. Esta gráfica se obtiene una vez que el programa ha terminado de analizar los datos.

Tabla 1. Resultados obtenidos de los sujetos de prueba

Sujeto	Mano	Media	Varianza	Desviación Estándar
1	Izquierda	582.9157	73322.4221	270.7811
	Derecha	586.0833	73587.3087	271.2698
2	Izquierda	584.9752	69981.4966	264.5401
	Derecha	580.7916	69644.2866	263.9020
3	Izquierda	573.9185	73906.1712	271.8568
	Derecha	583.6247	73274.9335	270.6934
4	Izquierda	582.1860	73563.6537	271.2262
	Derecha	583.5160	73535.2793	271.1738
5	Izquierda	578.4095	73931.8372	271.9040
	Derecha	582.3657	74122.5897	272.2546

6	Izquierda	581.8942	73191.0254	270.5383
	Derecha	591.7527	76278.2427	276.1851
7	Izquierda	579.6029	72327.0391	268.9368
	Derecha	569.5826	74598.5738	273.1273
8	Izquierda	577.0322	73337.0991	270.8082
	Derecha	574.2403	73750.9721	271.5713
9	Izquierda	573.8612	69979.5261	264.5364
	Derecha	576.0212	76705.4617	276.9575
10	Izquierda	578.8206	73339.2220	270.8121
	Derecha	583.0258	73806.9610	271.6743

La aplicación de la herramienta a personas con discapacidad queda para trabajo futuro. Esta herramienta está pensada para usarse en el hogar, ya que el costo no es muy elevado, lo que lo hace un sistema de fácil acceso. Además, al obtener gráficas y datos estadísticos, es más fácil que el terapeuta o el médico a cargo del paciente interprete sus avances o retrocesos.

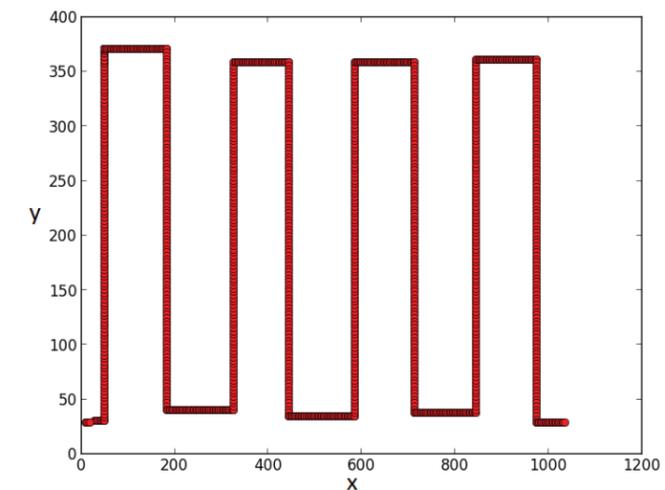


Figura 6. Resultados obtenidos de uno de los sujetos

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El proyecto está realizado para que personas con alguna discapacidad motora, específicamente de la muñeca, tengan un sistema de rehabilitación de bajo costo. Para este proyecto, el alcance de las pruebas es con personas sanas, a las cuáles se les dio a conocer información acerca de lo que harían como sujetos de prueba. Estos sujetos firmaron un consentimiento y llenaron una encuesta, donde ambos documentos se encuentran en el protocolo.

Este artículo presenta el desarrollo e implementación de una interfaz gráfica para rehabilitación de muñeca, que permita la construcción de una base de datos en la que se documente el avance del sujeto de prueba. La implementación de la base de datos permite que el doctor o terapeuta pueda estudiar y seguir el avance o retroceso del paciente al paso de las sesiones, al ocupar esta herramienta de rehabilitación.

El sistema es cómodo para los pacientes ya que la velocidad del protagonista es la necesaria para que el sujeto pueda maniobrar cómodamente todos los movimientos del joystick. De igual forma, es una herramienta versátil por el periodo de muestreo, ya que permite que la base de datos obtenga muchas más trayectorias y, por ende, el análisis final sea más fiable. El sistema es económico, ya que no se requiere de muchos recursos para obtener esta herramienta. Así mismo, es portable ya que, al contar con un

descansabrazo montable, permite que este sea trasladado a cualquier parte y pueda ser adaptado a cualquier tipo de silla.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] LA OMS. Discapacidades y Rehabilitaciones [en línea]. [Fecha de consulta: 27 junio 2016]. Atención médica y rehabilitación. Disponible en: <<http://www.who.int/disabilities/es/>>.
- [2] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) [en línea]. [Fecha de consulta 30 junio 2016]. Discapacidad en México. Disponible en: <<http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/discapacidad.aspx?tema=P>>
- [3] Mulligan, Terapia ocupacional en pediatría. Proceso de evaluación, Ed. Médica Panamericana, (2006).
- [4] Coote, S, & Stokes E. K. (2005). Effect of robot-mediated therapy on upper extremity dysfunction post-stroke a single case study. Department of Physiotherapy, University of Limerick, Limerick, IRELAND.
- [5] Charles G. Burgar, MD. (2000). Development of robots for rehabilitation therapy: The Palo Alto VA/Stanford experience. Rehabilitation R&D Center, Mail Code 153, 3801 Miranda Avenue, Palo Alto, CA, U.S.A. 94304-1207.
- [6] Martínez Delgado, Ubaldo (2015) Desarrollo de un sistema para rehabilitación de muñeca (Tesis de Maestría). Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, S.L.P., MÉXICO.
- [7] Silva Vaca, D., González Galván, E., León Lomelí, R. (2015) Memorias del Congreso Nacional de Ingeniería Biomédica, Sociedad Mexicana en Ingeniería Biomédica, 361-364.
- [8] Peterson, Donald R. & Bronzino, Joseph D. (2015), Biomechanics: Principles and Practices.
- [9] Raspberry PI Foundation, RASPBERRY PI, [en línea]. [25 de Junio de 2016]. What is Raspberry PI? Disponible en: < <https://www.Raspberrypi.org/help/what-is-a-Raspberry-pi/> >

DESARROLLO DE UNA BASE DE DATOS EN LABVIEW PARA EL SOFTWARE SORHI

Leo Obed Hernández Silva¹ y Miguel Ángel Navarrete Sanchez²

RESUMEN

En el presente trabajo se presenta el desarrollo de una base de datos en la plataforma de programación LabVIEW como parte de la integración del Software Educativo como Complemento Didáctico para la Oralización de Niños Hipoacúsicos. Esta propuesta permitirá almacenar audios pre-grabados por el mismo usuario que utilice el software, asegurando la integración del conjunto de elementos que conforman una palabra (imagen, audio y texto) de un solo término. Además admitirá incrementar en cada momento que el usuario así lo requiera más términos al acervo de palabras que en ese momento se está aprendiendo.

ABSTRACT

In this paper the development of a database on LabVIEW programming platform as part of the integration of educational software as didactic complement for oralization of hearing impaired children is presented. This proposal will store pre-recorded by the same user using the software, ensuring the integration of all elements of a word (image, audio and text) of a single term audios. It also allowed increase in each time the user so requires more terms to the stock of words at that time is learning.

Palabras Clave: Base de datos, Imagen, audio, texto y LabVIEW.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se plantea una aportación al Software Educativo como Complemento Didáctico para la Oralización de Niños Hipoacúsicos (SORHI), herramienta computacional desarrollada para el fortalecimiento del proceso enseñanza-aprendizaje, como complemento didáctico en la educación básica (Mendoza, 2015). SORHI contiene su propia base de datos, la cual permite el almacenamiento de palabras, cada una de estas palabras es concebida como un término compuesto por tres elementos imagen, audio y texto. Sin embargo dentro del trabajo inconcluso de SORHI y que en este trabajo se plantea abordar, es la personalización del audio al momento de ser guardado en la base de datos de SORHI. Esta personalización permite al usuario que él mismo, o con ayuda de otra persona (profesor o familiar) realice su propia grabación de audio con respecto a la palabra que se quiere almacenar. Por lo tanto se agilizará el incremento del acervo de palabras que domina el usuario.

Para lograr esta personalización es indispensable tomar en consideración el software que permite realizar una grabación de audio bastante legible con sus respectivos dispositivos de hardware. Obteniendo un archivo de audio para que sea guardado finalmente en la base de datos de SORHI. Pero para tener en cuenta esta capacidad de archivo también se debe de considerar si la base de datos soporta este tipo de archivo, por lo que en este verano se dio a la tarea de buscar una herramienta de desarrollo de base de

¹Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica Campus Jalpa; Libramiento Jalpa Km. 156+380 Fraccionamiento Solidaridad, C.P: 99601 Jalpa, Zacatecas, leo_mustangue@outlook.com.

²Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica Campus Jalpa, Libramiento Jalpa Km. 156+380 Fraccionamiento Solidaridad, C.P: 99601 Jalpa, Zacatecas, mnavarrete@uaz.edu.mx.

datos que permitiera este tipo de almacenamiento sin ningún problema y que en un futuro permita lograr que los niños con problemas auditivos puedan ingresar sus propias imágenes, textos y audios personalizados, buscando que su entrenamiento de oralización mejore y se desarrollen día a día.

MARCO TEÓRICO

Base de datos: Se le llama base de datos a los bancos de información que contienen datos relativos a diversas temáticas y categorizados de distinta manera, pero que comparten entre sí algún tipo de vínculo o relación que busca ordenarlos y clasificarlos en conjunto (Definición ABC Tu Diccionario Hecho Fácil)

Imagen: por la forma de manejar los datos de archivo de imagen, se puede hablar de dos modos principales para manipular la información que integra una imagen digital. Estos modos son las imágenes de mapas de bits y las imágenes vectoriales. Formatos o extensiones de archivo de imagen son: PSD, TIF, GIF, JPG o JPGE y PNG (Santiago Ordañez, 2005).

Audio: El sonido digital es toda aquella señal sonora, normalmente analógica, que se reduce, guarda y edita en términos numéricos discretos. La señal analógica se codifica a través del sistema binario. Todas las vibraciones producidas por el aire son transformadas en señales eléctricas y están en combinaciones de 1 y 0.

Existen tres tipos de sonido digital con los que puede trabajar una computadora que son los siguientes: sonido onda (Wave), sonido CD y sonido MIDI (Musical Instruments Digital Interface).

Las extensiones de archivo de audio atienden al formato de compresión utilizado para convertir el sonido real en digital, existen gran variedad de extensiones de audio, algunas de las que se utilizan en la actualidad son: RA (Real Audio), WAV, MIDI, WMA, MP3 (Gil Castro).

Texto: Con origen en el latín textus, la palabra texto describe a un conjunto de enunciados que permite dar un mensaje coherente y ordenado, ya sea de manera escrita o a través de la palabra. Se trata de una estructura compuesta por signos y una escritura determinada que da espacio a una unidad con sentido. Cada texto posee una cierta finalidad comunicativa: por medio de sus signos busca transmitir un cierto mensaje que adquiere sentido de acuerdo a cada contexto. La extensión del texto es muy variable, desde unas pocas palabras hasta millones de ellas. De hecho un texto es virtualmente infinito (Merino, 2010).

LabVIEW: Es un entorno de desarrollo integrado y diseñado específicamente para ingenieros y científicos. Es un lenguaje de programación gráfica que utiliza un modelo de flujo de datos en lugar de líneas secuenciales de código de texto, lo que le permite escribir código funcional utilizando un diseño visual que se asemeja a su proceso de pensamiento (NATIONAL INSTRUMENTS).

MÉTODOS Y MATERIALES

Para el proceso del aporte que aquí se plantea fue necesario realizar un conjunto de actividades, acciones y tareas para la creación del trabajo. En el contexto de la ingeniería de software, un proceso no es una preinscripción rígida de cómo elaborar software de cómputo. Si no que es un enfoque adaptable que permite que las personas que hacen el trabajo busquen y elijan el conjunto apropiado de acciones y tareas para el trabajando. Buscando siempre entregar el software de manera oportuna y con calidad suficiente para satisfacer todas las necesidades del cliente, es necesario llevar a cabo este proceso, realizar una serie de pasos predecibles y bien detallados, como por ejemplo, el modelo de proceso evolutivo.

El Modelo de Proceso Evolutivo

Todos los sistemas complejos evolucionan con el tiempo, es frecuente que los requerimientos de negocio y de requerimiento cambien conforme avanza el desarrollo lo que provoca que no sea realista llegar a un producto final. En estas situaciones y en otras parecidas se necesita un modelo de proceso diseñado

explícitamente para adaptarse a un producto que evoluciona con el tiempo. Los modelos evolutivos son iterativos ver figura 1. Se caracterizan por la manera en que permiten desarrollar versiones cada vez más completas de software, por lo a continuación se presenta el modelo de prototipos (Pressman, 2010).

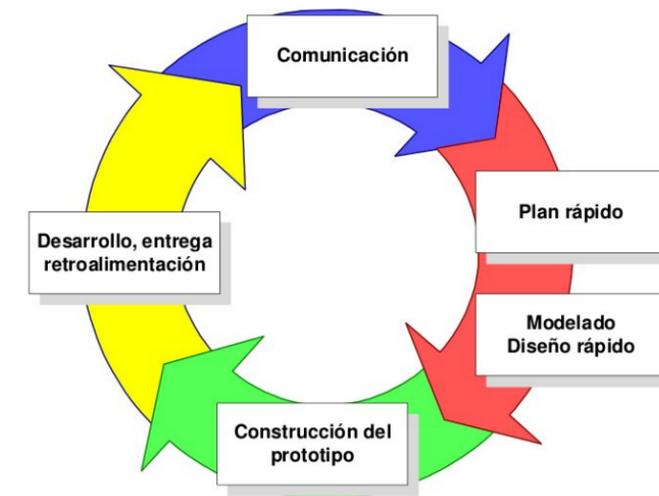


Figura 1. Modelo de proceso evolutivo (Prototipos).

El hacer prototipos comienza con:

- Comunicación, donde se reúne con otros participantes para definir los objetivos generales del software, se identifica cualquiera de los requerimientos que conozca y detecta las áreas en las que es imprescindible una mayor definición.
- Se planea rápidamente una iteración para hacer el prototipo, y se lleva a cabo el modelado.
- Este se centra en la presentación de aquellos aspectos del software que serán visibles para los usuarios finales. El diseño rápido lleva a la construcción de un prototipo.
- Este se entrega y es evaluado por los participantes, que dan retroalimentación para mejorar los requerimientos.

La iteración ocurre a medida de que el prototipo es afinado para satisfacer las necesidades. (Pressman, 2010).

Base de datos

Es una colección de datos de diferentes tipos que puede ser guardado como un conjunto para la representación de un contexto en particular. El almacenamiento de las palabras se basa en el modelo de entidad-relación que se describe a en la Figura 2.

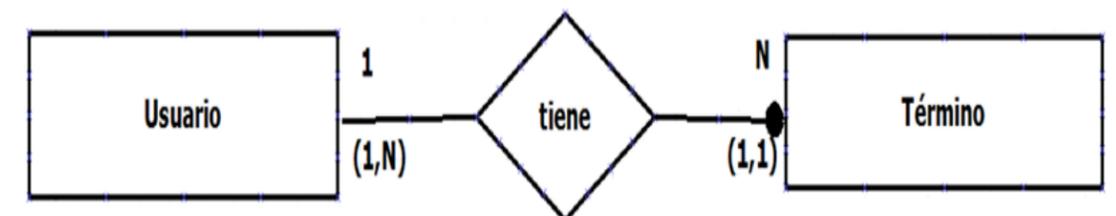


Figura 2. Modelo entidad-relación.

Por lo tanto se consideró la aplicación de Access incluida en el paquete ofimático denominado Microsoft Office. Ya que, es un gestor de datos que recopila información relativa a un asunto o propósito ver figura 3.

Codigo	Nombre	Foto
1	Arbol	C:\Users\Servicio Social\Pictures\arbol.jpg
2	Agua	C:\Users\Servicio Social\Pictures\agua.jpg
3	Azul	C:\Users\Servicio Social\Pictures\azul.jpg
4	Amor	C:\Users\Servicio Social\Pictures\1.jpg
5	Angel	C:\Users\Servicio Social\Pictures\angel.jpg

Figura 3. Estructura de la base de datos en Microsoft Access.

RESULTADOS

La implementación de la base de datos hecha en Microsoft Access, se incorpora en el software de LabView, vinculando los datos con ayuda de la interfaz gráfica figura 4 y 5, de igual manera en las figuras 6 y 7, se muestra los diagramas de la programación gráfica.



Figura 4. Panel frontal.

Figura 5. Diagrama de bloques.

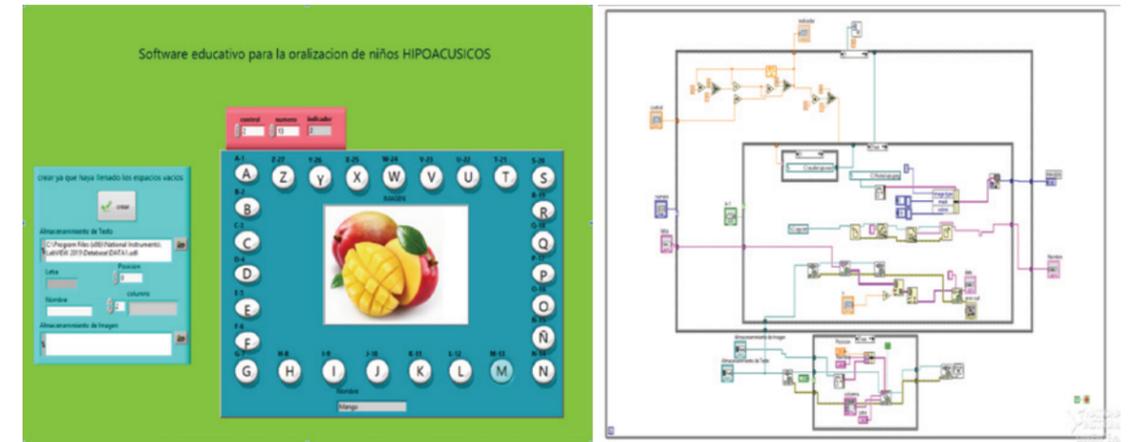


Figura 6. Interfaz gráfica.

Figura 7. Programación gráfica.

En las pruebas realizadas durante el desarrollo se fue observado con cada prototipo las necesidades que surgían en cada momento.

CONCLUSIONES

En busca de generar software educativo de calidad, es indispensable evolucionar para lograrlo, siempre en la búsqueda de mejorar y agregar nuevas características que satisfagan las necesidades de los usuarios finales. Construir programas educativos de calidad siguiendo las pautas de las teorías educativas y de la comunicación, siempre será un reto a superar.

Finalmente se persigue que la utilidad de este software satisfaga al usuario final y aporte en su educación de oralización aprendizaje generando que el software que aquí se plantea tenga la facultad sugerir de forma pertinente si el niño hipoacúsico tiene la capacidad para aprender por sí mismo. Concebida esta idea, se pretende que se convierta en autodidacta y enriquezca su propio diccionario de palabras (imagen, texto y audio). El software es un elemento clave en la evolución de sistemas y productos basados en computadoras, y una de las tecnologías más importantes en todo el mundo.

BIBLIOGRAFIA

Libros

Pressman, R. (2010). *Ingeniería del Software Un enfoque práctico. Séptima Edición*. McGraw-Hill Interamericana.

Artículos en línea

Definición ABC Tu Diccionario Hecho Facil. (s.f.). Recuperado el 27 de julio de 2016, de Definicion de base de datos: <http://www.definicionabc.com/tecnologia/base-de-datos.php>

Santiago Ordañez, C. A. (10 de mayo de 2005). *Revista Digital Universitaria*. Recuperado el 27 de julio de 2016, de Formatos de Imagen Digital: http://www.revista.unam.mx/vol.6/num5/art50/may_art50.pdf

Gil Castro, A. M. (s.f.). *Tecnología Multimedia*. Recuperado el 28 de julio de 2016, de http://ocw.innova.uned.es/mm2/tm/contenidos/pdf/tema3/tmm_tema3_sonido_digital.pdf.

Merino, J. P. (2010). *Definicion.DE*. Recuperado el 28 de julio de 2016, de Definicion de Texto: <http://definicion.de/texto/>

NATIONAL INSTRUMENTS. (s.f.). Recuperado el 29 de julio de 2016, de Software de desarrollo del sistema NI LabVIEW: <http://www.ni.com/labview/esa/>

Tesis

Mendoza, J. (2015). “*Software Educativo como Complemento Didáctico para la Oralización de Niños Hipoacúsicos*”. Tesis, Universidad Autónoma de Zacatecas, Campus Jalpa, Jalpa Zacatecas.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE CONDENSADORES FLEXIBLES DE PDMS CON MORFOLOGÍAS AJUSTABLES

Leonardo Daniel Hernández Villafañá¹ y Javier Gustavo Cabal Velarde²

RESUMEN

En la presente investigación reportamos la metodología para implementar condensadores flexibles con una morfología ajustable para aplicaciones en circuitos con capacidades elásticas, utilizando materiales económicos, moldeables y de fácil fabricación, sin la necesidad de contar con laboratorios especializados, el cual fue desarrollado con cinta adherible de aluminio y materiales flexibles como lo es el silicón y/o, PDMS, con el propósito de implementar sistemas de almacenamiento de energía, que conserven sus propiedades mecánicas y electrónicas entre otras. Su caracterización se realizó utilizando un analizador de capacitancias (Sencore LC102 Capacitor-Inductor Analyzer), a diferentes grados de deformación del dispositivo, así mismo se obtuvo la respuesta de carga y descarga del condensador.

ABSTRACT

In the present study we report the methodology to implement flexible capacitors with adjustable morphology for applications in circuits with elastic capabilities, using inexpensive materials, moldable and easy to manufacture, without the need for specialized laboratories, without the need for specialized laboratories, which was developed with attachable aluminum tape and flexible materials such as the silicone and / or PDMS, for the purpose of implementing energy storage systems, which retain their mechanical and electronic properties among others. Its characterization was performed using an analyzer capacitance (Inductor - Capacitor Sencore LC102 Analyzer) to different degrees deforming the device, likewise the response charge and discharge of the capacitor was obtained.

Palabras Clave: Capacitancia, Flexibilidad, Dieléctrico, Cargas, Polímeros.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se han desarrollado diferentes tipos de sistemas de almacenamiento y liberación de energía con múltiples usos para diversas aplicaciones como son filtros, circuitos temporizadores, fuentes de alimentación, etc. Actualmente se investiga y experimenta la implementación de diversos tipos de polímeros aislantes y polímeros conductores los cuales en combinación con materiales conductores, estos suelen tener propiedades interesantes en el desarrollo de nuevos dispositivos. Para satisfacer la demanda futura de los dispositivos electrónicos portátiles y flexibles de última generación en la sociedad moderna, se requiere fuerza para desarrollar la próxima generación de bajo costo, y ligero flexible y sistemas de almacenamiento de energía sostenibles con gran energía y densidad de potencia [5; 7-9].

En los últimos años, los supercondensadores electroquímicos (ESS) han sido atraídos como un dispositivo prometedor de almacenamiento de energía, debido a la mayor densidad de potencia, ciclos de carga-descarga más rápidos y de mayor almacenamiento de energía en comparación con las baterías de iones de litio [1; 6]. La EES son dispositivos ideales electroquímicos de almacenamiento de energía que poseen una alta capacidad de almacenamiento de energía de la batería convencional con la capacidad de alimentación de alta potencia del condensador convencional, reduciendo la brecha entre el condensador tradicional y la batería de larga vida y el funcionamiento ecológico.

¹ Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Ing. en Electrónica, ^{Micro y Nano Tecnología:} Calle Santa Carolina #146, Col Santa María, C.P.:36640, Irapuato, GTO, forest75@hotmail.com

²Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Ing. en Electrónica; Carretera Irapuato-Silao km. 12.5, Exhacienda el copal, C.P: 36821, Irapuato, Guanajuato, javelarde@itesi.edu.mx

En la actualidad los avances en la ciencia y la tecnología de materiales, y la fuerte demanda del mercado de consumo para dispositivos portátiles, delgados y flexibles, están impulsando el rápido desarrollo de la electrónica flexible, tales como pantallas enrollables, pantallas táctiles, electrónica, textiles inteligentes, sensores portátiles. Con el fin de facilitar el creciente mercado electrónico, la tendencia en el desarrollo de ES se mueve hacia los materiales electro activos flexibles y ligeros. Recientemente, se han demostrado varios enfoques para supercondensadores flexible, tal como conformación de alambre[4], supercondensadores coaxiales en forma de fibras textiles inteligentes [3], los nanotubos de carbono (CNT) con base, y supercondensadores altamente estirables en forma de fibras, [2; 10].

Con el desarrollo de capacitores flexibles con diversas capacidades mecánicas y diferentes morfologías basadas en elastómeros se pretende diseñar capacitores para el almacenamiento de energía y estos puedan ser utilizados en sistemas o equipos que requiera de flexibilidad y resistencia. Ya que se trabajara con diversos materiales poliméricos flexibles esto tendrá un impacto en la capacitancia debido al movimiento entre las placas y la relación existente entre el área y las distancias de las placas las cuales son muy importantes en un capacitor, estas morfologías afectaran directamente al funcionamiento del dispositivo, como el voltaje y la capacitancia.

MARCO TEORICO

Para el desarrollo de este utilizamos un modelo físico y matemático el primero se refiere a una construcción teórica (modelo matemático) de un prototipo y el modelo matemático lo utilizamos para expresar relaciones, proposiciones de hechos, variables, parámetros y relaciones entre las variables. Hoy en día la tecnología flexible ha tomado gran importancia por la comunidad científica en el desarrollo de nuevos materiales y técnicas de fabricación de materiales con alto grado de flexibilidad y resistencia en la fabricación de sistemas de almacenamiento de energía. En este trabajo proponemos el diseño e implementación de condensador flexible con diferentes morfologías estructuradas a base de elastómeros flexibles y cinta adherible de aluminio que soportan temperaturas elevadas con la principal característica de almacenamiento de energía. Su caracterización mecánica de la resistencia al esfuerzo-deformación de los condensadores, así como sus pruebas térmicas y electrónicas

MÉTODOS Y MATERIALES

Para la realización de un capacitor flexible con y sin dieléctrico se emplearon 2 cintas adherible de aluminio (Placas paralelas), la primera cinta de aluminio se pegó en una tira de papel insulador ó papel diamantado con un grosor de 300 μm , y la segunda cinta de aluminio se pegó del otro lado del papel diamantado, teniendo como separación entre las placas paralelas de aluminio el grosor del papel diamantado, mediante la expresión de la Ecuación 1) se obtienen las capacitancias y la constante dieléctrica.

$$C = K \frac{\epsilon_0 A}{d} \quad (1)$$

Dónde: C es la capacitancia en Faradios, la ϵ_0 es permitividad al vacío la cual es igual a $8.8541 \times 10^{-12} \text{C}^2/\text{Nm}^2$, A es área transversal entre las placas y d es la separación entre las placas, y K= la constante dieléctrica de los materiales.

Para realizar la fabricación de los condensadores con y sin dieléctrico, se procedió a la determinación de la constante dieléctrica K, para el dieléctrico de uso comercial en transformadores de potencia de tipo poste, con un valor aproximado de 6.25.

Para la creación de los dos prototipos (con y sin dieléctrico) se utilizó una cinta de aluminio de largo 30 cm con un ancho 4 cm, pegadas por ambos lados del papel diamantado de grosor de 300 μm . Para el capacitor sin dieléctricos se encapsulo con silicón de 17mm de grosor se fabricó utilizando una caja de

33cm de largo y 6cm de ancho con 43.6gr de Silicón 615 y con aproximadamente 1.1% del catalizador para su polimerización, como se muestra en la Figura 1.

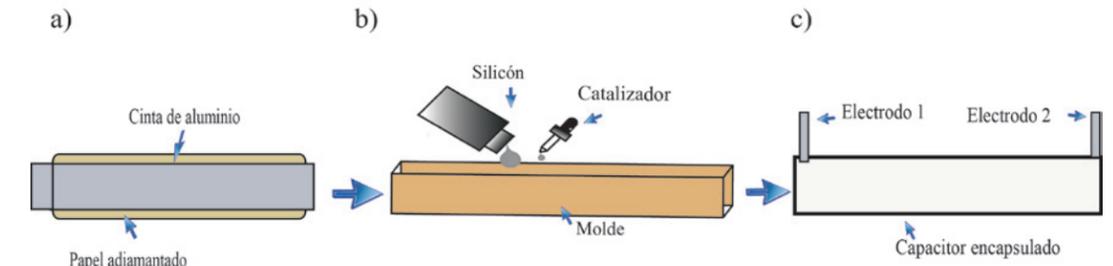


Figura 1. Metodología para la creación de un capacitor sin dieléctrico a) Colocación de las placas de aluminio y el papel diamantado b) Proceso de encapsulamiento c) Capacitor encapsulado con una vista frontal.

Para el condensador con dieléctrico se sumergió durante 4 horas las cintas de aluminio pegadas a papel diamantado para la absorción del dieléctrico en el papel diamantado, Posteriormente se encapsulo en silicón como se puede apreciar en el diagrama de la Figura 2.

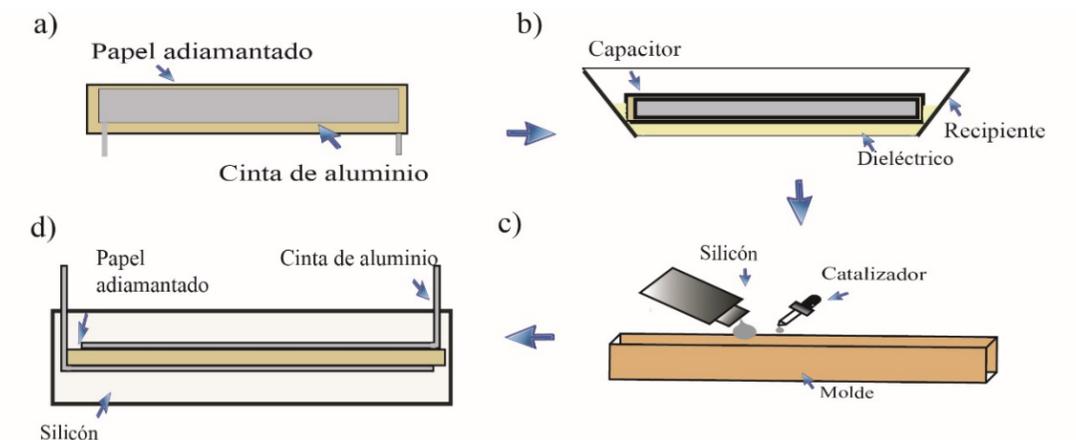


Figura 2. Metodología para la creación de un capacitor con dieléctrico a) Colocación de las cintas de aluminio y el papel diamantado b) Proceso de absorción del dieléctrico c) Proceso de encapsulamiento d) Corte transversal del capacitor encapsulado.

RESULTADOS

Para la caracterización de los dos condensadores con y sin dieléctrico, para cada uno de estos se realizaron diez repeticiones de las mediciones de capacitancia para cada deformación aproximada de 20°, 60°, 120° y 180° con el equipo de laboratorio (Sencore LC102 Capacitor-Inductor Analyzer) como se puede observar en las imágenes de la Figura 3 [(a)-(d)] para el condensador sin dieléctrico y las imágenes de la Figura 3 [(e)-(h)] para el condensador con dieléctrico de transformadores, así mismo se obtuvo las gráficas de capacitancia vs número de mediciones como se muestra en la Figura 3 (i), donde se puede apreciar una pequeña variación la cual podemos decir que está dentro del estándar de error aceptable de un capacitor comercial del $\pm 2\%$.

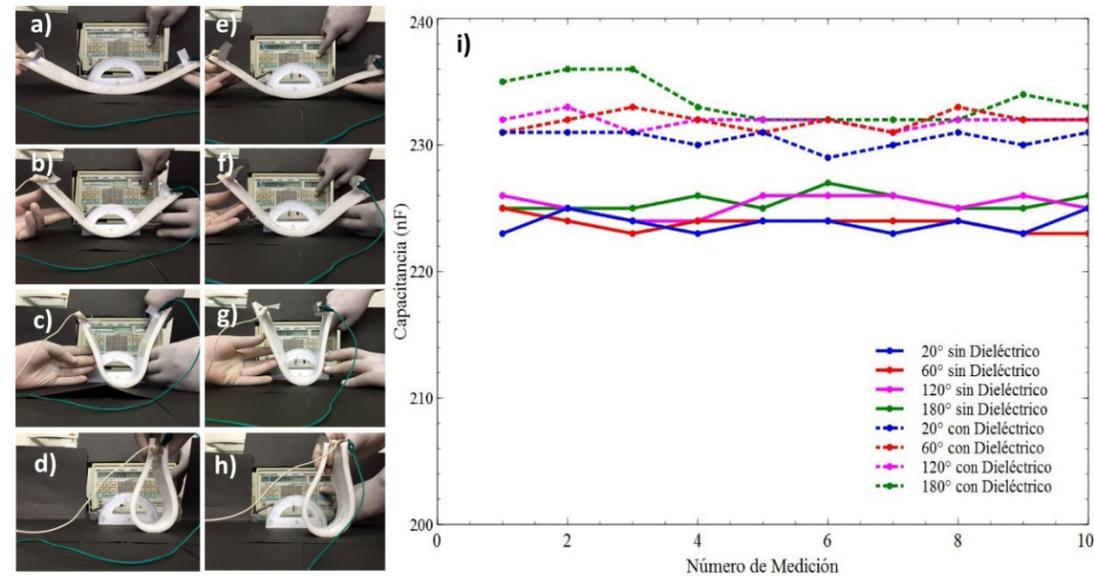


Figura 3. Deformación del capacitor sin dieléctrico a (a) 20°, (b) 60°, (c) 120°, (d) 180°, deformación del capacitor con dieléctrico a (a) 20°, (b) 60°, (c) 120°, (d) 180°, i) Grafica de las capacitancias.

También se realizó la prueba de torsión del condensador a su máxima deformación aplicando una fuerza de estiramiento como se ve en la Figura 4, en la que se puede apreciar que no presenta algún cambio de sus propiedades electrónicas, manteniendo siempre el mismo valor de capacitancia y continuidad, con un valor de 2.34nF.

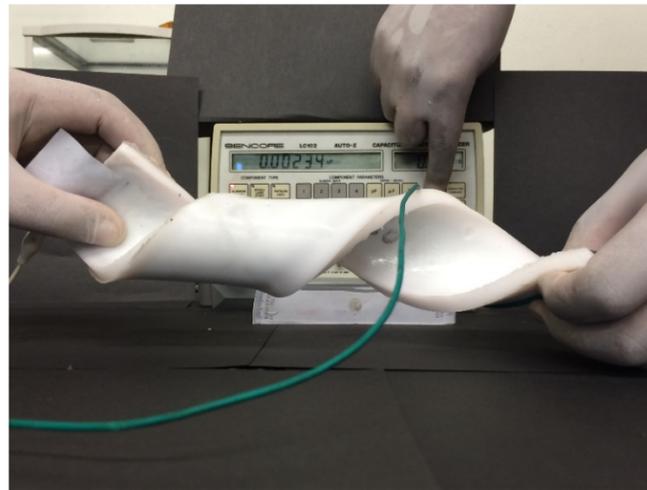


Figura 4. Capacitor expuesto a una torsión.

Después de realizar las mediciones del capacitor se procedió a realizar el armado de un circuito RC como se muestra en el diagrama de la Figura 5 (a), mediante un osciloscopio y un generador de funciones se observaron el tiempo de carga y descarga del condensador como se muestra en la Figura 5 b).

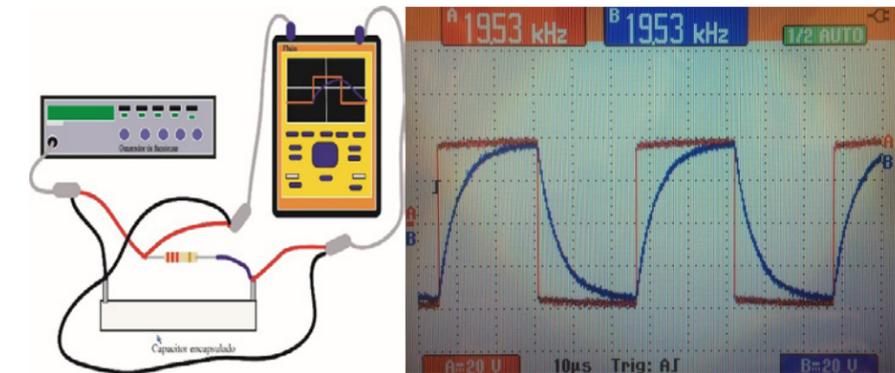


Figura 5. a) Sistema para obtener la curva característica del capacitor, b) Grafica de caracterización del capacitor.

CONCLUSIONES

El uso de polímeros en la elaboración del capacitor flexible, fue muy práctico ya que no se requiere de un laboratorio sofisticado para su fabricación, solo debemos tomar en cuenta que para su preparación se necesita un lugar ventilado y así como disponer del equipo necesario para poder realizar las medidas, entre otros parámetros importantes a considerar como son la temperatura, con respecto al porcentaje del peso del catalizador para llevarlo a su polimerización. Para obtener diversas capacitancias para diversos voltajes podemos establecer diferentes parámetros como las distancias entre las placas las cuales de un gran rango.

En base a los resultados y pruebas realizadas con el silicón 620 no absorbía el dieléctrico, por lo que el dieléctrico durante 4 semanas se mantuvo en las mismas condiciones al estar encapsulado por silicón, lo cual se demuestra que este tipo de materiales pueden ser óptimos para el diseño de tecnología flexible económica.

Los resultados obtenidos de la caracterización del capacitor, así como las pruebas que se realizaron al dispositivo para comprobar su capacidad de funcionamiento bajo condiciones de esfuerzo-deformación donde la integridad del mismo pudiera ser afectada, este no presenta alguna variación de sus propiedades electrónicas, demostrando que el capacitor es completamente funcional.

BIBLIOGRAFIA

- Jennings, Aaron A., Hise, Sara, et al. (2009). "Urban Battery Litter. " *Journal of Environmental Engineering*, 135(1), 46-57. doi: doi:10.1061/(ASCE)0733-9372(2009)135:1(46)
- Jost, Kristy, Perez, Carlos R., et al. (2011). "Carbon coated textiles for flexible energy storage. " *Energy & Environmental Science*, 4(12), 5060-5067. doi: 10.1039/C1EE02421C
- Le, Viet Thong, Kim, Heetae, et al. (2013). "Coaxial Fiber Supercapacitor Using All-Carbon Material Electrodes. " *ACS Nano*, 7(7), 5940-5947. doi: 10.1021/nn4016345
- Lee, Jae Ah, Shin, Min Kyoon, et al. (2013). "Ultrafast charge and discharge biscrolled yarn supercapacitors for textiles and microdevices. " *Nat Commun*, 4. doi: 10.1038/ncomms2970
- Lipomi, Darren J., & Bao, Zhenan. (2011). "Stretchable, elastic materials and devices for solar energy conversion. " *Energy & Environmental Science*, 4(9), 3314-3328. doi: 10.1039/C1EE01881G
- Miller, John R., & Simon, Patrice. (2008). "Electrochemical Capacitors for Energy Management. " *Science*, 321(5889), 651-652. doi: 10.1126/science.1158736
- Nishide, Hiroyuki, & Oyaizu, Kenichi. (2008). "Toward Flexible Batteries. " *Science*, 319(5864), 737-738. doi: 10.1126/science.1151831

- Rogers, John A., Someya, Takao, et al. (2010). "Materials and Mechanics for Stretchable Electronics. " *Science*, 327(5973), 1603-1607. doi: 10.1126/science.1182383
- Tarascon, J. M., & Armand, M. (2001). "Issues and challenges facing rechargeable lithium batteries. " *Nature*, 414(6861), 359-367.
- Yang, Zhibin, Deng, Jue, et al. (2013). "A Highly Stretchable, Fiber-Shaped Supercapacitor. " *Angewandte Chemie International Edition*, 52(50), 13453-13457. doi: 10.1002/anie.201307619

DISEÑO DE EDIFICIOS CON SISTEMAS DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA. PARTE A: ANÁLISIS SÍSMICO DE UN EDIFICIO SIN AMORTIGUADORES

Jorge Luis Herrera de Casas¹ y Raúl Barrón Corvera²

RESUMEN

Este es el primero de dos reportes conjuntos que presentan el estudio del comportamiento sísmico de un edificio de acero reforzado con amortiguadores de tipo viscoso. Se evalúa la capacidad del amortiguamiento en reducir la respuesta sísmica comparando las respuestas sísmicas del edificio SIN amortiguadores y el edificio CON amortiguadores. Esta es una investigación teórica de gran importancia para la práctica profesional porque ilustra al ingeniero el procedimiento para el diseño sismo-resistente de edificios equipados con amortiguadores. Dos estudiantes participamos en esta investigación. Este primer reporte presenta el análisis sísmico del edificio sin amortiguadores. En el segundo reporte, mi compañero Francisco Duque Elizalde presenta el análisis sísmico del edificio con amortiguadores y la comparativa de los resultados de los dos análisis.

ABSTRACT

This is the first of two conjoint reports that present the study of the seismic behavior of a steel building reinforced with viscous dampers. The capacity of the dampers for reducing the seismic response is evaluated by comparing the seismic responses of the building without dampers vs. the building with dampers. This is a theoretical research of great importance for the professional practice because it illustrates to the engineer the procedure for the seismic-resistant design of buildings equipped with dampers. Two students participated on this research. This first report presents the seismic analysis of the building without dampers. In the second report, my companion Francisco Duque Elizalde presents the seismic analysis of the building with dampers and the comparison of the results of the two analyses.

Palabras Clave: supplemental damping, energy dissipation, nonlinear seismic response.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha visto un acelerado crecimiento en el desarrollo y aplicación de disipadores de energía para reducir los efectos destructivos del viento y sismo sobre las estructuras. Estos disipadores de energía son amortiguadores que pueden ser del tipo viscoso, visco-elástico, de fricción y metálicos. El uso de estos amortiguadores en las estructuras puede reducir considerablemente los costos de pérdidas por daño que un viento o sismo intenso puede producir al dañar la estructura y su contenido. Sin embargo, y debido a su alto costo, es importante usar la adecuada cantidad de amortiguadores y colocarlos estratégicamente para hacer un uso eficiente de los mismos.

No obstante la importancia del empleo del amortiguamiento suplementario poco esfuerzo se ha hecho en desarrollar métodos de diseño que permitan hacer un uso eficiente de los mismos. Esto contrasta con la significativa cantidad de investigación experimental y analítica que se ha realizado para modelar y caracterizar los diferentes tipos de amortiguadores (Reinhorn, et al. 1995, Gluck, et al. 1996, Goel, et al. 2001). El método más práctico para el diseño del amortiguamiento suplementario debe ser simple y eficiente. Simple para que los ingenieros de la práctica lo usen con facilidad en un diseño rutinario y

¹ Universidad Autónoma de Zacatecas, Ingeniería I, programa de ingeniería civil : C. cerro de la virgen #3, Col. Las cumbres, C.P: 99258, Valparaiso, Zac., ksas_93@hotmail.com

² Universidad Autónoma de Zacatecas programa de ingeniería civil, Av. Ramón López Velarde # 810, C.P: 98000, Zacatecas, Zac. raul.barron1@gmail.com

eficiente para que la configuración de amortiguadores resultante sea la óptima en reducir respuesta estructural. El objetivo de este proyecto es desarrollar un método de diseño sísmico para determinar la cantidad de amortiguamiento en una estructura de edificio y la mejor ubicación de los amortiguadores en la estructura, que permita reducir las fuerzas sísmicas de una manera eficaz. Se utilizan amortiguadores de tipo viscoso. La aplicabilidad del método se muestra en el diseño del amortiguamiento suplementario en un edificio de 2 niveles.

MARCO TEÓRICO

A continuación se describe el modelo estructural del edificio considerado para este estudio. En la Figura 1.a) se muestra la estructura del edificio, las vigas son perfiles W10x12 y las columnas son PTR 8x8x5/16. Las diagonales para sujetar los amortiguadores son en forma de V invertida formadas con perfiles PTR 3x3x3/16. En la Figura 1.b) se muestra el detalle de conexión del amortiguador con viga y diagonal

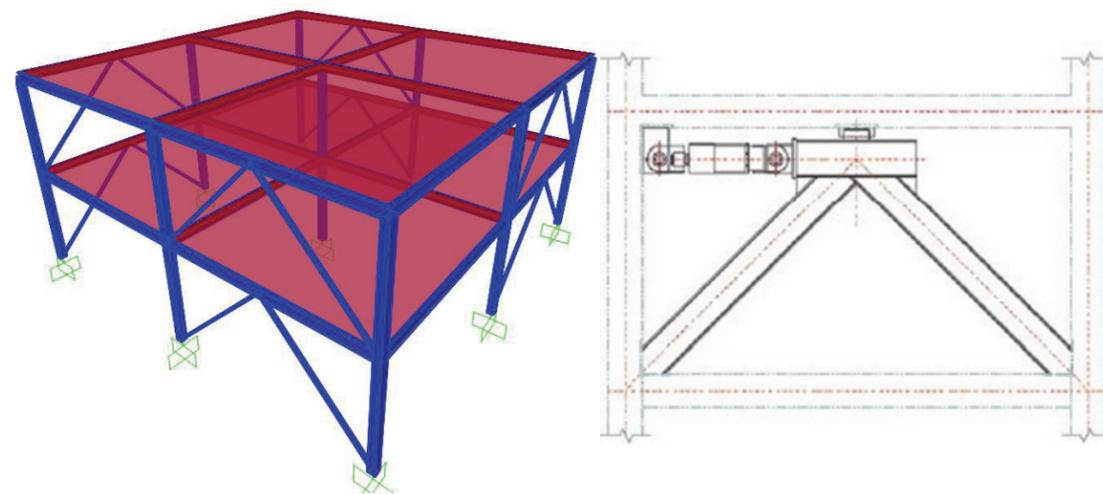


Figura 1. a) Modelo estructural del edificio, b) conexión del amortiguador con viga y diagonales

En la Tabla 1 se muestra el análisis de las cargas para la losa de azotea y la de entrepiso.

Tabla. 1. Análisis de cargas

	Losa de Azotea		Losa de Entrepiso	
	Máxima (kg/m ²)	Por Sismo (kg/m ²)	Máxima (kg/m ²)	Por Sismo (kg/m ²)
Losa 0.104 x 2400	250		250	
Block 5 x 8	40		40	
Perlita y arena para las pendientes en azotea	70		---	
Piso cerámico	26		26	
Mortero	30		30	
Plafón de yeso	26		26	
Sobrecarga	40		40	
Carga Muerta	482		412	
Carga Viva	100	70	250	180
Carga de Servicio	582	552	662	592
Carga última	815	607	927	651

Se considera que hay muros en el segundo piso de los marcos interiores que generan una carga de servicio uniformemente distribuida de 0.6 Ton/m y que la carga de los muros en los marcos exteriores es de 0.28 Ton/m en el entrepiso y de 0.25 Ton/m en la azotea. La carga total en la losa de entrepiso es de 0.592 Ton/m² (144 m²)=85.2 Ton más la carga de los muros de 0.6 Ton/m(24m)+0.28 Ton/m(48m)=27.8 Ton, que hacen un total de 113.0 Ton. Para la losa de azotea la carga total es 0.552 Ton/m² (144 m²)=79.5 Ton más 0.25 Ton/m(48m)=12 Ton, que hacen un total de 91.5 Ton.

Dada la simetría de la estructura y que no se consideraron las excentricidades accidentales, esto con el fin de tener un modelo simple de la estructura, cada marco toma un tercio de la fuerza sísmica total del edificio. Por lo que las fuerzas sísmicas en cada marco se obtienen analizando un solo marco con un tercio de la masa del edificio. Por otro lado, por carga vertical los dos marcos centrales son los más cargados. Debido a esto, el análisis sísmico se realiza en un marco central considerando un tercio de la masa del edificio. En las Figuras 2.a) y 2.b) se muestran las cargas verticales factorizadas por 1.4 y 1.1, que representan la carga vertical máxima y la carga vertical por sismo, respectivamente.

Es importante mencionar que en este primer reporte se evalúa la respuesta sísmica de la estructura sin amortiguadores, por lo que se no se consideran las diagonales y los amortiguadores en el modelo estructural del marco analizado.

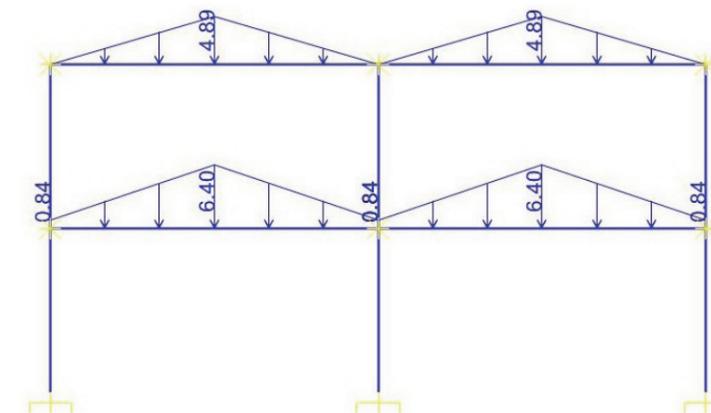


Figura 2.a) Carga vertical máxima

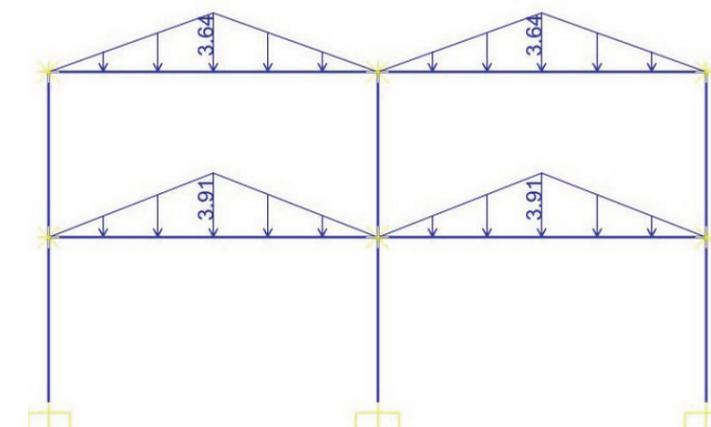


Figura 2.b) Carga vertical por sismo

Las masas para el análisis sísmico en el marco son: primer nivel $1.1(113)/9.81/3 = 4.22 \text{ Ton-seg}^2/m$ y para el nivel de azotea es de $1.1(91.5)/9.81/3 = 3.42 \text{ Ton-seg}^2/m$.

MÉTODOLÓGÍA

El marco con las cargas mostradas en la figura 2.a) y 2.b) y las masas indicadas en el párrafo anterior se analizó con el programa SAP2000. Los análisis realizados son del tipo no-lineal considerando articulaciones plásticas en vigas y columnas. El análisis sísmico se realizó con la componente EW del registro de aceleraciones grabado en la base del edificio de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en la ciudad de México, del sismo ocurrido en las costas de Michoacán el 19 de Septiembre de 1985. En la Figura 3 se muestra este registro de aceleraciones.

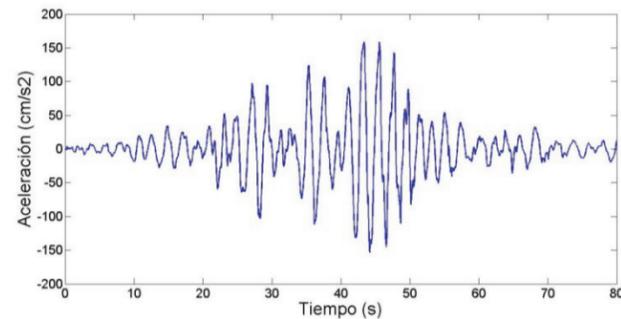


Figura 3. Registro de aceleraciones de la componente EW grabado en la base del edificio de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en la ciudad de México, del sismo ocurrido en las costas de Michoacán el 19 de Septiembre de 1985

RESULTADOS

En la Figura 4 se muestra la historia de desplazamientos del nivel de azotea. Los desplazamiento relativos máximo para el primero y segundo entrepiso son 4.7 y 6.6 cm, que ocurrieron en tiempo 43.24 seg.

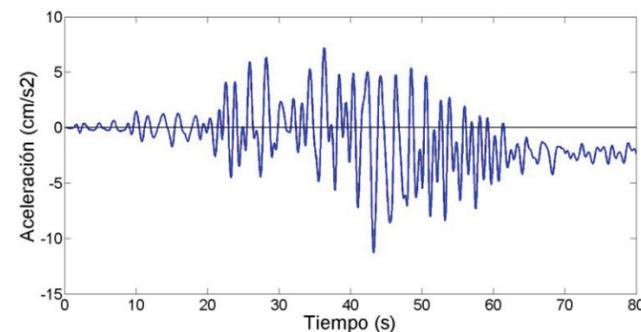


Figura 4. Historia de desplazamientos del nivel de azotea

En la Tabla 2 se muestran los momentos flexionantes máximos en la columna central del primer piso y en la viga derecha del primer piso y los desplazamientos relativos máximos para el primero y segundo entrepiso, que ocurren en tiempo 43.24 seg.

Tabla 2. Momentos flexionantes máximos en la columna central del primer piso y en la viga derecha del primer piso y desplazamientos relativos máximos para el primero y segundo entrepiso

Tipo de estructura	Momento inferior en columna central (Ton-m)	Momentos en viga derecha del primer piso		Desplazamientos relativos de entrepiso	
		Negativo (Ton-m)	Positivo (Ton-m)	Entrepiso 1 (cm)	Entrepiso 2 (cm)
Sin amortiguadores	14.01	8.5	9.9	4.7	6.6

En la Figura 5 se muestran los momentos flexionantes máximos y la configuración deformada del marco, que ocurren en tiempo 43.24 seg. También se muestra la curva Momento -rotación plástica de la articulación izquierda de la viga derecha del primer piso.

De los resultados mostrados se puede apreciar lo siguiente:

1. De la Figura 4 se puede ver que la estructura presenta grandes desplazamientos, el desplazamiento máximo para la azotea es de 11.3 cm, que es un desplazamiento grande para un edificio de 2 niveles.
2. La tabla 2 muestra los desplazamientos relativos máximos para el primero y segundo entrepiso de 4.7 y 6.6 cm. Si comparamos estos desplazamientos con los valores permisibles de 0.006 y 0.012 veces la altura, que para una altura de 300 cm son 1.8 y 3.6 cm, se puede ver que los desplazamientos de la estructura exceden casi el doble el segundo límite.
3. De la Figura 5.b) se puede ver que se forman articulaciones plásticas en las vigas y de la Figura 5.c) se puede ver que la ductilidad requerida alcanza la mitad de la capacidad de la articulación plástica.

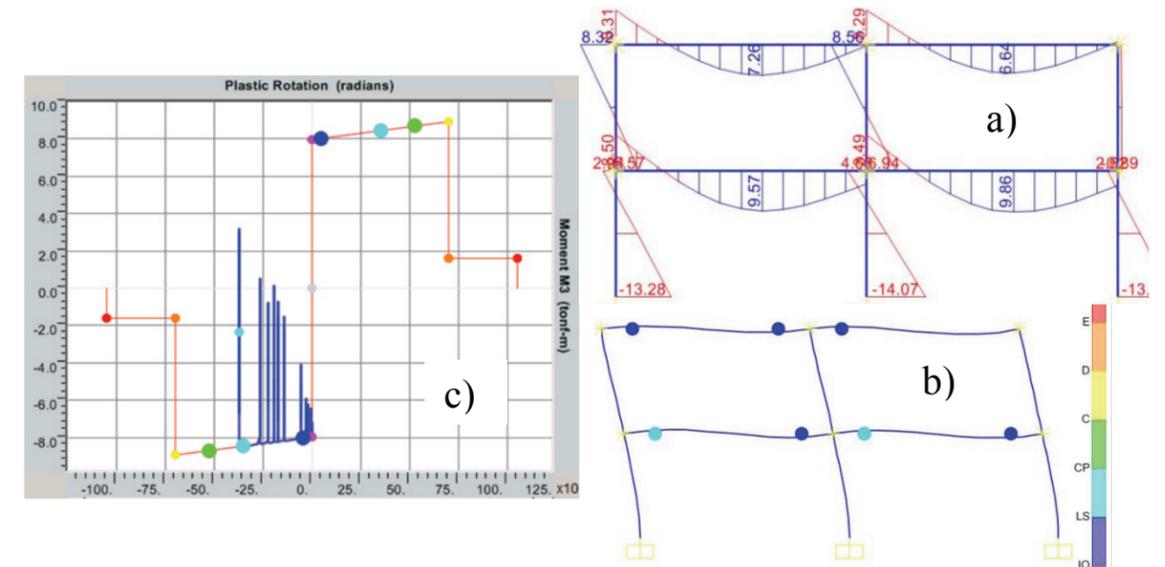


Figura 5. a) Momentos flexionantes máximos, b) configuración deformada del marco y c) curva Momento -rotación plástica de la articulación izquierda de la viga derecha del primer piso, en tiempo 43.24 seg

Otra resultado importante que se puede observar es que los grandes desplazamientos que sufre la estructura hacen que los momentos negativos de las vigas se descarguen y se carguen con momento

positivo lo que incrementa a su vez los momentos positivos en los centros de los claros de las vigas. Esta situación puede producir el colapso de la estructura si no se considera este incremento de momento.

CONCLUSIONES

De este estudio se pudo ver que los sismos pueden inducir grandes desplazamientos en las estructuras, que estos grandes desplazamientos incrementan los momentos en las columnas y en las vigas poniendo en riesgo la seguridad de la estructura.

De este trabajo se puede concluir la importancia que tienen los análisis sísmicos no-lineales para evaluar el comportamiento estructural de un edificio en determinar su demanda sísmica y revisar su capacidad resistente ante el colapso.

BIBLIOGRAFIA

Goel, R.K. and Booker, C.A. (2001). "Effects of supplemental viscous damping on inelastic seismic response of asymmetric systems" *Earthquake Engng Struct. Dyn.*, 30: 411-430.

Reinhorn, A.M., Li, C., Constantinou, M.C. (1995). "Experimental and analytical investigation of seismic retrofit of structures with supplemental damping, Part 1: Fluid viscous damping devices" Technical Report NCEER-95-0001, National Center for Earthquake Engineering Research, Buffalo, NY.

Gluck, N., Reinhorn, A.M., Gluck, J., and Levy, R. (1996). "Design of supplemental dampers for control of structures" *Journal of structural Engineering, ASCE*, 122 (12), 1394-1399.

ANÁLISIS DE LÍNEAS DE ESPERA EN FARMACIA DE HOSPITAL PÚBLICO

Erika del Carmen Herrera Ledesma¹ y Miriam Ivonne Arreola Aguilar²

RESUMEN

Es una investigación analítica del estado actual y se lleva a cabo un muestreo de campo en la farmacia de hospital público para determinar distribuciones de atención de servidores y del tiempo entre llegadas a la fila. De la simulación realizada en ProModel se obtuvo un tiempo promedio de espera en fila igual a 18.45 minutos, es decir que más del 80% del tiempo desde que un paciente entra a la farmacia hasta que sale con sus medicamentos, estuvo esperando. Se busca que estos resultados sean la base para la toma de medidas que aseguren una mejora continua y se logre la reducción de los tiempos de espera para proporcionar mejor servicio a los afiliados.

ABSTRACT

It is an analytical research of the current state and a field sampling at the pharmacy of the public hospital to determine the distributions of servers attention and time between arrivals in the line. Out of the Simulation conducted in ProModel an average waiting time in line of 18.45 minutes was obtained, which means that more than 80 % of the time from the point a patient enters the pharmacy until they walk out with the medication, he/she was waiting. It is intended that these results will be the basis for taking measures to ensure continuous improvement and reduction of waiting times is achieved to provide better service to all members.

Palabras Clave: Filas, Simulación, Hospital.

INTRODUCCIÓN

Los pacientes que acuden a la farmacia de un hospital público evalúan la calidad en el servicio de surtir sus recetas médicas. Si existen líneas de espera para ser atendidos, la calidad se ve afectada.

Para proponer mejoras futuras, es necesario conocer cuál es el estado actual de la interacción entre los servidores que son atendidos por el personal y los pacientes que forman una fila para ser atendidos. "En realidad las filas de espera son en esencia un síntoma de la existencia de problemas de administración de la capacidad no resueltos de forma adecuada" (Lovelock, Reynoso, D'Andrea, Huete, & Wirtz, 2011, p.522). Siempre se busca que el tiempo de espera sea mínimo.

"Las investigaciones demuestran que la gente a menudo tiene la sensación de que ha esperado más por un servicio de lo que en realidad lo hizo" (Lovelock et al., 2011, p.524). Es de vital importancia que se eliminen las líneas de espera. Es una actividad que le corresponde a las instituciones que ofrecen algún servicio.

Con éste estudio que es una investigación analítica de la situación actual se podrá determinar el tiempo de espera de los pacientes, a fin de su optimización en trabajos futuros y la aplicación de diversos sistemas. A partir de los resultados se podrá determinar el estado del sistema y recomendaciones a seguir.

¹Universidad Autónoma de Aguascalientes, Ing. Industrial Estadístico, Av. Universidad # 940, Ciudad Universitaria, C.P. 20131, Aguascalientes, Ags., Erika.Herrera.L@hotmail.com

²Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Irapuato, Ing. Logística, Carretera Irapuato - Silao km 12.5, El Copal, C.P. 36821 Irapuato, Gto., miriam.arreola@itesi.edu.mx

La presente investigación analítica se organiza en diferentes secciones. En la sección de métodos y materiales se describen las herramientas utilizadas para cumplir con el objetivo y la forma de proceder. En resultados se plantean los datos obtenidos del análisis de campo y su interpretación. En las conclusiones se muestra lo más relevante de forma sintética.

MÉTODOS Y MATERIALES

Forman parte de ésta investigación analítica el muestreo de campo y la simulación del sistema. Para realizarla se utilizó software ProModel (ProModel Professional, 2015).

Se acudió a las instalaciones del hospital público y se realizó análisis de la cantidad de personas que acudían a la fila y se estudió el tiempo de atención de cada servidor. Con esta información se realizó la simulación de la situación actual. Se colocaron los tres servidores y una fila única. Cada una de estas con su distribución que se encontró después del muestreo de campo. De la simulación se obtuvieron los gráficos y estimaciones puntuales de los parámetros de interés.

Se planteó el objetivo de analizar el estado actual en la atención a los pacientes que acuden a la farmacia de un hospital público y el tiempo promedio que permanecen en espera. Los datos del sistema se obtuvieron a partir de un muestreo en campo y con ellos se construyó el modelo en el software.

RESULTADOS

Los datos obtenidos del muestreo de campo son las distribuciones para el tiempo entre llegadas de los pacientes a la fila única, y la distribución del tiempo de atención de los tres dispensadores o servidores. La distribución del tiempo entre llegadas de pacientes al sistema resulta ser exponencial con parámetro $\lambda = 0.7$ minutos.

Las distribuciones para el tiempo de atención en los dispensadores 1,2 y 3 son respectivamente triangular con valores extremos $a=28$, $b=137$ segundos y moda $c=80$ segundos, triangular con $a=105$, $b=240$ y $c=120$ segundos, para el servidor tres es triangular con $a=88$, $b=249$ y $c=180$ segundos. Debido a que se tiene una cantidad limitada de datos muestrales se considera éste tipo de distribución para la descripción de la población. “La distribución triangular es una buena aproximación para utilizar en la ausencia de datos, especialmente si el mínimo, máximo y el valor más probable pueden estimarse” (Harrell, Ghosh, & Bowden, 2012, p.140)

Se obtiene de la simulación el tiempo promedio que un paciente espera en la fila es de 18.45 minutos. El total de pacientes que llegan a la fila son 1085 en un periodo de simulación de 12.5 horas, que corresponde al periodo de atención en las instalaciones. El contenido promedio de pacientes en la fila es de 26.69 y el máximo registrado es de 57 lo que representa una extensa línea de personas en espera para surtir su receta médica.

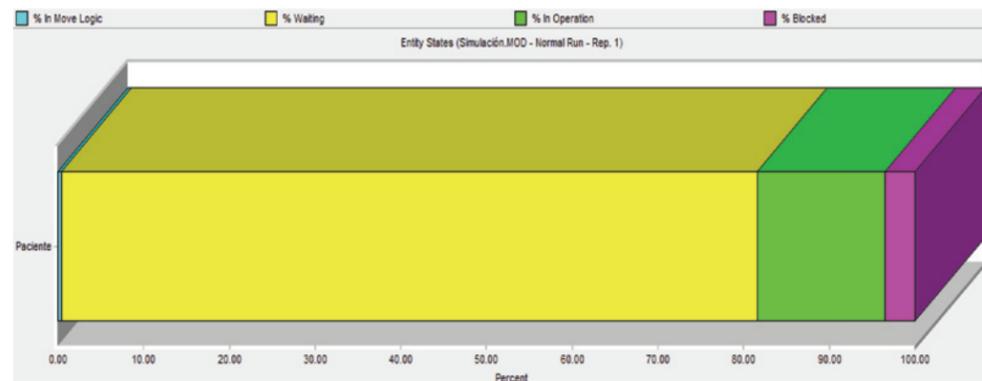


Figura 1. Tiempo total de un paciente en la farmacia

El bloque de Figura 1 representa el tiempo total que una persona permanece en la farmacia. Cada bloque de color representa una situación o momento diferente en el cual un paciente puede encontrarse. El orden en que sucede realmente cada situación es: primero es permanecer esperando en la fila, después ser el primero en la fila, la tercera situación es en movimiento hacia el servidor y el último es mientras está siendo atendido.

Los bloques de colores en Figura 1 no aparecen en el orden mencionado, solo representan parte de tiempo que pasa un paciente en cada una de las cuatro situaciones. El color azul corresponde a la parte del tiempo que está en movimiento al servidor, el amarillo, que representa gran parte del tiempo con un 81.19% del total está en espera; el color verde representa parte del tiempo en que lo están atendiendo durante 14.98% de su tiempo y el morado es el tiempo que pasa siendo el primero en la fila (3.44%). El total de tiempo que pasa el paciente en las instalaciones de la farmacia de hospital público es desde que entra a la fila, hasta que terminan de atenderlo.

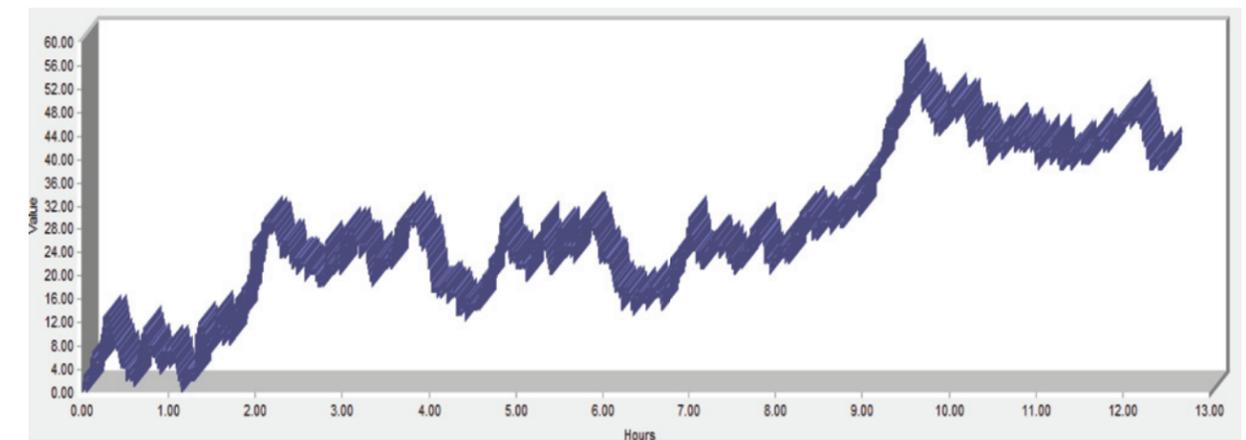


Figura 2. Cantidad de pacientes esperando a lo largo del día

En Figura 2 es una representación del número de pacientes que hay en fila en cada una de las 12 horas y media. El eje horizontal es la hora y el eje vertical o la altura es la cantidad de pacientes. Conforme pasa el tiempo existe una tendencia a incrementar el tamaño de la fila. El momento del día en que hay más pacientes esperando, resulta al final de la hora 9 de simulación; que corresponde entre las 17 y 18 horas del día. En ese momento, se encuentran en la fila 57 pacientes y es el punto más alto en la gráfica.

CONCLUSIONES

Se determinaron con la investigación analítica las distribuciones de servicio y de llegada a la fila de la farmacia, también el tiempo promedio de espera en la fila de la farmacia de hospital público igual a 18.45 minutos o un 81.19% del tiempo total. En un día de trabajo llegan 1085 pacientes para ser atendidos en un horario de 8:00 a 20:30 horas. Se encontró un momento del día con el máximo número de 57 pacientes esperando a las 17 horas.

Se pretende que esta investigación sea de referencia para trabajos futuros y conduzca a la implementación de sistemas que permitan la reducción de los tiempos en fila de los pacientes. Esto proporcionará un mejor servicio.

Como recomendación para obtener un análisis exhaustivo del sistema es la realización del muestreo de campo los días de la semana de interés o para horarios específicos, así como estudiar otros atributos del sistema.

BIBLIOGRAFIA

Libros

HARRELL, C., GHOSH, B. K., & BOWDEN, R. O. (2012). *Simulation Using ProModel*. Nueva York: Mc Graw Hill.

LOVELOCK, C., REYNOSO, J., D'ANDREA, G., HUETE, L., & WIRTZ, J. (2011). *Administración de servicios: estrategias para la creación de valor en el nuevo paradigma de los negocios*. México D.F.: Pearson.

Programa Computacional

ProModel Professional. (2015). Orem: ProModel Corporation.

CONTROL DE ILUMINACIÓN CONTROLADO POR BLUETOOTH PARA DESARROLLO DE PLANTAS

Alan Amaury Hidalgo Sánchez¹ y Gloria Flor Mata Donjuán²

RESUMEN

Este proyecto consistió en un sistema de iluminación para el desarrollo de plantas utilizando luz LED. Las longitudes de onda de los LEDs utilizados fueron 624 nm para la luz roja, 525 nm para la luz verde y 470 nm para la luz azul. Se utilizaron los colores rojo y azul que favorecen el desarrollo, ya que el verde es reflejado por las plantas, razón por la cual tienen este color. El sistema también requirió de un control de cambio de intensidad y color para el usuario. Para esto se optó por implementar comunicación vía Bluetooth a través de un teléfono celular inteligente. El sistema de control hace cambios en las luminosidades de los colores rojo y azul para obtener diferentes combinaciones de estos o bien, para sólo permitir que uno de ellos esté encendido.

ABSTRACT

This project is an illumination system made for plants. It was made by using LED stripes. The LED stripes possess three light colors: red, green and blue. Only blue and red colors were used because the green color is naturally reflected by plants and that's why plants are green as well. The system also required a simple user control and it was decided to make it via Bluetooth so it could be managed by using a smart phone. The control system changes luminosities of the blue and red colors so it's possible to get different combinations of these two. However, having a single color is also possible.

Palabras Clave: Iluminación LED, plantas, control, bluetooth, crecimiento.

INTRODUCCIÓN

Aunque las plantas puedan abastecerse bien de radiación solar en exteriores, a veces es útil tener plantas en interiores para así acceder a un pequeño huerto, útil cuando se necesitan ingredientes en la cocina, o bien, cuando se requieren plantas de olor. Recursos como agua o minerales pueden serles proveídos a las plantas fácilmente pero no así las condiciones luminosas ya que aunque la luz del sol y luces como las de las lámparas fluorescentes o lámparas de sodio puedan parecer similares debido a su brillo blanco, las proporciones o mezclas de luz no son las mismas. Hay que destacar también que las plantas se favorecen más de ciertas longitudes de onda de la luz para crecimiento de frutos o flores y utilizan otras longitudes para el crecimiento de tallos. Es por tales motivos que se necesitan condiciones de iluminación muy específicas, afortunadamente, la tecnología LED de hoy nos permite, con un poco de control añadido, crear las circunstancias ideales para el crecimiento vegetal doméstico.

MARCO TEÓRICO

Sabemos que el espectro electromagnético es una serie de longitudes de onda que van desde las más grandes hasta las más cortas. Las longitudes de onda más largas o también clasificadas con el nombre de microondas son las que utilizan muchos dispositivos de comunicación gubernamentales y militares

¹ Universidad Politécnica de Querétaro, Ing. Mecatrónica Carretera Estatal 420 S/N, El Marqués, Querétaro. C.P. 76240. Tel. 101 9000.

² Universidad Politécnica de Querétaro, Ing. Mecatrónica Carretera Estatal 420 S/N, El Marqués, Querétaro. C.P. 76240. Tel. 101 9000. Correo: gloria.mata@upq.mx

pasando por la aeronáutica y marina y radiodifusión, donde el espectro empieza a tener una mayor frecuencia, mayor energía y menor longitud de onda.

A las microondas les sigue el infrarrojo. Las estrellas emiten la mayoría de su radiación dentro del espectro visible y eso es lo que nos permite verla. El espectro visible es una parte muy pequeña del espectro electromagnético (Hayt William et al., 2006), que puede utilizarse en comunicaciones diversas como lo son la fibra óptica. Más allá del espectro visible tenemos el ultravioleta, aquí el contribuyente estrella es por supuesto el sol y sus aplicaciones se encuentran en el campo de la medicina; en casi cualquier otro ámbito este tipo de radiación es dañino.

Los efectos del espectro visible en las plantas son los siguientes (Sabater García F., 1977):

Luz roja lejana: Capaz de provocar la elongación de la planta y desencadena el florecimiento en las plantas de días largos.

Proporción baja de luz roja lejana: Provoca sólo la elongación de la planta y suele darse cuando las plantas vecinas le dan sombra a las plantas, por lo que las plantas tapadas por éstas últimas tienden a crecer más tratando de alcanzar más luz.

Luz Roja: Importante en la regulación del florecimiento y producción de frutos. Además ayuda a aumentar el diámetro del tallo y estimula la ramificación.

Luz azul: Responsable del crecimiento vegetativo y de las hojas, y es importante para las semillas y las plantas jóvenes porque ayuda a reducir el estiramiento de la planta.

Luz ultravioleta: Provoca daños en el ADN, reduce la velocidad de la fotosíntesis, disminuye florecimiento y polinización y afecta el desarrollo de las semillas.

De aquí se puede concluir que las luces roja lejana, roja y azul son las más efectivas en el crecimiento de flor y fruto, los cuales son los elementos más buscados a la hora de germinar una planta.

MÉTODOS Y MATERIALES

Los materiales utilizados en el desarrollo del proyecto se ven en Figura 1.

La primera parte del proyecto fue el diseño del circuito y para la Conexión del control (Figura 2).

El circuito contiene un microcontrolador (en medio), los transistores (izquierda), regulador de tensión (izquierda arriba) y módulo bluetooth esquina inferior derecha, que permiten el control de la iluminación por medio del celular. (Ver figura 2.)

La segunda parte del proyecto consistió en armar el circuito físicamente en una placa pcb (Figura 3).

La tercera etapa fue armar la estructura para montar las luces sobre el sistema Emily (sistema que se utilizará para las pruebas de crecimiento con el control de luz RGB en otra fase de proyecto). (Figura 4.)

La cuarta etapa se basó en hacer pruebas de la integración de los elementos del proyecto, control de iluminación y estructura. (Figuras 5, 6 y 7.)

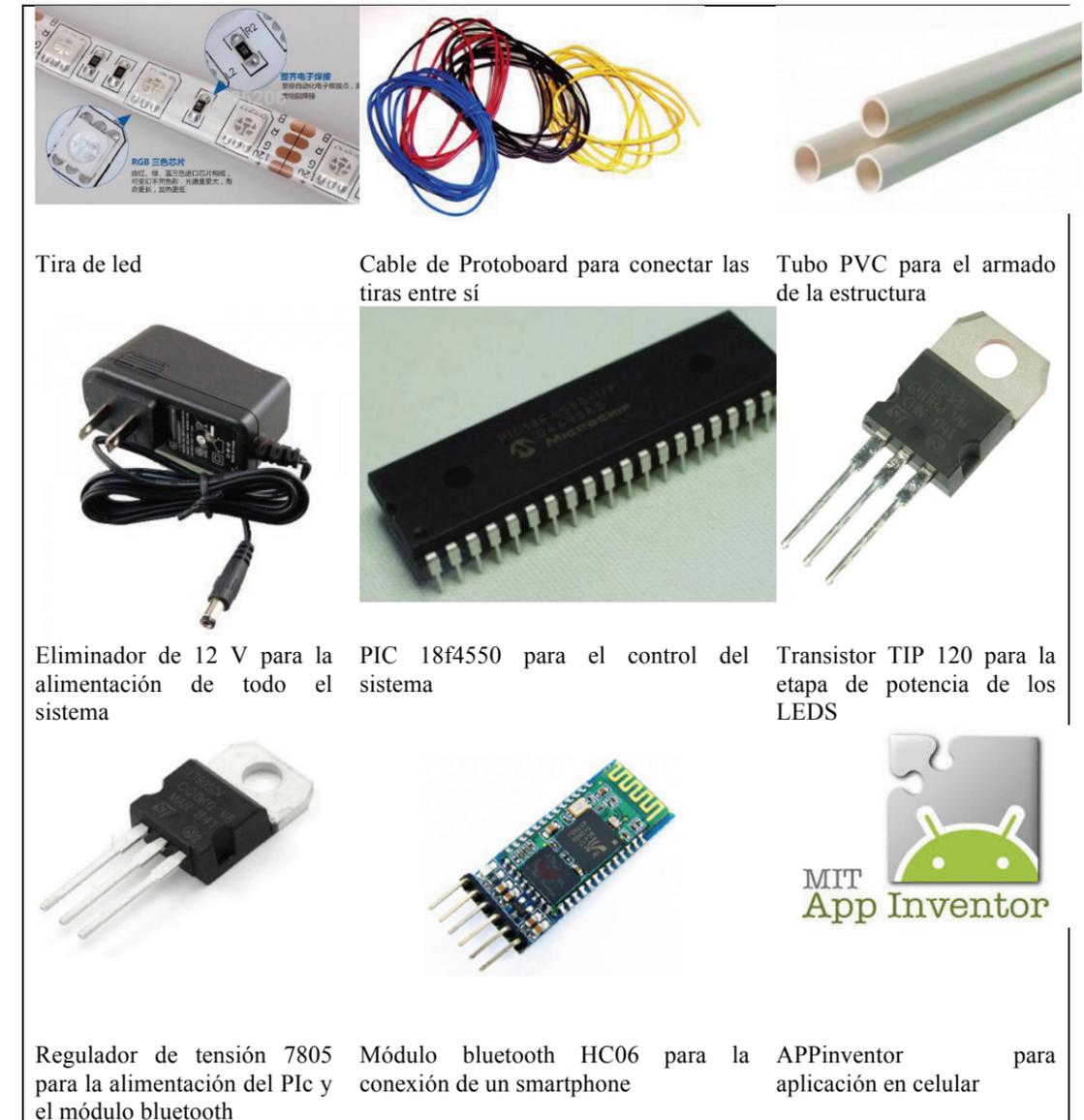


Tabla 1. Materiales utilizados en el proyecto

ESTUDIO DE FORMACION DE FERRITA HIBRIDA DE CALCIO Y TITANIO A PARTIR DE DOLOMITA Y RESIDUO SIDERURGICO

Mario Alberto Hidrogo Rico¹ y Ma. Gloria Rosales Sosa²

RESUMEN

Muestras de mineral de dolomita y muestras de carbonato de calcio, fueron trituradas y molidas hasta mallas de 270, estas fueron mezcladas y homogenizadas con oxido de titanio y después fueron analizadas, posteriormente fueron sometidas a una de calcinación junto con un residuo siderúrgico que aporta el óxido férrico a una temperatura superior 1000 grados centígrados por un tiempo de permanencia de dos horas, los productos obtenidos, nuevamente son caracterizados por la técnica de difracción de rayos x.

Palabras Clave: *ferrita hibrida, carbonato de calcio, titanio, dolomita*

INTRODUCCION

Las ferritas representan unos de los materiales más ampliamente estudiados por sus características eléctricas y magnéticas. Estos materiales se utilizan en la industria eléctrica y electrónica para la fabricación de dispositivos y de componentes tales como centro magnético de alta densidad de los cabezales de lectura y grabación. Además del uso tradicional, un interés renovado ahora está emergiendo en diversos campos tales como ciencia biomédica (Saferikova y Safarik, 2001; Bergey et al., 2002) o en investigaciones en materias energéticas sostenibles.

Los materiales híbridos tienen las propiedades de una matriz inorgánica y la funcionalidad del componente orgánico. Esto nos hace llegar a que las ferritas híbridas conllevan a las siguientes aplicaciones:

Especializados en ferritas para el mercado de las energías renovables, inverter, baterías para híbridos y vehículos eléctricos, placas solares, aerogeneradores, electrónica de potencia, electro medicina, maquinaria para soldar, UPS.^[8]

La dolomita se forma como el mineral principal en las rocas llamadas dolomías. En general, la dolomita se forma en algunas vetas hidrotermales. Las altas temperaturas provocan que el calcio y el magnesio llenen las cavidades que existen en dichas vetas y las altas presiones provocan la formación de los cristales de dolomita.

Se puede encontrar dolomita como componente importante en otros minerales, entre los que se encuentran el mármol y la limonita.

¹ Facultad de Metalurgia, Universidad Autónoma de Coahuila, Carretera 57 Kilómetro 5, Estancias De San Juan, 25720 Monclova Coahuila, mario.ricow@hotmail.com

² Facultad de Metalurgia, Universidad Autónoma de Coahuila, Carretera 57 Kilómetro 5, Estancias De San Juan Bautista, Campus Universitario de la Universidad Autónoma de Coahuila, 25720, Monclova, Coahuila, mrosales@mail.uadec.mx

La abundancia de dolomita en rocas sedimentarias tanto marinas como continentales permite la formación de profundas capas de dicho mineral. También tiene una presencia bastante grande entre las rocas sedimentarias carbonatadas.^[2]

La dolomita es un carbonato doble de calcio y magnesio. La dolomita es más que una simple variante de caliza, contiene el 30.41% de CaO, 21.86% de MgO y el 47.73% de CO₂, en su forma más pura. Su color varía entre blanco, gris rosado, rojizo, negro, a veces con matices amarillento, parduzco o verdusco, predominando el incoloro o blanco grisáceo.

Este mineral es muy importante particularmente para aplicaciones en la Agricultura, ya que la dolomita, es una fuente de calcio y magnesio que constituye un fertilizante indispensable al modificar el pH del suelo, logrando regular su acidez y alcalinidad (eliminando toxicidades por Al, Fe y Mn, así como toxicidad por Na y B respectivamente), mejorándolo e incrementando el rendimiento de los cultivos, así como incrementar la vida de anaquel de los productos.

Como ventaja adicional los cultivos mejorados o enriquecidos con Dolomita, se vuelven más resistentes a los ataques de plagas de insectos, y además toleran el estrés por salinidad, inclusive la resistencia a bajas temperaturas se ve incrementada. Por otra parte es un promotor y estabilizador del metabolismo celular y del crecimiento de los cultivos; permitiendo que se expresen todas las funciones de los tejidos tal como la fotosíntesis. Actúa sobre los procesos que promueven el crecimiento de los tejidos, la floración y el desarrollo del fruto.

Uno de los compuestos que se puede obtener con el calcio es el óxido de calcio^[3]. El óxido de calcio, CaO, es la misma cal viva que se usa en la preparación de cementos y morteros; en la obtención del hipoclorito de sodio que es la materia fundamental de los blanqueadores domésticos (clorox, etc.); en la industria del curtido de pieles para quitarles el pelo; en la industria del vidrio; en la agricultura, para neutralizar los terrenos ácidos^[6].

Con respecto a compuestos ferríticos, el desarrollo de ferritas en la forma de materiales cerámicos sinterizados ha permitido el uso de estos óxidos de alta resistividad eléctrica como materiales magnéticos en aplicaciones de alta frecuencia^[7]. Materiales ferromagnéticos ferritas-cerámicos han sido considerados como materiales electrónicos de gran importancia durante más de medio siglo.

Cerámicos como materiales ferromagnéticos, que se componen principalmente de óxido férrico, α -Fe₂O₃, se llaman "ferritas". Aunque la magnetización de saturación para ferritas es menos de la mitad que la de las aleaciones ferromagnéticas, que tienen ventajas, tales como aplicabilidad a una frecuencia más alta, mayor resistencia al calor, resistencia a la corrosión superior y un menor coste. Las aplicaciones prácticas de ferritas se han ampliado mediante la utilización por completo de estas ventajas^[4].

MÉTODOS Y MATERIALES.

Previamente para obtener la ferrita de Calcio y titanio, la dolomita fue molida hasta un tamaño de partícula menor de 270 mallas, para promover la reacción solido-solido en la etapa de calcinación junto al residuo siderúrgico que es el precursor del óxido férrico. Posteriormente se hizo el mismo procedimiento agregando CaCO grado reactivo para tener una variación de ellas. Al material ya homogenizado se le agrego un porcentaje de óxido de titanio para así poder obtener la ya mencionada ferrita hibrida.

1. Molienda

En esta etapa de disminución de tamaño de partícula se utilizó una trituradora marca BICO Inc., y un molino de bolas marca BICO Inc., con el objeto de obtener un tamaño de partícula menor a 270 mallas. El objetivo de tener un tamaño de partícula pequeño es que incrementamos su área de contacto. Para esto se utilizó un molino de bolas.



Figura 1. Trituradora BICO INC.



Figura 2. Molino de bolas BICO INC.

2. Método cerámico o ferretación.

Para la formación de la ferrita. Los minerales de óxido férrico, carbonato de calcio y titanio, fueron molidos previamente mediante el uso de un mortero de ágata para lograr que quedarán lo más fino y compacto posible. Se pesaron las muestras en relación estequiometrica. La mezcla fue homogenizada y se puso en un crisol de alta alúmina, luego se introdujo a la mufla a una temperatura de entre 1150 grados centígrados durante un tiempo de 24 horas.

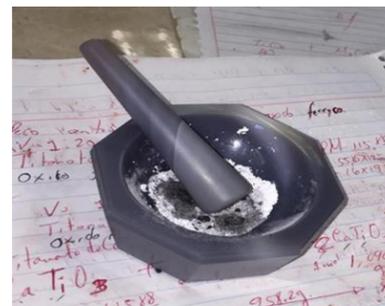
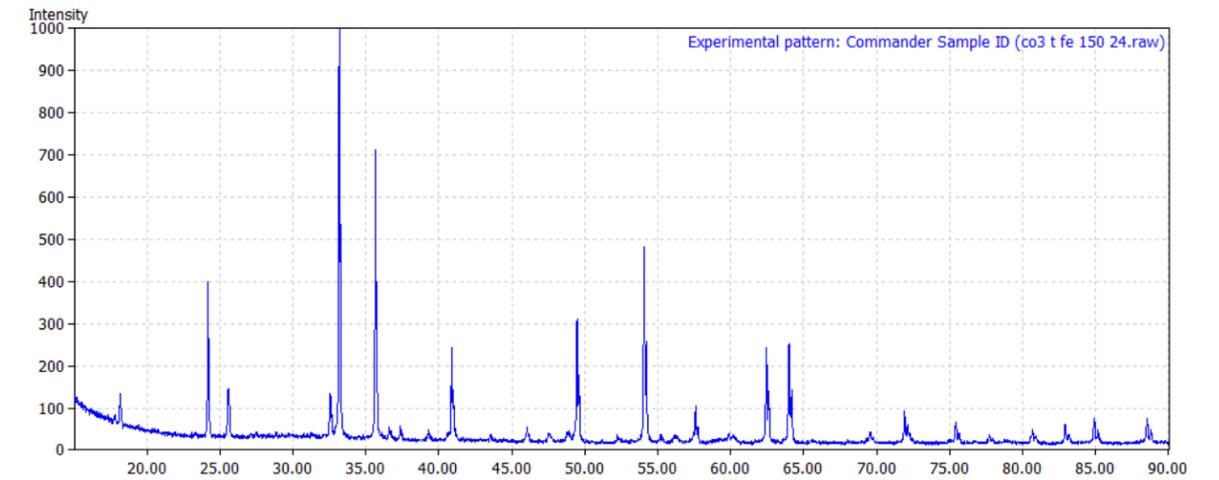


Figura 3. Homogenización del óxido férrico y el mineral de dolomita y titanio con el uso del mortero.



Figuras 4. Difractograma del carbonato de calcio-óxido de titanio-óxido férrico a 1150°C durante 24 horas

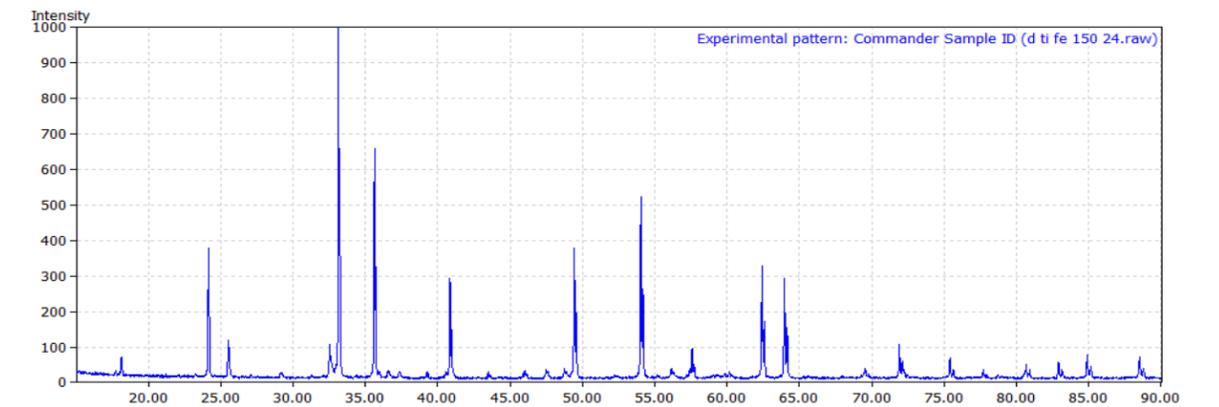


Figura 5. Difractograma de dolomita-óxido de titanio-óxido férrico a 1150°C durante 24 horas

RESULTADOS

En la figura 4 podemos observar el difractograma que representa la mezcla de carbonato de calcio, óxido de titanio y óxido férrico a 1150 oC y con un tiempo de permanencia de 24 hrs. Según el grafico, bajo estas condiciones no fue posible obtener ferritas híbridas, pues el compuesto que se formó fue la ferrita de calcio, que está representada por el pico al ángulo 2 theta de 35,49 y el de 49,70 . También se empieza a formar la fase titanato de calcio y como era de esperarse, carbonato de calcio.

De igual manera podemos observar en la figura 5 que en la mezcla dada por dolomita, óxido de titanio y óxido férrico a 1150 oC y con un tiempo de permanencia de 24 hrs, tampoco fue posible formar ferritas híbridas, también predominó la fase de ferrita de calcio.

CONCLUSIONES

1. El tamaño de partícula es adecuado para llevar a cabo la reacción sólido-sólido de los elementos precursores de las ferritas de calcio y titanio.
2. Se obtuvieron pastillas algo compactas y con una muy buena dureza.
3. Bajo estas condiciones no fue posible obtener ferritas híbridas.
4. Aparentemente el inicio de la formación de la ferrita fue correcto pero se planea hacer más variaciones de temperatura.
5. Este es un trabajo que continúa, pues se le dará una limpieza al mineral mediante reactivos químicos buscando eliminar las impurezas en lo más posible, para lograr obtener los compuestos buscados.

BIBLIOGRAFIA

- [1] eco-sur http://ecosur.net/Sustancias%20Peligrosas/oxido_de_magnesio.html (consultado el 23 de julio de 2016)
- [2] La dolomita un mineral versátil <http://www.quiminet.com/articulos/la-dolomita-un-mineral-versatil>(consultado el 23 de julio de 2016)
- [3] Perfil del mercado de Dolomita http://economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/minero/pm_dolomita (consultado el 23 de julio de 2015)
- [4] Robert C. O'handley. Modern Magnetic Materials Principles and Applications. Vol. 4. U.S.A, A Wiley-Interscience Publication, 2012. 15p.
- [5] Ferrites Components and Accesories, MMG Catalog. Sigue 1A, (1995).
- [6] Hesham Mohamed Zaki , Ali Mohamed Abdel-Daiem, Yahia Ibrahim Swilem, Farid El-Tantawy , Fahad Masoud Al-Marzouki , Ahmed Abdallah Al-Ghamdi , Saleh Al-Heniti , Farag Said Al-Hazmi, Talal Sadaka Al-Harbi, Indentation Creep Behavior and Microstructure of Cu-Ge Ferrites, "Materials Sciences and Application", 2011, 2, 1076-1082. Scientific Research.
- [7] Ferrites Components and Accesories, MMG Catalog. Sigue 1A, (1995).
- [8] Obtencion y caracterizacion de ferritas ternarias de manganeso por mecanosintesis (2007)

SISTEMA WEB DE AUTOEVALUACIÓN Y COEVALUACIÓN ACADÉMICA

Pamela Rocío Ibarra Tapia¹ y Juan Andrés García Morales²

RESUMEN

Actualmente nos encontramos en una sociedad donde la tecnología es el precursor de cambios y predomina en el ambiente estudiantil, sabiendo que muchas escuelas están bajo el enfoque de competencias, por lo que realizan los alumnos periódicamente evaluaciones para medir su conocimiento adquirido de las asignaturas que se cursan.

Sin embargo en las instituciones pocas veces se hacen evaluaciones de pares, es decir que el alumno realice autoevaluaciones para medir su aprendizaje y coevaluaciones para calificar a sus compañeros de trabajo o del salón de clases para tener críticas constructivas y fomentar el juicio verídico al asignar calificaciones y no que quede sólo en las calificaciones otorgadas por los profesores.

Este Sistema será desarrollado con Tecnologías Web Open Source: Servidor de Aplicaciones Web Apache, Sistema Administrador de Base de Datos MySQL, PHP, CSS y HTML5, así como el Software de Diseño Web con Licencia de Adobe® DreamWeaver®.

ABSTRACT

Actually, we are in a society where the technology is the precursor of changes and it predominates in the student environment, we know there are many schools are under the competence approach, so that the students to do periodic assessments to measure their knowledge acquired from subjects enrolled. However, in the schools few times peer assessments are made, the mean is that the student perform self-assessments to measure the learning and co-assessments to evaluate your coworkers or classmates to have constructive criticism and encourage trial true to assign ratings and it is not only in the grades given by teachers. This System will be developed with Web Open Source Technologies: Apache Web App Server, Database Management System MySQL, PHP, CSS and HTML5, as well as the Adobe® DreamWeaver® Web Design Licensed Software.

Palabras Clave: Sistema Web, MySQL, PHP, CSS, HTML5.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día el enfoque de las escuelas se basa en competencias, donde es importante que los alumnos puedan evaluar su desempeño académico, así como el de sus compañeros (coevaluación) y no dejar sólo esta tarea a los profesores, porque prácticamente la elaboración de proyectos o actividades en clase en su mayoría es realizado en equipos y es importante darle seguimiento, porque nos prepara para situaciones reales que nos enfrentaremos a laborar. El sistema de Autoevaluación y Coevaluación Académica es una herramienta que será de gran impacto. El objetivo de este proyecto es el desarrollo de un Sistema de Autoevaluación y Coevaluación Académica es el diseñar e implementar un sistema web para para una Organización Educativa con requerimientos de almacenamiento, ordenamiento o migración de datos. Este

¹ Ingeniería en Sistemas Computacionales, Universidad Politécnica de Querétaro. Carretera Estatal, S/N, Col. El Marqués, C.P: 76240, Querétaro, Querétaro, Teléfono (442) 101 9000, 014008224@upq.edu.mx

² Juan Andrés García Morales, Universidad Politécnica de Querétaro. Carretera Estatal, S/N, Col. El Marqués, C.P: 76240, Querétaro, Querétaro, Teléfono (442) 101 9000 Ext. 950, juan.garcia@upq.edu.mx

Sistema será desarrollado con Tecnologías Web Open Source: Servidor de Aplicaciones Web Apache, Sistema Administrador de Base de Datos MySQL, PHP, CSS y HTML5, así como el Software de Diseño Web con Licencia de Adobe® DreamWeaver®.

MARCO TEORICO

Dentro de la programación web existen dos tecnicismos muy ocupados que son el *BackEnd* y el *FrontEnd*.

FrontEnd son las tecnologías que están en el lado del cliente, es decir las que corren del lado del navegador web, siendo los 3 lenguajes HTML, CSS y JavaScript, permitiendo que la página sea visible y fácil de interactuar.

Del lado de *BackEnd* del programador se encuentra del lado del servidor, usando los lenguajes como PHP, Python, .net, java, etc., el cual permite la interacción con la base de datos, montar la página en un servidor. Para el desarrollo de un diseño óptimo de la aplicación se generan interfaces amigables, evitando distracciones para la carga de las páginas y a su vez permitiendo que sean fáciles de distinguir los elementos en las páginas, teniendo en cuenta que lo más importante va a la izquierda.

Para la realización de este y cualquier otro proyecto se toman en cuenta las metodologías ágiles, siendo técnicas para la gestión de proyectos, en esta caso ocupamos el proceso conocido como SCRUM, para llevar un progreso sobre las actividades realizadas en tiempo y forma, así como los resultados generados.

MÉTODOS Y MATERIALES

Para la realización del proyecto se ocuparon los materiales y metodologías descritas a continuación:

GESTOR DE BASE DE DATOS: Es un sistema de software que permite la definición de base de datos, así como la elección de las estructuras de datos necesarias para el almacenamiento y búsqueda de los datos de una forma interactiva.

El gestor que ocupamos es el **MySQL**, debido a que es útil para tener acceso desde páginas web dinámicas, permitiéndonos realizar múltiples y rápidas consultas (EcuRed, 2016).

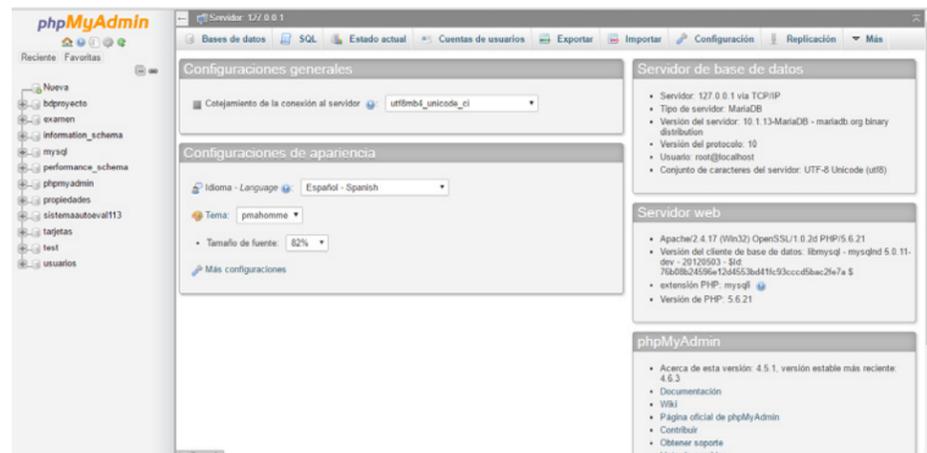


Figura 1. Gestor de Base de Datos phpMyAdmin

PHP: Es el lenguaje de programación del lado del servidor, diseñado para el desarrollo web de contenido dinámico

JAVA SCRIPT: Lenguaje ligero e interpretado orientado a objetos, usado en entorno sin navegador.

HTML: Hyper Text Markup Language, es el formato de los documentos de la World Wide Web. Es el esqueleto que da estructura a cada página web

CSS: Hojas de Estilo en cascada, describe la forma en que se mostrará un documento en pantalla, siendo una forma fácil para los desarrolladores de tener control sobre el estilo y formato de los documentos.

XAMPP: Es un servidor independiente, software libre, consiste en el sistema de gestión de base de datos MySQL, el servidor web Apache y los intérpretes para lenguajes de script como php y perl. Siendo esta distribución la más popular y fácil de instalar.

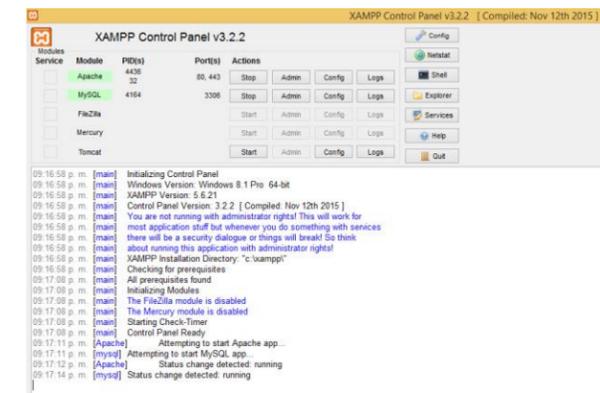


Figura 2. XAMPP

NOTEPAD++: Es un editor de textos que soporta formatos como txt, c, css,html,php y otros.

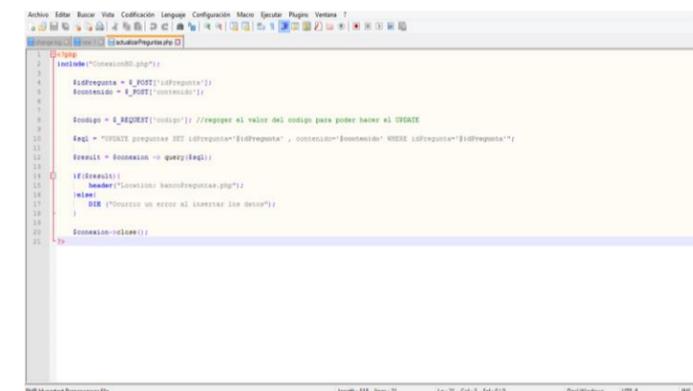


Figura 3. Editor notepad++

ADOBE® DREAMWEAVER®: Aplicación en programa de estudio que permite la construcción, diseño y edición de sitios, videos y aplicaciones Web basados en estándares.

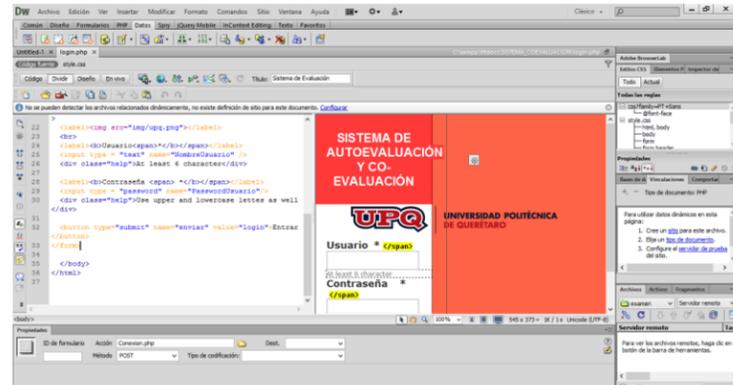


Figura 4. Adobe Dreamweaver

METODOLOGÍA

La metodología que se implementó para el análisis de la problemática fue a través del SCRUM, basándonos en el modelo del cliente-servidor, donde hay lluvia de ideas sobre las peticiones que se realizarán y serán indispensables en el sistema.

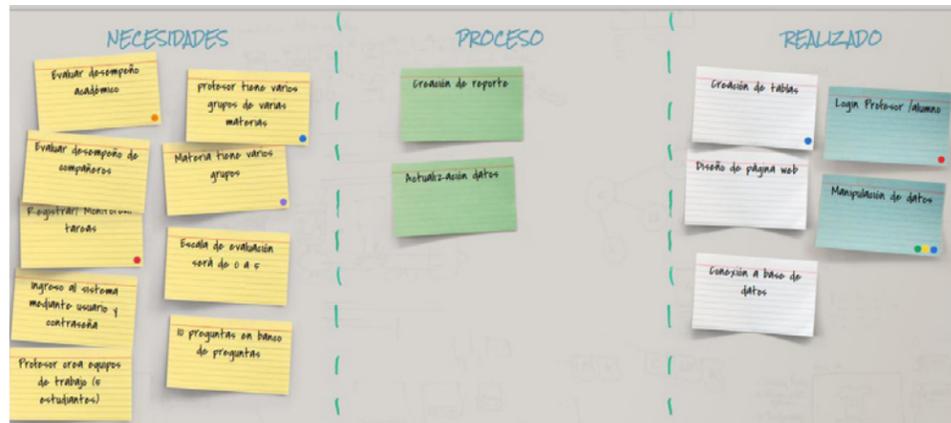


Figura 3. Metodología SCRUM

Una vez analizado la problemática, se prosigue a establecer las respuestas del servidor ocupando el servicio Web Apache, para proseguir con montar la base de datos MySQL y que sea manipulada a través del lenguaje php. Para ello, es importante el diseño y creación de la base de datos en nuestro gestor phpMyAdmin de MySQL, (Ilustración 6), dicho gestor es de código abierto (Open Source), permitiéndonos la gestión y administración de los datos.

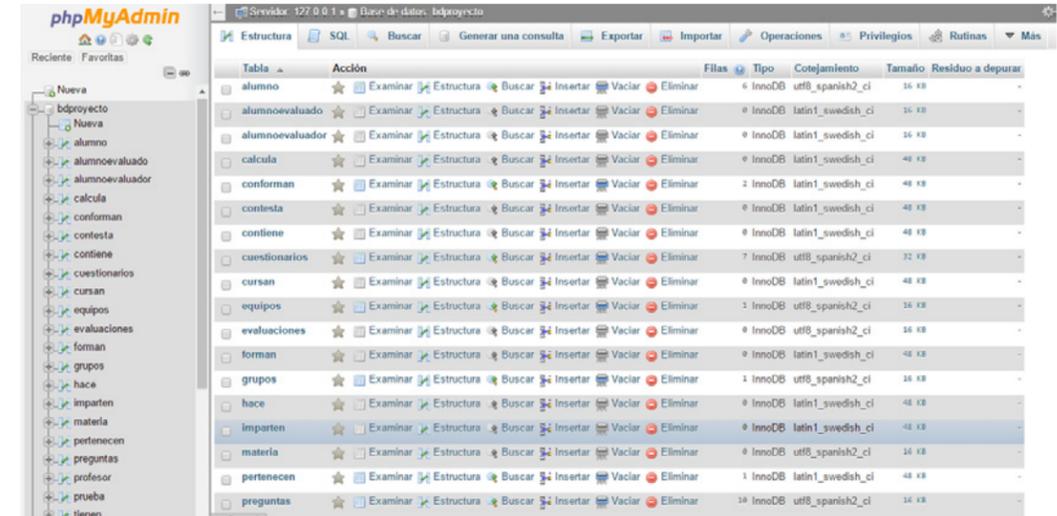


Figura 4. Tablas desarrolladas para el sistema

RESULTADOS

Para acceder a la página principal se muestra el login en donde los campos a llenar son el usuario y contraseña. (Ilustración 7), al ingresar los datos correspondientes nos direcciona a la página principal, encontrándose dos opciones una como alumno (ilustración 8) y otra como profesor (Ilustración 9) cada uno con las opciones correspondientes.



Figura 5. Login principal para acceso al sistema de autoevaluación y coevaluación

La pantalla principal del alumno muestra las opciones en las que podrá acceder, que son el poder realizar la autoevaluación y coevaluación, el equipo en el que participa



Figura 6. Ventana principal de alumno

En la pantalla principal de los profesores se muestran los siguientes campos:
Lista de grupos a los que imparte clase, genera los cuestionarios para que los alumnos puedan responder



Figura 7. Ventana principal de profesor

CONCLUSIONES

El sistema de autoevaluación y coevaluación nos permite interactuar de una forma eficaz con cada una de sus interfaces. Durante el desarrollo, se implementó el uso del software DreamWeaver para realizar los procedimientos de altas, bajas y cambios, siendo una herramienta de fácil uso.

BIBLIOGRAFIA

Pressman, R. S. (2010). *Ingeniería del software-Un enfoque práctico*. New York: Mc Graw Hill.
Paul Deitel, Harvey Deitel, Abbey Deitel. (2014). *Internet World Wide Web*. Mexico: Pearson.
Getbootstrap.com (2015). *CSSBootstrap*. Obtenido de <http://getbootstrap.com/css/>
Obtenido de: <http://www.hipertexto.info/documentos/html.htm>
EcuRed (20016). Obtenido en julio de: http://www.ecured.cu/Sistema_Gestor_de_Base_de_Datos

EVALUACIÓN DE SHEWANELLA SP AISLADA DE SUELOS CONTAMINADOS DE HIDROCARBUROS PARA SU IMPLEMENTACIÓN EN CELDAS DE COMBUSTIBLE MICROBIANAS

Roxana Irianda Araujo¹ y María Yolanda Reyes²

RESUMEN

En el siguiente reporte se habla sobre el proceso que se llevó a cabo para la obtención de datos sobre la bacteria *Shewanella* sp. y su futura implementación en celdas de combustible microbiana, se buscan nuevas formas para obtener energía ya que en la actualidad la única fuente de producción de energía es por medio de la combustión de combustibles fósiles.

ABSTRACT

In the following report we talk about the process just I took for obtaining data on the bacteria *Shewanella* sp. and future implementation microbial fuel Cells, New ways to get energy wanted and that currently the only source of energy production is through the combustion of fossil fuels.

Palabras Clave: Celda de combustible microbiana, *Shewanella* sp, curva de crecimiento microbiana.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad todas las actividades cotidianas de los seres humanos dependen directamente de los combustibles fósiles, estos combustibles no son renovables y en el momento de su combustión emiten grandes cantidades altamente contaminantes de gases de efecto invernadero (CO₂, NO_x, SO_x, etc.)

México es un país productor de combustibles fósiles (petróleo) y también depende económicamente de ellos. La contaminación que conlleva el uso de esos combustibles ha generado una problemática ambiental (contaminación del aire, suelo, agua, lluvia ácida, etc.) por lo tanto esto nos ha llevado a implementar nuevas formas de producir energía. Esta energía se debe de obtener principalmente de fuentes renovables que no contaminen o tengan un costo ambiental bajo.

La implementación de aerogeneradores (energía eólica), paneles solares (energía solar), turbinas para el aprovechamiento de la caída del agua (energía hidráulica), turbinas para el aprovechamiento del calor (energía geotérmica), turbinas para el aprovechamiento del movimiento de las olas (energía mareomotriz). Estas energías renovables requieren un gran costo de inversión, por lo cual no se han explotado al cien por ciento. Por tal razón se ha empezado a implementar la biotecnología para buscar nuevas formas de producir energía, las celdas de combustible microbianas es una de ellas.

Las celdas de combustible microbianas (CCM) también son conocidas como Microbial Fuel Cell (MFC) en donde se utiliza un microorganismo (por lo general una bacteria) que, por medio de su metabolismo, el sustrato es metabolizado por las bacterias y los electrones resultantes son transferidos al ánodo. Este proceso ocurre a través de la membrana o de un mediador redox.

¹Universidad de Guanajuato, Campus Irapuato-Salamanca, Ex hacienda el copal km 9, Carretera Irapuato-Silao, C.P: 36650, Irapuato, Gto, rox_95_a@hotmail.com

²CIDETEQ, Parque Tecnológico Querétaro S/N, San Fandila, 76703 Pedro Escobedo, Qro, mreyes@cideteq.com

Una CCM consta de cuatro partes: Ánodo, Cátodo, Membrana e Inóculo:

1. El Ánodo debe ser conductivo, biocompatible y químicamente estable. El material de electrodo más versátil es el carbón, disponible como placas de grafito compacto, barras o gránulos. En esta cámara se lleva a cabo la oxidación.
2. El Cátodo de ferrocianuro de potasio es muy popular como un aceptor experimental de electrones en las CCM. Para incrementar la velocidad de reducción del oxígeno, los catalizadores de platino son usados comúnmente para oxígeno disuelto. En esta cámara se lleva a cabo la reducción.
3. Membrana de intercambio de protones realiza la separación de la cámara anódica y la cámara catódica. La MIP más comúnmente utilizada es Nafion aunque existen otras opciones como Ultrex CMI-7000 que también son adecuadas para MFC.
4. El inóculo puede provenir de lodos activados, lodos anaeróbicos, aguas residuales domésticas, aguas residuales industriales sedimentos marinos o sedimentos acuáticos. Los cultivos mixtos se saben que generan una mayor energía en comparación al empleo de cultivos puros, esto se debe a las interacciones sinérgicas que se presentan en el ánodo. El microorganismo o microorganismos utilizados para llevar a cabo el proceso de degradación de la materia orgánica a compuestos como CO_2 y H_2O y la liberación de electrones al sistema.

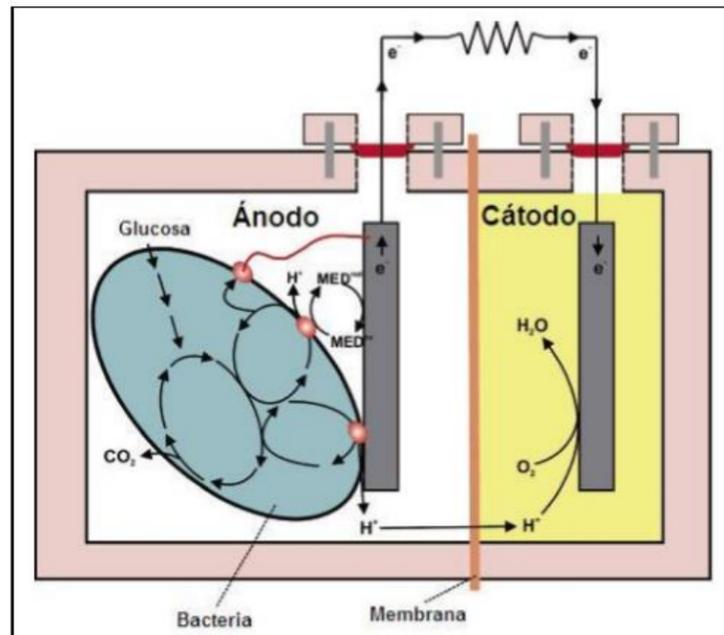


Figura 1. Los microorganismos en la cámara anódica oxidan los compuestos orgánicos como parte de su metabolismo y durante este proceso generan electrones y protones

Una CCM puede ser alterada por el tipo de microbios utilizados, el tipo y concentración de biomasa utilizada como combustible, fuerza iónica, pH, temperatura, y la configuración del reactor. Por eso se deben de tener establecidos desde un comienzo todas estas condiciones, para evitar una alteración.

Las CCM tienen algunas ventajas como: pueden operar a temperatura ambiente e incluso a muy bajas temperaturas; producen menor cantidad de CO_2 que cualquier otra tecnología actual que utilice combustibles fósiles para generar energía, por lo que las pocas emisiones de este gas no requieren ningún tipo de tratamiento; en el futuro podrían ser utilizadas en lugares remotos donde haya demanda de consumos básicos de energía eléctrica, es una energía limpia.

METODOLOGÍA

-MICROORGANISMO: *Shewanella putrefaciens*



Figura 2. Shewanella sp. en medio AST sangre

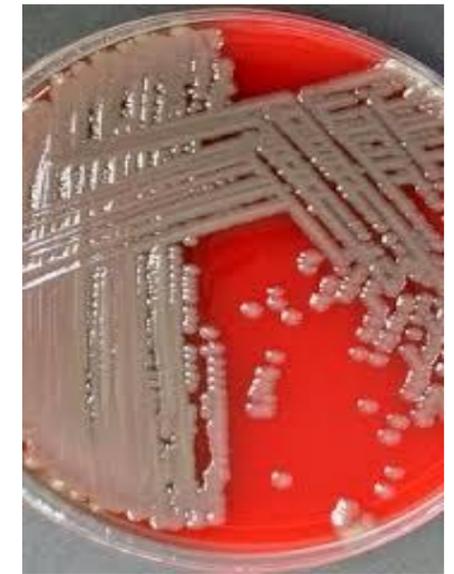


Figura 3. Shewanella sp. en medio agar

Shewanella sp. es una bacteria anaerobia facultativa pertenece a un grupo de bacilos Gram negativos, no fermentadores, de la familia Vibrionaceae. Su hábitat natural es, principalmente reservorios acuáticos: marinos, de agua dulce y en aguas residuales.

También en reservas energéticas naturales (petróleo y gas), pueden respirar empleando un diverso grupo de aceptores de electrones lo que les ha permitido adaptarse a ambientes extremos. Contiene citocromos tipo c (proteínas) en su membrana exterior. Produce flavinas (pilis o flagelos) que emplean como mediadores para la transferencia de electrones fuera de la célula (se cree que ayudan a facilitar la transferencia de electrones en distancias largas). Promueve la reducción de óxidos de Fe (III)

Algunos medios para su identificación son: agar sangre, agar MacKonkey y agar chocolate, así como en Kligler y TSI (debe reportar glucosa, lactosa, maltosa, sacarosa y lisina, negativas; citrato y ornitina positivos, y arginina, lisina e indol negativos.) *Shewanella* color salmón y marrón bronceado, sembrados en Agar MacKonkey y Kligler, que son evidentes a las 48 hrs.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES

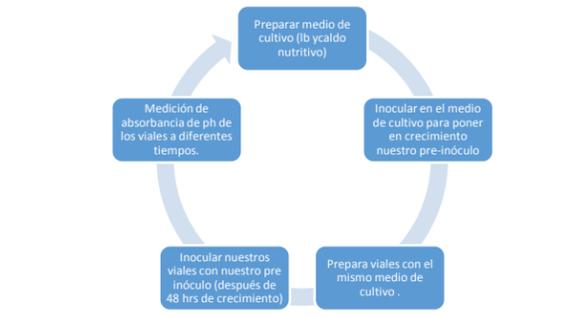


Diagrama 1. Crecimiento de *Shewanella sp.*

RESULTADOS

Se realizaron 3 pruebas de las cuales explicaré su procedimiento para mostrar sus resultados.

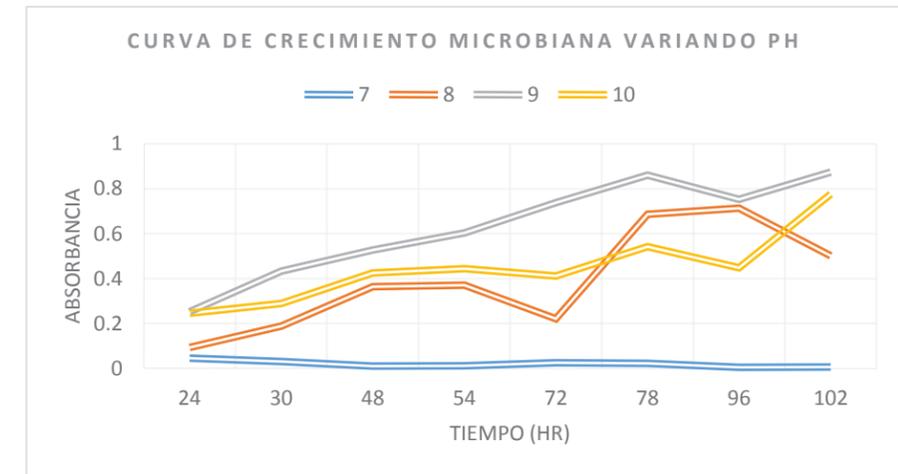
En la primera prueba se preparó el pre inóculo (*Shewanella sp.*) en 50ml de medio lb (0.5 gr de Triptona de caseína, 0.25 gr de extracto de levadura y 0.025 gr de cloruro de sodio) su crecimiento se realizó en la incubadora a 30°C por 24 horas a 100 rpm. Se preparó 70 viales (ajustados de pH 5 a 11) con medio lb en donde se colocó el pre inóculo con las mismas condiciones de crecimiento. Se realizó mediciones de absorbancia y pH a las 6, 24, 30, 48, 54, 72 y 78 horas.



Figura 2. Se muestran los 70 viales ajustados de pH 5 a 11 después de haber sido inoculados.

Con los datos obtenidos en la primera prueba se seleccionaron del pH 7 al 10, para seguir haciendo pruebas y comprobar cuál es el pH óptimo para el crecimiento de la *Shewanella sp.*

En la segunda prueba se preparó el pre inóculo (*Shewanella sp.*) en 50ml de caldo nutritivo, su crecimiento se realizó en la incubadora a 30°C por 48 horas a 200 rpm. Se preparó 40 viales (ajustados de pH 7 a 10) con medio caldo nutritivo en donde se colocó el pre inóculo con las mismas condiciones de crecimiento. Se realizó mediciones de absorbancia y pH a las 6, 24, 30, 48, 54, 72 y 78, 96 y 102 horas. Los resultados obtenidos se muestran en la Gráficas 1



Gráfica 1. Se observa que en el pH 7 no hubo crecimiento, en el pH 8 se observa su etapa exponencial a las 72 hrs y empieza a decrecer al cabo de las 102hrs, en el pH 9 se observa su etapa exponencial desde las 24 hrs mientras que en el pH 10 tiene su etapa exponencial a partir de las 96 hrs. Se muestra que el pH 9 es el más apto para el crecimiento de *Shewanella sp.*

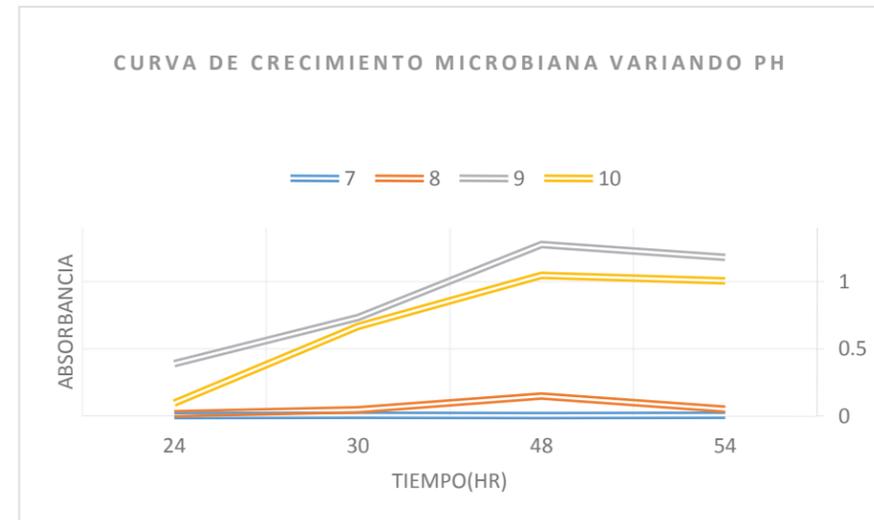
En la tercera prueba se preparó el pre inóculo (*Shewanella sp.*) en 20ml de caldo nutritivo, su crecimiento se realizó en la incubadora a 30°C por 48 horas a 100 rpm. Se preparó 20 viales (ajustados de pH 7 a 10) con medio caldo nutritivo en donde se colocó el pre inóculo con las mismas condiciones de crecimiento. Se realizó mediciones de absorbancia y pH a las 6, 24, 30, 48 y 54 horas. Los resultados obtenidos se muestran en las Tablas 1 y 2, junto con la Gráfica 2.

		Medición de Ph			
	Inicial	24	30	48	54
	7.29	7.34	7.31	7.38	7.18
	8.2	8.09	7.91	7.9	7.56
	9.2	8.44	8.22	8.34	8.22
	10.2	9.63	8.71	8.7	8.7

Tabla 1. Se muestran los valores de las mediciones de absorbancia de la tercera prueba del crecimiento de *Shewanella sp.*

		ABSOBANCIA (30°C) MEDIO CALDO NUTRITIVO			
		24	30	48	54
7		0.005	0.007	0.004	0.007
8		0.014	0.04	0.145	0.044
9		0.372	0.687	1.126	1.129
10		0.098	0.668	1.046	1.006

Tabla 2. Se muestran los valores de las mediciones de absorbancia de la tercera prueba del crecimiento de *Shewanella sp.*



Gráfica 2. Se observa que en el pH 7 no hubo crecimiento, en el pH 8 se observa su etapa exponencial a las 48 hrs y empieza a decrecer al cabo de las 54hrs, en el pH 9 se observa su etapa exponencial desde las 24 hrs al igual que el pH 10. Se muestra que el pH 9 es el más apto para el crecimiento de *Shewanella sp.*

CONCLUSIÓN

Con las curvas de crecimiento microbianas de *Shewanella sp.* pude observar que tiene un mejor desarrollo en el pH 9 y 10 cuando se controlan condiciones de temperatura (35°C) y 200 rpm para obtener un crecimiento en

24 horas, si se manejan condiciones de 35°C y 100 rpm su crecimiento empieza a partir de 48 horas.

Se utilizó su crecimiento en caldo nutritivo, se debería de observar en diferentes medios como Mac Conkey y Agar sangre.

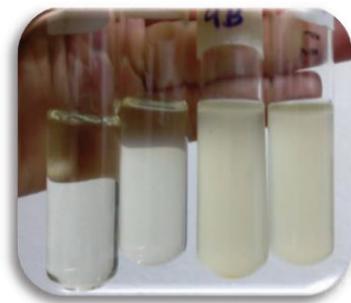


Figura 4. Crecimiento de *Shewanella*

No se pudo llevar la sepa a celdas de combustible microbianas ya que se necesitan más datos de ella, porque tiene un crecimiento lento (necesita mucha oxigenación) además de que pudiera ser que necesita un medio de cultivo más adecuado o específico.

REFERENCIAS

- [1] Logan, B. E., Hamelers, B., Rozendal, R., Schröder, U., Keller, J., Freguia, S., ... & Rabaey, K. (2006). Microbial fuel cells: methodology and technology. *Environmental science & technology*, 40(17), 5181-5192.
- [2] Estrada Arriaga, E. B., & Salazar Orihuela, M. D. S. (2013). Generación de energía eléctrica a partir del tratamiento de aguas residuales por medio de bioceldas.
- [3] Revelo, D. M., Hurtado, N. H., & Ruiz, J. O. (2013). Celdas de Combustible Microbianas (CCMs): Un Reto para la Remoción de Materia Orgánica y la Generación de Energía Eléctrica. *Información tecnológica*, 24(6), 17-28.
- [4] Alzate-Gaviria, L., Fuentes-Albarrán, C., Álvarez-Gallegos, A., & Sebastian, P. J. (2008). Generación de electricidad a partir de una celda de combustible microbiana tipo PEM. *Interciencia*, 33(7), 510-517.

ESQUELETO DE IMÁGENES APLICANDO PROGRAMACIÓN PARALELA CON CUDA

Alexis Eduardo Jiménez Calderón¹ y Sandra Luz Canchola Magdaleno²

RESUMEN

La esqueletización es un proceso que se utilizara para reducir una región u objeto de una imagen de primer plano, este proceso contempla las funciones de distancia de la imagen, la dilatación, y la umbralización de la misma, el objetivo del proceso es lograr conocer y extraer las características base de la imagen logrando visualizar la parte interna de la misma. Este proceso tiene un elevado costo computacional, al momento de realizar diferentes procesos morfológicos a la imagen ocasiona tener un tiempo de compilación elevado al momento de obtener el resultado final, para solucionar el detalle de la compilación se hace uso de cómputo paralelo que logra un mejor desempeño en el uso compartido de recursos entre CPU y GPU obteniendo así que cada una de las operaciones realizadas mediante procesos paralelo reduce el tiempo de compilación de proceso de esqueletización de una imagen binaria.

ABSTRACT

Skeletonization is a process that will be used to reduce a region or object of a foreground image, this process includes the functions away from the image, dilation, and thresholding of it, the goal of the process is to know and base extract image features making visualize the inside of the same. This process has a high computational cost, when making different morphological processes causes the image having a high compilation time when the final result, to solve the detailed compilation use of parallel computing that achieves a better performance in the sharing of resources between CPU and GPU becomes obtaining each of the operations performed by parallel processes reduces compile time processing skeletization a binary image.

Palabras Clave: Thread, grid, block.

INTRODUCCIÓN

La Programación paralela es un método donde las instrucciones complejas de un programa puede ser divididas en diferentes instrucciones las cuales son ejecutadas simultáneamente logrando que el proceso de compilación logre ser más rápido, todo esto gracias al avance de la tecnología que ha logrado conectar nuestro CPU con las GPU de nuestras computadoras, la cual mediante hilos y bloques se logran realizar procesos simultáneos los cuales nos otorgan grandes beneficios en la programación.

¹ Universidad Autónoma de Querétaro, Ingeniería en Software, Cerro de Las Campanas S/N, Las Campanas, 76010 Santiago de Querétaro, QRO Tel (442) 134 3042, eduardo.7493z@gmail.com

²Dra. 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

Este método surge para resolver problemas que requieren tiempo elevado de cómputo, para ello se implementó la programación en paralela en la función de Esqueletización donde para su realización se es necesario realizar varios procesos los cuales generan un tiempo elevado en la compilación de la misma, el esqueleto de una imagen consiste en la reducción de los píxeles de la misma logrando obtener la base que forma los objetos dentro de la imagen digital, esta función puede ser paralelizada en un 90% ya que cuenta con una función la cual solo es desarrollada en secuencial. La realización de este proceso lleva a lograr que el método de esqueletización tenga una reducción de tiempo muy significativo.

MÉTODOS Y MATERIALES

Se usó una computadora Laptop HP Pavilion Gaming 15-ak0011a, con un procesador i5-sexta generación, 8GB de memoria RAM, Tarjeta de video NVIDIA GeForce GTX 950M de 4 GB DDR3.

Para poder realizar la programación paralela es necesario contar con la tecnología que nos proporciona NVIDIA usando la plataforma CUDA-C

En la programación de CUDA se utilizan algunos conceptos los cuales es necesario tener en claro para poder realizar cada una de las operaciones ya que son las principales funciones que se utilizan en la programación. Algunos de los conceptos y los más importantes son los siguientes:

- Los **threads**, o hilos, ejecutan un mismo *kernel*, o conjunto de instrucciones.
- Los **threads** son la unidad de procesamiento más pequeña que puede ser planificada por un sistema.
- Un **block**, o bloque, es un arreglo de uno o más threads que comparten memoria común entre ellos. El arreglo puede ser hasta tridimensional.
- Un **grid** es el arreglo de bloques tridimensional (gridDim.x, gridDim.y y gridDim.z).
- La función **synchronize** es una instrucción de paralelismo para ejecutar los hilos de manera paralela y síncrona.

Posteriormente, podemos comprender mejor el funcionamiento del algoritmo, para lo cual ahora se presenta la información correspondiente del proceso de ejecución, (Cook, S. et al 2013):

1. Las GPU's ejecutan sus programas en un espacio de memoria independiente del espacio que posee el procesador de la computadora huésped.
2. Las GPU's tienen su propia memoria física o RAM, que maneja una arquitectura optimizado para el rápido intercambio de datos con un bus de datos mayor a la del CPU.
3. La región de memoria compartida cuando se usa el CPU y la GPU en conjunto es siempre de mayor tamaño y posee un área de almacenamiento superior, en contraste con el uso de la unidad grafica por sí sola.
4. Los programas de CUDA utilizan *kernels*, es decir subrutinas (*subalgoritmo que forma parte del algoritmo principal*) que pueden ser llamadas desde el sistema.

Luego de haber comprendido los conceptos y funcionamientos principales de la programación paralela en CUDA, se implementó el método de la esqueletización la cual comprende de los siguientes métodos morfológicos, *Función Distancia, Dilatación, Binarización y Umbralización*.

Binarización o Umbralización

Son métodos que consiste en reducir la información de una imagen, en donde los únicos valores que obtendrá la imagen serán 1 y 0, (en el caso de la Binarización) los cuales en una imagen digital se ven presentado por blanco y negro. El objetivo es poder lograr separar las regiones u objetos de las imágenes para poder realizar un análisis detallado de la misma.

Su implementación es realizando un recorrido por cada uno de los píxeles de la imagen y validando sus valores, si el valor del pixel es mayor a 200 (en nuestro caso es un valor de 200 en otros métodos se usa un umbral donde se define el valor) el valor de ese pixel será 1 de lo contrario su valor será 0, con este proceso se reduce la información de la imagen y se logra tener una imagen en binario.

Si $Im(x,y) < 200$ Objeto 0
Si $Im(x,y) \geq 200$ Objeto 1

$Im(x,y)$ una imagen, (x,y) coordenadas 200 es el valor para diferenciar Objeto 0 y Objeto 1

Función Distancia

La función distancia es una operación que convierte una imagen binaria a una imagen en escala de grises, donde todos los píxeles tienen un valor correspondiente a la distancia del píxel en base a su característica del píxel más cercano.

Un ejemplo se muestra en la imagen binaria que representa la letra F. (vea figura 1) Después de la función distancia todo los píxeles tienen un valor correspondiente a la distancia de la F. La imagen puede ser vista como una serie de contornos a distancia, siendo cada uno de los píxeles el contorno equidistante de la característica del píxel.

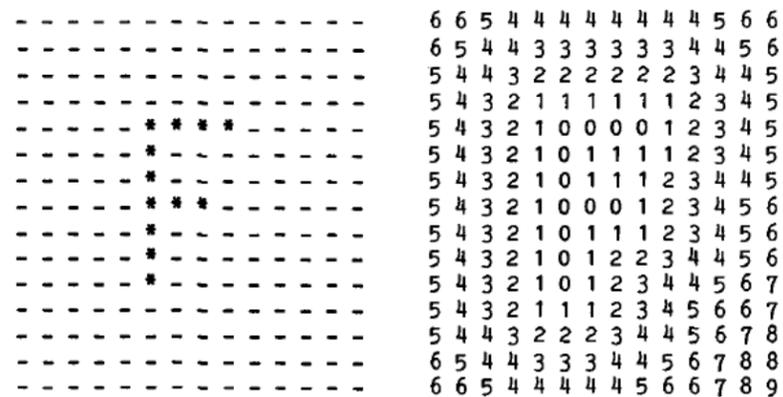


Figura 1. Ejemplo de los resultados de una imagen con función distancia, a la izquierda se muestra la imagen en binario y a la derecha se muestra el resultado de haber realizado la función en la imagen binaria.

Dilatación

La dilatación tiene como función realizar un crecimiento de píxeles, es decir, se marca con 1 la parte del fondo de la imagen que toque un píxel que forma parte de la región. Esto permite que la imagen tenga un

aumento de píxel en este caso un aumento en el objeto a contrario de la erosión que realiza una disminución en él, al realizar la dilatación se puede lograr tapar huecos que contenga los objetos.

Su implementación se realiza de la siguiente manera:

Dada una imagen A, y un elemento estructural B, la dilatación de A por B se define como:

$$A \oplus B = \{x \mid (B \wedge) \times I A \neq \emptyset\}$$

Tengamos en cuenta que, para la intersección sólo consideramos los píxeles negros de A y B. El primer elemento de la dilatación, A, está asociado con la imagen que se está procesando y el segundo recibe el nombre de elemento estructural, la forma que actúa sobre A en la dilatación para producir $A \oplus B$.

Skeletons

La esqueletización es una función que reduce una imagen a un conjunto de líneas y/o curvas conectadas de un píxel de grosor, las cuales mantienen la geometría y topología de la imagen original.

Uno de los algoritmos utilizados para esta función es el de Zhang Suen, este toma una imagen binaria la cual es analizada por una matriz de 3x3 para cada una de las iteraciones, el cual se ejecutan dos sub-iteraciones por cada una, esto logra eliminar los píxeles del contorno de una imagen excepto los que llegan a hacer parte del esqueleto de la misma.

El píxel P_1 es eliminado si cumple con las siguientes condiciones dadas:

$$\begin{aligned} 2 &\leq B(P_1) \leq 6 \\ A(P_1) &= 1 \\ P_2 * P_4 * P_6 &= 0 \\ P_4 * P_6 * P_8 &= 0 \end{aligned}$$

Para la segunda sub-iteración:

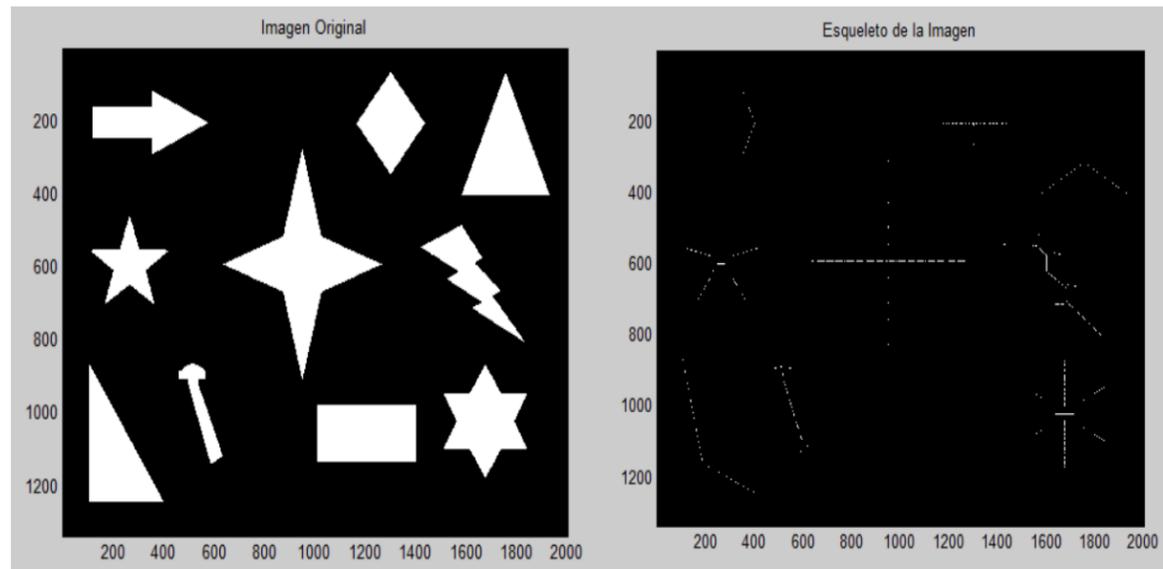
$$\begin{aligned} P_2 * P_4 * P_8 &= 0 \\ P_2 * P_6 * P_8 &= 0 \end{aligned}$$

RESULTADOS

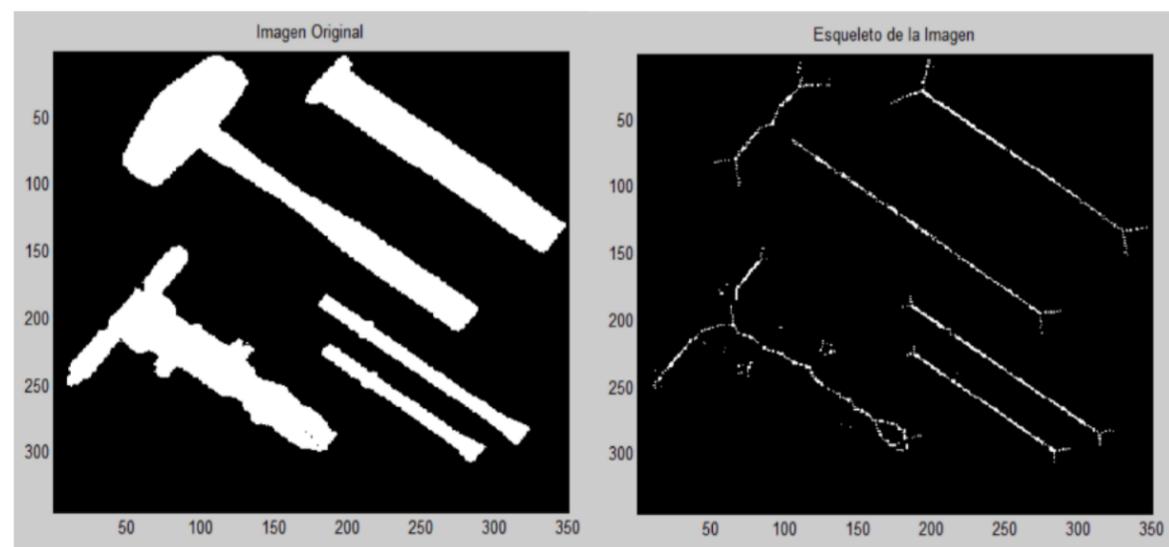
Se presenta la esqueletización de dos imágenes representativas, donde es notable observar el resultado del esqueleto de las formas geométricas que se muestran en la imagen. Consultar gráficas 1 y 2.

Para la primera imagen de 2000 x 1336 pixeles el tiempo de ejecución en CUDA es de 1.58 segundos y en Matlab es de 11.531668 segundos, se obtiene un 86.29% más rapidez con CUDA con respecto de Matlab.

Para la segunda imagen, de 350 x 344 pixeles el tiempo de ejecución en CUDA es de 0.062 segundos y en Matlab es de 0.514701 segundos, se obtiene un 87.95% más rapidez con CUDA con respecto de Matlab.



Gráfica 1. Primera imagen de esqueleto.



Gráfica 2. Segunda imagen de esqueleto.

CONCLUSIONES

La optimización del proceso de esqueletización mediante el uso de la tarjeta NVIDIA y CUDA-C reduce el tiempo de compilación de una manera rápida, la cual además de su tiempo corto de espera respeta los valores esperados en el proceso realizado sin tener pérdidas de datos, esto hace que respete los resultados adecuados. La programación paralela sin duda es una nueva forma de optimizar el tiempo de compilación además de poder realizar operaciones de gran tamaño obteniendo resultados esperados de una manera rápida, además la programación paralela abre nuevas perspectivas para los estudiantes de la rama de la informática ya que con ella es posible realizar un sinfín de proyectos buscando los mejores resultados para sus investigaciones.

BIBLIOGRAFIA

González R., Woods R., Eddins S. (2009). *Digital Image Processing USING MATLAB*. pp: 486-500, Chapter 10 Morphological Image Processing. United States of America: Gatesmark.

González R. C, and Woods R. E. (2008). *Digital Image Processing*. pp: 738-762, Chapter 10-10.3 Thresholding. Hall, Upper Saddle River, Nj.

Rosenfeld A. (1969). *Sequential Operations in Digital Picture Processing*. pp: 471-494.

Cook, S. (2013). *CUDA Programming*. CUDA Programming. Elsevier. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124159334000107>

Sander J, and Kandrot E. (2012). *CUDA by Example An Intruduction to General-Purpose GPU Programing*. United States of America: Addison-Wesley.

DISEÑO DE CONTROLADOR DE TÚNEL DE VIENTO PARA AEROGENERADORES

Amador Jiménez Olveda¹ y David Granados Lieberman²

RESUMEN

En este proyecto se diseñó e implementó un controlador del tipo Proporcional Integrador (PI) a un túnel de viento que tiene como base un ventilador industrial acoplado a un motor eléctrico y un variador de velocidad, para generar perfiles de viento y medir su velocidad. Con la elaboración del controlador se pudo generar velocidades de viento reguladas manualmente, así como también el seguimiento de perfiles de viento diseñados previamente por computadora. Para la elaboración y diseño del controlador se utilizaron herramientas del programa MATLAB y para la interfaz del programa de control se utilizó el software LABVIEW y un procesador de señales de National Instruments modelo NI USB-6211 para realizar la comunicación de la computadora con los dispositivos externos.

ABSTRACT

In this project was designed and implemented a controller type Proportional Integrator (PI) to a wind tunnel that is based on an industrial fan coupled to an electric motor and a variable speed drive to generate wind profiles and measure their speed. With the development of the controller could generate speeds manually regulated wind, as well as monitoring of wind profiles previously designed by computer. For the development and controller design tools MATLAB program is used and interface control program LabVIEW software and a signal processor National Instruments model NI USB-6211 was used to perform computer communication with external devices.

Palabras Clave: Controlador, túnel de viento, aerogenerador.

INTRODUCCIÓN

Desde los años 90's cuando se detectó por primera vez el gran hoyo en la capa de ozono se empezó a invertir en investigaciones para producir energía que no fuera derivada del petróleo; una de las alternativas que se encontró fue la energía eólica que es actualmente la más eficiente de todas las energías renovables. La energía eólica se produce a base de la energía que produce el movimiento de palas de un aerogenerador impulsadas por el viento.

El objetivo del proyecto es diseñar e implementar un controlador para un túnel de viento para realizar pruebas con perfiles aerodinámicos para probar el funcionamiento y eficiencia de un aerogenerador. Con la ayuda de este proyecto se podrá observar cómo responde el aerogenerador a los cambios del flujo de

¹ Instituto Tecnológico Superior de Monclova, Ing. Electrónica; Carretera 57 Km 4.5, Unidad Tecnológica y Universitaria, C.P. 95245, Monclova Coah., amador5.ajo@gmail.com

² Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Maestría Eléctrica; Carretera Irapuato-Silao Km 12.5, El Copal, C.P. 36821 Irapuato, GTO, david.granados@itesi.edu.mx

aire y con base en eso se podrá detectar posibles fallas en el aerogenerador, así como también se podrá detectar la su eficiencia a la hora de generar energía eléctrica. Y después de obtener esa información se podrán realizar estudios para diseñar aerogeneradores más eficientes y probar sus características de eficiencia.

MARCO TEÓRICO

En esta sección se abordan los principales conceptos teóricos empleados en el desarrollo del proyecto.

Controlador.

Un sistema de control puede ser representado gráficamente por un diagrama de bloques, tales diagramas de bloques indican la interrelación existente entre los distintos componentes del sistema. En un diagrama de bloques, todas las variables del sistema se enlazan entre sí por medio de bloques funcionales. El bloque funcional, o simplemente bloque, es un símbolo de la operación matemática que el sistema produce a la salida sobre la señal de entrada. Una flecha hacia adentro del bloque indica la entrada y la que se aleja del bloque indica la salida. Debe notarse que la magnitud de la señal de salida del bloque será la señal de entrada multiplicada por la función de transferencia del bloque.

Un componente importante dentro de un diagrama de bloques es el denominado punto de suma (Figura 1). Su símbolo, un círculo con una cruz, indica la operación suma. El signo “+” o “-” expresa si la señal ha de sumarse o restarse.

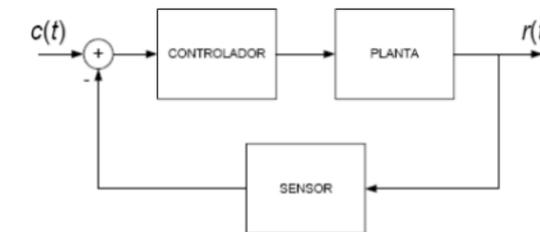


Figura 1. Diagrama de bloques de un sistema típico de control

En controles industriales es muy común encontrar los siguientes 5 tipos de reguladores:

- Dos posiciones (ON-OFF).
- Proporcional (P).
- Proporcional-Integral (PI).
- Proporcional-Derivativo (PD).
- Proporcional Integral Derivativo (PID).

Control Proporcional.

La función de transferencia entre la salida del controlador $u(t)$ y la señal de error $e(t)$ es:

$$\frac{U(s)}{E(s)} = K_p \quad (1)$$

Donde K_p se denomina ganancia proporcional.

Otro parámetro importante en la acción de este controlador, es la denominada banda proporcional que expresa que tan grande será la acción de control ante una señal de error en la entrada, y es igual a:

$$Bp = \frac{1}{K_p} \quad (2)$$

Control Proporcional – Integral.

El valor de salida del controlador proporcional varía en razón proporcional al tiempo en que ha permanecido el error y la magnitud del mismo, su función de transferencia es:

$$\frac{U(s)}{E(s)} = K_p \left(1 + \frac{1}{T_N * s} \right) \quad (3)$$

Donde K_p es la ganancia proporcional y T_N se denomina tiempo de acción integral.

Ambos valores son ajustables. El tiempo integral regula la velocidad de acción de control, mientras que una modificación en K_p afecta tanto a la parte integral como a la parte proporcional de la acción de control.

MÉTODOS Y MATERIALES**Materiales:**

Modulo NI USB-6211: Es un módulo de adquisición de datos (DAQ) multifunción de la Serie M energizado por bus USB y optimizado para una precisión superior a velocidades de muestreo más altas.

Convertidor de frecuencia CFW-08: Sistema utilizado para el control de velocidad rotacional de un motor de corriente alterna además de lleva el control de frecuencia de alimentación, la cual se suministra por el motor.

Anemómetro DT-618: Es un Termo-anemómetro básico que reporta la velocidad del viento.

Software:

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench): Es un entorno de desarrollo basado en programación gráfica. Utiliza símbolos gráficos en lugar de lenguaje textual para describir acciones de programación.

MATLAB (Matrix Laboratory): Es un programa muy potente, con un entorno agradable, que incluye herramientas de cálculo científico y técnico y de visualización gráfica, así como un lenguaje de programación de alto nivel.

Métodos:

Al iniciar el proyecto se creó un programa en LabVIEW para leer las mediciones realizadas con el anemómetro, después de obtener las mediciones realizamos una calibración con la ayuda de algunas herramientas de MATLAB para obtener la velocidad de exacta.

El siguiente paso fue agregar la función de enviar señales la programa de lector del anemómetro, además de cambiar la configuración de un programa de MATLAB que ya se había realizado antes donde se crean perfiles de viento, esto con el fin de poder leer los perfiles en LabVIEW y poder mandarlos hacia el ventilador.

Posteriormente, después de obtener la información de entrada y salida de la planta, se registraron los valores obtenidos de la medición y con la ayuda de la función “ident” de Matlab, se obtuvo la función de transferencia de la planta, la cual fue la base para obtener la función del controlador. Una vez que se obtuvo la función de transferencia de la planta utilizamos otras funciones de Matlab para discretizar esa función y con la función discretizada utilizamos otra herramienta de Matlab “rltool” que fue con lo que buscamos la ecuación del controlador.

Por último se le implemento la función del controlador al programa de LabVIEW y con eso terminamos el objetivo del proyecto.

RESULTADOS

Después de varias versiones del programa logramos crear una interfaz que cumpliera con los requisitos que necesitábamos

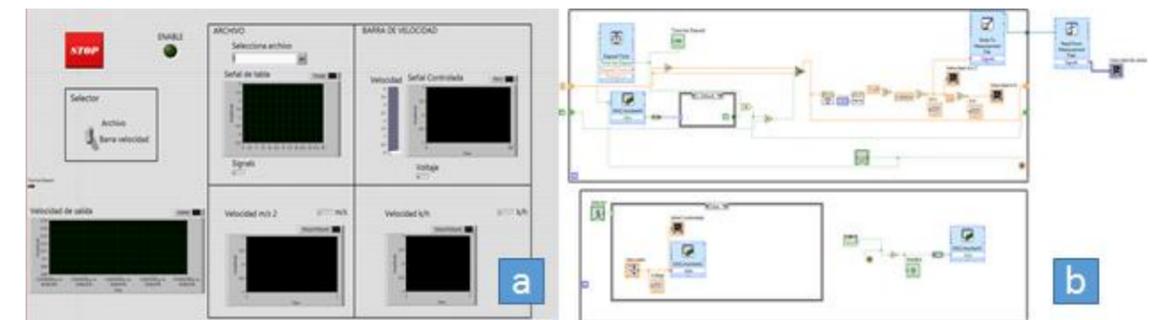


Figura 2. Programa en LabVIEW, a) GUI del programa, b) Diagrama del código del programa

Para encontrar la función de transferencia fue relativamente muy sencillo utilizando la herramienta IDENT de Matlab y la función a la que llegamos está representada como la ecuación 4 y para obtener la función del controlador fue más difícil dar con la ecuación que diera las condiciones que queríamos, la función que obtuvimos fue la ecuación 5:

$$G(s) = \frac{0.003987z + 0.003634}{z^2 - 1.75z + 0.7571} \quad (4)$$

$$C = 1.3 + \frac{1.11z}{z - 1} \quad (5)$$

Después de implementar el controlador al código que teníamos realizamos las pruebas y registramos lo dato obtenidos en una gráfica (Figura 3):

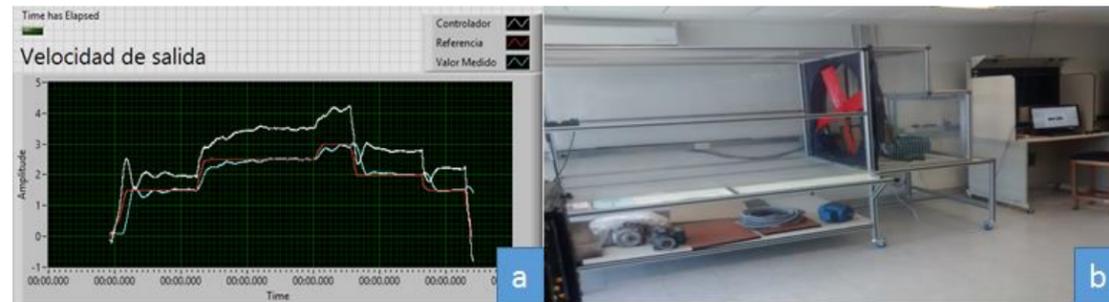


Figura 3. A) Gráfica del comportamiento de las señales del controlador, la referencia y el valor medido B) Túnel de viento controlado

La gráfica de la figura 3 muestra el resultado del controlador, en el cual la el valor medido sigue a la referencia con un error mínimo.

CONCLUSIÓN

El objetivo que se planteó al inicio fue alcanzado, se logra la creación de un controlador proporcional integrador (PI) en donde los resultados de la eficiencia del sistema de control se observan en a figura 3. El control que efectúa el programa posee un mínimo error, para lograr una mejor calidad de control puede realizar como trabajo futuro el diseño un controlador proporcional integrador y derivativo (PID), con ese tipo de controlador la acción de control es más rápida y la estabilización del sistema también se vuelve más rápida. Con la ayuda del controlador diseñado se pudo obtener mayor estabilidad en el sistema del túnel de viento con el cual ahora se podrán realizar mejores pruebas con el aerogenerador teniendo como seguridad la velocidad del viento que recibe el aerogenerador.

Durante el transcurso del proyecto surgieron diversas adversidades, como por ejemplo el manejo de la herramienta de Matlab para el diseño de controladores para obtener los valores de las ganancias del controlador.

BIBLIOGRAFIA

Anónimo. (2016). Sistemas de Control Automático. 27/Junio/2016, de Udb Sitio web: <http://www.udb.edu.sv/udb/archivo/guia/electronica-ingenieria/sistemas-de-control-automatico/2013/i/guia-6.pdf>

Anónimo. (2016). Recursos de ayuda de LabVIEW en Línea. 15/junio/2016, de National Instruments Sitio web: <http://www.ni.com/getting-started/labview-basics/esa/online-help>

Anónimo. (2016). MATLAB Documentation. 17/junio/2016, de Mathworks.com Sitio web: <http://www.mathworks.com/help/>

PROGRAMA PARA CALCULO Y SELECCION DE MAQUINAS DE FLUIDOS

Jesús Ignacio Lara Perez¹ y Juan Pablo Razón González²

RESUMEN

El diseño y selección de elementos de máquinas de fluidos tiene en consideración diferentes parámetros para cada aplicación específica donde estos serán instalados, variables físicas que deben calcularse con parámetros de diseño y ajustarse a los estándares comerciales según sean los requerimientos con una base de datos precargados en la interfaz del software Matlab[®] basado en un catálogo de selección de elementos de máquinas de fluidos, el programa será capaz de realizar el cálculo con los valores deseados y seleccionar las máquinas o elementos adecuados para su entorno y utilización, usando la herramienta GUIDE se optimiza dicho proceso.

ABSTRACT

The design and selection of the machine fluids elements have the consideration of different parameters for each specific application where those will be install, physical variables to be calculated with design settings and adjusted to commercial parameters according to the requirements, with a base on the preloaded data on the interface of the software Matlab[®] based in a catalog of selection of machine fluids elements, the program will be able of realized the calculation with the desired values and choose the suitable machines or elements for the environment and utilization, using the tool GUIDE this process is optimized

Palabras Clave: máquinas, fluidos, software

INTRODUCCIÓN

Para elegir un elemento o máquina de fluidos se deben considerar siempre sus parámetros de fábrica y considerar cuál será su aplicación, los ventiladores mueven el aire a través de una extracción localizada o un sistema de ventilación general de un local, es necesario aportar energía para vencer las pérdidas de carga del sistema. En la gran mayoría de los casos el aporte de energía proviene de máquinas denominadas ventiladores aunque, en algunos casos, la ventilación se puede realizar por convección natural sin el uso de los ventiladores, son las máquinas más usadas para producir el movimiento del aire en la industria. Su funcionamiento se basa en la entrega de energía mecánica al aire a través de un rotor que gira a alta velocidad y que incrementa la energía cinética del fluido, que luego se transforma parcialmente en presión estática. Se dividen en dos grandes grupos: los ventiladores axiales y los ventiladores centrífugos. Un compresor es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tal como gases y los vapores. Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido en el cual el trabajo ejercido por el compresor es transferido a la sustancia que pasa por él convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir. Al igual que las bombas, los compresores también desplazan fluidos, pero a diferencia de las primeras que son máquinas hidráulicas, éstos son máquinas térmicas, ya que su fluido de trabajo es compresible, sufre un cambio apreciable de densidad y, generalmente, también de temperatura; a diferencia de los ventiladores y los sopladores, los cuales impulsan fluidos compresibles, pero no aumentan su presión, densidad o temperatura de manera considerable. En el caso de las bombas se busca analizar el

¹ Estudiante de Ingeniería Electromecánica del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Carretera Irapuato-Silao km 12.5, C.P: 36821, Irapuato, Guanajuato, ignacio.lara94@hotmail.com

² Profesor del Departamento de Ingeniería Electromecánica del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Carretera Irapuato-Silao km 12.5, C.P: 36821, Irapuato, Guanajuato, jurazon@itesi.edu.mx

rendimiento y seleccionar la apropiada para una acción determinada ya que estas se utilizan para impulsar líquidos a través de sistemas de tuberías se busca un elemento eficiente para minimizar la cantidad de energía que se requiere para que la bomba funcione, pudiendo examinar diferentes equipos adecuados basados en un parámetro de energía agregada al sistema y su flujo volumétrico donde las cargas muy bajas podrían operar con una bomba recíproca, en un rango más amplio de condiciones resulta eficiente implementar una bomba centrífuga donde esta es apta para capacidades altas y moderadas, bombas económicas como la centrífuga limitándose a velocidades de 3500 rpm y bajos flujos volumétricos, para una carga elevada se usa una bomba centrífuga de etapas múltiples, bajo condiciones donde se requieren cargas grandes y capacidades moderadas la bomba rotatoria es la ideal, de igual manera cada una de las bombas de considerarse en donde será colocada, para así considerar parámetros exactos y determinar cuál es más conveniente para la necesidad del usuario, realizar los cálculos necesarios para buscar en un catálogo y seleccionar el elemento puede demorar cierto tiempo, con el uso de las nuevas tecnologías se busca optimizar y facilitar el proceso para el usuario, con la ayuda del software Matlab[®], se diseña una interfaz gráfica con el fin de hacer el proceso más interactivo.

MÉTODOS Y MATERIALES

Para seleccionar la bomba adecuada se debe tener en cuenta las magnitudes de distancia (Z1.Z2) que el usuario debe ingresar con el motivo de adaptar el equipo a la necesidad que se tenga y arrojar el resultado de su caudal y la energía agregada al sistema, con dichos resultados la interfaz GUIDE de Matlab[®] busca con la función 'if' bombas con valores dentro de su parámetro adecuadas (precargadas en el programa) para la instalación de las mismas con las alturas ingresadas

Para el cálculo de la energía agregada en el sistema se tiene en cuenta la siguiente ecuación del teorema de Bernoulli

$$\frac{P_1}{\gamma_1} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma_2} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 \quad (1)$$

Donde

- P₁, P₂=Presión del punto 1 y 2
- Z₁, Z₂=Distancias del punto 1 y 2
- V₁, V₂=Velocidad del fluido
- g=constante de gravedad
- h_a, h_b=energía agregada al sistema
- γ₁, γ₂=cantidad de peso específico

Para así despejar el parámetro que necesitamos calcular de dicha ecuación

Con los datos antes obtenidos se calcula el caudal con la ecuación del flujo volumétrico

$$Q = V * A \quad (2)$$

Donde

- Q=Caudal o flujo volumétrico
- V=velocidad del fluido
- A=área de la tubería

Con los valores del caudal y energía agregada en el sistema es posible leer en la gráfica bajo que curvas se encuentran para así determinar el tipo de bomba adecuada, como se muestra en la figura 1

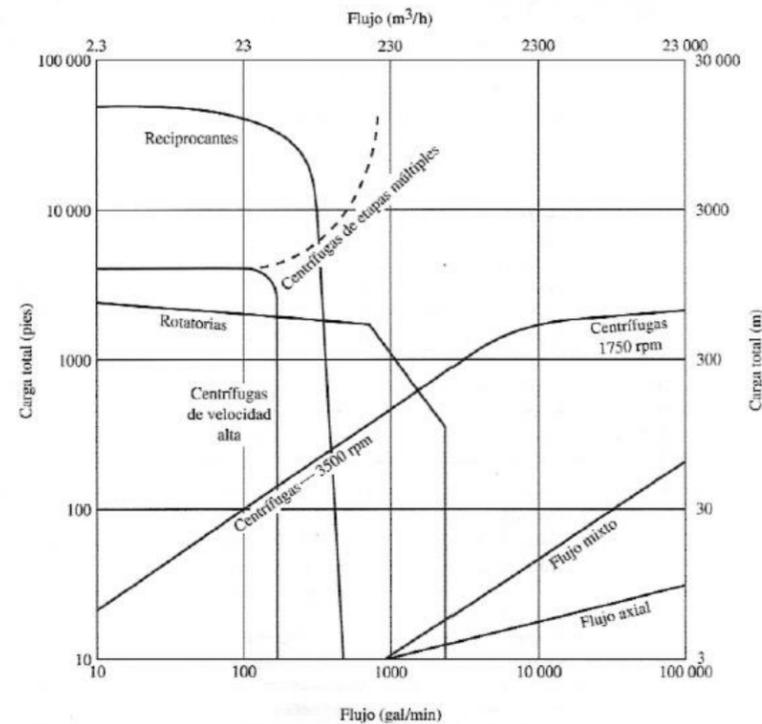


Figura 1 Gráfica para seleccionar bombas

Las fórmulas se programan dentro de la interfaz GUIDE en un modelo previamente diseñado, donde el usuario debe ingresar las alturas (Z_1 , Z_2) en una figura 'edit text' el valor será convertido de texto a un número legible de Matlab® y este realiza las operaciones planteadas en las ecuaciones 1 y 2

La sentencia 'if' busca intervalos definidos de las bombas en base a la figura 1 para elegir los equipos adecuados para dicho caudal y energía agregada al sistema, mostrando un texto en el cuadro de 'edit text'

Para la selección de ventiladores se usan parámetros definidos del catálogo Chicago Blower, donde el usuario deberá ingresar en un 'edit text' el valor de diámetro y caudal donde la sentencia 'if' arrojará el equipo indicado bajo esos parámetros, y este lo arrojará en una ventana 'edit text'

De la misma manera se ingresan los valores en un 'edit text' y con una sentencia 'if' se calculan los valores precargados de la página Atlas Copco y se elige el equipo adecuado según la necesidad del usuario mostrando en pantalla el nombre del compresor elegido según los parámetros capturados

RESULTADOS

La programación de los valores en una base de datos para el cálculo de los elementos facilita la manera de elegir un equipo de acuerdo a las necesidades del usuario, ya que el programa es capaz de resolver las ecuaciones programadas de una manera rápida para la resolución de las variables de energía del sistema y el caudal en el caso de las bombas, y comparar los valores dentro de los valores delimitados para la elección de un ventilador o compresor dentro de sus respectivos parámetros de una manera sencilla. En la figura 2 se muestra la manera en que el usuario interactúa con la interfaz

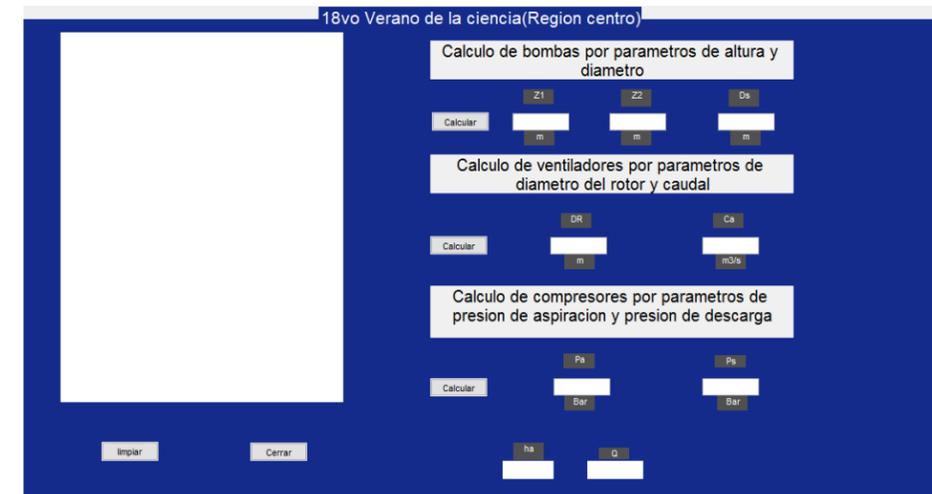


Figura 2 interfaz gráfica en GUIDE

Obteniendo así los mismos valores que se obtienen de forma analítica, de manera que el cálculo de la cantidad de energía agregada al sistema y su caudal pueden determinarse en cuanto el usuario ingresa los valores, la interfaz mostrará su caudal y energía agregada en un 'edit text' al haber ingresado los parámetros iniciales de alturas, 0 figura 3

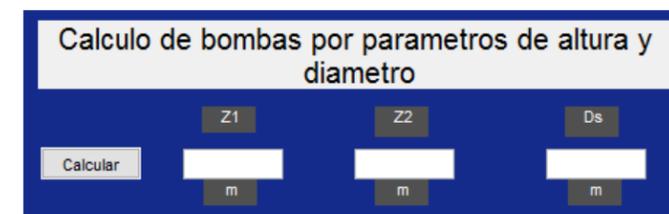


Figura 3 ingreso de datos para cálculo de bombas

Para la determinación de un ventilador el usuario ingresa sus parámetros iniciales y la interfaz compila de manera exacta cuál de los elementos es el adecuado según sus delimitaciones

En la selección del compresor se realiza de la misma manera, la interfaz facilita la búsqueda de los parámetros en el catálogo precargado de compresores para elegir el adecuado a los parámetros ingresados

CONCLUSIONES

El diseño de una interfaz gráfica permite al usuario el uso de nuevas tecnologías que son útiles para el cálculo de los dispositivos requeridos para cada aplicación específica, si se desea elegir una bomba adecuada sabiendo la diferencia de alturas y los diámetros de la tubería la interfaz es capaz de encontrar las bombas que pueden cumplir con dicha tarea según sea la aplicación, cuando para un ventilador se toman en cuenta sus parámetros de diámetro y su flujo volumétrico para seleccionar el equipo, así como un compresor requiere los valores de las presiones para determinar el equipo adecuado, el uso del software permite interactuar al usuario de manera que pueda ingresar las características que necesita para su equipo y comparar que equipo le dé una mejor solución a su problema

BIBLIOGRAFIA

Libros

Robert L.Mott (2006). *Mecánica de fluidos*, Pearson Educación de México S.A de C.V

Artículos en línea

Diego Orlando Barragán Guerrero (2009). “Manual de interfaz gráfica de usuario en Matlab” Consultada en https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10740/11/MATLAB_GUIDE.pdf (fecha de consulta 02-07-2016).

Páginas Web

<http://www.chiblosa.com.ar/english/index.htm>

<http://www.atlascopco.com.mx/mxes/products>

REALIDAD AUMENTADA PARA POTENCIALIZAR LOS ATRACTIVOS TURÍSTICOS DE LA CIUDAD DE ZACATECAS

Abraham Lira Medina¹ y Gustavo Zepeda Valles²

RESUMEN

La realidad aumentada es una técnica usada para combinar el mundo real con elementos virtuales en un dispositivo móvil donde actúa primordialmente una cámara. Además de estar ligada a dispositivos especiales que simulan objetos virtuales (Rosas et al., 2014) Existen diferentes tipos de realidad aumentada pero este proyecto se enfocara en los Código QR (Quick Response Code, «código de respuesta rápida») estos son útiles para almacenar información en una matriz, estos conectan dos mundos: el físico y el de los bits (M^a Ángeles Araguz, 2012), veremos cómo utilizar estos códigos en el turismo y así potenciar los atractivos turísticos de la ciudad de Zacatecas.

ABSTRACT

Augmented reality is a technique used to combine the real world with virtual items on a mobile device where it acts primarily a camera. In addition to being linked to special devices that simulate virtual objects (Rosas et al., 2014) There are different types of actually increases but this project will focus on the QR Code (Quick Response Code, these are useful for store information in a matrix, connect these two worlds: the physical and the bits (M^a Ángeles Araguz, 2012) we will see how to use these codes in tourism and so potentiate the tourist attractions of the city of Zacatecas.

Palabras Clave: Realidad Aumentada, Turismo, Código QR, Guía turística.

INTRODUCCIÓN

El principal atractivo sobre los códigos QR es su potencial gracias a los últimos modelos de teléfonos inteligentes, que tienen cámaras disponibles que son capaces de reconocer la información almacenada en los códigos QR(Lorenzi et al., 2012). Se propone un sistema que se componga de un servidor y un aplicación para smartphone el cual esta sea capaz de escanear estos códigos QR correspondiente a cada uno de los monumentos históricos, museos y lugares turísticos de la ciudad de Zacatecas. Cada uno de los códigos almacenaría una url que pueda realizar consultas al servidor en el cual estará almacenada la información correspondiente a cada uno de los lugares turísticos esta información podría ser fotografías, video, audios o texto, cuando el turista escanee el código QR este le regrese la url que realizara una consulta al servidor y así la formación de ese monumento aparezca en la pantalla del smartphone. Esto proporcionara un nuevo nivel de interactividad para el turista.

Problemática

Actualmente algunos de los turistas que visitan la ciudad de Zacatecas utilizan guías turísticas impresas que contienen detalles de interés para el viajero tales como lugares turísticos (Museo, Pueblos mágicos. Etc.), números de teléfono, direcciones, entre otros. Una guía turística también suele contener información sobre los centros y actividades culturales de la zona así como teatros y principales monumentos que el turista puede visitar, de esta manera recorren la ciudad, aunque otros prefieren

¹Universidad Autónoma de Zacatecas Carr. Zacatecas – Guadalajara Km. 6 Ejido la Escondida, C.P: 98160, Zacatecas, Zacatecas. Tel. 01(492)1118159, abraham_lir@hotmail.com

²Universidad Autónoma de Zacatecas. Carr. Zacatecas – Guadalajara Km. 6 Ejido la Escondida, C.P: 98160, Zacatecas, Zacatecas. Tel. 01(492)1118159, [gzepeda_@hotmail.com](mailto:gzedpa_@hotmail.com)

contratar un tour. Estas guías muchas de las veces resulta muy tediosas para los turistas ya que a veces estas resultan ser muy grandes y difíciles de consultar por su enorme tamaño.

Justificación

Este proyecto es de gran beneficio para la ciudad de Zacatecas ya que son pocas las opciones de obtener información una de ellas es contratar algún tour en el que te dé un recorrido por los lugares más visitados, muchas de las veces no es atractivo para los turistas, Para solucionar este problema se propone ubicar un código QR en cada uno de los lugares turísticos como los son museo y monumentos históricos, el cual estos códigos contengan información de estos lugares como puede ser su historia y características, de manera que el turista ya no tenga que depender un guía o tour para que le brinde información sino más bien que el turista con la cámara de su teléfono móvil pueda escanear estos códigos y estos le regresen la información contenida como lo pueden ser audios, texto, imágenes o video, y estos sean mostrados en la pantalla del teléfono móvil, o bien pueda escuchar los audio contenidos en estos códigos y de esta manera el turista pueda acceder a esta información cuando él lo dese y no tenga que depender de un guía que le brinde esa información. Otro beneficios para los turistas que hablen otro idioma podrá elegir el idioma que requiera, y así poder entender la información de los lugares turísticos. El turismo es un sector económico de máxima importancia e implementando esta nueva tecnología el turismo tendrá mayor difusión y así va a retribuir a los comerciantes aumentando en su economía.

Objetivo

Desarrollar un sistema que se componga de un servidor y de una guía turística para los smatphone con plataforma android la cual se capas de escanear códigos QR con la cámara del smartphome y el turista tenga acceso a al información de cada uno de los lugares turísticos con el propósito de potencializar los atractivos turísticos de Zacatecas.

Tabla 1. Módulos para el sistema

App Móvil	
Escanear QR	
Consultar Guía Turística	
Consultar Eventos	
Consultar recorrido	
Consultar Lugar Turístico	

MÉTODOS Y MATERIALES

El diseño metodológico para el desarrollo de este proyecto consiste en el análisis de requerimientos, en este paso se averigua qué es exactamente lo que tiene que hacer el sistema y lo que cliente (Turista) necesita.

Para ello existen técnicas para la identificación y recolección de requerimientos de un sistema, entre estas técnicas se encuentran entrevista, cuestionarios y observación. Los siguiente es crear un prototipo del sistema este es una representación limitada de un producto el cual es evaluado para una retroalimentación. El siguiente paso es hacer un análisis y diseño de interfaz Humano computadora aquí podemos diseñar la interfaz para usuario la cual apoyan a los turistas para que puedan llevar a cabo sus actividades de manera eficiente y segura. El siguiente paso es diseñar un modelado entidad relación la cual servirá para crear la base de datos. Se utilizaron los casos de uso para poder tener una mejor vista del funcionamiento del sistema. Los diagramas de casos de uso sirven para especificar la comunicación y el comportamiento de un sistema mediante su interacción con los usuarios y otros sistemas. O lo que es igual, un diagrama que muestra la relación entre los actores y los casos de uso en un sistema. Una relación es una conexión entre los elementos del modelo, por ejemplo la especialización y la generalización son relaciones. Los diagramas de casos de uso se utilizan para ilustrar los requerimientos

del sistema al mostrar cómo reacciona a eventos que se producen en él mismo. También se utilizaron ciertas herramientas CASE para modelar los caso de uso como lo es el software diagramador dia, así como también se hizo uso de las hermanitas para crear prototipos como los es justinmind, también se optado por utilizar un librería para lectura de los códigos QR.

RESULTADOS

Con esta nueva tecnología el turismo tendrá mayor difusión atrayendo más turistas a la ciudad de Zacatecas, para lo cual se han tomado como base las etapas descritas en el apartado metodológico: En este proyecto las técnicas implementadas fueron entrevista a los turistas, observación, de esta forma obteniendo los requerimientos funcionales:

1. El sistema (App) debe tener una pantalla para escanear códigos QR.
2. El sistema debe de hacer uso de la cámara para escanear el código QR.
3. El sistema debe poder crea un plan de recorrido
4. El sistema debe poder consultar los lugares turísticos de Zacatecas
5. El sistema debe poder consultar los eventos turísticos o de atracciones
6. El sistema debe mostrar un mapa con los lugares turísticos, hoteles, y lugares de interés del turista

En la figura 1 se muestra el diagrama de caso de uso para el proyecto que se elaboró durante la fase de análisis.

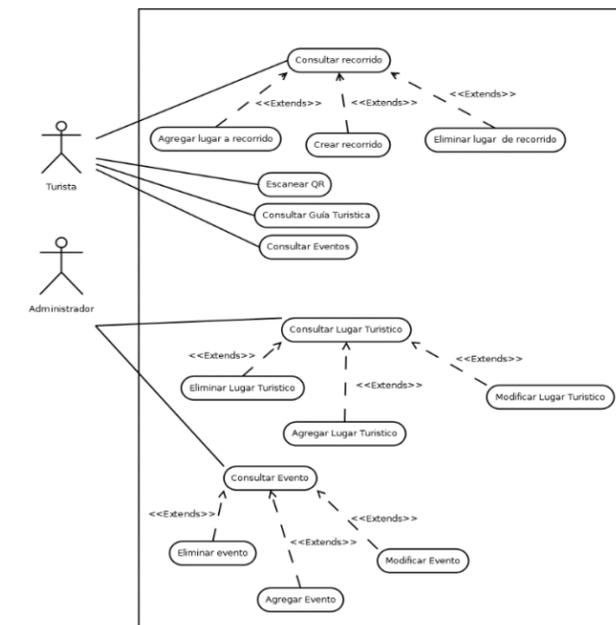


Figura 1. Diagrama de casos de uso.

En la tabla 2 se muestra la especificación de casos de uso para el requerimiento Escanear QR, Este es uno de los caso de uso más importante ya que este es donde se implementa la realidad aumentada, esta consiste en utilizar la cámara del teléfono móvil y este enfocarlo a un código QR el cual estarán ubicados en cada monumento histórico de la ciudad de zacatecas, museos y en los lugares turísticos para que el teléfono móvil escanee el código QR y este devuelva la información correspondiente de ese lugar, museo o monumento histórico.

Tabla 2. Caso de uso Escanear código QR

ID:	C. U. 01	Nombre:	Escanear Código QR
Actor Primario:	Turista		
Pre-condiciones:	Éxito: El administrador ha registrado anteriormente lugares o monumentos turísticos con su correspondiente código QR.		
Post-condiciones:	Éxito: Mostrar información del lugar o monumento al que corresponde el código QR. Fracaso: El usuario aborta el escaneo del código QR debido a que no tiene datos móviles.		
Flujo Normal			
<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema muestra al usuario la pantalla de inicio con sus múltiples opciones. 2. El usuario selecciona la opción de "Escanear Código QR". 3. El sistema muestra al usuario la pantalla de "Escanear Código QR". 4. El usuario escanea el código qr con el dispositivo. 5. El sistema verifica que el código si corresponde al sistema. 6. El sistema extrae los datos del código. 7. El sistema consulta la información en el servidor a partir de los datos extraídos. 8. El sistema muestra en la pantalla la información obtenida en la consulta. 			
Flujo Alternativo			
Paso 5. Código QR incorrecto.			
5.1. El sistema muestra un mensaje donde indica que el código no corresponde al sistema.			
5.2. Regresa al paso 3. Del C. U. 01.			
Paso 7. Datos móviles apagados.			
7.1 El sistema muestra un mensaje diciendo que se activen los datos móviles.			
7.2 El usuario activa los datos móviles.			
7.3 Regresa al paso 7. Del C. U. 01.			
Flujo de Excepción			
Paso 5. Código QR no corresponde al sistema.			
5.1. El sistema muestra un mensaje donde indica que el código no corresponde al sistema.			
5.2. El usuario decide salir de la pantalla de "Escanear Código QR".			
Paso 7. Datos insuficientes.			
7.1 El usuario no tiene datos móviles.			

En la figura 2 podemos ver un ejemplo de código QR.



Figura 2. Código QR

En las figuras 3 y 4 se muestra el modelado del prototipo de la app implementado el scanner de QR la figura uno muestra el menú de la app la cual tiene una opción de escanear, esta es la que permite acceder a la pantalla de escaneo para escanear el código QR perteneciente a los lugares turísticos, museo o monumentos turísticos.



Figura 3. menús de la app



Figura 4. Pantalla de escáner

Para lograr la lectura de los códigos QR existen varias tecnologías que pueden ser implementadas para la lectura de códigos, para este proyecto se optó por usar la librería llamada zxing, esta es un proyecto open-source (libre de derechos de autor para uso y modificación) que ofrece soporte para la lectura y decodificación para la gran mayoría de códigos de barras y códigos QR, en la tabla 3 se muestran los formatos de códigos soportados por esta librería.

Tabla 3. Caso de uso Escanear código QR

Id product	1D industrial	2D
UPC-A	Code 39	QR Code
UPC-E	Code 93	Data matrix
EAN-8	Code 128	Aztec (beta)
EAN-13	Codabar	PDF 417
	ITF	
	RSS-14	
	RSS-Expanded	

Podemos descargar la librería del siguiente repositorio: <https://github.com/zxing/zxing>

CONCLUSIONES

Actualmente el mundo está en medio de una revolución tecnológica que ha cambiado los hábitos de consumo, el uso de nuevos dispositivos móviles modifica la preferencia de los viajeros, su comportamiento y hábitos de consumo, por tanto se debe adecuar la oferta turística a estos nuevos visitantes ("La tecnología influye al turismo actual en México_ González Rubiera," 2011) Con este proyecto Zacatecas puede satisfacer las preferencias por las nuevas tecnologías, el turismo tendrá mayor difusión atrayendo más turistas a la ciudad de Zacatecas, mejorando la experiencia de los viajeros. Cabe mencionar que el proyecto no ha quedado concluido debido a la naturaleza del proyecto ya que se trata de

una nueva tecnología por esta razón no es posible terminar en este periodo de tiempo, pero debido a que representa una gran oportunidad para potencializar el turismo en Zacatecas se le dará seguimiento.

BIBLIOGRAFIA

Artículos en línea

- La tecnología influencia al turismo actual en México_ González Rubiera. (2011). Retrieved from <http://blog.udlap.mx/blog/2011/09/latecnologiaaffectaalturismoactualenmexicogonzalezrubiera/>
- Lorenzi, D., Shafiq, B., Vaidya, J., Nabi, G., Chun, S., & Atluri, V. (2012). Using QR codes for enhancing the scope of digital government services. *Proceedings of the 13th Annual International Conference on Digital Government Research - Dg.o '12*, 21. <http://doi.org/10.1145/2307729.2307734>
- M^a Ángeles Araguz. (2012). Informática móvil y realidad aumentada: uso de los códigos QR en educación, 1-7.
- Rosas, J. G., De La, R., Flores, R., Zacatelco, H. C., Patricia, A., & Márquez, C. (2014). Aplicación móvil para mostrar sitios turísticos empleando realidad aumentada y geolocalización. *Research in Computing Science*, 88, 87-101.

ANÁLISIS DE OBJETOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS TÍPICOS EN UNA DEFINIDA MUESTRA IDEAL DE IMÁGENES

Félix Fernando López Aguilera¹ y Osbaldo Vite Chávez²

RESUMEN

Este trabajo presenta el análisis de algunos objetos orgánicos e inorgánicos presentes en una definida muestra ideal de imágenes. Se utilizaron 4 métodos diferentes para la detección e identificación, los cuales fueron: binarización de una imagen (conversión a blanco y negro), utilización de los operadores Sobel y Prewitt, conteo de centroides y la Transformada Discreta de Fourier (TDF); en todas estas se utilizó el conteo de píxeles para poder realizar el reconocimiento, excepto en los centroides. Por último se presentan los ejemplos y los resultados obtenidos.

ABSTRACT

This paper presents the analysis of some organic and inorganic objects present in a sample of images. 4 different methods for detection and identification were used, which were: binarization of an image (conversion to black and white), use of Sobel and Prewitt operators, counting Centroids and Discrete Fourier Transform (DFT); in all these counting pixels used to perform recognition except centroids. Finally the examples and the results are presented.

Palabras clave: MATLAB, Procesamiento Digital de Imágenes, detección de bordes, Sobel, Prewitt, centroides, TDF.

INTRODUCCIÓN

La gran mayoría de la población no recicla, separa o se molesta por depositar la basura en su lugar. En México se produce cada día más de 100 mil toneladas de basura doméstica que se convierten al año en 37 millones de toneladas según cifras de Green Peace México. Solo el 11% de la basura recolectada es separada, los mexicanos no suelen organizar su basura en orgánico e inorgánico y tan solo 46 de cada 100 hogares lo hacen de esta forma. La realidad es que los desechos no son separados, tampoco se hace uso de los centros de acopio existentes dentro de los municipios y las delegaciones, para recibir todo tipo de materiales y clasificarlos o tratarlos para reutilizarse.

Los factores que inciden son diversos, como pueden ser, escasos basureros al servicio público, preferencia a tirar los desechos en las calles, los camiones de basura, que por ley, deberían de tener contenedores separados para acomodar los desechos, no los tienen y a su vez muy pocos lo hacen, el descuido y desinterés del gobierno. Lamentablemente, aparte de generar plagas de cucarachas, ratas, etc. causando enfermedades, en épocas de lluvias, la basura genera que se tapen las coladeras y provoquen inundaciones. Cuando la basura se pudre o se descompone se desprenden gases tipo invernadero como el metano, el óxido nitroso y el dióxido de carbono. Estos gases contribuyen a los cambios climáticos actuales que provocan miles de muertos al año. Otra consecuencia es el aumento de la temperatura de la Tierra.

¹ Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, Universidad Autónoma de Zacatecas, Lib. Jalpa km. 156+380, Fracc. Solidaridad, Jalpa, Zac., C.P: 99601, Jalpa, Zac. Teléfono (463) 955 2345; astecas_04@hotmail.com.

² Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma de Zacatecas, Lib. Jalpa km. 156+380, Fracc. Solidaridad, Jalpa, Zac., C.P: 99601, Jalpa, Zacatecas. Teléfono: (463) 955-2345; osvichz@uaz.edu.mx

CONTRIBUCIÓN

Desde la aparición de las computadoras con gran capacidad de memoria se comenzó a trabajar con el Procesamiento Digital de Imágenes (PDI), ya que por medio de estas técnicas se puede obtener información de las imágenes, ya sea el conteo figuras o medición de las características que posee un objeto de interés. El PDI es de gran utilidad en diferentes disciplinas como la medicina, ingeniería, física, termodinámica, etc. Junto con el gran desarrollo tecnológico, se ha visto cómo las industrias, la población, los servicios, las comunicaciones, etc., también han ido aumentando y expandiéndose a lo largo del mundo, contribuyendo a una nueva forma de vida para la humanidad.

Desafortunadamente, todos estos cambios han generado daños al ecosistema, contaminando el suelo, aire y aguas del planeta. Aunque se han tomado medidas para disminuir el índice de contaminación como el uso de energías renovables, diseño y construcción de edificios inteligentes, reciclaje, nuevas fórmulas de pesticidas, etc., lamentablemente las personas no dan gran importancia a una práctica que es sencilla pero que resulta de gran ayuda al planeta, se trata de la separación adecuada de la basura (ver figura 1), la cual, se puede clasificar básicamente en dos grupos: los desechos orgánicos y los inorgánicos. Los primeros son aquellos que provienen de plantas o animales y son biodegradables, en cambio, los segundos son materiales que tardan muchos años en descomponerse y contaminan al medio ambiente. A pesar de este problema, en la actualidad no se están generando las soluciones suficientes para su separación y tratamiento adecuado. Surge entonces, el interés de trabajar con algoritmos y métodos de PDI que realicen la detección y el reconocimiento de dichos residuos en imágenes con la finalidad de contribuir en el área de la robótica, y lograr quizás en la clasificación adecuada de residuos y canalización de los mismos.



Figura 1. Problema de separación.

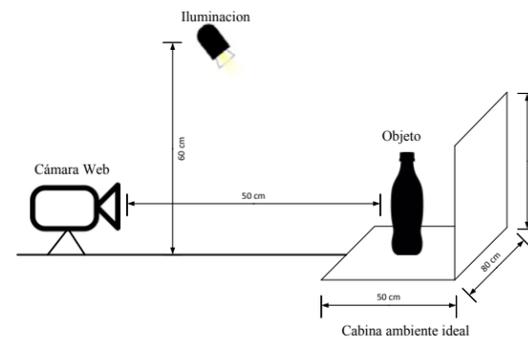


Figura 2. Diagrama de la cabina de ambiente ideal.

MÉTODOS Y MATERIALES

Obtención de la muestra de imágenes:

Para la obtención de muestras estandarizadas (tamaño-distancia) se optó por la creación de una cabina de ambiente ideal cuya función sería la de proporcionar muestras estandarizadas de imágenes. Las medidas de la cabina presentan las proporciones de 80 cm ancho, 50 cm alto y con una profundidad de 50 cm. De color blanco en su interior, como se ilustra en la figura 2. Se utilizó un total de 10 objetos para el desarrollo de este proyecto, 5 orgánicos y 5 inorgánicos los cuales se describen en la tabla 1. Utilizando estos objetos se crearon 2 muestras, la primera muestra (M1) contiene 50 imágenes, 5 imágenes de cada objeto de manera individual y la segunda muestra (M2) de 225 imágenes en donde se hicieron diversas combinaciones de objetos, quedando básicamente en orgánico – orgánico, orgánico – inorgánico, y

inorgánico – inorgánico, tomando 5 fotos de cada combinación. Las imágenes fueron tomadas en un tamaño predeterminado (de 640x480 pixeles), tomadas en un ambiente ideal (buena iluminación, fondo blanco).

Tabla 1. Objetos utilizados para la muestra de imágenes

Objetos	
Orgánicos	Inorgánicos
Manzana amarilla	Envase de Coca Cola de vidrio
Manzana verde	Envase de Coca Cola de plástico
Limón	Envase de agua Ciel de plástico
Naranja	Lata de aluminio de cerveza Modelo
Jitomate	Lata de aluminio de cerveza Superior

Se trabajó en la plataforma de programación MATLAB que contiene una gran variedad de algoritmos especializados para el PDI, además de que proporciona la oportunidad de diseñar y utilizar otros tipos de métodos. Los métodos que se utilizaron son:

- **Método de Píxeles Negros Simple (MPNS):** en este método, se toma una imagen a color, la cual se convierte en escala de grises, después dicha imagen se convierte a blanco y negro (fondo blanco, objeto en negro) y se procede a contar los píxeles negros.
- **Método de Píxeles blancos utilizando el operador Prewitt (MPOP):** se convierte la imagen de color a escala de grises, después se utiliza el operador Prewitt, el cual encuentra bordes por medio de una aproximación derivativa, en este caso el operador éste no enfatiza los píxeles más cercanos al pixel en (i, j) , y las máscaras utilizadas son la que se muestran en la Tabla 2(b); se procede a contar los píxeles blancos de la imagen.
- **Método de píxeles blancos utilizando Operador de Sobel (MPOS):** al igual que se mencionó en el método anterior, se convierte la imagen de color a escala de grises, después se utiliza el operador Sobel, este operador utiliza dos máscaras, horizontal y vertical, de 3x3 (ver Tabla 2(a)); se procede a contar los píxeles blancos de la imagen.
- **Método de centroides (MC):** en este método se convierte la imagen a escala de grises, después se convierte la imagen a blanco y negro, consecuentemente utilizando una herramienta de MATLAB llamada *imfill*, una de sus funciones es rellenar los huecos dentro de la imagen, se eliminan las figuras que contienen 20 píxeles o menos y por último se utiliza la función *regionprops* con la cual se cuenta la cantidad de centroides de la imagen (conociendo como centroide a el punto central de un área).
- **Método de píxeles utilizando la Transformada Discreta de Fourier (MPTDF):** se toma la imagen, se convierte a escala de grises, después se aplica la TDF (dicha transformada se muestra en la ecuación 1)) y por último se convierte el resultante a blanco y negro; se cuentan los píxeles negros.

En la figura 3, se explica en forma general los métodos utilizados para el análisis de la muestra de imágenes.

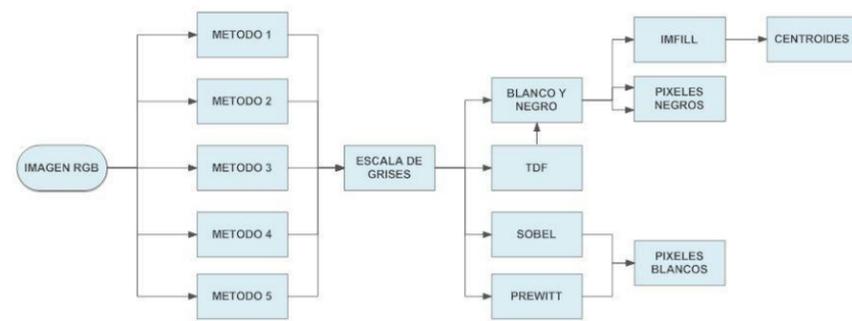


Figura 3. Diagrama de operación de los métodos de PDI utilizados.
Tabla 2. Operadores de Bordes

Mascaras de Sobel		Mascaras de Prewitt	
$G_x = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$G_y = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$	$G_x = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$G_y = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$
(a)		(b)	

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{-i2\pi k \frac{n}{N}} \quad K = 0, \dots, N - 1 \quad (1)$$

Teniendo las imágenes de la muestra M1 como de la muestra M2, se procedió a utilizar los 5 métodos antes mencionados. Particularmente se tuvo que realizar un recorte en las imágenes para utilizar lo menos posible el fondo y de esta manera reducir el margen de error en el conteo de los píxeles (ver Figura 4); en las imágenes con objetos combinados se hizo un recorte para cada objeto (ver Figura 5); y de esta manera aplicar los diversos métodos.

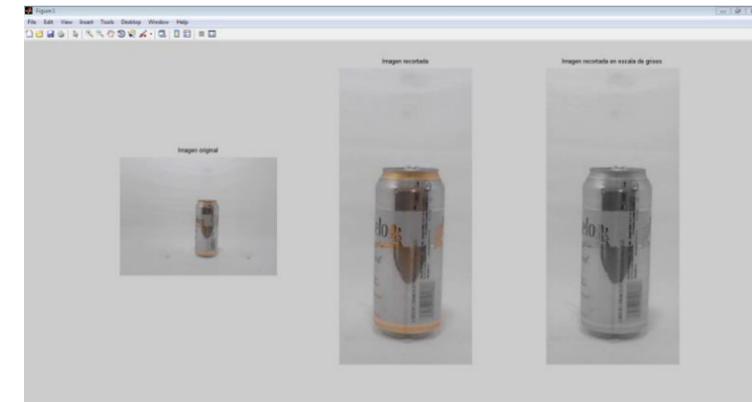


Figura 4. Recorte a las imágenes individuales.

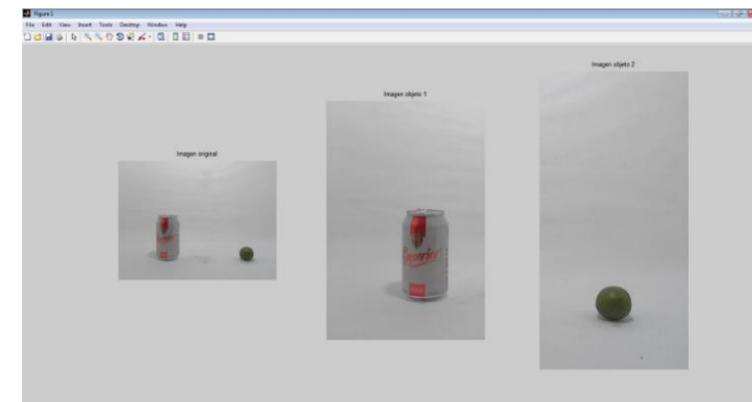


Figura 5. Recorte a las imágenes combinadas.

RESULTADOS

De las dos muestras analizadas M1 y M2, se obtuvieron cantidades de píxeles específicos para cada imagen y en su caso de centroides, de las cuales se obtuvo un rango de píxeles y centroides; uno perteneciente a los objetos orgánicos y otro a los objetos inorgánicos. Para las 50 imágenes obtenidas de la muestra M1, se obtuvieron los rangos de cada método como se ilustra en las tabla 3. Para la muestra M2, en la cual se analizaron 225 imágenes, se obtuvieron los rangos que se observan en las tabla 3.

Tabla 3. Rangos obtenidos de las muestras M1 y M2 utilizando MCPNS, MCPPOP, MCPOS, MCC, MCPTDF.

Rangos	M1		M2	
	Orgánicos	Inorgánicos	Orgánicos	Inorgánicos
MPNS				
Min	213	2433	232	2036
Max	6722	6388	8345	9485
MPOP				
Min	287	1276	357	1289
Max	696	2323	892	2949
MPOS				
Min	301	1271	361	1267
Max	704	2299	908	2920
MC				
Min	1	1	1	1
Max	3	16	2	17
MPTDF				
Min	1663	2791	2043	3079
Max	2385	4763	3511	7134

Tomando en cuenta los rangos obtenidos de M1 y M2, se prosiguió a analizar la cantidad de píxeles y en su caso de centroides, para identificar los objetos orgánicos e inorgánicos obteniendo los porcentajes de efectividad para cada método utilizado. En la ecuación 2) se muestra la fórmula para calcular el porcentaje de efectividad (% EF).

$$\%EF = \frac{N_{Operador} \times 100}{N_{real}} \quad (2)$$

Donde $N_{Operador}$ corresponde al número de objetos identificados correctamente con sus parámetros correspondientes y N_{real} es el número real de los objetos. De manera clara se puede ver los resultados comparativos de los distintos métodos en la Figura 6 para la muestra M1 y la muestra M2.

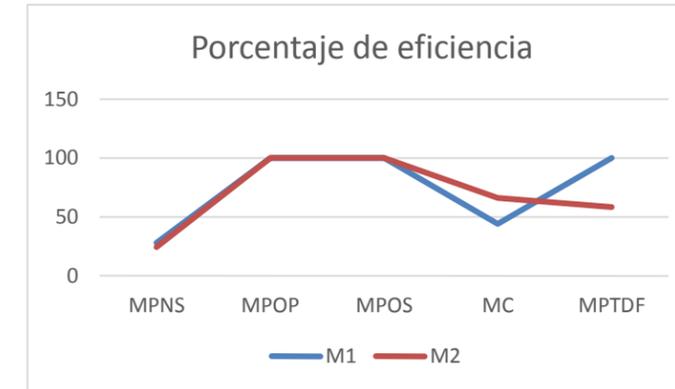


Figura 6. Porcentaje de eficiencia en la M1.

CONCLUSIONES

Al utilizar los diferentes métodos propuestos, se llegó a la conclusión de que la utilización de bordes (Sobel y Prewitt) nos dieron una eficiencia del 100% en las 2 muestras M1 y M2, dejando en claro que para estas imágenes con las condiciones ideales expuestas con anterioridad, son la mejor manera de hacer la detección de objetos orgánicos e inorgánicos en muestras con condiciones ideales; y que a su vez los otros métodos al carecer de eficiencia son imprácticos. Se logró un resultado dudoso en la aplicación de la TDF en ambos métodos, ya que en M1 nos dio una eficiencia del 100% y en M2 una eficiencia del 58.2%, las diferencias en los resultados se debe al tamaño del recorte de la imagen, en M1 se tiene un recorte más centrado en la imagen reduciendo de manera considerable el fondo, mientras que en M2, se dividió la imagen en dos partes, tomando una parte considerable del fondo aumentando la cantidad de píxeles en la imagen.

Este trabajo logró un pequeño avance de un largo trabajo de investigación, con la aplicación de más métodos para encontrar formas más óptimas para la detección de objetos orgánicos e inorgánicos, se espera que se tengan futuras contribuciones por parte de más estudiantes para lograr obtener más resultados con métodos especializados en ambientes más reales.

REFERENCIAS

- GREENPEACE, MEXICO (2016). "Basura Cero". <http://www.greenpeace.org/> [En línea]. Consultado en <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Campanas/Toxicos/basura-cero/>. (Junio 2016)
- Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2002). *Digital Image Processing* (Segunda ed.). New Jersey, United States of America: Pearson Education .
- RAMÍREZ-MANZANARES, ALONSO (2003). Reporte de Búsqueda, Detección y Conteo de objetos. Consultado www.cimat.mx/~alram/VC/ramirez_segObjDetecc.pdf .
- MOORE, H. (2007). *MATLAB para ingenieros* (Primera ed.). México: PEARSON EDUCACIÓN Prentice Hall.

SALAZAR SALAZAR, J. D. (2011). *Detección y conteo de figuras geométricas básicas sobre una muestra de imágenes sintéticas implementadas en GUIDE de MATLAB*. Jalpa, Zac.: Universidad Autónoma de Zacatecas.

VITE CHÁVEZ, O. (2005). *Unidad Lógica de Procesamiento Morfológico Serial-Paralela para Imágenes Binarias*. Universidad De Guanajuato.

PROPUESTA DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA PARA LA ELABORACION DE MALLA DE GALLINERO PARA USO EN FERROCEMENTO EN SISTEMAS DE AUTOCONSTRUCCIÓN

Damián López Árcega¹ e Hilda Romero Zepeda²

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo como parte de la transferencia de tecnología a zonas muy altamente marginadas, específicamente el pueblo Hñähñu de Xajay, en San Ildefonso Tultepec, ubicado en el municipio de Amealco de Bonfil, para el cual se está buscando la mejora de los procesos de autoconstrucción para la construcción de techos de casa-habitación en lugar de techumbres o de techos de elevado grosor y gasto en materiales con problema adicional de impermeabilización. Esta investigación da continuidad al desarrollo en sistemas constructivos de ferrocemento de poblaciones marginadas realizados por el M en I José Castro Orvañanos, quien se ha dedicado de lleno a la elaboración de cisternas y techos empleando el Ferrocemento. Sin duda es de suma importancia la transferencia de tecnología, ya que con esto coadyuva a que las comunidades con alta marginación puedan desarrollar y resolver problemas específicos de vivienda y de las implicaciones socioeconómicas que esto significa. Mediante la elaboración de este proyecto de investigación se busca encontrar alternativas para que las cisternas y techos de ferrocemento sean una opción totalmente viable en cualquier medio rural, ya que a pesar de ser una técnica muy económica por muchas razones, aún no es del todo adecuada, debido a que la malla de gallinero representa un costo elevado en las construcción de los mismos.

Palabras Clave: Transferencia de Tecnología, Ferrocemento, Malla de Gallinero.

ABSTRACT

This research work was conducted as part of the transfer of technology to very highly marginalized areas, specifically the Hñähñu village of Xajay, in San Ildefonso Tultepec, located in the municipality of Amealco de Bonfil, for which it is seeking the improvement of the processes of self for the construction of roofs of homes instead of roofs or ceilings of high thickness and expenditure on materials with additional waterproofing problem. This research gives continuity to the development in marginalized populations ferrocement building systems made by the M in I Jose Castro Orvañanos, who has been engaged fully in the elaboration of cisterns and roofs using ferrocement. No doubt it is important technology transfer, since this it contributes to communities with high marginalization can develop and solve specific problems of housing and the socio-economic implications of this means. Mediante la elaboración de este proyecto de investigación se busca encontrar alternativas para que las cisternas y techos de ferrocemento sean una opción totalmente viable en cualquier medio rural, ya que a pesar de ser una técnica muy económica por muchas razones, aún no es del todo adecuada, debido a que la malla de gallinero representa un costo elevado en las construcción de los mismos.

Key words: Technology transference, ferrocement, mesh roost.

INTRODUCCIÓN

Con este trabajo de investigación se busca diseñar un sistema de producción local de malla de gallinero in situ, para zonas altamente marginales, con la finalidad de que sea aplicado en un sistema

¹ Instituto Tecnológico de Querétaro, Departamento de Ingeniería Industrial, Acceso 52 #43 Col. Desarrollo San Pablo. C.P: 76125 Querétaro, Qro. Correo: guero_damian@hotmail.com

² Q. en A., M. en C., PhD. Docente-Investigadora Nivel VII, Ingeniería de Biosistemas de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro. Av. Hidalgo s/n, Centro Universitario Cerro de las Campanas, Colonia Las Campanas, Querétaro, Qro., C.P. 76010. México. Correo: phd.hromero@gmail.com

autoconstructivo de ferrocemento y de manera secundaria sin restarle importancia, construcción de gallineros o zonas restringidas para el cuidado de los animales de traspatio. Lo anterior con recursos regionales y de uso de autoconstrucción en la zona indígena Hñähñu; estudiando las propiedades y sistemas de elaboración de malla de gallinero utilizada en la técnica de ferrocemento y con esto proponer un diseño u alternativa para la construcción de malla de gallinero.

Actualmente la comunidad Hñähñu carece de abastecimiento de agua eficiente, ya que normalmente necesitan trasladarse muchos kilómetros para cargar cubetas llenas de agua y solo así satisfacer sus necesidades básicas, o bien poseen cisternas de plástico, pero no se pueden utilizar adecuadamente debido a que no hay forma de que las estructuras de sus hogares puedan soportarlas en el techo, aunado a esto se sufre mucho ya que las construcciones hechas por los habitantes no son adecuadas como vivienda, ya que carecen de condiciones térmicas y mucho menos de comodidad.

Sin duda esto no es una situación favorable para ellos, por lo que es necesario realizar una transferencia de tecnología, desde el entorno urbano a lo rural, considerando las capacidades y disposiciones que podemos emplear y así transmitir nuestros conocimientos tecnológicos para que ellos mismos generen soluciones a dichos problemas.

El M en I José Castro Orvañanos ha dedicado su vida a realizar investigaciones aplicables a las comunidades marginadas, su mayor logro ha sido generar una solución eficiente y eficaz para los problemas previamente planteados, mediante la creación de una técnica de autoconstrucción sustentable de cisternas, techos y canales hidráulicos empleando el “Ferrocemento”, con lo cual ha podido ayudar a muchas personas en zonas rurales de toda la república mexicana.

MARCO TEÓRICO

Ferrocemento en Sistemas de Autoconstrucción

Autoconstrucción es “la práctica de la creación de una vivienda individual por sí mismo a través de una variedad de métodos diferentes. (2012), con ello se entiende para este estudio se busca una técnica y método sencillo, que cualquier persona en un medio rural sin tener experiencia en el área de la construcción, sea capaz de realizarlo.

La principal premisa de las técnicas de autoconstrucción es la siguiente:
“que las construcciones que se hagan para mejorar el nivel de vida de los habitantes de las zonas rurales deberán hacerse por los beneficiarios de las mismas” (Orvañanos, 2004).

Sin duda alguna esta técnica es una alternativa bastante viable y económica para las comunidades rurales, ya que no se requiere de un albañil para realizar cualquiera de los pasos necesarios en el proceso de construcción de techos y cisternas de ferrocemento, sin embargo, el precio de la malla de gallinero aun representa una dificultad elevando los costos de construcción.

El ferrocemento, más que un material es un sistema constructivo en sí mismo, su origen data desde 1848 con el francés Jean Louis Lambot, quien fue el primero en utilizar este material al cual llamó “ferciment” construyendo macetas, botes, cisternas, etc., tiempo después fue un ingeniero italiano, Pier Luigi Nervi, quien retomó las ideas de Lambot desarrollo el ferrocemento durante el principio del siglo XX. Fue el quien introdujo la construcción de techos con la construcción de la cubierta del Palacio de Exposiciones de Turín. (cienciaycemento, 2014)

De una forma más concisa definimos el ferrocemento como “un material compuesto de mallas metálicas continuas de alambres con un diámetro pequeño (tela de gallinero), cubierta por una mezcla de mortero, cemento/arena (Orvañanos, 2004).

Otra definición propuesta por el Instituto Nacional de Desarrollo Social (2009), establece que el ferrocemento es un sistema constructivo similar al concreto armado, pero sin utilizar grava, sustituyendo las varillas por una membrana estructural compuesta por malla pollera o de gallinero. En la figura 1 se muestra como está conformada una membrana de malla de gallinero.



Figura 1. Membrana utilizada para la construcción de estructuras con ferrocemento

Algunas propiedades del ferrocemento son las siguientes:

- No se requiere mano de obra, ni equipo especializado
- Prácticamente impermeable
- Amplia resistencia en superficies con curvatura
- Fácil de reparar
- Vida útil muy amplia
- Resistencia al fuego
- No requiere de cimbra para su elaboración
- Muy económico

El ferrocemento es una alternativa que nos da una gama de soluciones a distintos problemas, de una forma sumamente sencilla y que cualquier persona es capaz de realizar. Con este material se pueden construir muros, cubiertas para viviendas, cisternas o tinacos, pilas e inclusive canaletas que pueden fungir como un sistema pluvial, y todo esto sin descuidar la calidad y durabilidad de cualquier estructura que sea elaborada.

En la figura 2 y 3 se muestran algunas de las aplicaciones del ferrocemento



Figura 2. Cisterna de Ferrocemento



Figura 3. Bóveda y Domo hechos de ferrocemento

METODOLOGÍA

El estudio se realizara desde un enfoque mixto, generando alternativas a la problemáticas mencionadas anteriormente, haciendo énfasis en la reducción del costo de la malla de gallinero, ya sea buscando que los mismos habitantes de la comunidad la elaboren o bien, sustituyéndola por otro material que posea las mismas propiedades físicas y pueda soportar las estructuras sin disminuir su durabilidad.

La malla de gallinero está conformada por un alambre de acero galvanizado de aproximadamente 2 mm de diámetro y debe tener hexágonos de no más de 2 pulgadas. EL acero galvanizado se obtiene después de un proceso de recubrimiento de varias capas de la aleación de hierro y zinc, esto le brinda propiedades físicas excepcionales que permiten que la malla de gallinero sea una buena opción como soporte estructural.

El precio de la malla de gallinero oscila entre los 800 y 1000 pesos por rollo de 45 metros, aquí algunos de los proveedores más económicos:

MBS. México DF, Rollo de 45 x 2 metros de malla de gallinero ----- \$877
Home Depot, tela Gallinera 25 X 100 cal 22 (10 x 2 metros) -----\$267

En cambio una máquina para fabricar la malla de gallinero es extremadamente costosa, su precio asciende a millones de pesos. Es posible realizar un prototipo similar, sin embargo sería igualmente costoso, ya que necesita de motores de mucha potencia además de elementos que permitan una triple torsión en el alambre para realizar los hexágonos.

En la figura 4 y 5 se muestra una máquina productora de malla y alambre ciclónico de marca MANEK, además de sus especificaciones técnicas con la que opera.



Figura 4. Máquina productora de malla de gallinero

Modelo	CLF-4
Abertura de Malla:	10 – 50 mm
Diámetro de Alambre:	2 - 4 mm
Ancho:	Según requerimiento
Capacidad de Producción:	8.0 a 8.5 m/min
Motor:	3 HP
Peso Neto / Bruto:	550 / 900 kilos
Dimensiones:	1.7 x 1.4 x 1.4 m
Volumen del embarque:	3.50 m ³

Figura 5. Especificaciones técnicas

La elaboración de un prototipo para sustituir esta máquina suena un poco complicado, ya que a pesar de que es algo posible, se tendrían que considerar muchos factores involucrados. Tendría que ser un prototipo que no esté automatizado al cien por ciento y que involucre el trabajo manual en algunas operaciones.

De igual manera no se puede dejar a un lado la consideración humana y los riesgos que se pueden asumir al elaborar maquinaria de este calibre, ya que los materiales empleados y la fuerza de la misma podrían generar un accidente muy grave para los operadores.

RESULTADOS

Las cisternas y techos de ferrocemento son una solución tangible y que además es viable, esto es una realidad en distintas comunidades de México y sin duda es algo que se puede implementar en la zona indígena Hñähñu.

En cuanto a los costos de la malla de gallinero, encontramos que existen ciertos proveedores que pueden disminuir el precio si se compra en rollos de 45 metros o más; en cambio encontramos que la maquinaria para fabricar malla de todo tipo es muy costosa y totalmente inaccesible.

CONCLUSIONES

Sin duda alguna la elaboración de un prototipo que sustituya o reemplace la maquinaria para fabricar malla de gallinero es algo que requiere tiempo y búsqueda de alternativas mucho más económicas que no comprometan la seguridad de los operarios y a su vez mantenga la calidad el producto terminado, ya que

éste se utilizará para construir cisternas y techos, por lo que no se puede comprometer su durabilidad ni sus propiedades físicas y estructurales. Es importante considerar que como estudiantes de nivel superior debemos entender que el desarrollo tecnológico y social de todo el estado y del país, se logra compartiendo el conocimiento y mediante el desarrollo de investigaciones, por ello es necesario seguir realizando la transferencia de tecnologías para la solución de problemas en las comunidades y zonas marginadas.

BIBLIOGRAFÍA

Auto construcción. (2012). *Revista ARQHYS.com*.

cienciaycemento. (2014). Obtenido de <http://wp.cienciaycemento.com/ferrocemento/>

Instituto Mexicano de Desarrollo Social. (2009). *Alternativas Sustentables*. Guadalajara, Jalisco .

CASTRO ORVAÑANOS J. "El ferrocemento y sus aplicaciones." *Revista IMCYC*, Vol. XIII, enero-febrero 1976, pp. 29-35.

"Ferrocement roofs as a solution to low cost housing." *Proceedings IAHS, International Symposium of Housing Problems*, 1976, Vol. 2, p. 1273-1289.

Orvañanos, J. C. (2016). Comunicación Personal.

Romero-Zepeda H, Romero-Márquez RS, Zamora-Velázquez SS, Arellano-Rodríguez JS y Gutiérrez-Yurrita PJ. (2014). Reflexión Ética en el Desarrollo, Sustentabilidad y Bienestar Social en Zonas Indígenas Altamente Marginadas, a partir de propuestas de Desarrollo de Modelos de Producción de Traspatio. Universidad Autónoma de Querétaro. México

PROTOTIPO DIDÁCTICO PRENSA-TROQUEL (MANUFACTURA)

Sergio Loyola Hurtado¹ y Julio Rojo Hernández²

RESUMEN

La globalización de los mercados hoy en día, obligan a las empresas a estar en un proceso de mejora continua para ser competitivas. En este proceso de mejora continua la implementación de tecnologías como moldes y troqueles juega un papel muy importante a la hora de ser competitivo. Por otra parte hay que recordar que México es un país con muchas industrias que requieren de esta tecnología para funcionar. Sin embargo no es potencia en el desarrollo de la misma. Este proyecto va dirigido a los alumnos de la Universidad Politécnica de Querétaro. Para darles a conocer los principios básicos de diseño y manufactura de troqueles con el fin de promover el estudio y desarrollo de esta tecnología.

ABSTRACT

This paper shows the importance of developing technologies die in Mexico. It also shows the steps for the design and manufacture of a prototype educational media and materials to have a functional and high quality product. This project is aimed at students of the Polytechnic University of Queretaro. To introduce them to the basic principles of design and manufacturing of dies in order to promote the study and development of this technology.

Palabras clave: troquel, prensa, matriz, troquelado.

INTRODUCCIÓN

México es un país donde la manufactura es una de sus principales actividades económicas, por lo que es vital que desarrolle tecnología en distintas áreas, una de esas áreas es en herramientas para procesos sin arranque de viruta.

Este trabajo trata de dar conocimiento básico para el diseño y manufactura de troqueles para impulsar el desarrollo de dicha tecnología bajo los siguientes objetivos:

Objetivo general

Diseñar y manufacturar un prototipo didáctico de prensa mecánica y troquel, aplicando los principios de ingeniería para el desarrollo de tecnologías de manufactura.

Objetivos específicos

Aplicar las ciencias físico-matemáticas, la tecnología en diseño asistido por computadora y los conocimientos en procesos primarios de manufactura. Para el diseño y elaboración de un prototipo

¹ UPQ, Ingeniería En Tecnologías de Manufactura, Carretera Estatal420 S/N, El Rosario, 76240 Qro. 014013921@upq.edu.mx

² UPQ, Ingeniería En Tecnologías de Manufactura, Carretera Estatal420 S/N, El Rosario, 76240 Qro. julio.rojo@upq.mx

didáctico prensa-troquel. Haciendo énfasis en como este tipo de tecnología es vital para satisfacer las demandas actuales de productos.

México es un país manufacturero y muchos de estos procesos se llevan a cabo con troqueles. Sin embargo, México no es líder en el desarrollo de dicha tecnología. Por consecuencia los herramientas se importan de países como china.

Por esta razón, también se pretende dar a conocer mediante la exposición de prototipos, los principios básicos de diseño y construcción de herramientas para procesos de manufactura sin arranque de viruta. Esto con el fin de promover la importancia de que México incursione en el desarrollo de esta tecnología.

MÉTODOS Y MATERIALES

Para el diseño y la construcción del prototipo didáctico prensa-troquel se utilizaron 3 tipos de materiales todos elegidos por sus diversas propiedades y de acuerdo al requerimiento del diseño.

Aluminio

El aluminio es un elemento químico, de símbolo Al y número atómico 13. Se trata de un metal no ferromagnético. Es el tercer elemento más común encontrado en la corteza terrestre. Los compuestos de aluminio forman el 8 % de la corteza de la tierra y se encuentran presentes en la mayoría de las rocas, de la vegetación y de los animales.

Este material fue utilizado para la elaboración de las placas del prototipo, esto debido a que su fácil mecanizado y resistencia a la corrosión nos ayuda a una fácil manufactura y la conservación óptima del prototipo por mucho tiempo.

Acero

El término acero sirve comúnmente para denominar, en ingeniería metalúrgica, a una mezcla de hierro con una cantidad de carbono variable entre el 0,03 % y el 2,14 % en masa de su composición, dependiendo del grado.

Este material fue utilizado para la fabricación del excéntrico, los postes guía y la matriz-punzón. Esto debido a que dichos componentes están sometidos a constantes rozamientos y esfuerzos que si no tienen la dureza necesaria pueden comprometer su integridad y a su vez el funcionamiento del dispositivo entero.

Bronce

Bronce es toda aleación metálica de cobre y estaño, en la que el primero constituye su base y el segundo aparece en una proporción del 3 al 20 %. Puede incluir otros metales.

Este último material fue utilizado para la manufactura de los bujes usados en las partes con rozamientos del prototipo.

El bajo coeficiente de fricción de este metal nos permite tener un deslizamiento suave de las partes móviles del prototipo además de reducir el desgaste en los componentes móviles.

RESULTADOS

Se manufacturaron un total de 19 componentes en las instalaciones de la universidad politécnica de Querétaro.



Figura 1. Fotografía observando planos de fabricación antes de maquinar



Figura 2. Maquinado en fresa convencional.



Figura 3. Maquinado en torno convencional



Figura 4. Maquinado de bujes de bronce

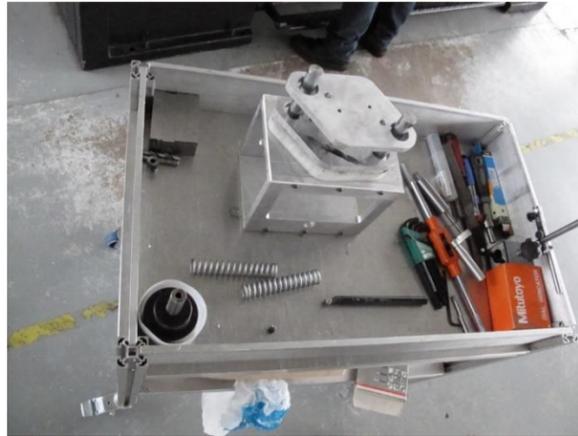


Figura 4. Ensamble de piezas

CONCLUSIONES

Después de trabajar durante más de tres meses en el proyecto logramos terminar el prototipo didáctico prensa-troquel. Teniendo como resultado un dispositivo funcional.

Durante el proyecto tuvimos muchas dificultades. Desde lo difícil que fue el desbaste de las placas, hasta el reto de ajustar todos los componentes para un ensamble óptimo y funcional.

Otro de los retos fue el maquinado del excéntrico ya que para hacer el maquinado tuvimos que calcular, medir y ajustar cada corte para obtener un componente con la más alta calidad.

BIBLIOGRAFIA

DNIEL E. PUNCOCHAR. (1997). Interpretation of geometric dimensioning and tolerancing, New York :Industrial press Inc.

John G. Nee. (2010). Fundamentals of tool design 6th edition, Michigan: Society of Manufacturing Engineers.

ASME Y14.5 2009.

Waldemar Hellwing, Proceso de fabricación sin virutas: Troquelado Séptima edición.

NANOPARTÍCULAS DE SiO₂ COMO POTENCIALES VEHÍCULOS PARA ADMINISTRACIÓN DE ACETAMINOFÉN

Jesús Alberto Lozano López¹ y Vicente Rodríguez González²

RESUMEN

Hoy en día existe una necesidad de nuevos vehículos más eficientes en la administración de medicamentos y la nanotecnología surge como respuesta a ello. Las nanopartículas ofrecen características positivas como potenciales vehículos de administración debido a que es un material poroso. Además con el proceso de funcionalización se logró depositar el excipiente acetaminofén en la superficie y la parte interna del material. Se evaluó la habilidad de liberar el fármaco en condiciones controladas y se sometió a una prueba de biocompatibilidad llamada hemólisis, mostrando resultados positivos en las concentraciones manejadas. Se caracterizó el material mediante FT-IR y UV-Vis para observar si los procesos usados para la funcionalización y fisisorción fueron adecuados.

ABSTRACT

Nowadays there is a need about new drug's administration vehicles, and nanotechnology emerges as a possible answer. Nanoparticles offers positive characteristics as a potential administration vehicle because it is a porous material. Besides, with the functionalization process we could deposit acetaminophen in the surface and in the inner part of the material. The ability of release the drug was tested in lab conditions and the hemolysis test was realized too, showing positive results. It was characterized by FT-IR, X rays and UV-Vis spectroscopy to shown if the used process for functionalization and fisisorcion were corrects.

Palabras clave: nanotecnología, nanopartículas, funcionalización, biocompatibilidad, fisisorción

INTRODUCCIÓN

Llamamos vías de administración a los puntos de entrada, así como a los caminos que se utilizan para que un medicamento ingrese en el organismo y alcance los lugares específicos de acción (que conocemos como dianas). Esta puede ser una acción local en el mismo sitio de su aplicación, o una acción sistémica, después de su absorción (Fernández Vila, et. al. 2013). Actualmente uno de los principales problemas en el área de la salud humana es la baja eficiencia que exhiben los sistemas de administración de fármacos; se estima que a partir de 1980 la cantidad de efectos secundarios provocados por su uso aumentó considerablemente (C. Silva, 2015) La eficacia del principio activo de un producto farmacéutico depende, en gran medida, de su forma de dosificación. Actualmente se acepta, de forma general, que la actividad farmacológica de un compuesto no es suficiente para asegurar una buena terapia, sino que depende del desarrollo de sistemas de dosificación adecuados, del tipo de formulación y de la selección de un sistema de liberación específico para el fármaco, para conseguir un efecto terapéutico óptimo (López G., 2011). Los sistemas de liberación controlada permiten la liberación de un fármaco durante un periodo prolongado de tiempo o en un momento específico del tratamiento (López G., 2011), por tanto en este trabajo se tiene como objetivo la evaluación de la liberación del fármaco por parte de las nanopartículas de SiO₂, así como la evaluación de la citotoxicidad en eritrocitos que pudieran presentar.

¹ Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Básicas; Av. Universidad No. 940, Ciudad Universitaria, C.P: 20131, Aguascalientes, Ags, albertolozano93@gmail.com

² Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, Posgrado de Nanociencias y Materiales; Camino a La Presa de San José 2055, Lomas 4 sección, Dr. Vicente Rodríguez González, C.P: 78216, San Luis Potosí, S.L.P., vicente.rdz@ipicyt.edu.mx

MARCO TEORICO

1.-NPsSiO₂

El silicio es uno de los elementos más presencia en la corteza terrestre. Y el dióxido de silicio es un compuesto que nos resulta sumamente familiar: de hecho, en el verano, nos sentamos sobre la arena, ni más ni menos que SiO₂, con algún agregado menor. Y en el campo de las nanopartículas, pocos compuestos tienen la popularidad del dióxido de silicio, también conocido como sílice. Es uno de los productos con nanopartículas con más usos reportados (después de la nanopartículas de plata, el carbón nanoscópico y parejo con el dióxido de titanio), mayormente en cosmética y pinturas. Y se produce por miles de toneladas. Un material interesante, por donde se lo mire: fácil de realizar, barato, no tóxico y biocompatible (Soler Illia, 2009).

2.- Funcionalización

Por otra parte, la superficie de la sílice puede modificarse con una gran variedad de moléculas orgánicas. La posibilidad de agregar grupos funcionales a la "piel" de una nanopartícula cambia las propiedades de superficie y, por lo tanto, el comportamiento de las partículas en solución. Mostremos un ejemplo simple: la modificación de una sílice mediante la reacción con la molécula trimetilclorosilano ((CH₃)₃SiCl). La presencia de un grupo silano asegura que esta molécula puede engancharse en una superficie SiO₂, que presenta grupos -OH, de acuerdo con la siguiente reacción:



El silano que incorporamos a la superficie tiene tres grupos metilo (-CH₃), es hidrofóbico. Las propiedades de superficie cambian sensiblemente cuando modificamos los grupos hidrofílicos Si-OH por grupos hidrofóbicos metilo (-CH₃). En la superficie se genera un grupo diferente, (-Si-O-Si(CH₃)₃). ¿Cuál es el resultado? El agua que antes se impregnaba tan bien a la superficie, ya no lo hace. Este proceso se llama silanizado y se usa industrialmente para mejorar la compatibilidad de una superficie con un adhesivo. En nanotecnología, puede usarse para hacer que la superficie de una nanopartícula se comporte de una determinada manera: cambiar su carga (y, por lo tanto, sus interacciones), hacerla reaccionar con otros grupos, cambiar el tipo de solvente en el que puedo suspender la NP, etc. (Soler Illia, 2009).

3.-Adsorción del fármaco

La distribución de tamaños, forma y volumen de los poros está directamente relacionada con las propiedades de adsorción de los materiales porosos y, por tanto, con su capacidad y selectividad para desarrollar una determinada función. Además, la conectividad en la red de poros y la superficie accesible condicionan la difusión y la capacidad de adsorción o de funcionalización (Carbajo Moreno, 2006). De acuerdo a López, G. M. E. (2009) el fenómeno de la fisisorción ocurre cuando en la superficie del material existen interacciones hidrógeno-hidrógeno de manera débil, por lo que no llegan a formar enlaces químicos y dan lugar a la fisisorción.

4.- Caracterización

UV-Vis

Cada molécula tiene una serie de estados excitados (o bandas de energía) que la distingue del resto de moléculas. Como consecuencia, la absorción que a distintas longitudes de onda presenta una molécula - esto es, su espectro de absorción constituye una señal de identidad de la misma. Por último, la molécula en forma excitada libera la energía absorbida hasta el estado energético fundamental (Nievas A. et. al, 2006)

Infrarrojo

El análisis por FT-IR permitió determinar la presencia de enlaces siloxano (Si-O- Si) y silanol (Si-OH) en la estructura y superficie del material respectivamente (C. Silva, 2015). Con esto, al lograr identificar este tipo de interacciones, podemos asegurar que la funcionalización de las NPsSiO₂ se llevó a cabo de manera correcta, ya que estos enlaces aparecen cuando se realiza el proceso de la funcionalización.

5.-Prueba de hemólisis

Los eritrocitos son las células sanguíneas de los mamíferos. La función de estas es el acarrear oxígeno y transportarlo a todos los tejidos del cuerpo, por lo que son esenciales para el organismo. Con esta prueba se pretende determinar si las NPsSiO₂ son citotóxicas y logran crear algún daño mecánico a estas células o si existe alguna activación de las proteínas séricas de la sangre creando hemólisis por complemento.

MÉTODOS Y MATERIALES

Funcionalización

1. En un vaso de precipitado agregar NPsSiO₂ (10mg/mL), ácido acético al 0.05% y 3-aminopropiletosisilano 0.3% (APTES) en una relación 1:1:1
2. Someter la solución en baño ultrasónico por 1 min.
3. Agitar la solución por 2 h. a 400rpm
4. Incubar 90°C por 1h
5. Centrifugar 13500rpm por 20min
6. Realizar 3 lavados con etanol
7. Re suspender en agua y reposar por 16 h.

Adsorción del fármaco

1. En un vaso de precipitado disolver 0.025g de acetaminofén y 0.2g NPsSiO₂ funcionalizadas en 25mL de etanol
2. Agitar 600rpm a 25°C por 14hrs
3. Filtrar la solución al vacío

Liberación del acetaminofén

1. A las NPsSiO₂ con acetaminofén recuperadas de la filtración re suspenderlas en una solución de 1:1 de etanol y solución búfer de fosfatos (PBS), siendo la concentración de NPsSiO₂ 1mg/mL en etanol
2. Pasados 30min. tomar una alícuota de 2mL, centrifugarla a 12,000rpm por 5min.
3. Repetir cada media hora, por 4 h.
4. Realizar una curva patrón del acetaminofén y determinar la ecuación de la recta
5. Leer las alícuotas a 230nm y determinar la cantidad de acetaminofén liberado

Prueba de Hemólisis

1. Realizar por triplicado cada una de los ensayos en condiciones de 37 °C por 6h. a una agitación de 65 revoluciones por minuto
2. Una vez preparadas las muestras de sangre, colocar las cantidades de reactivos y nano polvos conforme a la siguiente tabla:

Tabla 1. Prueba de toxicidad en sangre total

Tubo	NPsSiO ₂ (mg)	SSF (mL)	H ₂ O destilada (mL)	Sangre total (μL)	NPsSiO ₂ (mg/mL)
Control(-)	-	10	-	100	-
1	1	10	-	100	0.1
2	2	10	-	100	0.2
3	3	10	-	100	0.3
4	4	10	-	100	0.4
5	5	10	-	100	0.5
Control (+)	-	-	10	100	-

- Una vez transcurrido el tiempo, centrifugar por 5 minutos a 3500 rpm
- Observando la formación de hemólisis, leer a 540 nm frente a un blanco (control negativo).

$$\% \text{ Hemólisis} = \frac{\text{Abs muestra}}{\text{Abs control positivo}} * 100 \quad (2)$$

RESULTADOS

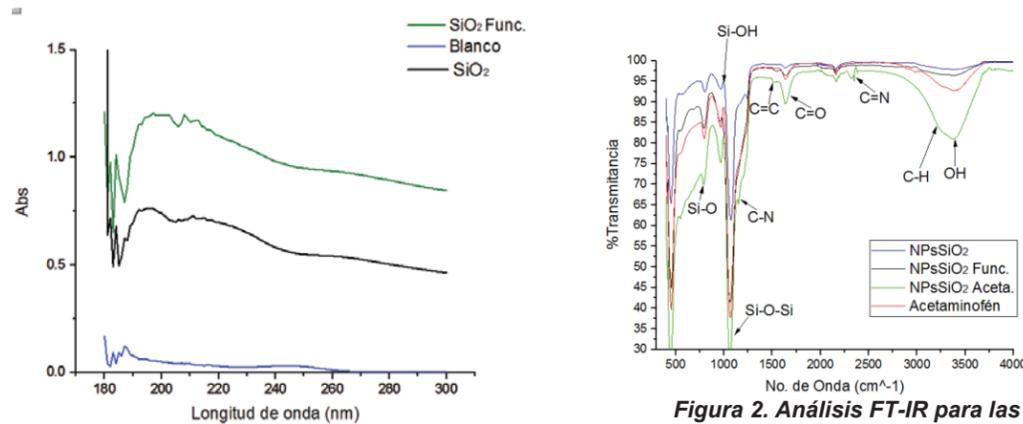


Figura 1. Análisis UV-Vis de SiO₂

Figura 2. Análisis FT-IR para las nanopartículas de SiO₂ no funcionalizadas, funcionalizadas y funcionalizadas con acetaminofén y el acetaminofén solo.

Para determinar si el proceso de funcionalización se logró correctamente, se le realizó un análisis por UV-Vis (figura 1), en el cual, el encontrar que las bandas de absorbancia de la molécula se iban modificando conforme se le realizaba el proceso, era un indicador presuntivo de los resultados esperados. Posteriormente, para confirmar la funcionalización y adsorción se procedió con el análisis por FT-IR (figura 2), en el cual se encontraron las bandas correspondientes para los enlaces Si-O, Si-OH, los cuales son indicativos de los grupos silano (Si-O) y silanol (Si-OH) (C. Silva, 2015). En cuanto a la adsorción, se encontraron las bandas correspondientes a los enlaces C-H, C=C, C=O, C-N, C=N, Si-C, los cuales confirman la presencia del acetaminofén en las NPsSiO₂, además que la banda de -OH muestra una gran área debido a que los grupos -OH se encuentran formando numerosos puentes de hidrógeno (Ruiz S. et. al, 2009) que forman con el fármaco.



Figura 3. Resultados de la evaluación de la liberación del fármaco durante 4 h. en un medio de PBS. La concentración inicial de la solución fue de 20,000 ppm

En cuanto a la liberación del fármaco, se encuentra que durante la primera media hora de evaluación, el fármaco parece haber sido liberado en el medio inmediatamente, posiblemente porque el acetaminofén se encontraba en la superficie de la partícula y al ser expuesto en el medio alcohólico se solubilizó gran parte de este. Posteriormente, pasada la siguiente media hora, el fármaco parece ser adsorbido de nuevo. Consecuentemente, cada media hora las partículas presentaban un comportamiento cíclico, en el cual parte del fármaco era liberado, para posteriormente ser re adsorbido. Otro factor a considerar era la solubilidad del fármaco en el medio, ya que este presenta buena solubilidad en medios alcohólicos por lo que este factor propiciaba también a que parte del fármaco adsorbido fuese liberado en el medio

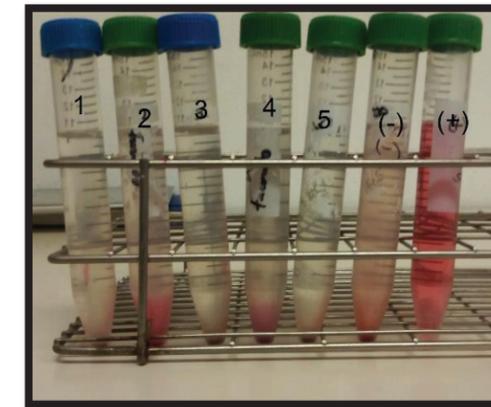


Figura 4. Resultados de la prueba de hemólisis. En orden de izquierda a derecha se encuentran las concentraciones de 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 mg/mL de NPsSiO₂ y después los controles negativo y positivo

Tabla 2. Resultados de la prueba de hemólisis

Muestra	NPsSiO ₂ [mg/mL]	Abs muestra	% hemólisis
1	0.1	-0.01	-8.80
2	0.2	-0.08	-62.32
3	0.3	-0.08	-59.50
4	0.4	-0.11	-86.22
5	0.5	-0.09	-72.59

Como se puede observar en la figura 4, es posible ver a simple vista los resultados de la prueba de hemólisis. Presentando resultados negativos para este fenómeno en las concentraciones presentadas (tabla 2), por lo que su citotoxicidad se puede clasificar nula hasta 0.5mg/mL. Los porcentajes negativos se pueden explicar debido a las absorbancias negativas presentadas por la muestra, puesto que presentan tonalidad aún más clara que el control negativo usado como blanco para leer las muestras.

CONCLUSIONES

- La metodología propuesta para la funcionalización y fisorción fueron adecuadas para los objetivos propuestos.
- Las NPsSiO₂ funcionan como un buen vehículo para el acetaminofén además de ser resistentes físicamente.

- Se confirmó la fisisorción mediante el análisis de FT-IR
- Las NPsSiO₂ poseen gran estabilidad y buena capacidad de fisisorción con el acetaminofén.
- Las NPsSiO₂ funcionalizadas no presentan citotoxicidad hasta una concentración de 0.5mg/mL
- Es necesario buscar algún tipo de estímulo o medio por el cual la liberación del fármaco sea más controlada y con un mayor volumen

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer al IPICYT y el CONACYT por brindarme esta oportunidad de realizar una estancia en algún lugar diferente al de mi residencia. A el Dr. Vicente Rodríguez por su gran ayuda y colaboración durante toda mi estancia, así como a todos y cada uno de las personas que trabajan en el laboratorio de Materiales Avanzados, por su ayuda, cooperación y por brindarme una grata compañía durante mi estancia. A mi alma mater la Universidad Autónoma de Aguascalientes por haberme brindado mi formación como químico y por todas las herramientas que me brindó a lo largo de mi carrera profesional, a mi familia por su grande apoyo y por último a MiNa, por siempre haber creído en mí.

BIBLIOGRAFIA

1. Carbajo, M. M. D. C. (2006). Materiales porosos periódicos moldeados con partículas poliméricas. Madrid, ES: Universidad Complutense de Madrid. Retrieved from <http://www.ebrary.com> (04/07/16)
2. Claudia Verónica Espinoza Silva (2015), "Síntesis de nanopartículas de SiO₂ como potenciales vehículos para administración de fármacos", DMAvN- IPICYT, San Luis Potosí, S.L.P., [pp. 12].
3. Fernández Vila, Sabela, Tojo Fernández, Beatriz, and Chao Millor, Montserrat. Dispensación de productos farmacéuticos. Madrid, ES: McGraw-Hill España, 2013. ProQuest ebrary. Web. 27 June 2016. Copyright © 2013. McGraw-Hill España. All rights reserved.
4. López, G. M. E. (2009). Síntesis coloidal de materiales compuestos nanos estructurados con matrices de alúminas y de aluminio mediante la utilización de alcóxido de circonio. Oviedo, ES: Ediuno - Universidad de Oviedo, [pp. 16]. Retrieved from <http://www.ebrary.com> (15/07/16)
5. López, G. P. (2011). Preparación, caracterización y evaluación biológica de nanopartículas poliméricas para la liberación controlada del paclitaxel. Madrid, ES: Universidad Complutense de Madrid, [pp.22]. Retrieved from <http://www.ebrary.com>
6. Nieves Abril Díaz, J. Antonio Bárcena Ruiz, Emilio Fernández Reyes, Aurora Galván Cejudo, Jesús Jorrín Novo, José Peinado Peinado1, Fermín Toribio Meléndez-Valdés, Isaac Túnez Fiñana (2006). Espectrofometría: Espectros de absorción y cuantificación colorimétrica de biomoléculas. Departamento de Bioquímica y Biología Molecular. Campus Universitario de Rabanales, Edificio Severo Ochoa, 14071-Córdoba. Extraído de http://www.uco.es/dptos/bioquimica-biol-mol/pdfs/08_ESPECTROFOTOMETR%C3%8DA.pdf (06/07/16)
7. Santiago Gómez Ruiz, Isabel Sierra Alonso, Damián Pérez Quintanilla (2009), Análisis Instrumental, Volumen 1, España, Gesbiblo, [pp. 77]
8. Soler, I. G. (2009). Nanotecnología: el desafío del siglo XXI. Buenos Aires, AR, [pp. 132, 203]: Eudeba. Retrieved from <http://www.ebrary.com> (11/07/16)

PREDICCIÓN DE UNA ENFERMEDAD MULTIFACTORIAL (OSTEOARTRITIS) UTILIZANDO REGRESIÓN LOGÍSTICA: DATOS DE OSTEOARTHRITIS INITIATIVE (OAI)

Carlos Daniel Luna Gómez¹ y Carlos Eric Galván Tejada²

RESUMEN

La osteoartritis es la enfermedad de las articulaciones más común en el mundo. La osteoartritis causa que la capa superior del cartílago se rompa y se desgaste. Por la pérdida de cartílago los tejidos óseos empiezan a rozarse, la fricción causa dolor, hinchazón y pérdida de movimiento en la articulación; sin un tratamiento efectivo y duradero disponible. La predicción temprana de la osteoartritis es deseable para retrasar su aparición. En esta investigación se utilizaron datos de la OAI, imágenes de resonancia magnética (MRI) con puntuación para osteoartritis en rodilla (MOAKS), durante dos años.

La variable a predecir que se utilizó fue el dolor crónico a los 60 meses. Esta variable se relaciona con el padecimiento de la enfermedad. El modelo lineal utilizado fue la regresión logística de la cual se le evaluó el ODD y el AUC; se seleccionaron las cinco mejores variables predictoras de MOAKS en cada tiempo y cada rodilla.

Palabras Clave: Osteoartritis, MOAKS, regresión logística, predicción

ABSTRACT

Osteoarthritis is the most common joint disease in the world. Osteoarthritis causes rupture and wear of the top layer of cartilage. The cartilage losses propitiate the rub of the bones, the friction provokes pain, swelling, and joint stiffness; without an effective and lasting treatment. Early prediction of osteoarthritis is desirable so we can delay the appearance of this disease. This investigation used OAI material, the magnetic resonance imaging (MRI) Osteoarthritis knee score (MOAKS); during two years. The variable used to predict was chronic pain in to the first 60 months. This variable has a close relation with the disease. The linear model used was the logistic regression, we evaluated of the ODDs ratio and the AUC. Then we selected the best five predictors variables of the MOAK's each time and each knee.

Key words: Osteoarthritis, MOAKS, logit regression, predict

INTRODUCCIÓN

En el mundo las enfermedades articulares representan un problema de salud debido a que en su fase más grave incapacitan al que las padece, de estas enfermedades la más común es la osteoartritis (OA) esta principalmente afecta a los adultos mayores pero además existen otros factores de riesgo para desarrollar la enfermedad entre los que destacan el sobrepeso, el envejecimiento, las lesiones de las articulaciones, los defectos en la formación de las articulaciones, defectos genéticos en el cartílago de la articulaciones, la fatiga de las articulaciones como consecuencia de ciertos trabajos o deportes. (Lavallo Montalvo, 2010) La OA puede afectar a cualquier articulación, pero ocurre con más frecuencia en las rodillas, las caderas, la espalda baja y el cuello, las pequeñas articulaciones de los dedos y las bases del pulgar y el dedo gordo del pie. Los síntomas son variados dependiendo a que articulación afecte pero generalmente el dolor y la rigidez están presentes en todas las articulaciones afectadas. (Loeser, Goldring, Scanzello, & Goldring, 2012)

¹ Instituto Tecnológico de Celaya, Departamento de Ingeniería Bioquímica; Antonio García Cubas Pte#600 Av. Tecnológico, C.P. 38010, Celaya, Guanajuato. México. Teléfono (461) 61 17575. carlos.luna.bq@gmail.com

² Universidad Autónoma de Zacatecas, Ingeniería en Software; Carr. a Guadajara Km 6 Edificio E-13, Ejido La Escondida, Lázaro Cárdenas, C.P. 98160 Zacatecas, ZAC ericgakvan@uaz.edu.mx.

A pesar de la naturaleza multifactorial de la OA, los cambios patológicos observados en las articulaciones artrósicas tienen características comunes que afectan a toda la estructura de la articulación, lo que resulta en dolor, deformidad y pérdida de la función (Loeser, Goldring, Scanzello, & Goldring, 2012)

El MOAKS es aplicable principalmente para cuantificar el estado de la OA, el instrumento MOAKS refina la puntuación de las heridas de la médula ósea (que proporcionan delimitación regional y con calificaciones en todas las regiones), cartilago (evaluación sub-regional), y refina la puntuación de los elementos de la morfología del menisco (añadiendo la hipertrofia de menisco, maceración parcial y maceración parcial progresiva). (Hunter, y otros, 2011)

METODOLOGÍA

Para este estudio se utilizó la información recopilada por la *Osteoarthritis Initiative* (OAI). De las bases de datos de la OAI se tomaron tres bases de MOAKS (0, 12 y 24 meses) así se obtuvieron los correspondientes T0, T1 y T2. Las bases inicialmente tenían 542 pacientes con 111 variables medidas por radiólogos de OAI utilizando la escala MOAKS, pero se eliminaron 21 por no dar seguimiento al estudio así quedaron 521 de los cuales 289 se les analizó la rodilla derecha y 253 la rodilla izquierda. De otra base de datos (*Clinical Data* 60 meses) se obtuvo la variable a predecir que venía expresada en 0 si no tenía dolor y en 1 o 2 si tuvo dolor. De los 289 de la rodilla derecha 57 no presento dolor y 237 si lo presento y de los 253 de la rodilla izquierda 47 no presento dolor y 206 si lo presento.

Para la regresión lineal se utilizó el modelo de regresión logística ya que nuestra variable a predecir cumplía con la característica primordial del modelo, tener dos posibles resultados, así solo fue necesario transformar la variable dolor crónico en dicotómica. Al modelo obtenido de cada variable de MOAKS en T0, T1 y T2 se le calculó el ODDS ratio y el área bajo la curva (AUC) ROC (representación gráfica de sensibilidad frente a la especificidad).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestran las cinco variables con los AUC más altos obtenidos en la rodilla derecha, estos oscilan entre 0.60 y 0.67 lo que indica que son buenas predictoras; las variables MOSFLC y MOSTL son las más altas en las tres evaluaciones, como variables predictoras del dolor crónico se mantienen durante el tiempo estudiado. Además las variables MOSFMA y MOSFMP se encuentran alternándose las posiciones tres y cuatro de la tabla, por tanto estas variables deben de ser consideradas como relevantes.

Tabla.1 Rodilla derecha

Predictor variable	Odds ratio	T0			Predictor variable	Odds ratio	T1			Predictor variable	Odds ratio	T2		
		97.50%	2.50%	AUC			97.50%	2.50%	AUC			97.50%	2.50%	AUC
V00MOSFLC	2.00	3.06	1.31	0.67	V01MOSFLC	1.93	2.92	1.28	0.66	V03MOSFLC	1.87	2.81	1.24	0.66
V00MOSTL	1.73	2.67	1.13	0.63	V01MOSTL	1.79	2.76	1.16	0.64	V03MOSTL	1.85	2.88	1.19	0.64
V00MOSFMP	1.64	2.35	1.14	0.62	V01MOSFMA	1.79	2.69	1.19	0.62	V03MOSFMP	1.71	2.47	1.19	0.63
V00MOSFMA	1.74	2.62	1.16	0.62	V01MOSFMP	1.59	2.28	1.11	0.61	V03MOSFMA	1.82	2.75	1.21	0.63
V00MOSFMC	1.56	2.28	1.06	0.61	V01MOSFLA	1.40	2.05	0.95	0.60	V03MOSFMC	1.53	2.23	1.06	0.61

En la tabla 2 se muestran las cinco variables con los AUC más altos obtenidos en la rodilla izquierda, estos oscilan entre 0.57 y 0.63 lo que indica que son predictoras aceptables; las variables MCMFMC y MMXMA son las mejores predictoras en las primeras dos de las tres evaluaciones, pero después se pierden.

Tabla.2 Rodilla izquierda

Predictor variable	Odds ratio	T0			Predictor variable	Odds ratio	T1			Predictor variable	Odds ratio	T2		
		97.50%	2.50%	AUC			97.50%	2.50%	AUC			97.50%	2.50%	AUC
V00MCMFMC	1.62	2.33	1.13	0.63	V01MCMFMC	1.51	2.17	1.05	0.61	V03MCMFMC	0.73	1.04	0.51	0.60
V00MMXMA	1.68	2.62	1.08	0.60	V01MMXMA	1.72	2.70	1.10	0.60	V03MCMTMA	1.78	2.96	1.07	0.59
V00MBMSPM	1.48	2.30	0.96	0.57	V01MBMSFMC	1.63	2.41	1.10	0.59	V03MMXMA	1.57	2.39	1.04	0.59
V00MBMNTMA	1.78	3.10	1.02	0.57	V01MCMFLA	0.78	1.09	0.57	0.58	V03MBMPFMA	0.75	1.03	0.55	0.57
V00MBMSTMA	1.61	2.84	0.91	0.57	V01MPOPCYS	0.74	1.04	0.52	0.58	V03MPOPCYS	0.76	1.07	0.54	0.57

CONCLUSIONES

En el análisis realizado se encontraron variables que pueden utilizarse para predecir la osteoartritis, principalmente en la rodilla derecha. La rodilla izquierda presento AUC más bajos en relación a la derecha y la mayoría de las variables no se mantienen durante los tiempos evaluados. Sin embargo los resultados solo se analizaron con un modelo de regresión, la regresión logística, por tanto comparar esta metodología con otras, tales como análisis multivariantes o redes neuronales, pueden aumentar el nivel predictivo de las variables.

BIBLIOGRAFÍA

- Hunter, D. J., Guermazi, A., Lo, G. H., Grainger, A. J., Conaghan, P. G., Boudreau, R. M., & Roemer, F. W. (2011). Evolution of semi-quantitative whole joint assessment of knee OA: MOAKS (MRI Osteoarthritis Knee Score). *Osteoarthritis and Cartilage*, 19(8), 990-1002.
- Lavalle Montalvo, C. (2010). Osteoarthritis. *UNAM-Facmed*, 20.
- Loeser, R., Goldring, S., Scanzello, C., & Goldring, M. (2012). Osteoarthritis: a disease of the joint as an organ. *Arthritis & Rheumatism*, 64(6), 1697-1707.

CARACTERIZACIÓN DE SUPERCAPACITORES PARA SU USO EN SUSTITUCIÓN DE PILAS ELÉCTRICAS

Fernando de Jesús Luna Juárez¹ y Raúl Ramírez López²

RESUMEN

En este proyecto se realizaron pruebas exhaustivas a supercapacitores, se revisaron diferentes circuitos, métodos y tiempos para su carga y descarga, dependiendo del número de los mismos, así como diferentes maneras de conectarlos en varios arreglos. Se muestran los resultados de las pruebas a las que fueron sometidos.

ABSTRACT

In this project exhaustive tests were performed to supercapacitors, different circuits, methods and times for charging and discharging them, depending on its number, as well as different ways of connecting them in various arrangements were reviewed. It is shown the set of results of the tests that were subjected.

INTRODUCCION

En este proyecto se revisarán y realizarán los métodos de carga a los supercapacitores, sus métodos de descarga así como los tiempos de duración de la carga bajo diferentes situaciones y pruebas a los que se someterán los supercapacitores.

1.-**Carga de un supercapacitor:** Para esta prueba será necesario utilizar el circuito de carga más la tablilla arduino para poder mantener la carga.

2.-**Carga de varios supercapacitores:** Para este paso se utilizará el mismo circuito de carga y la tablilla arduino. A esta solo se le modificará su programación para prolongar su carga total y mantenerla en la carga deseada.

3.-**Descarga de supercapacitor individual mediante un motor de 3v:** En esta prueba se utilizó un supercapacitor previamente cargado en su totalidad donde se utilizó un pequeño motor de 3 volts para verificar el tiempo de descarga del supercapacitor.

4.-**Aplicación a un motor de automóvil y su descarga:** Al llegar a este punto se tendrá conocimiento de la potencia de los supercapacitores además del conocimiento para los diferentes arreglos que se tendrán que hacer a los supercapacitores ya que se utilizaran 10 de los mismos.

¹ Instituto Tecnológico Superior de Monclova "Ejército Mexicano", Ing. Electrónica, Carretera 57 km 4.5, Unidad Tecnológica y Universitaria, 25701, Monclova, Coahuila.

² Instituto Tecnológico de Querétaro, Docente, rramirez@mail.itq.edu.mx

MARCO TEORICO

Ultracapacitor: Capacitor electroquímico de alta capacidad con valores de capacidad mucho mayor que otros capacitores en el que se suelen almacenar de 10 a 100 veces más energía por unidad de volumen o masa de los capacitores electrolíticos normales, y donde se utiliza su mismo modelo que es $i=C*dv/dt$.

Multímetro: Instrumento eléctrico portátil para medir directamente magnitudes eléctricas activas, como corrientes y potenciales, o pasivas como resistencias, capacidades y otras.

Fuente De Alimentación: Sistema que otorga electricidad a los equipos que la requieran que van desde PC's hasta circuitos integrados. Algunos tipos de fuentes cuentan con corriente o voltaje variable.

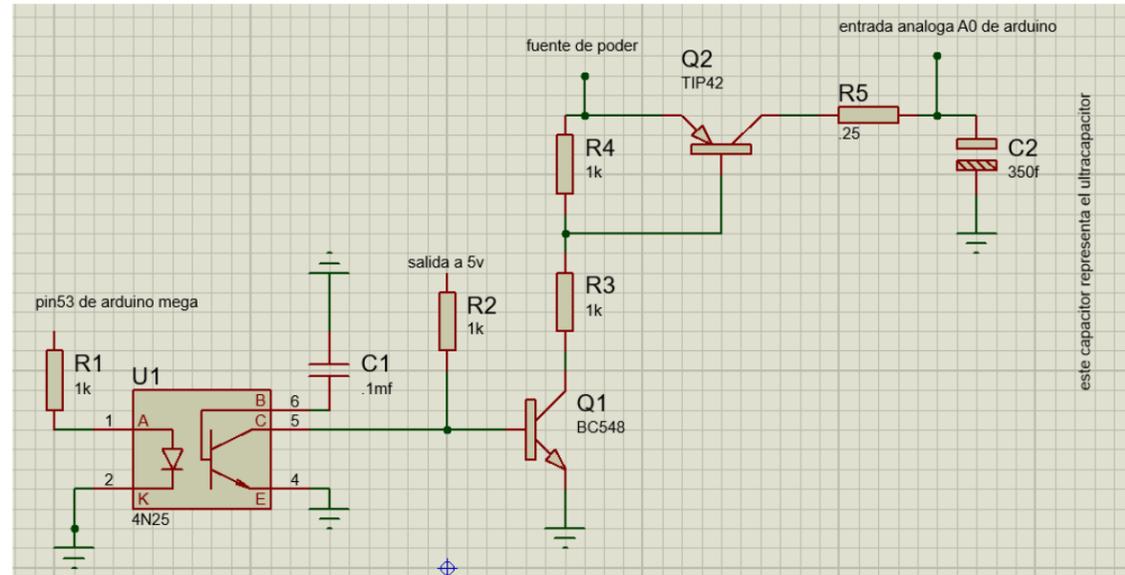
Osciloscopio: Instrumento de visualización electrónico para la representación gráfica de señales eléctricas que pueden variar en el tiempo.

Arduino: Plataforma de microcontrolador de código abierto diseñada para facilidad de uso en términos tanto de hardware como software.

Uno de los pasos para este proyecto fue crear una fuente de alimentación en circuito impreso, que proporcionará el voltaje y la corriente eléctrica exactas para la carga del supercapacitor. Mas al no obtener los resultados estipulados, se optó por utilizar un circuito que nos apoyara, impidiendo que la fuente de alimentación sobrecargara el capacitor, con el consecuente daño. Para eso utilizamos el arduino junto a un Optoacoplador, el cual indicaría cuando llegaría al punto máximo de carga y mantenerlo en ese punto, impidiendo que pasara más carga de la necesaria en el supercapacitor.

MÉTODOS Y MATERIALES

Métodos: Los movimientos que se hicieron para cargar el supercapacitor fueron al momento de conectar la fuente de alimentación estar monitoreando con un multímetro la carga lenta hasta llegar al límite deseado que en ese momento se decidió que fuera 2.5V viendo cómo aumentaba la carga del voltaje lentamente en el multímetro y al momento de llegar a la carga deseada (2.5V) desconectar la fuente de alimentación teniendo como resultado la carga exitosa del supercapacitor a 2.5V, después de su primera carga se optó por crear un circuito de desconexión automática utilizando arduino y el siguiente circuito:



En la figura R5 podemos observar la resistencia de .25 ohms que es el resultado las 4 resistencias de 1ohm en paralelo, al dividir estas cuatro resistencias tenemos el resultado de .25 ohms. A continuación se muestra el procedimiento para lograr obtener la carga y voltaje necesario:

$$V=Ri(t) + 1/C*\int_{t_0}^t i(t)dt$$

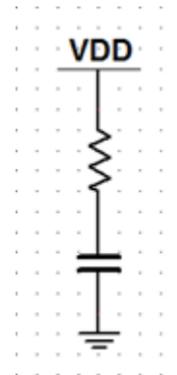
Al evaluar en t=0:

$$V=Ri_0 + 0= Ri_0$$

$$i_0=10 \text{ A}$$

V=2.7 v, por tanto:

$$R= .27\Omega$$



Materiales: Ultracapacitor (BCAP0350), Transistor TIP42, Transistor BC548, Resistencias varias, Capacitor cerámico, Optoacoplador 4n25, Caimanes de conexión, Arduino, Protoboard.

Equipos: Multímetro, Fuente de poder digital, osciloscopio, cautín, pasta para soldadura, soldadura.

1.-Carga de un supercapacitor: Para esta prueba será necesario utilizar el circuito de carga más la tablilla arduino para poder mantener la carga cuando esta llegue al punto deseado además de estar monitoreando el avance de la carga mediante un osciloscopio y un multímetro conectados al mismo tiempo al supercapacitor.

2.-carga de varios supercapacitores: Para este paso se utilizará el mismo circuito de carga y la tablilla arduino a esta solo se le modificara su programación para prolongar su carga total y mantenerla además de agregando los arreglos necesarios en los supercapacitores.

3.-Descarga de supercapacitor individual mediante un motor de 3v: En esta prueba se tomaron los datos que se mostraran a continuación donde se puede observar el tiempo transcurrido así como el voltaje restante en el supercapacitor.

Tiempo Transcurrido (Minutos)	10	20	30	40	50	60
Voltaje Restante	2.013	1.997	1.943	1.908	1.876	1.844

4.-Aplicación a un motor de automóvil y su descarga: En esta prueba fue necesario utilizar 10 supercapacitores cargados en su totalidad para hacer la prueba de encendido de una automóvil (En este caso una camioneta de 4 cilindros) con sus respectivos arreglos utilizando resistencias de precisión además de un cable de cobre entrelazado como se muestran en las pruebas a continuación;

RESULTADOS

Después de la carga se realizó la primera prueba al ultracapacitor la cual consistía en gastar la carga dada al capacitor mediante un pequeño motor de aproximadamente 3V. Se monitoreó con multímetro y los resultados de la prueba se muestran en la siguiente tabla:

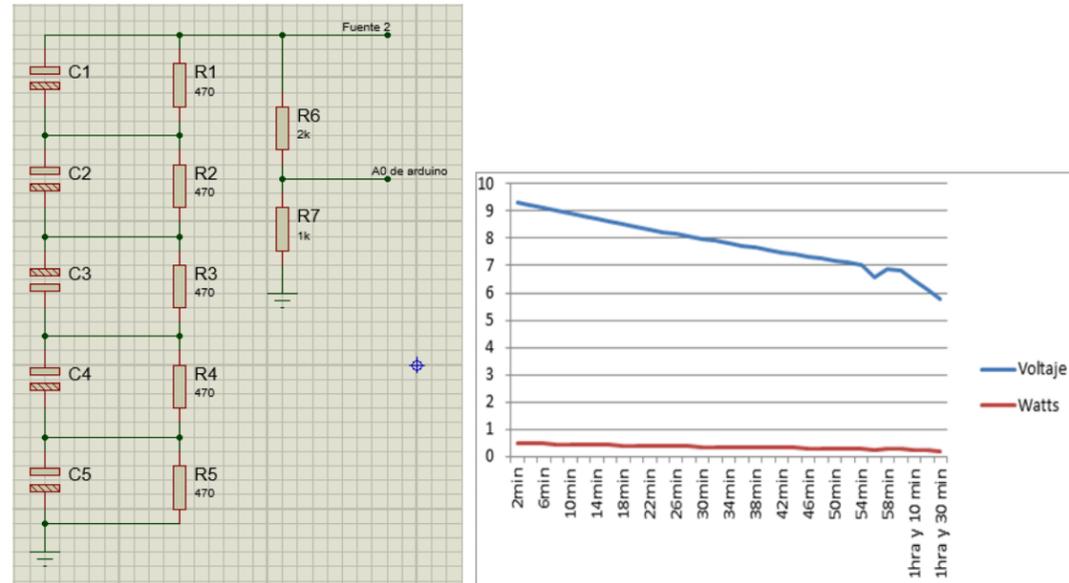
-El voltaje de inicio fue de 2.5 volts.

Tiempo Transcurrido (Minutos)	10	20	30	40	50	60
Voltaje Restante	2.013	1.997	1.943	1.908	1.876	1.844

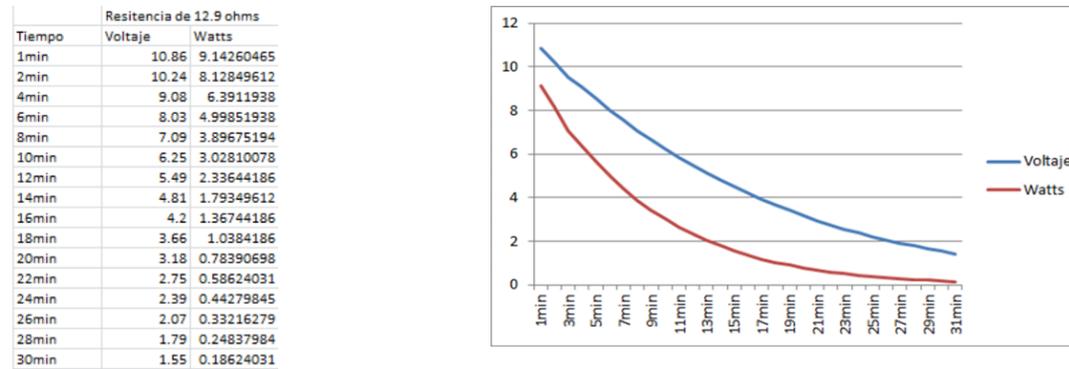
NOTA. En el lapso de 0 a 29 minutos la disminución de voltaje era de .001 volts cada 14 segundos y de 30 a 60 minutos la disminución era de .001 volts cada 17 segundos y en ningún momento hubo sobrecalentamiento en algún componente y/o cable de puente.

En su segunda prueba se utilizó un arreglo con 5 ultracapacitores que se muestra a continuación junto con sus resultados al momento de descargarse con una resistencia de 180Ω conectada a las terminales del supercapacitor:

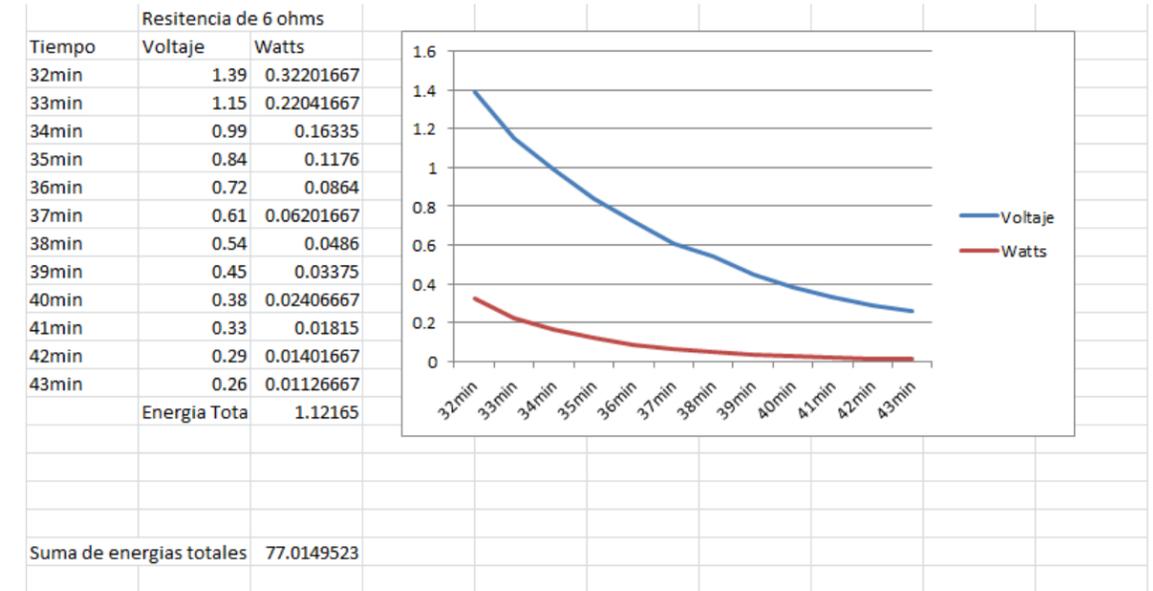
resistencia de 180 ohms																				
Tiempo	2min	6min	10min	14min	18min	22min	26min	30min	34min	38min	42min	46min	50min	54min	58min	1hra	1h y 10 min	1h y 20 min	1h y 30 min	
Voltaje	9.33	9.11	8.9	8.7	8.52	8.33	8.16	7.98	7.81	7.65	7.49	7.33	7.18	7.03	6.88	6.8	6.45	6.11	5.79	
Watts	0.483605	0.46106722	0.440055556	0.4205	0.40328	0.38549389	0.36992	0.35378	0.33886722	0.325125	0.31166722	0.29849389	0.28640222	0.27456056	0.26296889	0.25688889	0.231125	0.20740056	0.186245	
Joules Total	6.297446111																			



En la segunda prueba se volvió a cargar los ultracapacitores con su mismo arreglo más para su descarga se utilizó una resistencia de 12.9Ω en el primer lapso de tiempo que se muestra en la siguiente tabla:



A partir del minuto 31 se reemplazó la resistencia de 12.9Ω por una resistencia de 6Ω para acelerar su descarga además de mostrar la suma de las energías como se muestra a continuación:



CONCLUSIONES

El potencial de los supercapacitores, no sólo por su tamaño práctico, sino también por su gran capacidad de almacenamiento de carga, queda demostrado en éste trabajo. La carga de uno o varios supercapacitores es sumamente rápida, en comparación con una batería de capacidad similar, la que requiere de tiempos extremadamente mayores.

La aplicación de su energía almacenada en diversos dispositivos, como motores, resistencias, e incluso para el arranque de un automóvil, también ha sido demostrado en éste trabajo. Anteriormente, para poder lograr almacenar la carga que soporta un supercapacitor moderno se requería de un capacitor de gran tamaño. El futuro para los supercapacitores es prometedor, ya que el proyecto de sustitución de baterías comunes por supercapacitores fue un éxito dando paso estos resultados a miles de maneras de utilización para los supercapacitores no solo en la rama industrial, sino que también en el caso doméstico.

BIBLIOGRAFIA

Libro

Robert f. Coughlin, Frederick F. Discoll. Amplificadores Operacionales Y Circuitos Integrados Lineales, PRENTICE-HALL HISPANOAMERICA, S.A.

FABRICACION DE GEOPOLIMEROS CASO CENIZA VOLANTE Y POLVOS INDUSTRIALES

Andrea Alondra Maltos Villarreal¹ y Francisco Raúl Carrillo Pedroza²

RESUMEN

Los residuos industriales han empezado a generar un problema no solo para el área laboral si no para el medio ambiente, es por eso que en el presente trabajo se tiene como objetivo el reciclaje de los residuos y la transformación en geopolimeros, los cuales tienen como fin aprovechar los residuos transformándolos en un material amigable con nuestro medio ambiente. La síntesis de estos geopolimeros se realizó utilizando polvos siderúrgicos empleando agentes alcalinos para activarlos como el NaOH y el Na₂SiO₃. Posteriormente se realizaron distintas pruebas con diferentes porcentajes de polvos y agentes alcalinos para después analizarlas mecánicamente. Los resultados obtenidos se analizaron y compararon para determinar cuál de los porcentajes empleados son más eficaces para ser utilizados.

ABSTRACT

Industrial wastes have begun to create a problem not only for the workplace also for the environment, is why in this paper aims recycling of waste and transformation in geopolymer, which are designed to take advantage transforming waste material in a friendly our environment. Synthesis was performed using these industrial geopolymer powders using alkaline agents such as NaOH and Na₂SiO₃. Subsequently different tests were performed with different percentages of alkaline agents powders and then analyze mechanically. The results were analyzed and compared to determine which of the percentages used are more effective for use.

Palabras Clave: geopolimero, polvos, ambiente, siderúrgicos.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la investigación, el desarrollo y la transferencia de tecnologías de nuevos materiales de ingeniería aplicados a la innovación y el mejoramiento de productos tienen un papel importante, dado que se busca fortalecer la producción de productos amigables con el medio ambiente y que a su vez posean buenas propiedades mecánicas y de resistencia a la corrosión, entre otras cosas.

En la industria la fabricación del cemento Portland, el principal componente del concreto, ha aumentado como consecuencia del crecimiento poblacional, y se ha convertido en una de las principales industrias contaminantes debido a la emisión de grandes volúmenes de sustancias en estado gaseoso que se producen durante el proceso de obtención del Clinker. (González, 2012)

El nuevo geopolimero será producido con fórmulas diferentes entre polvos residuales y una solución activadora obteniéndose un material que pretenderá tener propiedades similares a la del cemento.

Análisis mecánicos y químicos detallados permitirán establecer su eficiencia como material de construcción y edificación. Se evaluará el desempeño de concretos hechos a base de geopolimero a partir de la activación de ceniza volante y colectores de siderurgia para un posible uso.

¹ Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia; carretera 57, km 5, C.P: 25710, Monclova, Coahuila, andii_maltos@hotmail.com

² Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de metalurgia; carretera 57, km 5, C.P: 25710, Monclova, Coahuila, frcarrillo@yahoo.com.mx

MÉTODOS Y MATERIALES

Los materiales utilizados para este proyecto se nombrarán en la siguiente tabla.

Tabla. 1. Material utilizado en la síntesis de geopolimeros.

Reactivo analítico, Na ₂ SiO ₃ , marca Jalmek.	Parrilla de agitación, thermolyne cimarec.
Reactivo analítico, NaOH, marca Jalmek.	Agitadores magnéticos
Reactivo analítico, HCl, marca Faga lab.	Espátulas
Agua	Polvos siderúrgicos
Vasos de precipitado (400,500 y 1000 ml)	Moldes plásticos
Balanza marca OHAUS	Probetas graduadas
Horno de 0 a 220°C marca ARSA	

Como ya se ha hecho mención el propósito de este trabajo es elaborar un geopolimero a base de polvos residuales industriales por lo cual se realizaron a partir de polvos colectores y ceniza volante siderúrgicos los cuales fueron activados con hidróxido de sodio y silicato de sodio. El proceso de síntesis se presenta en la siguiente figura (figura 1).

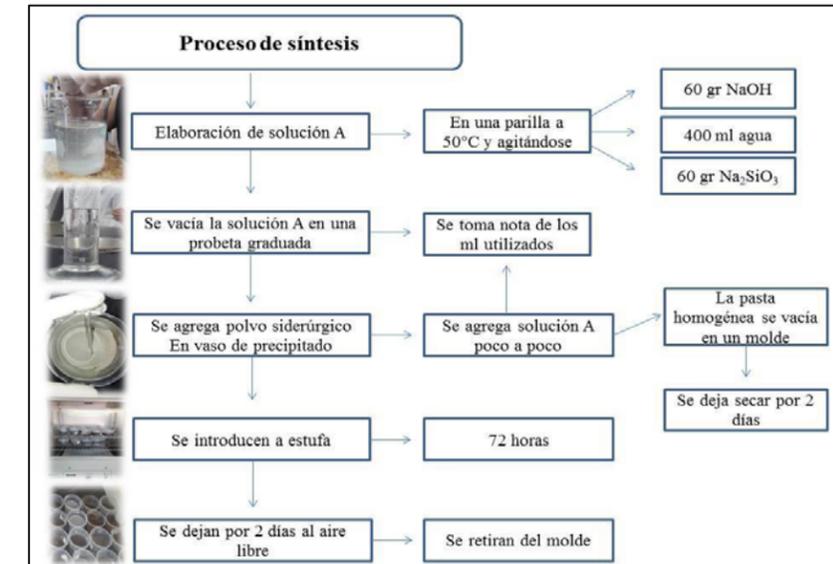


Figura 1. Proceso de elaboración de muestras

Paso 1. Se realiza una solución de 60 gr NaOH y 60 gr de Na₂SiO₃ en 400 ml de agua vaciando poco a poco ésta en una probeta graduada para tomar medida de cuanto se utiliza. Se realizan 3 soluciones más, según la tabla 2.

Tabla. 2. Gramos y porcentajes utilizados en la elaboración de las muestras

Prueba	NaOH gr	Na ₂ SiO ₃ gr	Ceniza volante %	Polvo industrial %
1	60	60	100	0
2	60	60	0	100
3	60	60	75	25

4	60	60	50	50
5	60	40	75	25
6	60	40	50	50
7	40	60	75	25
8	40	60	50	50
9	40	40	75	25
10	40	40	50	50

Paso 2. En un vaso de precipitado se agrega polvo industrial según los porcentajes de la tabla 2 y se agrega poco a poco la solución para después dejar secar por 2 días, después llevarlo a la estufa por 72 hrs y por último dejar en fraguado por 2 días más.

Se obtuvieron muestras de polvos industriales a diferentes porcentajes mostrados en la tabla 2 y se realizaron 3 muestras de cada porcentaje debido a que se les realizó diferentes ataques químicos (sumergidas en NaOH y HCl) y pruebas mecánicas. En la siguiente imagen (figura 2) se muestra una representación del proceso anterior.

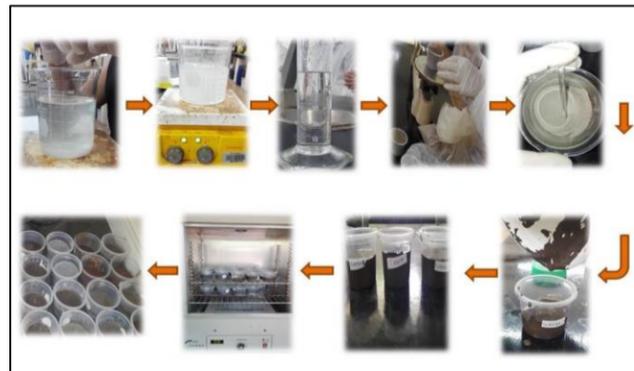


Figura 2. Imágenes de elaboración de muestras

Después de terminados los días de fraguado de las muestras, se eligieron y dividieron en 3 grupos de manera que en cada grupo se encontraban todos los porcentajes mencionados en la tabla 2, esto con el fin de realizarles un ataque con NaOH, con HCl y por último realizarles una prueba mecánica para conocer cuál es su resistencia de compresión. Se les realiza un ataque con NaOH y HCl del cual el proceso se muestra en la figura 3.

Se realizó una muestra de cemento portland para poder tomar de referencia y poder comparar los geopolímeros con este material. Se utilizó 25 g de cemento agregándole 25 gr de arena y 12 ml de agua, dejándolo por 2 días solamente en fraguado. Las muestras del grupo 3 no se les realizó ataque, con el fin de analizar el material sin atacarlo. Estas muestras se dejaron al aire libre por aproximadamente 15 días



Figura 3. Proceso de ataque con NaOH y HCl.

Las muestras elegidas, ya lijadas y con las dos superficies planas se pasan a realizarles la prueba mecánica de compresión esto con el fin de determinar la resistencia de este material y conocer cuanto puede ser su deformación.

RESULTADOS

La Tabla muestra los datos de las probetas que se sometieron al ensayo de compresión, a una velocidad de 1.2 mm/min, carga máxima 25000 N. Solo se muestran las pruebas donde las probetas tuvieron la resistencia suficiente para ser sometidas al ensayo de compresión. Así como una probeta hecha de cemento portland, a manera de referencia.

Tabla 7. Medidas de las probetas sometidas al ensayo de compresión y fuerza máxima soportada.

PROBETA:	ALTURA (mm)	DIAMETRO MENOR (mm)	DIAMETRO MAYOR (mm)	FUERZA MAXIMA de compresión (N)
PRUEBA 3	20.33	49.27	53.58	14003.93
PRUEBA 5	19.77	48.95	52.92	10256.75
PRUEBA 7	21.01	48.68	53.71	9702.14
PRUEBA 10	16.61	48.07	50.31	20989.89
PRUEBA 3 NaOH	19.18	48.87	52.72	8958.42
PRUEBA 5 NaOH	18.51	48.53	52.57	9849.98
PRUEBA 7 NaOH	18.98	48.65	53.02	7596.8
PRUEBA 10 NaOH	14.76	48.1	50.32	17663.05
PRUEBA 3 HCl	19.34	49.26	53.24	8709.79
PRUEBA 5 HCl	19.81	48.15	52.86	8167.65
PRUEBA 7 HCl	18.8	48.89	52.94	7100.31

PRUEBA 10 HCl	15.83	48.69	52.15	13555.78
CEMENTO PORTLAND	12.76	48.48	50.06	20976.24

La Figura 4 muestra una fotografía de la probeta colocada en el equipo de ensayos a la compresión. En tanto que la Figura 5 muestra los resultados obtenidos para la fuerza máxima que soportan las probetas de las pruebas más relevantes, indicadas en la Tabla 7, considerando la fuerza de carga por área promedio de probeta. De los resultados mostrados en esta figura se puede observar que, tomando como referencia la carga (dada por la fuerza en N, por cm cuadrado del cemento Portland), la prueba 10 sin tratamiento alcalino u ácido es la que soporta una mayor carga por medida de área, incluso similar a la del cemento Portland.

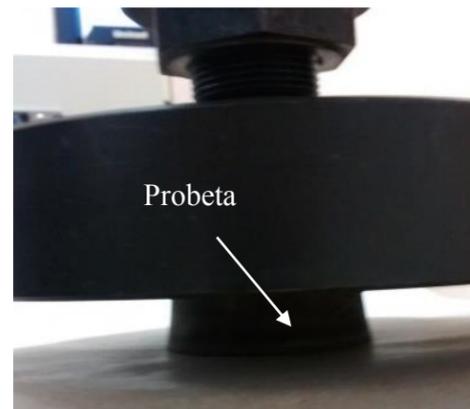


Figura 4. Muestra colocada en equipo de compresión.

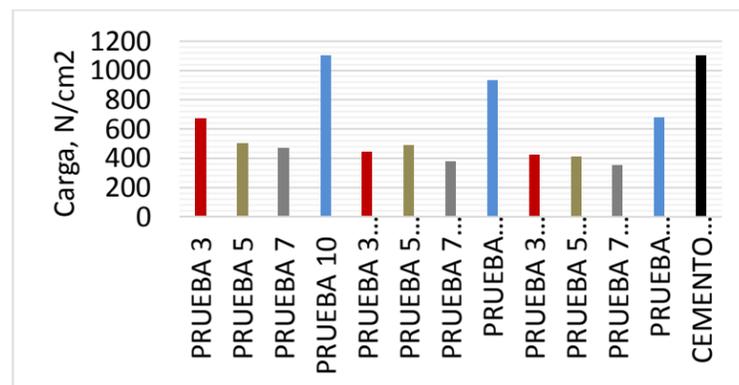


Figura 5. Resultados obtenidos para la fuerza de compresión.

Es interesante observar que en todas las probetas se observa una disminución de la resistencia cuando previamente fue sometida al tratamiento con soluciones alcalinas y ácidas. Por ejemplo, para el caso de la probeta de la Prueba 10, la resistencia disminuye en el tratamiento con NaOH, y más aún con el HCl. La figura 6 muestra claramente estos datos en términos de resistencia, tomando como referencia la carga soportada por el cemento Portland. Considerando nuevamente a la probeta 10, ésta probeta, sin tratamiento, tendría un 100 % de resistencia, es decir, que soporta la misma carga que el cemento

Portland. Al ser sometida al tratamiento alcalino, la resistencia disminuye a un 84 %, y con el tratamiento ácido se disminuye al 62 %. Como se mencionó, dicha tendencia se observa en las demás probetas, aunque de manera menos notoria.

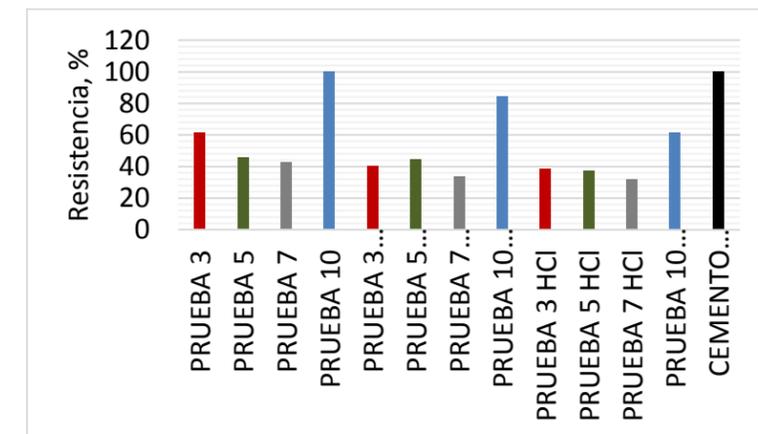


Figura 6. Resistencia a la compresión, expresada en porcentaje con respecto a la carga soportada por la probeta de cemento Portland.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican que el geopolímero fabricado con residuos industriales puede presentar una resistencia a la compresión similar a la del cemento Portland, siempre y cuando se tengan las proporciones adecuadas de los componentes y de los reactivos precursores. También los resultados muestran que las probetas, al ser sometidas en soluciones alcalinas o ácidas, pierden su resistencia, por lo que es importante seguir estudiando este aspecto.

BIBLIOGRAFIA

González, P. M. (2012). Obtencion y caracterizacion de geopolimeros, sintizados a partir de ceniza volante y piedra pómez. *El hombre y la maquina*, 50.

ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA DE LLUVIA CAPTADA EN LOS TECHOS DE LOS EDIFICIOS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO

Ana Gabriela Mares Alcántara¹ y Luis N. Ramírez Raya²

RESUMEN

La creciente problemática ambiental, el crecimiento de la población, la transformación de los estilos de vida y el desarrollo urbano han desatado la necesidad de buscar alternativas a la forma de vida que llevamos. Los sistemas de captación del agua de lluvia (SCALL) se han utilizado tradicionalmente a través de la historia de las civilizaciones, para lograr una mejor gestión del recurso; pero estas tecnologías sólo se han comenzado a estudiar en las últimas décadas. Como una opción para el riego de cultivos y el uso doméstico, comenzó la utilización de estos sistemas. La práctica de éstos se está haciendo muy extensiva en China, EUA, Brasil, México, entre otros. En el ITESI, la precipitación pluvial representa un valioso recurso, capaz de satisfacer de cierto modo la demanda hídrica de la institución. Se realizó un estudio químico del agua captada. Se analizaron algunos aspectos de su composición como conductividad, pH, DQO, SST, color, para poder determinar qué factible sería su uso.

ABSTRACT

The growing environmental problems, population growth, the transformation of lifestyles and urban development have triggered the need to seek alternatives to the lifestyle we lead. Collection systems rainwater (SCALL) have traditionally been used through the history of civilizations, for better resource management; but these technologies have only begun to study in recent decades. As an option for crop irrigation and domestic use, it began using these systems. The practice of these is becoming very extensive in China, India, Thailand, USA, Brazil, Mexico, among other countries. In the ITESI, rainfall is a valuable resource, able to satisfy certain way the water demand of the institution. a chemical study of water collected was performed. Some aspects of its composition as conductivity, pH, COD, TSS, color, in order to determine what possible use would be analyzed.

Palabras clave: captación, química del agua, lluvia, composición, contaminantes.

INTRODUCCIÓN

Desde el inicio de la historia, el hombre ha tenido la necesidad de almacenar agua de lluvia. El almacenamiento del agua era muy ineficiente, ya que no se podía abarcar grandes extensiones de terreno. Los sistemas de captación de lluvia modernos solucionaron en gran parte este problema. Ya que las construcciones y edificios cubren áreas mayores. Sin embargo, existe una cantidad de contaminación alta que altera la composición química del agua, fenómeno que se presenta principalmente en las ciudades. El agua captada por los sistemas debe ser analizada para determinar si entra en los límites de la normatividad de calidad para usos domésticos e industriales, ya que, desde la precipitación, hasta el sistema de captación en los techos, el agua comienza a contaminarse por óxidos, excrementos, lodos, entre otros contaminantes presentes en industrias, urbes y grandes civilizaciones humanas.

¹ Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Manuel Nava No. 6, C.P. 78260, San Luis Potosí, S.L.P., MÉXICO, gaby_mares3@alumnos.uaslp.edu.mx

² Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Carretera Irapuato – Silao km 12.5 Colonia El Copal, Irapuato, Gto., MÉXICO; neramirez@itesi.edu.mx

En esta investigación, se hicieron estudios químicos sobre la composición del agua, específicamente: mediciones de pH, conductividad, temperatura, sólidos totales (ST), sólidos suspendidos totales (SST), sólidos disueltos totales (SDT), sólidos sedimentables (SS), color y demanda química de oxígeno (DQO). El objetivo de nuestra investigación fue verificar si el agua cumple las normativas de calidad de la Secretaría de Salud y de SEMARNAT. Además de determinar si se encuentra dentro de los límites marcados. Se han reportado estudios similares [1] que muestran que los resultados de los análisis de pH están dentro de la NOM-127-SSA1-1994 [2]. Sin embargo, el estudio de sólidos sedimentables totales (SST) señala que las muestras se encuentran muy por debajo de los límites establecidos en las NOM-127-SSA1-1994 y NOM-003-SEMARNAT-1997 [3]. Además, la demanda química de Oxígeno (DQO), fue baja al ser comparada con los límites de las mismas normas, en ningún análisis rebasaron los límites establecidos. Se han reportado también, estudios que muestran que los resultados de pH, de varias muestras tomadas del techo, incluso de diferentes temporadas de lluvia, se encuentran todos dentro del límite marcado por la NOM-127-SSA1-1994.

Al mismo tiempo que la conductividad eléctrica de las mismas muestras se mantuvo constante, ésta medida induce la cantidad de sales presentes en el agua, en este caso las cantidades de sales fueron poco más de la décima parte de la medida de conductividad arrojada. Además, la concentración de SDT en ninguna de las muestras rebasa los límites permisibles de la NOM-127-SSA1-1994 [4]. El municipio de Irapuato se distingue por tener un clima sub-húmedo, sin embargo, hacia el norte, donde se encuentra el ITESI, son más propicios climas semi-secos.

Los meses con mayor precipitación son junio, julio y agosto, de esta forma se tiene una precipitación anual de 692mm y una temperatura media de 20.5°C. Debido a que las circunstancias que el entorno presenta y sobre todo por la gran carga vehicular presente (fuente principal de emisiones de NOx y CO), el agua puede estar contaminada con estos componentes químicos. Se consideraron también, las condiciones del sistema de captación de agua de lluvia. El techo es un lugar con alto potencial para captar agua de lluvia. En teoría, no tienen acceso los animales ni plantas y no contienen residuos de jabones, pues no son áreas de limpieza. Sin embargo, creemos que aun así se permitió que diversas sustancias se permearan/filtraran/colaran en las muestras de agua de lluvia. A pesar de lo mencionado anteriormente, se esperaba que las muestras recolectadas cumplieran con las normas NOM-127-SSA1-1994 y NOM-003-SEMARNAT-1997.

METODOLOGIA

Para llevar a cabo el estudio seguimos dos fases: primero el muestreo y en seguida el análisis químico. Con respecto a la primera fase, obedeciendo a los factores climatológicos, técnicos y de operación, y con ayuda de pronósticos del tiempo se obtuvieron muestras de los edificios E y H de Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. Ambos puntos de muestreo fueron techos de cemento con impermeabilizante de acrílico y terminado de gravilla, los edificios E y H de 837.76 y 906.09 m² respectivamente, poseen una bajada del agua de lluvia, en el primer edificio el agua se expulsa directamente a áreas verdes y en el segundo se conecta a la red de drenaje de agua pluvial.

Adaptando un pequeño sistema (figura 1), instalado antes del evento de lluvia, los muestreos se realizaron dentro de las 24hrs después de haber adaptado el sistema de muestreo. Inmediatamente con guantes y agitador se homogeneizó la muestra para depositarla en los botes de plástico para muestras y etiquetarlos. Con el objetivo de obtener volúmenes representativos de los sitios seleccionados se obtuvieron, aproximadamente, de 2 a 4 litros por evento; se recolectaron, con el propósito de evaluar características físicas, químicas. Todo lo anterior siguiendo en la NOM-230-SSA1-2002 [5] los procedimientos sanitarios para el muestreo.

Figura 1. Sistema de captación adaptado a las tuberías de salida de edificios.



Las fechas en las cuales se recogió muestra fueron en el mes de julio fueron los días 4, 5 y 6, tomando una muestra extra el 6 de julio directamente de la tubería en las mismas horas de lluvia.

Los parámetros determinados fueron:

- Físicos: color aparente, color verdadero, sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos totales y sólidos sedimentables, temperatura;
- Fisicoquímicos: conductividad eléctrica, pH y DQO.

Se consideraron los parámetros de color verdadero y aparente, SST, SDT y SS, debido a que son inmediatos indicadores de contaminación, son características detectables a simple vista. Los parámetros fisicoquímicos se eligieron para analizar el grado de corrosión o alcalinidad, y el grado de contaminantes disueltos que se pueden encontrar en la muestra, de esta forma medir pH y conductividad eléctrica nos permiten pronosticar la presencia de iones disueltos en general.

Los parámetros a analizarse se seleccionaron en base al Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento elaborado por la Comisión Nacional del Agua [6]. En éste documento se mencionan los análisis indispensables para determinar si una fuente de abastecimiento se puede considerar como fuente de agua potable; en éste manual solamente se consideran los análisis que deben realizarse si el agua es subterránea o proviene de una fuente superficial, no se considera el agua de lluvia captada de superficies como techos o tejados, sin embargo, para seleccionar los parámetros a analizar, se consideró al agua de lluvia como una fuente de agua superficial; de los parámetros considerados en este manual, para una fuente superficial, solamente se seleccionaron aquellos que pueden traer el agua de lluvia provenientes de la atmósfera, antes de caer, después de caer (en las superficies) y durante su paso a través del drenaje. Muchos de los parámetros marcados en la norma, tales como: sustancias activas al azul de metileno, metales pesados y sales, la probabilidad de encontrarlos es casi nula, es por esto que se omitió el análisis de éstos. Las sales sí se encuentran en el agua de lluvia pero en muy baja concentración, siempre por debajo de lo establecido en la norma, de acuerdo a estudios previos [7].

Durante las primeras 24hrs de la toma de muestra, se tomó análisis de: temperatura, pH y conductividad. Los parámetros restantes en un lapso de 48- 72hrs después del muestreo. (Tabla 1). Todos los análisis se realizaron siguiendo lo establecido en las diferentes normas mexicanas como también se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Parámetros determinados y respectiva normatividad para su análisis

Parámetro	Técnica	Normatividad	Unidad
pH	Potenciómetro, medición		Escala logarítmica de pH

	directa		
Conductividad eléctrica	Potenciómetro, medición directa	NMX-AA-093-SCFI-2000	µS/cm
Sólidos Sedimentables	Cono Imhoff	NMX-AA-004-SCFI-2000	mg/l
Sólidos disueltos totales	Método gravimétrico	NMX-AA-034-SCFI-2001	mg/l
Sólidos suspendidos totales	Método gravimétrico	NMX-AA-034-SCFI-2001	mg/l
Temperatura	Termómetro, medición directa		°C
Demanda Química de Oxígeno	Aparato Hanna		mg/l
Color	Aparato Hanna 2000	NMX-AA-045-SCFI-2001	Unidades de color en la escala platino-cobalto (UC)
Sólidos totales	Método gravimétrico	NMX-AA-034-SCFI-2001	mg/l

Todo material utilizado fue lavado y secado previamente al muestreo, las cubetas recolectoras fueron acondicionadas para ambos edificios en diferentes condiciones, siguiendo la metodología de la NOM-230-SSA1-2002 del procedimiento sanitario para muestreo. Las muestras fueron colectadas, marcadas y trasladadas al laboratorio de Bioquímica del ITESI para su análisis, y después continuaron almacenadas en un refrigerador a 4°C.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de la metodología anterior para la evaluación de la calidad de lluvia.

Parámetros físicos: Las determinaciones de sólidos totales, sólidos disueltos totales, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, color y temperatura se muestran en seguida (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados de análisis de parámetros físicos en muestras

Parámetro	Edificio H 04/07/16	Edificio H 05/07/16	Edificio H (directa) 06/07/16	Edificio H 06/07/16	Edificio E 11/07/16	Norma aplicable	Límites permitidos	Cumplimiento
Temperatura	20.6	23.9	24	22	17	NOM-001-SEMARNAT-1996	40	Si
Color aparente	60	100	10	30	20	---	---	---
Color verdadero	0	20	0	0	0	NOM-127-SSA1-1994	20 upc	Si
SS	4.6	0.1	0	0.4	0.3	NOM-001-SEMARNAT-1996	2	Si
SDT	232	109	71	115	147	NOM-127-SSA1-1994	1 000.00	Si

SST	16	8	32	23	40	NOM-001- SEMARNAT- 1996	60	Si
ST	248	117	103	138	187	---	---	---

Como se observa en la tabla, el parámetro fue de temperatura difícilmente rebasaría el límite permitido en la NOM-001-SEMARNAT-1996 la temperatura siempre se mantuvo muy constante. Durante el muestreo se pudo observar que las muestras estaban un tanto amarillentas o verdosas, a excepción de la muestra tomada directamente, ésta parecía completamente transparente; sin embargo, el procedimiento establecido por la norma requiere un filtrado a vacío, después de realizarlo sucedió que en todas las muestras sucedió que éste pasó permitía ingresar en el límite marcado por la norma.

Sólo una vez de las cinco muestras tomadas, los sólidos sedimentables superaron el límite, y justamente fue en el primer evento de recolección; es común que las primeras lluvias del año arrastren grandes cantidades de "basura" o lodos, pues se llevan lo que se acumuló en el año, a esto atribuimos los resultados del primer análisis, pues fue el primer evento después de varios días que estuvimos esperando la lluvia. Por último observamos que los resultados de análisis de sólidos totales, SST y SDT, al igual que los demás parámetros se mantuvieron por debajo del límite; por lo tanto, si consideráramos sólo estos parámetros, podríamos asegurar que el agua tiene calidad para consumo público, siempre y cuando desechemos el agua de las primeras lluvias del verano, por ser las más contaminadas por lodos y otras sustancias que se acumulan en los techos.

Parámetros fisicoquímicos: pH, DQO y conductividad eléctrica. Estos análisis fueron realizados directamente con un potenciómetro y con conductímetro. La siguiente Figura 2 muestra los resultados obtenidos del pH medido en laboratorio, la línea roja indica los límites de pH de la NOM-127-SSA1-1994. En la figura se aprecia que todas las muestras de agua captada de los techos de ambos edificios están dentro de los límites que indica la norma.

LA conductividad eléctrica se comportó de manera similar al pH, como se observa en la tabla 3.

Parámetro	Edificio H 04/07/16	Edificio H 05/07/16	Edificio H (directa) 06/06/16	Edificio H 06/06/16	Edificio E 10/08/16	Norma aplicable	Límites permitidos	Cumpli- miento
pH	7.87	7.8	7.72	7.67	7.6	NOM-127- SSA1-1994	6.5-8	Si
DQO	9	4	0	2	1	---	---	---
Conducti- vidad	102	173	42.5	37.5	0.25	---	---	---

El valor máximo de pH que se encontró en las muestras fue de 7.87, éste corresponde a las primeras muestras tomadas durante el verano, conforme transcurrieron los eventos de lluvia el pH de las muestras cambió a ser cada vez más neutro, estos resultados permiten desechar la teoría de que la contaminación de la ciudad donde se encuentra el ITESI provoca lluvias ácidas, ni siquiera al inicio de la temporada de lluvias. El pH siempre se encontró dentro de los límites permitidos en la NOM-127-SSA1-1994 al igual que lo sucedido en otras referencias.

Los análisis de DQO y conductividad eléctrica no se encuentran límites marcados en normas, sin embargo estos análisis se realizaron porque indirectamente dan idea de ciertos componentes que pueden estar en caso de ser muy altas sus lecturas. El DQO como medida de componentes orgánicos e

inorgánicos capaces de oxidarse, arrojó resultados muy bajos como se observa en la tabla, de acuerdo con las suposiciones al ser los techos, en teoría, no accesibles. La lectura de conductividad eléctrica permite suponer la presencia de sales presentes en el agua captada, justamente como sucedió en los estudios similares mencionados anteriormente, nuestras medidas de conductividad entonces, nos permiten suponer cantidades por arriba de los 10mg/l en las primeras muestras, sin embargo con el paso de las lluvias las sales pueden suponerse mucho menores.

CONCLUSIONES

El agua de lluvia captada de la azotea impermeabilizada de los techos E y H del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, tiene características que cumplen con lo establecido de la norma NOM-127-SSA1-1994 tales como: pH y color, algunos parámetros que no son incluidos en esta norma, fueron comparados con lo establecido en la NOM-001-SEMARNAT-1996 como, SST, temperatura y sólidos suspendidos. Sin embargo algunos éstos últimos no cumplieron con las normas en todas las muestras. Cabe recalcar que las muestras que sobrepasan el límite fueron tomadas durante las primeras lluvias de la temporada. Se afirma que el resto de las muestras, cumplieron, en todos los parámetros, con lo establecido en las respectivas normas, por lo que tomando sólo éstos análisis, queda válida como de buena calidad el agua colectada de los techos de los edificios del ITESI

Sin embargo, se necesitan más estudios que continúen ampliando el panorama acerca de la calidad del agua de lluvia que escurre por otros techos del ITESI, sobre todo analizar más parámetros como turbiedad, o considerar el análisis de NOx y CO provenientes de la contaminación atmosférica, además de parámetros que incluyan contaminación orgánica como por ejemplo de coliformes totales, fecales y mesófilos aerobios, con el fin de esclarecer el potencial de éstas aguas para consumo humano.

Los materiales de impermeabilización utilizados en los techos de los edificios del ITESI, liberan un poco de gravilla, ésta se queda como sólidos que sedimentan con el paso del tiempo, por lo que, es necesario continuar la investigación para determinar si existen otras sustancias que se liberen del impermeabilizante y puedan afectar otros aspectos del agua captada.

Con los estudios realizados se pueden implementar componentes sencillos pero eficientes para cubrir el tratamiento primario del agua de lluvia captada por las superficies de los techos analizados, sin embargo, consideramos que los estudios posteriores podrán determinar si es necesario implementar sistemas de tratamiento más avanzados.

BIBLIOGRAFIA

- [1] ROJAS-VALENCIA M. N., GALLARDO-BOLAÑOS J. R. y MARTÍNEZ-COTO A. (2012). Implementación y caracterización de un sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia. *Tip. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 15(1), 1-8.
- [2] Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización (Secretaría de Salud, Ciudad de México, 1994).
- [3] Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997, Límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas tratadas que se reúsen en servicios al público (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ciudad de México, 1997).
- [4] García Velázquez, J. H. (2012). SISTEMA DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO PLUVIAL PARA UN ECOBARRIO DE LA CD. DE MÉXICO. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, México.

[5] Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana. NOM-230-SSA1-2002, Salud Ambiental. Agua para uso y consumo humano. Requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo. (Secretaría de Salud, Ciudad de México, 1994).

[6] Comisión Nacional del Agua. Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento (2007). Diseño de plantas potabilizadoras tipo de tecnología simplificada. (Comisión Nacional del Agua, México, 2007)

[7] García Velázquez, J. H. (2011) ESTUDIO DE CALIDAD DE AGUA DE LLUVIA CAPTADA EN UNA CASA SEMIURBANA AL SUR-PONIENTE DE LA CIUDAD DE MÉXICO. *IX Congreso regional para Norteamérica y el Caribe sobre ingeniería sanitaria y ambiental. R2*

ANÁLISIS DE LA RELACIÓN DE PRESIÓN EN LA EFICIENCIA TÉRMICA Y EL TRABAJO NETO DE UN CICLO BRAYTON

Ernesto Misael Márquez Lara¹ y Francisco Javier Ortega Herrera²

RESUMEN

En el presente trabajo se analiza la influencia que tiene la variación de la relación global de presiones en cuatro diferentes variantes del ciclo Brayton. Se desarrolla un modelo matemático para determinar la eficiencia térmica, trabajo neto, trabajo de la turbina, el trabajo del compresor y el trabajo de retroceso en cuatro casos de estudios analizados. Los resultados muestran que al aumentar la relación global de presión, ocasiona un aumento en la eficiencia térmica de todos los casos de estudio analizados. El incremento en la eficiencia térmica depende del número de turbinas y compresores. Al tener más de una turbina y solo un compresor el trabajo neto es mayor. Esto se debe a que el trabajo de expansión es mayor, si hay más de un compresor y solo una turbina el trabajo neto es menor, esto debido a que las etapas de compresión aumentan y el trabajo para comprimir disminuye, mientras que el calor que entra al sistema depende de la cámara de combustión y el recalentador. En los caso 1 y 2 la eficiencia térmica alcanza un valor de 59% y 56% mientras que en el caso 3 y 4 la eficiencia térmica es de 48% y 46%.

ABSTRACT

In this paper the influence of the variation in the total pressure ratio in four different variants of the Brayton cycle is analyzed. A mathematical model is developed to determine the thermal efficiency, net work, turbine work, compressor work and back work ratio in the four case studies analyzed. The results present that increasing the total pressure ratio, causes an increase in thermal efficiency, in all case studies analyzed. The increase in thermal efficiency depends on the number of turbines and compressors, because to be more than a turbine and a compressor only the net work is greater. This is because the expansion work in the turbine is greater, if more than one compressor and a turbine only the net work is lower. This is because the compression stages increase and work to compress decreases while heat entering the system depends on the combustor and superheater. In case 1 and 2 the thermal efficiency reaches a value of 59% and 56% while in the case 3 and 4 the thermal efficiency is 48% and 46%. **Palabras Clave:** modelo, matemático, presión, eficiencia

INTRODUCCIÓN

En el año 1873 George Brayton expuso el principio de funcionamiento del ciclo que lleva su nombre originariamente se desarrolló empleando una máquina de pistones con inyección de combustible, para luego realizarlo como ciclo abierto simple llamado turbina a gas. (Moran, y Shapiro, 2004). La fundamentación del modelo de análisis de diferentes paquetes de transferencia térmica permite evaluar de manera contundente el comportamiento operativo y condiciones de trabajo diferentes a las nominales en las turbinas de gas (Sosa, Maspoli y Fushimi, 2014). Las turbinas de gas y con ellas las centrales de ciclo combinado ocupan actualmente el centro de interés del sector de producción de energía eléctrica debido a sus bajos costes, a sus bajos niveles de emisiones y altas eficiencias térmicas (Mukherjee, 2015). El análisis térmico de una turbina a gas donde el análisis térmico se hace a través de un modelo matemático en un algoritmo C, el algoritmo permite incorporar: la cantidad de entrada de gas al día y la relación de compresión de trabajo de la turbina y determinar con esto la eficiencia térmica y potencia especificada

¹Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Coordinación de Ingeniería Electromecánica; Carretera Irapuato-Silao km.12.5,C.P:36821, Irapuato, Guanajuato, ernesto.misael.marquez@gmail.com

²Institución Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Coordinación de Ingeniería Electromecánica; Carretera Irapuato-Silao km.12.5,C.P:36821, Irapuato, Guanajuato frortega@itesi.edu.mx

(Roldan y Guerrero, 2012). Roldan y Guerrero (2014) modelan el comportamiento termodinámico de turbinas de gas que incluyen varias etapas de compresión y enfriamiento, seguidas de más secciones de combustión-expansión. Villamar, Santos, Rondón y Valera (2012) desarrollan un modelo para determinar los principales parámetros de funcionamiento del ciclo Brayton, así como para realizar análisis energético y exergético. Cayetano y Capel (2013) realizan el estudio del gas natural como combustible para la generación de electricidad en centrales de ciclo combinado, este tiene dos ventajas: una mayor eficiencia energética y un menor impacto ambiental. Malaver (2015) considera las irreversibilidades asociadas a los ciclos de turbina de gas reales, en su investigación optimiza el trabajo neto en un ciclo Brayton para un motor de turbina a gas en términos de la relación de trabajo de retroceso. Los resultados permiten deducir una expresión para la relación de trabajo de retroceso que depende de los límites de temperatura máxima y mínima del ciclo y de las eficiencias adiabáticas del compresor. En el presente trabajo se analiza el efecto de las relaciones de presión en la eficiencia térmica y el trabajo neto de una turbina de gas por medio del ciclo Brayton, realizando un modelo matemático del sistema que permite variar la relación de presiones en el compresor y en la turbina, el modelo matemático es resuelto numéricamente y los resultados permiten ver el comportamiento de cuatro modelos de ciclos Brayton conforme se varía la relación global de presión del sistema.

MÉTODOS Y MATERIALES

En la tabla 1 se presenta la nomenclatura utilizada para desarrollar los modelos matemáticos. La Figura 1 muestra el esquema del ciclo Brayton simple (modelo 1), la Figura 2 muestra el diagrama termodinámico (T-s) del ciclo Brayton simple, en la Figura 3 se aprecia el esquema con 2 compresores, 1 turbina, 1 cámara de combustión y 1 interenfriador (modelo 2), y en la Figura 4 su correspondiente diagrama T-s, en la Figura 5 se aprecia el diagrama esquemático que contiene 1 compresor, 2 turbinas, 1 recalentador y 1 cámara de combustión (modelo 3) y la Figura 6 su correspondiente diagrama T-s. La Figura 7 presenta el diagrama esquemático del sistema con 2 compresores, 2 turbinas, 1 cámara de combustión y 1 recalentador (modelo 4) finalmente la Figura 8 muestra su diagrama T-s.

Tabla 1. Nomenclatura utilizada para el desarrollo de los modelos matemáticos

Símbolo	Significado	Símbolo	Significado
$h_{1...8}$	Entalpia de los estados 1 a 8	$W_{t1...t2}$	Trabajo de la turbina 1 y 2
$h_{2s,4s,6s,8s}$	Entalpia de los estados 2s,4s,6s,8s	$W_{c1...c2}$	Trabajo del compresor 1 y 2
$S_{1...8}$	Entropía de los estados 1 a 8	$\eta_{t1...t2}$	Eficiencia térmica turbina 1 y 2
$P_{1...8}$	Presiones de los estados 1 a 8	$\eta_{c1...c2}$	Eficiencia térmica compresor 1 y 2
$q_{entrada}$	Calor que entra al sistema	$W_{ts1...ts2}$	Trabajo real de la turbina 1 y 2
$r_{c1...c2}$	Relación presiones compresor 1 y 2	$W_{cs1...cs2}$	Trabajo real del compresor 1 y 2
$r_{t1...t2}$	Relación de presiones turbina 1 y 2	W_{ret}	Trabajo de retroceso
η_t	Eficiencia térmica del ciclo	$T_{1...8}$	Temperaturas de los procesos 1 a 8
η_{neto}	Trabajo neto del ciclo		

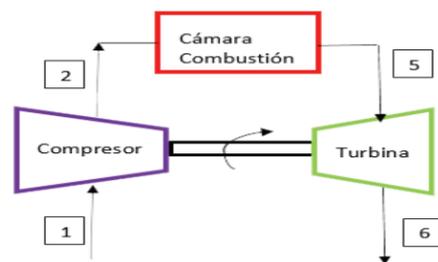


Figura 1. Diagrama esquemático ciclo Brayton simple

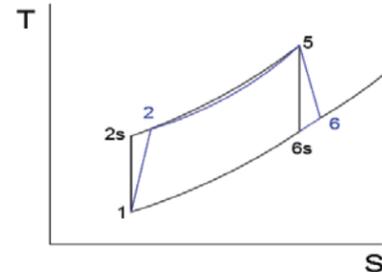


Figura 2. Diagrama T-s ciclo Brayton simple

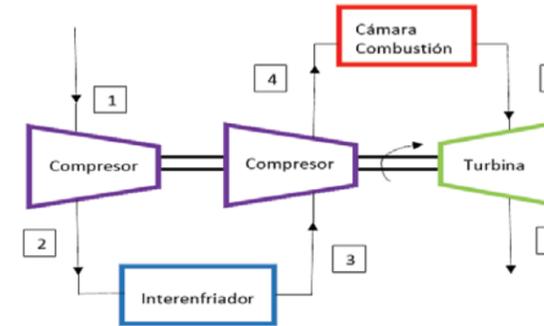


Figura 3. Diagrama esquemático Ciclo Brayton con 2 compresores y 1 Interenfriador

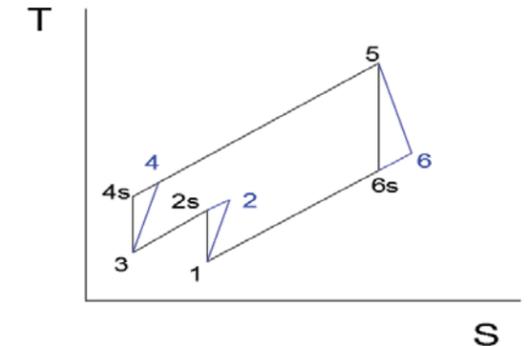


Figura 4. Diagrama T-s Ciclo Brayton con 2 compresores y 1 Interenfriador

Se desarrolla un modelo matemático utilizando el método de calores específicos variables que permite determinar la eficiencia térmica y el trabajo neto de los cuatro modelos plantados. La η_{neto} y el w_{neto} son determinados por las Ecuaciones (1) y (2) respectivamente. El w_{T1} , w_{T2} , w_{C1} y w_{C2} están dadas por (3), (4), (5) y (6) respectivamente, Por su parte, w_T y el w_c son determinados por las Ecuaciones (7) y (8) mientras que el q_{entra} es determinado por la Ecuación (9). Las eficiencias de los compresores y de las turbinas están dadas por las Ecuaciones (10) a (13), mientras que el trabajo real de las turbinas y compresores son determinados por las Ecuaciones (14) a (17).

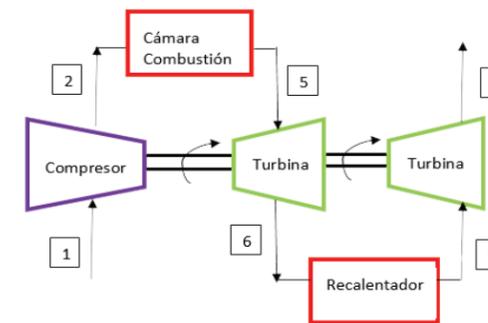


Figura 5. Diagrama esquemático ciclo Brayton con 2 turbinas y 1 recalentador

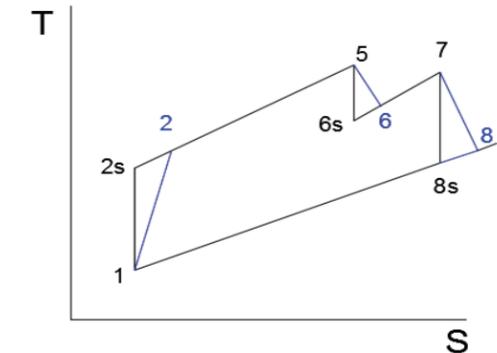


Figura 6. Diagrama T-s ciclo Brayton con 2 turbinas y 1 recalentador

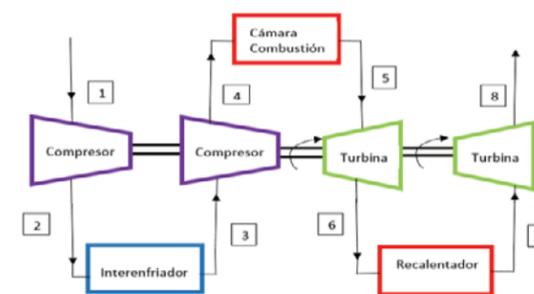


Figura 7. Diagrama esquemático Ciclo Brayton con 2 turbinas, 2 compresores, 1 Interenfriador y 1 recalentador

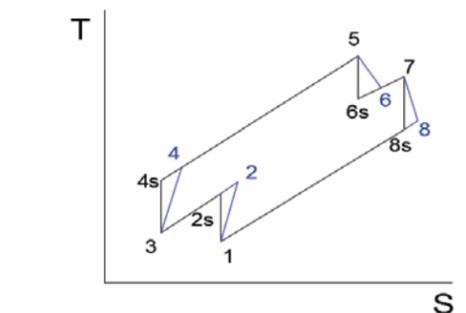


Figura 8. Diagrama T-s Ciclo Brayton con 2 turbinas, 2 compresores, 1 Interenfriador y 1 recalentador

$$\eta = \frac{W_{\text{neto}}}{q_{\text{in}}}$$

(1)

$$W_{\text{neto}} = W_T - W_C$$

(2)

$$W_{T1} = h_5 - h_6$$

(3)

$$W_{T2} = h_7 - h_8$$

(4)

$$W_{C1} = h_2 - h_1$$

(5)

$$W_{C2} = h_4 - h_3$$

(6)

$$W_T = W_{T1} + W_{T2}$$

(7)

$$W_C = W_{C1} + W_{C2}$$

(8)

$$q_{\text{entra}} = h_4 - h_3$$

(9)

$$\eta_{T1} = \frac{W_{TS1}}{W_{T1}}$$

(10)

$$\eta_{T2} = \frac{W_{TS2}}{W_{T2}}$$

(11)

$$\eta_{C1} = \frac{W_{C1}}{W_{CS1}}$$

(12)

$$\eta_{C2} = \frac{W_{C2}}{W_{CS2}}$$

(13)

$$W_{TS1} = h_5 - h_6$$

(14)

$$W_{TS2} = h_7 - h_8$$

(15)

$$W_{CS1} = h_{2s} - h_1$$

(16)

$$W_{CS2} = h_{4s} - h_3$$

(17)

El w_{ret} está determinado por la Ecuación (18). Las relaciones globales de presión son determinadas mediante la Ecuación (19) por su parte los procesos isobáricos e isoentrópicos del modelo están dadas por (20) y (21).

$$W_{\text{ret}} = \frac{W_C}{W_T}$$

(18)

$$r_{c1} = \frac{p_2}{p_1} \quad r_{c2} = \frac{p_4}{p_3} \quad r_{t1} = \frac{p_5}{p_6} \quad r_{t2} = \frac{p_7}{p_8}$$

(19)

$$p_1 = p_8 = p_{8s} \quad p_2 = p_3 = p_{2s} \quad p_4 = p_5 = p_{4s} \quad p_6 = p_7 = p_{6s}$$

(20)

$$s_1 = s_{2s} \quad s_3 = s_{4s} \quad s_5 = s_{6s} \quad s_7 = s_{8s}$$

(21)

RESULTADOS

El modelo matemático desarrollado es resuelto numéricamente para cada uno de los cuatro casos de estudio, considerando las siguientes condiciones iniciales de operación $T_{1,3}=300$ K, $T_{5,7}=1400$ K, $P_1=101.25$ kPa, $\Pi_{t1,tu,c1,c2}=1$. Los resultados son mostrados en las Figuras 9 a 12. La Figura 9 muestra la gráfica de la relación global de presión contra el calor que entra al sistema, se observa que la variación de la relación global de presión modifica la entrada de calor de cada uno de los elementos por medio de las entalpías de cada uno de los estados de los modelos, el calor de entrada suele ser mayor en los modelos 3 y 4 esto debido a que tiene con un recalentador agregado al sistema lo que permite tener una entrada de calor más aparte de la cámara de combustión sumándola a la entrada de calor que se tiene en la cámara, por su parte, en los modelos 1 y 2 el calor de entrada es menor debido a que solo tiene en su sistema una entrada calorífica que es la cámara de combustión. La Figura 10 muestra el comportamiento del trabajo de retroceso conforme cambia la relación de presiones, el trabajo de retroceso aumenta acorde la relación de presión y como se puede apreciar los modelos tienden a tener una diferencia en el aumento del trabajo esto por la composición de los sistemas dependiendo el número de compresores y turbinas en cada uno de ellos.

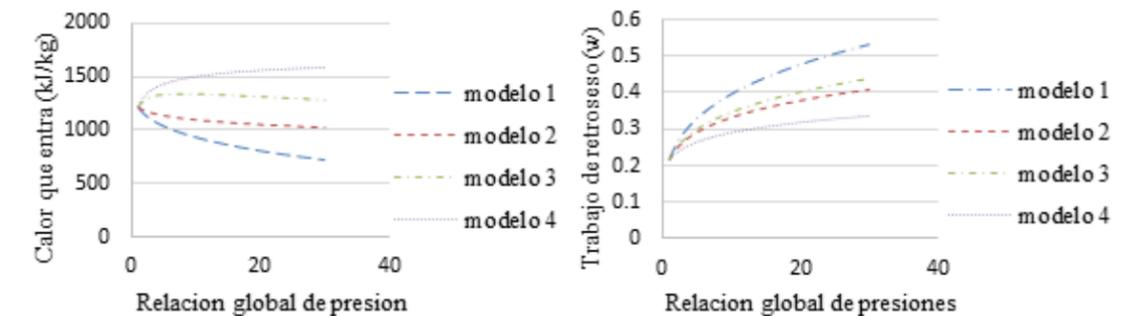


Figura 9. Gráfica relación global de presión contra el calor de entrada (q_{entrada})

Figura 10. Gráfica relación global de presión contra trabajo de retroceso (w_{ret})

La Figura 11 muestra la gráfica de la relación global de presión contra el trabajo neto, se observa que el trabajo neto en cada uno de los modelos es modificado al variar la relación de presión. En el modelo 1 y 2 el trabajo neto es menor que en los modelos 3 y 4 y esto se debe a que los compresores por medio de las etapas de compresión ayudan a que la diferencia entre el trabajo de la turbina y el trabajo del compresor tienen valores similares entre sí por lo cual el trabajo neto es menor; mientras que en el modelo 3 y 4 el trabajo neto es mayor por lo que el trabajo de la turbina es mayor en gran diferencia que al trabajo de los compresores por lo cual hace que el trabajo neto sea mayor. La Figura 12 muestra la

gráfica de la relación global de presión contra eficiencia térmica total, la grafica muestra que al variar la relación de presión global la eficiencia tiene un comportamiento diferente en cada modelo, esto se debe a que el trabajo neto y el calor de entrada en cada sistema tiene valores diferentes. En los modelos 1 y 2 la eficiencia es mayor debido a que existe menor calor de entrada y de igual manera en el trabajo neto, ya que estos sistemas tienen 1 y 2 compresores que ayudan a reducir el trabajo y con tan solo una turbina. Por su parte el modelo 3 y 4 al tener más calor de entrada debido a la cámara de combustión y el regenerador tiende a que su eficiencia se vea perjudicada.

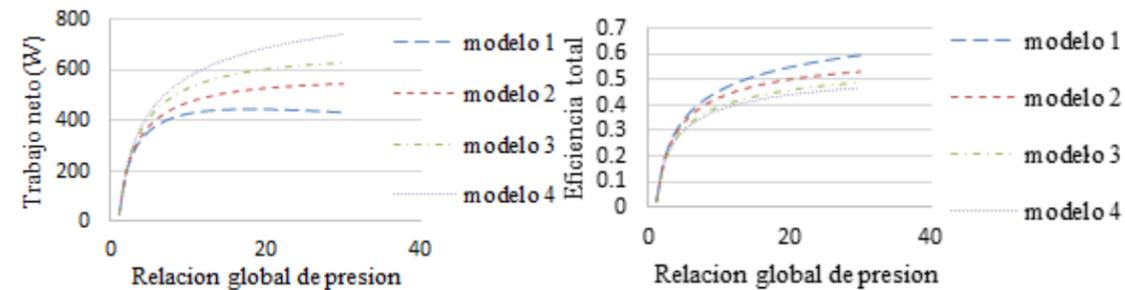


Figura 11. Grafica relación global de presión contra trabajo neto (W_{neto})

Figura 12. Grafica de relación global de presión contra eficiencia total

CONCLUSIONES

Variando la relación global de presión (llevarla en aumento de 1.1 a 9) la eficiencia térmica en cada uno de los casos tiene mejoras significativas. La composición de elementos de los sistemas hace que al variar la relación de presiones la eficiencia térmica y el trabajo neto dependan del número de turbinas, compresores y entradas de calor agregadas (recalentador), esto se debe a que al tener más de un compresor el número de etapas de compresión aumenta disminuyendo el trabajo de compresión, si se tiene más de una turbina el trabajo aumentará esto debido a que se ocupará más trabajo para la expansión, el calor de entrada es afectado por el agregado de entradas de calor como recalentadores o regeneradores.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- MICHAEL, M & SHAPIRO (2004). *Fundamentos de termodinámica técnica*, Reverte Editorial
- 2.- YUNUS, C (2012). *Termodinámica*: España: Mc Graw-Hill Editorial
- 3.- NIETO, R. GONZALEZ, C. LOPEZ I. & JIMENEZ A., "Efficiency of a standard gas-turbine power generation cycle running on different fuels", *International Journal Exergy*, Vol. 9, 1, 2011.
- 4.- DILL, K. (2014) "Estado de la Técnica en Turbinas de gas" en ABB, No.11, Enero-Diciembre, [pp.15-25]
- 5.- VILLAMAR C., SANTOS R., RONDÓN A. Y VALERA Y. "Modelado energético y energético para el estudio del ciclo Brayton", *Ciencia e Ingeniería* Vol. 13, 3, pp. 119-128, 2012.
- 6.- MALAVER M., "Optimización del trabajo en un ciclo Brayton con irreversibilidades", *Ingeniería* Vol. 22, No. 1, pp. 69-81, 2012.
- 6.- CAPELLA M. & VÁSQUEZ D. "Alternativas para incrementar la eficiencia y capacidad de las turbinas de gas". *Ingeniería y Desarrollo*. Vol. 8: 89-98, 2000.
- 7.- FUSHIMI, L., MOREDA, M. FERNÁNDEZ, J. HALL, M. "Análisis de la mejora de la eficiencia energética de los ciclos de vapor por utilización del calor de baja exergía", *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 11, pp. 09-015, 2007.
- 9.- FREDY, A. & GUERRERO, A. (2011) "modelado del ciclo brayton de una turbina a gas" en *Estudiositas*, No 11, Enero-Diciembre [pp.1-1]

TENDENCIAS Y APLICACIONES MODERNAS DE LAS REDES NEURONALES

Juan Manuel Martínez Cabrera¹ y Aldonso Becerra Sánchez²

RESUMEN

El reconocimiento de dígitos manuscritos es un entorno en creciente uso y por consiguiente requiere ir abordando alternativas para su implementación, el uso de redes neuronales ha venido retomando el auge dentro del área de reconocimiento de patrones. Este documento muestra el uso de redes neuronales, a través de un software personalizado, como el motor detrás un sistema de reconocimiento de caracteres ópticos. En este sistema los dígitos numéricos son simplificados a través de filtros de imagen y luego presentados como entrada a la red neuronal para entrenarla (usando el algoritmo de retro-propagación) y ser capaz de clasificar otras muestras en la etapa de pruebas. Los resultados muestran tasas de reconocimiento cercanas al 85%, que se pueden considerar como aceptables para topologías de una sola capa, dejando pendiente para futuros experimentos el trabajo con redes multicapa pre-entrenadas, ya que suelen incrementar fuertemente su eficiencia.

Palabras Clave: reconocimiento de caracteres ópticos, perceptrón multicapa, aprendizaje de máquina.

ABSTRACT

Optical character recognition is a growing field in today's world and as such requires alternative implementations; neural networks have reappeared as a viable option in OCR. This document shows the use of neural networks as the kernel in an OCR system. In this system the hand written digit images are simplified with image filters and later presented as input to the neural network for the purpose of training and classification. This neural network uses the back-propagation algorithm as its learning mechanism. The results show recognition rates peaking at 85%, which are acceptable for neural topologies of a single hidden layer, leaving for future experiments work on pre-trained deep neural networks as these tend to strongly increase the recognition efficiency.

Key Words: optical character recognition, multi layered perceptron, machine learning.

INTRODUCCIÓN

El OCR o Reconocimiento Óptico de Caracteres es la identificación de caracteres impresos mediante el uso de dispositivos fotoeléctricos y software. El interés de utilizar las redes neuronales en el OCR recientemente ha sido debido a su potencial considerando la manipulación libre de topología que la integrará, y que varios trabajos [1 - 3] han evidenciado.

La motivación para la elaboración del presente trabajo es el interés sobre la versatilidad de las redes neuronales convencionales en una gran diversidad de ámbitos y sobre su capacidad para resolver problemas de alta complejidad sin necesidad de conocer su solución, con el objetivo de implementar una red neuronal que se podrá adaptar a otros proyectos en el futuro. Sin embargo, este trabajo se enfoca en adaptar una red neuronal convencional y de uso general para su utilización en la fase de reconocimiento del sistema OCR a desarrollar, haciéndose pruebas con varias topologías de red para encontrar la más

¹ Universidad Autónoma de Zacatecas, Av. López Velarde No. 801, Col. Centro, C.P. 98068, Zacatecas, México klamath135@yahoo.com

² Universidad Autónoma de Zacatecas, Av. López Velarde No. 801, Col. Centro, C.P. 98068, Zacatecas, México a7donso@uaz.edu.mx

adecuada al reconocimiento de los dígitos numéricos; para llevar a cabo este cometido, se desarrolló un software que permite acoplar las diferentes fases de la implementación de clasificadores de patrones usando redes neuronales, aunque este software tiene flexibilidad de permitir crecer su funcionalidad y en dado caso poder usar otras variantes, tanto para el módulo del clasificador como para los datos de entrada.

MARCO TEORICO

Etapas de un OCR

Todos los sistemas de OCR siguen una serie de etapas básicas para alcanzar su cometido [4 - 9]. Estas etapas en general son:

1. **Obtención de Imagen** – En esta se obtiene los datos de entrada al sistema de modo “Offline” [5]. En el modo Offline se trabaja con imágenes digitales de un escáner, una cámara u otra fuente digital que contienen texto a reconocer.
2. **Segmentación** – En esta etapa se busca extraer cada caracter de la imagen. La etapa de segmentación es una parte integral para cualquier sistema de reconocimiento de texto [8]. Divide la imagen en diferentes caracteres aislados que permite clasificarlos individualmente, de esta forma asegura la eficiencia de la clasificación.
3. **Pre-Procesamiento** – Esta etapa sirve para limpiar, normalizar y simplificar la imagen para que la siguiente etapa pueda realizar su tarea de forma eficaz y eficiente [10]. Algunos de estos procesos son:
 - a) Auto-Cropping en donde se le remueve espacio en blanco alrededor del caracter.
 - b) Normalización en donde la imagen es transformada a un tamaño estándar.
 - c) Binarización en donde la imagen es simplificada en un mapa de bits (bitmap) de 0 y 1s. Estos filtros se muestran en la Figura 1.
4. **Entrenamiento / Clasificación** – El objetivo de esta última etapa es el de asociar el conjunto de datos obtenidos en la etapa anterior a un caracter de una clase en particular. Existen varias formas para lograr este fin, algunos son: El método K-NN (K Vecinos), Template Matching (Comparar contra una Plantilla), las Redes Neuronales Artificiales y los Multi-Clasificadores. En este trabajo se usa una red neuronal como el clasificador.

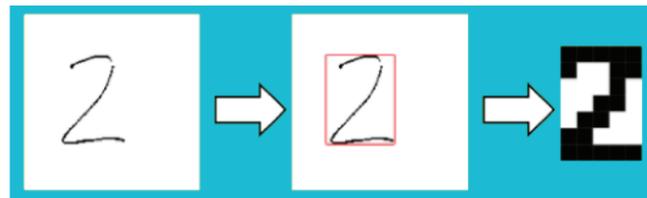


Figura 1. Pre-procesamiento de Imagen

Redes Neuronales Artificiales

Una red neuronal artificial consiste de un número de procesadores muy simples e interconectados llamados neuronas, los cuales son análogos a las neuronas biológicas en un cerebro Figura 2 (A). La ventaja principal de las redes neuronales artificiales está en su capacidad en aprender automáticamente de ejemplos y tienen buen desempeño con datos con ruido [11].

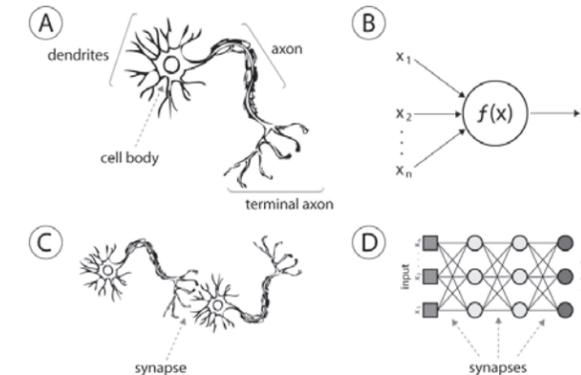


Figura 2. A) Neurona Biológica B) Neurona Artificial C) Red Biológica D) Red Artificial

Modelo de una Neurona Artificial

Una neurona artificial es una unidad de procesamiento de información fundamental a la operación de una red neuronal artificial. En las redes neuronales artificiales, la neurona cuenta con tres elementos básicos de su modelo, sus sinapsis, el sumador y la función de activación [3-9]. Un modelo de una neurona artificial es mostrado en la Figura 2 (B).

La neurona cuenta con un conjunto de sinapsis o conexiones de entrada a otras neuronas. Cada sinapsis cuenta con un peso. Los pesos de una sinapsis pueden ir de lo negativo a lo positivo. Los pesos son la forma básica de representar la memoria de una red y expresan la potencia de cada neurona. La red neuronal artificial puede aprender a través de continuamente ajustar estos pesos [12]. El bias b es un parámetro artificial y permite a una red neuronal aprender, aunque todas sus señales de entrada sean ceros. El bias puede tener un valor positivo o negativo.

La neurona artificial cuenta con el sumador para procesar sus señales y pesos de entrada, la cual se muestra en la ecuación 1).

$$v_k = \sum_{j=1}^m w_{kj}x_j + b_k \quad (1)$$

La función de activación se requiere para limitar la salida de la neurona. La función Sigmoidea ecuación 2) es una función de activación concreta, es una de las más populares en la construcción de redes neuronales debido a sus propiedades de ser limitador suave [1]. La función sigmoidea toma un rango continuo de valores de 0 a 1.

$$\varphi(v) = \frac{1}{1+e^{-v}} \quad (2)$$

Red Neuronal Perceptrón Multicapa

El perceptrón multicapa (MLP - Multi Layered Perceptron) es uno de los tipos de red neuronal más conocido y utilizado, esta red se muestra en la Figura 2 (D). En esta red de alimentación hacia adelante (Feed Forward) las neuronas se organizan en forma de niveles llamadas capas. Las neuronas de una capa se conectan con todas las neuronas de la capa siguiente y de la capa anterior en la red. El flujo de datos introducidos es estrictamente hacia adelante, los datos pasan desde los nodos de entrada hasta los de salida [5]. Son redes no cíclicas, las salidas de una capa no afectan esa misma capa [14]. Una vez que esté entrenada una red neuronal Feed-Forward, su estado es fijo y no se altera cuando se le presentan nuevos datos de entrada. Esta red tiene una o más capas entre las capas de entrada y salida, estas capas que no están directamente conectadas al entorno son llamadas ocultas [12].

Este tipo de red es de aprendizaje supervisado y es de alimentación adelante, utiliza el algoritmo de retro propagación con deseno gradiente para su aprendizaje.

Algoritmo de Retro propagación con Descenso de Gradiente

El algoritmo de retro-propagación utiliza la técnica de descenso por gradiente para encontrar el mínimo de la función de costo que mide el error del sistema como una función diferenciable de los pesos. Los patrones de entrenamiento son presentados a la red en orden aleatorio, modificándose los pesos luego de presentar cada patrón [15]. Se basa en minimizar la diferencia entre la salida deseada y la salida real.

Entrenando la Red Neuronal

Los siguientes pasos describen la forma en que una red neuronal aprende:

1. Se inicia la red neuronal con valores aleatorios para los pesos sinápticos, valores decimales del 0 a 1.
2. Presentarle a la red la imagen en forma de vector y propagar la actividad de forma hacia delante desde la capa de inicio a las capas ocultas y finalmente a la capa de salida.
3. Calcular el valor de error (E) de cada neurona en la capa de salida. La salida(Y) de la neurona menos el valor deseado (D) ecuación 3).

$$E_i = Y_i - D_i \quad (3)$$

4. Calcular el valor delta Δ de cada neurona en la capa de salida ecuación 4), este para actualizar los pesos sinápticos a esta neurona.

$$\Delta_i = Y_i(1 - Y_i) E_i \quad (4)$$

5. Se retro-propagan los valores delta de las neuronas en la capa de salida a las capas ocultas para calcular sus propios valores delta ecuación 5).

$$\Delta_i = Y_i(1 - Y_i) \sum Y_k W_k \quad (5)$$

6. Se actualizan los pesos sinápticos ecuación 7) y el bias ecuación 6) de todas la neuronas. Donde ϵ es la tasa de aprendizaje y Xse refiere a la salida de la neurona emisora a esta o sea una señal de entrada.

$$b_{i+1} = b_i + \epsilon \Delta \quad (6)$$

$$W_{i+1} = W_i + \epsilon X \Delta_i \quad (7)$$

7. Se calcula el error promedio cuadrado MSE para esta imagen ecuación 8).

$$mse = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (Y_i - D_i)^2 \quad (8)$$

8. Repetir los pasos del 2 al 6 hasta agotar todas las imágenes en el conjunto de entrenamiento. Con esto termina una época y se calcula el MSE promedio de la época.
9. Si el MSE promedio de la época es menor al umbral definido por el usuario el entrenamiento termina, por lo contrario se inicia otra época con el paso 2.

MÉTODOS Y MATERIALES

Proceso General

Los siguientes pasos definen el proceso general del proyecto:

1. Se hizo la adquisición del corpus de datos. Se pidió a personas diversas que proporcionaran muestras de dígitos manuscritos. Esto con el fin de construir un corpus con suficiente variedad.
2. Se separó el corpus de datos en dos conjuntos. El conjunto de entrenamiento que corresponden al 90% del corpus de datos y el conjunto de pruebas que corresponde al 10% del corpus.
3. Se aisló cada dígito de las hojas y se les aplicó procesamiento de imagen de forma individual con los filtros de cropping, redimensión, y simplificación (binarización). Cada imagen de dígito contiene un metadato que dicta que dígito representa para los fines del entrenamiento.
4. Se propusieron varias configuraciones de topología de red para encontrar la más óptima al problema de reconocimiento de dígitos manuscritos.
5. Se entrenó cada red neuronal con su configuración de topología con el algoritmo de retro-propagación, dándole el conjunto de entrenamiento como su entrada.
6. A cada red neuronal entrenada se le aplicó la decodificación o prueba con el conjunto de datos de prueba donde se recolectó el porcentaje de reconocimiento de cada topología.

Muestras de Dígitos Manuscritos

Se decidió recolectar el conjunto de muestras de dígitos a mano. Se les pidió a sesenta cinco personas que escribieran a mano dos renglones con los dígitos del cero al nueve, estas personas fueron alumnos de dos salones. En total se recolectaron las diez hojas de trece renglones cada una, cada renglón teniendo los dígitos del cero al nueve, esto dio un total de 1300 muestras o 130 muestras de cada dígito.

Las hojas con los dígitos manuscritos fueron escaneadas, dando como resultado un conjunto de imágenes de 1664 x 2163 pixeles. Estas imágenes se convirtieron a escala de gris con el programa Photoshop y luego se les aplicó un threshold de 190, esto para reducir el ruido del escaneo y para limitar los grises a blanco o negro. Esto con el fin de dejar las imágenes con el conjunto de muestras listas para el uso del sistema de este proyecto.

RESULTADOS

En el entrenamiento y pruebas hubo un total de 1,300 muestras de dígitos manuscritos. Cada imagen de dígito de tamaño 5x7 se representa como un vector de 35 bytes. Cada topología de red cuenta con 35 neuronas en la capa de entrada, cada una corresponde a un byte del vector de entrada.

Cada topología de red también cuenta con 10 neuronas en la capa de salida, debido a que hay 10 dígitos o clases que se buscan clasificar. Para cada dígito le corresponde un patrón de salida, este patrón de salida específica cual neurona debe estar encendida y cuales apagadas.

Cada topología de red se entrenó con un conjunto de 1,170 muestras, lo cual se conoce como el conjunto de entrenamiento. El conjunto de entrenamiento consiste del 90% del conjunto total. Toda topología de red fue entrenada con una tasa de aprendizaje de 1.0 y por 10,000 épocas, una época siendo una iteración donde se le presentó el conjunto entero de muestras.

En la etapa de pruebas (decodificación o reconocimiento), a cada topología de red se le hizo pruebas con 130 muestras, llamado el conjunto de pruebas, para encontrar el porcentaje de reconocimiento. Las pruebas se hicieron dos tipos de configuración de red.

En la primera configuración se hicieron las pruebas con arquitecturas donde se tenía solamente una capa oculta y variaban el número de neuronas en esta capa. La Tabla 2 muestra los resultados con esta arquitectura. Se puede ver que las arquitecturas del 2 al 5 dieron resultados buenos, donde la quinta da el mayor resultado de porcentaje de reconocimiento en todas las pruebas con un 84.62%. La arquitectura 1 no convergió en algo y por tanto no reconoció ningún carácter.

La Figura 5 muestra cómo se disminuyó el error total de la red con forme se va entrenado. Como se puede ver en la figura no fue necesario entrenar la red por 10,000 épocas, las varias redes ya habían convergido antes de 4,000 épocas.

Tabla 1. Topologías de Redes Neuronales de Una Capa Oculta

Arquitectura	Topología	Porcentaje Reconocimiento	Ultimo Error MSE
1	35x70x10	0%	4.5
2	35x35x10	81.45%	0.008557006
3	35x17x10	81%	0.024637074
4	35x15x10	80.76%	0.034835098
5	35x12x10	84.62%	0.024740543

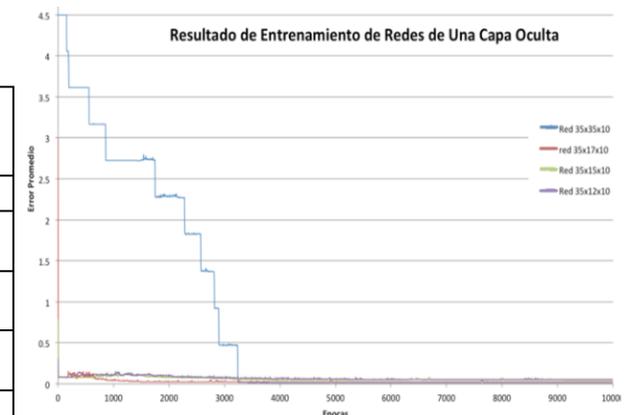


Figura 3. Resultados de Entrenamiento de Topologías de Una Capa Oculta

En la segunda configuración de red se hicieron con arquitecturas de redes donde tienen dos capas ocultas. Cada arquitectura se probó con varios números de neuronas en las ocultas, pero siempre con el mismo número en las dos capas. La Tabla 3 muestra los resultados de estas. Como se puede ver en la tabla, ninguna topología dio buenos resultados. La arquitectura 3 dio mejores resultados pero el 24% de reconocimiento no es muy útil. La arquitectura 1 no convergió y no pudo reconocer algún carácter.

La Figura 6 muestra cómo fue cambiando el error total de cada red conforme fue avanzando el entrenamiento. La primera red, la de 35x35x35x10, fue disminuyendo su error, pero en las 10,000 épocas que tuvo no convergió. Las demás redes iniciaron con un error bajo y luego fue incrementando el error en vez de disminuir y tuvieron muchas oscilaciones.

Tabla 2. Topologías de Redes Neuronales de Dos Capas Ocultas

Arquitectura	Topología	Porcentaje Reconocimiento	Ultimo Error MSE
1	35x35x35x10	0%	0.505441469
2	35x17x17x10	10%	0.15272143
3	35x15x15x10	24%	0.106048881
4	35x12x12x10	10%	0.27263727

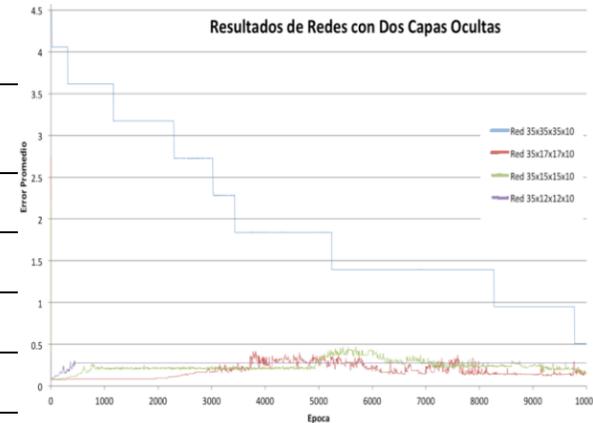


Figura 4. Resultados de Entrenamiento de Topologías de Dos Capas Ocultas

CONCLUSIONES

Se entrenó la red neuronal con varias topologías para encontrar la configuración más adecuada para el reconocimiento de dígitos manuscritos. La topología en la cual se tiene lo doble de neuronas de entrada en una sola capa oculta, 35x70x10, no converge en algo y por tanto no reconoció ninguno de los dígitos que se le presentaron en la etapa de calificación. Las topologías de una sola capa oculta con neuronas entre 35 y 12 por lo regular dieron buenos porcentajes de reconocimiento. Pero se debe admitir que ninguna topología de red dio un porcentaje de reconociendo mayor al 85%. Las topologías de red con más de una capa oculta no dan buenos resultados, por lo regular inician con un error total pequeño y luego conforme va avanzando el entrenamiento el error incrementa en vez de disminuir y por tanto no convergen. Esto se debe en que en la fase de aprendizaje con el algoritmo de descenso de gradiente la red entra en un mínimo local del cual no se pueden salir a encontrar el mínimo global.

En un trabajo futuro se puede añadir una fase llamada Pre-Entrenamiento, esto con el fin de incrementar el porcentaje de reconocimiento. Esta fase de pre-entrenamiento utiliza algoritmos que previenen que una red entre en un mínimo local en su entrenamiento con el algoritmo de retro-propagación con descenso de gradiente.

En el reconocimiento de caracteres con redes neuronales existe una fase llamada Extracción de Características. En esta fase se utilizan algoritmos que extraen información importante de las imágenes, esto con el fin de mejorar el porcentaje de reconocimiento e incrementar la eficiencia de entrenamiento ya que se puede reducir el número de neuronas de entrada.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Y. Perwej and A. Chaturvedi, "Neural Networks for Handwritten English Alphabet Recognition," *International Journal of Computer Applications*, vol. 20, no. 7, April 2014.
- [2] Pal and D. Singh, "Handwritten English Character Recognition Using Neural Networks," *International Journal of Computer Science & Communication*, vol. 1, no. 2, July-December 2010.
- [3] Patel and et al, "Handwritten Character Recognition Using Neural Networks," *International Journal of Scientific & Engineering Research*, vol. 2, no. 5, May 2011.
- [4] J.J. Castaneyra-Matus, *Reconocimiento de Dígitos del Código Postal Mexicano Mediante Redes Neuronales Artificiales*. Tesis de Licenciatura, México: Universidad Tecnológica de la Mixteca.
- [5] G.R. Cónstenla, *Reconocimiento Óptico de Dígitos con Redes Neuronales*. Tesis de Doctorado, Argentina: Universidad del Belgrano, 2010, Tesis de Doctorado.
- [6] C.J. Sánchez-Fernández and V.S. Consuegra, *Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR)*. Madrid, España: Universidad Carlos III.
- [7] Y. Perwej and A. Chaturvedi, "Neural Networks for Handwritten English Alphabet Recognition," *International Journal of Computer Applications*, vol. 20, no. 7, April 2014.
- [8] Umal Patel, "An Introduction to the Processo of Optical Character Recognition," *International Journal of Science and Research*, vol. 2, no. 5, May 2013.
- [9] Natalia Casillas Gil, *SISTEMA BASADO EN REDES NEURONALES PARA EL RECONOCIMIENTO DE DÍGITOS MANUSCRITOS*. Madrid, España: Tesis de Licenciatura, UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID, 2012.
- [10] Tim Klassen, *Towards Neural Network Recognition of Handwritten Arabic Letters*. Halifax, Nova Scotia, Canada: Dalhousie University, 2001.
- [11] Flávio Bortolozzi, Alceu de Souza Britto, Luis S. Oliveira, and Marisa Morita, "Recent Advances in Hadwriting Recognition," 2006.
- [12] Violeta Sandu and Florin Leon, *Recognition of Handwritten Digits Using Multilayer Perceptrons*.: Buletinul Insitutului Politehnic Din Iasi, 2009.
- [13] David Kriesel, *A Brief Introduction to Neural Networks*. Germany: University of Bonn, 2005.
- [14] Christos Stergiou and Dimitrios Siganos. NEURAL NETWORKS. [Online]. https://www.doc.ic.ac.uk/~nd/surprise_96/journal/vol4/cs11/report.html#Contents
- [15] Leticia María Seijas, *Reconocimiento de patrones utilizando tecnicas estadisticas y conexionistas aplicadas a la clasificación de dígitos manuscritos*. Buenos Aires, Argentina: Tesis de Doctorado, Universidad de Buenos Aires, 2011.
- [16] Weisstein, Eric W. "Linear Congruence Method." From MathWorld--A Wolfram Web Resource. <http://mathworld.wolfram.com/LinearCongruenceMethod.html>
- [17] Handwriting Recognition, Jeff Heaton. <http://www.jeffheaton.com>. Febrero, 2016.

USABILIDAD WEB POR PATRONES

Martínez Godoy, María Guadalupe¹ y Anaya Rivera, Ely Karina²

RESUMEN

El uso de la Web nos permite diseñar nuevos entornos de aprendizaje en los que registra y analiza el comportamiento de cada uno de los usuarios, permitiendo generar modelos descriptivos que agrupan a los usuarios en función de sus acciones u otras variables de navegación. En este trabajo se analiza y aplica el uso de reglas heurísticas de la usabilidad para la identificación de patrones de comportamiento Web, con la finalidad de desarrollar técnicas multivariantes que permitan ayudar a describir y predecir patrones de navegación en un sitio Web de interés académico.

ABSTRACT

Using the Web allows us to design new learning environments in which records and analyzes the behavior of each user, allowing to generate descriptive models that group users based on their actions or other variables navigation. This paper analyzes and applies the use of heuristic rules of usability for identifying behavior patterns Web, in order to develop multivariate techniques to help describe and predict patterns of browsing a Web site of academic interest.

Palabras Clave: Usabilidad, Programa educativo, web, jerarquía visual, patrones de comportamiento.

INTRODUCCIÓN

La usabilidad se podría definir como la facilidad de uso, hace referencia a la rapidez con que se puede aprender a utilizar algo, la eficiencia al utilizarlo, cuál es su grado de propensión al error, la forma de encontrar algo fácilmente y cuánto le gusta a los usuarios. Jakob Nielsen (2006) propone un conjunto de reglas heurísticas que permiten el diseño adecuado de los sitios Web tomando en consideración las necesidades del usuario.

De igual forma considera la importancia del reconocimiento de patrones para el diseño de los contenidos en la Web. En su artículo "F-Shaped Pattern For Reading Web Content", analiza los movimientos visuales de diversos usuarios en la búsqueda de información en la Web. Esto ha permitido generar sitios Web "Usables", en donde fácilmente el usuario pueda localizar lo que busca reduciendo el grado de navegación.

¹Universidad Politécnica de Querétaro, Ingeniería en Sistemas Computacionales; Carretera Estatal 420 S/N El Marqués, C.P: 76240, Querétaro, Querétaro, 013011528@upq.edu.mx

²Universidad Politécnica de Querétaro Ingeniería en Sistemas Computacionales; Carretera Estatal 420 S/N, Ely Karina Anaya Rivera, C.P: 76240, Querétaro, Querétaro, karina.anaya@upq.edu.mx

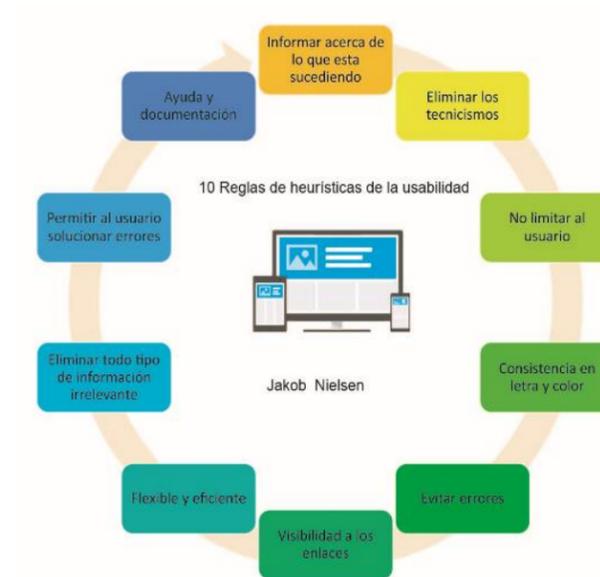


Figura 1. Reglas heurísticas de la usabilidad- Diseño Web
MÉTODOS Y MATERIALES

En el diseño del sitio Web se aplicaron las 10 reglas heurísticas de la usabilidad de Jakob Nielsen:

1. El sistema siempre debe de informar al usuario acerca de lo que está ocurriendo.
2. El sistema debe de hablar el lenguaje del usuario huyendo de los tecnicismos.
3. El usuario no debe de estar limitado a las acciones que realice, por lo que debe de tener el control del sistema.
4. El sistema tendrá consistencia, en el tipo de letra, colores etc.
5. Diseñar el sistema evitando errores.
6. Visibilidad de las diferentes opciones, objetos, enlaces, etc.
7. El sistema debe de ser flexible y eficiente, flexible para gente con pocos conocimientos en la página web y eficiente para personas avanzadas que les permita tomar atajos.
8. Cualquier tipo de información que no sea relevante para el usuario debe de ser minimalista.
9. Permitir al usuario solucionar el error.
10. En sitios web complejos es necesaria la ayuda y documentación.

Los patrones de comportamiento:

1. Los usuarios miran en primer lugar la zona superior izquierda de la imagen y desde allí desplazan la mirada horizontalmente hacia la derecha formando el palo superior de la "F" a la que se refiere Nielsen.
2. En segundo lugar, los usuarios bajan un poco la mirada y de nuevo vuelven a desplazarla de izquierda a derecha, normalmente esta línea suele ser más corta que la primera y se corresponde con el palo más corto de la "F"
3. En tercer lugar, los usuarios se desplazan verticalmente y siguen bajando la mirada por el lado izquierdo de la página. En ocasiones la mirada no se aparta de ese lado izquierdo y como máximo se registran vistazos rápidos al resto de zonas del documento.

RESULTADOS



Figura 2- Resultados de estudio por Jakob Nielsen

Conforme a las reglas establecidas por el consultor de usabilidad web Jakob Nielsen se realizó la creación del sitio Web correspondiente a la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en la que respetando los resultados del estudio base para la construcción de este proyecto formando el patrón de comportamiento más común en los usuarios que buscan la información en el sitio web.

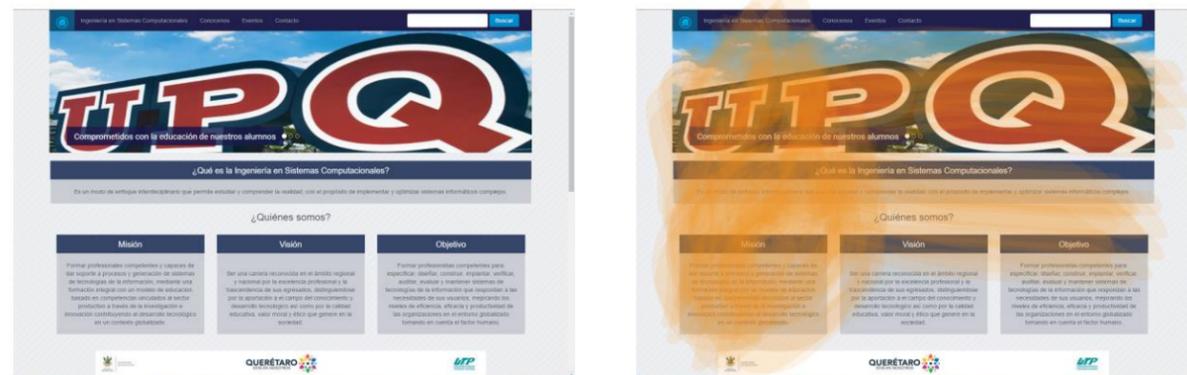


Figura 3. Sitio Web- página principal.

CONCLUSIONES

En éste trabajo se realizó la aplicación de las técnicas estudiadas por Jakob Nielsen, así como la forma en la que los usuarios exploran las páginas web para crear un sitio web de la carrera en Ingeniería en Sistemas computacionales, esperando como trabajo futuro diseñar el sitio web considerando otras necesidades de los usuarios que consultaran el sitio web de la Carrera Ingeniería en Sistemas Computacionales.

BIBLIOGRAFIA

Braintive. (2014). 10 reglas heurísticas de usabilidad de Jakob Nielsen. 23 de Julio 2016, de Braintive Sitio web: <http://www.braintive.com/10-reglas-heuristicas-de-usabilidad-de-jakob-nielsen/>

Barcelona Activa (2013). Usabilidad: hacer la web pensando en el usuario. 2013, de Barcelona Activa Sitio web: <http://w144.bcn.cat/cibernarium/es/centre-de-recursos/pdf/U/pagina17898/usetvuitnouvuit/usabilidad-hacer-la-web-pensando-en-el-usuario.do>

Nielsen, J. (2006b). F-Shaped Pattern For Reading Web Content. UseIt.com Alertbox.

DISEÑO DE PRÓTESIS MECATRÓNICA DE MANO

Raúl Mendoza Rosales¹ y Arturo Hernández Hernández²

RESUMEN

Para que una persona con falta de una extremidad como una mano pueda tener una buena calidad de vida es de mucha ayuda una prótesis mecánica o estética que ayuden a semejar el movimiento y/o apariencia de una mano real. En el siguiente trabajo se ha estudiado el movimiento de la mano humana para poder diseñar y fabricar, con ayuda de solidworks y una impresora 3D, una prótesis funcional de bajo costo, empleando medidas promedio para su estandarización, resortes como articulaciones y motores que dan movimiento al mecanismo y así poder realizar tareas simples como estrechar la mano o sujetar objetos.

Palabras clave: Diseño, prótesis, mano

ABSTRACT

For a person with lack of a limb as a hand can have a good quality of life is helpful mechanical or aesthetic prostheses that help keep the movement and / or appearance of a real hand. In this paper we have studied the movement of the human hand to design and manufacture, using solid works and a 3D printer, a functional prosthesis low cost, using average measures for standardization, springs and joints and motors that give movement to the mechanism and they can perform simple tasks like shaking hands or holding objects

INTRODUCCIÓN

Es un dispositivo diseñado para reemplazar una parte faltante del cuerpo o para hacer que una parte del cuerpo trabaje mejor. Los ojos, los brazos, las manos, las piernas o las articulaciones faltantes o enfermas comúnmente son reemplazados por dispositivos protésicos.

Desde que la humanidad existe es conocida la riqueza y la utilidad de las manos. En la antigüedad solamente se podía sobrevivir con la ayuda de las manos porque con estas se procuraban los alimentos o empuñaban las armas contra sus enemigos.

Mucho antes del comienzo de la era cristiana ya se sustituían las manos por diferentes procedimientos o artificios. La primera mano artificial, sujeta al antebrazo, fue encontrada en una momia egipcia 2000 años antes de Cristo.

PRÓTESIS ESTÉTICA: Las prótesis estéticas son esculturas plásticas que simulan partes del cuerpo; sirven para cubrir las partes faltantes y lograr un equilibrio estético. Esto ayuda a la persona a poder integrarse de nuevo en su entorno social, familiar y laboral.

¹ Instituto tecnológico superior de Monclova ejército mexicano, Ing. Mecánica, privada magnolia #307 la sierrita C.P.25628 Frontera Coahuila. ruloo_mendoza@hotmail.com

² Universidad politécnica de Querétaro, Ing. Mecatrónica, carretera estatal 420 s/n, C.P. 76240 El Márquez Querétaro. Arturo.hernandez@upq.mx

PRÓTESIS DINÁMICA: Una prótesis dinámica o una que utiliza la electrónica para funcionar, se hace para parecerse a una mano real, tanto en el aspecto exterior como en el movimiento de los dedos. Algunas variedades antiguas de los dispositivos electrónicos de prótesis son operados por el movimiento de los músculos restantes del brazo, cuyo resultado es que la mano se abre y se cierra y la muñeca se gira para agarrar y levantar objetos. Estas manos generalmente operan con todos los dedos moviéndose juntos sin ningún movimiento independiente. El objetivo de este trabajo es diseñar una prótesis de bajo costo que sea funcional.

MÉTODOS Y MATERIALES

En el diseño de la prótesis primero se tomaron medidas de cada hueso de cada dedo y palma de 3 personas, para poder realizar un promedio de las medidas. Teniendo un promedio del tamaño se realizó en solidWorks el diseño que simulaban cada parte del dedo como se muestra en la imagen.

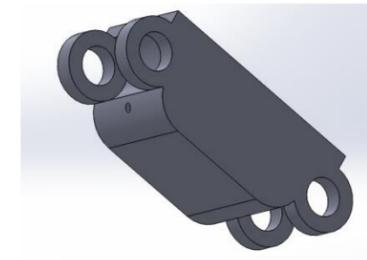


Figura 1. Falange de un dedo

Como se puede observar en el componente, hay un espacio que sirve como alojamiento para un resorte que ayudaría a los componentes a flexionarse como una articulación.

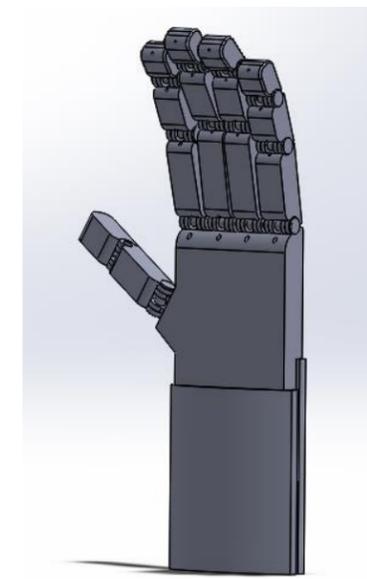


Figura 2. Diseño de la prótesis terminado

Cuando se realizó la simulación del diseño completo se procedió a imprimir, en una impresora 3d los componentes de un dedo para poder validar el funcionamiento.



Figura 3. Dedo impreso

RESULTADOS

Durante la estancia en la universidad politécnica de Querétaro se realizó el diseño de una prótesis de mano capaz de sujetar objetos con ayuda del software solidworks, tomando en cuenta medidas y forma de una mano de tamaño promedio. Posteriormente con ayuda de una impresora 3d se pudieron obtener los componentes necesarios para armar un dedo y validar el funcionamiento. Se incorporaron resortes al modelo para simular articulaciones y así poder flexionar los componentes, para realizar la contracción del dedo se utilizó un hilo que jala desde a punta pasando por el interior del modelo hasta la parte inferior del dedo de manera que al jalar de el con ayuda de un motor se logra obtener el movimiento deseado.

CONCLUSIONES

Con el diseño realizado es posible ayudar a personas que no tienen los recursos necesarios para adquirir una prótesis en el mercado por sus altos costos. Este proyecto se enfocó, además de que el diseño fuera funcional, en mantener un precio más accesible.

BIBLIOGRAFÍA

Artículos en línea

MedlinePlus (2015). “prótesis” en biblioteca nacional de medicina de los EE.UU. consultada en <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002286.htm> (fecha de consulta 22-06-2016)

(2008). “historia de la prótesis de mano” en la reunión. Consultada en <http://revistalareunion.blogspot.mx/2008/09/historia-de-las-prtesis-de-mano.html>

DES HIDRATACIÓN DE ALIMENTOS POR MEDIO DE LIOFILIZACIÓN

Brenda Merino Sierra¹ y Christian Michel-Cuello²

RESUMEN

La liofilización es un método de conservación de alimentos que consiste en deshidratarlos sometiéndolos a una rápida congelación y eliminando el hielo mediante vacío. Este proceso mantiene al máximo las propiedades organolépticas de los alimentos. El objetivo de este proyecto de investigación fue estudiar teórica y experimentalmente la liofilización de la Pitaya (*Stenocereus queretaroensis*) comparando la deshidratación del fruto fresco contra la deshidratación con un pretratamiento osmótico. Los resultados de los tratamientos evidenciaron, al final del proceso que la actividad de agua no presentaron diferencias significativas. El tratamiento de liofilización fue adecuado, ya que permitió reducir la actividad de agua.

ABSTRACT

The Lyophilization is a food preservation method consisting of dehydrating subjecting to quick freezing and removing the ice under vacuum. This process maintains the most organoleptic properties of food. The aim of this research project was to study theoretically and experimentally the lyophilization of the Pitaya (*Stenocereus queretaroensis*) comparing the dehydration of fresh fruit against dehydration with an osmotic pretreatment. The results of the treatments showed at the end of the process that the water activity showed no significant differences. The freeze-drying treatment was appropriate since it allowed reducing water activity.

Palabras Clave: Deshidratación, liofilización, Pitaya, ósmosis.

INTRODUCCIÓN

El propósito principal de la deshidratación de alimentos es reducir el contenido de agua, hasta niveles en los cuales la cantidad de agua libre sea lo suficientemente baja para que no pueda ser utilizada por los microorganismos o participar en reacciones. La liofilización consiste básicamente en la eliminación del agua de un producto por sublimación del agua libre de la fase sólida acompañada de la evaporación de algunas porciones remanentes de agua no congelable (Alvarado, 1996; Abdelwahed W, 2006). La liofilización se considera uno de los mejores métodos de conservación de las propiedades organolépticas y nutricionales de productos biológicos. Al finalizar el proceso de liofilización, el alimento se convierte en una estructura rígida que conserva la forma y el volumen pero con peso reducido, preservando sus características nutritivas y organolépticas. Al rehidratarlo se recuperaran la textura, el aroma y el sabor original (Guanghou, 2005; Navas, 2006; Abdelwahed, 2006). La liofilización es una técnica muy útil para darle valor a nuestros productos y conservar las cosechas para promover una comercialización de los productos mexicanos a lo largo del mundo. Uno de los principales frutos para la alternativa de cultivos es la pitaya, ayudando al desarrollo económico regional, ya que las plantaciones comerciales generan empleos y proporcionan valor agregado a los terrenos. Ya para nuestros antepasados indígenas las cactáceas constituían una fuente de recolección de frutas dulces y jugosas que les ayudaban a sobrevivir en ciertas

¹Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Av. Adolfo López Mateos #1801 Ote., Fracc. Bona Gens, C.P. 20256

Aguascalientes, Ags. brendiusca_chiqui@hotmail.com

²Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Media, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Carretera Rioverde-San Ciró, Km. 4. Ejido Puente del Carmen C.P. 79617; Rioverde, S.L.P. christian.michel@uaslp.mx

temporadas. La estación más afortunada para ellos era aquella en la que fructificaban las pitahayas, además de la pesca. Después de la conquista de México, las cactáceas se distribuyeron en todo el mundo, formando parte de colecciones privadas y fundaciones de gobierno (Gómez Cruz, & Schwentesius Rindermann, 2003). El producto de la pitaya tiene buena aceptación y alcanza buen precio en los mercados nacional y de exportación. En el presente trabajo se realizó una comparación entre la Pitaya de Querétaro (*Stenocereus queretaroensis*) liofilizada con pretratamiento osmótico que es un tratamiento no térmico utilizado para reducir el contenido de agua de los alimentos, con el objeto de extender su vida útil y mantener características sensoriales, funcionales y nutricionales, y sin este pretratamiento. Se pretende deshidratar la Pitaya de Querétaro por medio de la liofilización porque es una de las mejores técnicas de secado a que su proceso no contamina y el tiempo de durabilidad de los alimentos en almacén aumenta, con lo que se genera menor pérdida para los agricultores y se le da el valor correspondiente a sus cultivos.

MÉTODOS Y MATERIALES

Material biológico

Se emplearon muestras de *Pitaya de Querétaro (Stenocereus queretaroensis)* recolectadas cuidadosamente de un agostadero de la comunidad de San Ciro de Acosta en San Luis Potosí. Se esperó a que las *Pitayas de Querétaro* alcanzaran un grado apropiado de desarrollo y madurez, el cual se midió visualmente a partir de su coloración externa y confirmada al examinar que el contenido de pulpa que tuviera una firme consistencia.

Metodología

Los frutos tuvieron un peso de 85 g en promedio, y sus diámetros ecuatorial y polar eran de 4.5 y 6.0 cm, respectivamente. Se consideró que las *Pitayas de Querétaro* estuvieran enteras, de aspecto fresco y consistencia firme; libres de ataque de insectos y limpias, exentas de olores, sabores o materias extrañas visibles y libres de magulladuras profundas. Las *Pitayas de Querétaro* se almacenaron en charolas de aluminio en un Refrigerador Congelador Domestico (General Electric, GBML0GAXGS) a 4 °C. Las frutas se lavaron, se pelaron y se pesaron.

Liofilización

En el tratamiento de liofilización se emplearon muestras frescas (sin pretratamiento) (Ayala A., Serna C., & Mosquera V., 2010) congeladas en un Refrigerador Congelador Domestico (General Electric, GBML0GAXGS) a -20°C durante 12 h. Posteriormente se pasó al liofilizador (Labconco, freezone 2.5) evaluando en un periodo de 8 h durante 3 días la pérdida de peso en una balanza analítica (Mettler Toledo (AE200), de sensibilidad 0,001 g.), hasta alcanzar un estado de peso estable. La sacarosa utilizada para la preparación de las soluciones osmóticas fue la azúcar comercial, la cual fue adquirida en los supermercados de la ciudad. Se empleó un volumen de solución de 2L en vasos de precipitado para cada concentración. Las soluciones se prepararon disolviendo el azúcar en agua destilada a una temperatura de 38 ° C. Las concentraciones de las soluciones osmóticas con las que se llevaron a cabo los experimentos fueron de 45 y 55 ° Brix. Las *Pitayas de Querétaro* se deshidrataron en soluciones osmóticas de sacarosa comercial con 45 y 55 ° Brix durante 40 min a 25°C, con una relación muestra-solución de 1:20. La solución osmótica se agitó a 60 rpm empleando un agitador mecánico (Orbital Shaker, Ts-1000). Transcurrido el tiempo de agitación se retiraron los frutos de la solución y se lavaron inmediatamente con agua destilada para retirar la sacarosa remanente en la superficie (Ayala A., Serna C., & Mosquera V., 2010) y se llevaron a congelación en un Refrigerador Congelador Domestico (General Electric, GBML0GAXGS) a -4°C durante 12 h. Posteriormente se sometieron al proceso de secado en el liofilizador (Labconco, freezone 2.5), evaluando en un periodo de 8 h durante 5 días la pérdida de peso en una balanza analítica (Mettler Toledo (AE200), de sensibilidad 0,001 g.), hasta alcanzar un estado de peso estable. La capacidad de retención de hielo liofilizador (Labconco, freezone 2.5) es de 2,5 L. Las pitayas frescas y osmodeshidratadas se colocaron en un liofilizador de vasos con capacidad máxima de 350 mL (Labconco, freezone 2.5), y se congelaron a -50°C, aplicando una presión de vacío de 0.021 mBar para el proceso de sublimación. Con los datos obtenidos sobre el tiempo de liofilizado y la diferencia de peso, se obtuvo el contenido de

humedad (curvas de secado). El tiempo del proceso de secado para los tratamientos liofilizados y osmoliofilizados fue de 8 h. Para evaluar el contenido de humedad (curvas de secado) se tomaron muestras en tiempos de 1 h entre cada secado. Los cambios de volumen (DV) se midieron en la fruta fresca (tiempo cero) y en la fruta seca (al final del proceso, 8 h) y de la fruta (Ayala A., Serna C., & Mosquera V., 2010).

RESULTADOS

Las muestras de la *Pitaya de Querétaro (Stenocereus queretaroensis)* fresca presentaron un contenido de humedad promedio de 2,949 (Kg agua/Kg m.s), mientras que las muestras deshidratadas osmóticamente obtuvieron 2,685 (Kg agua/ Kg m.s). Ambas pruebas intensificaron el color rojo de la pitaya de un color neon nectarine a un color Berry strong.

Curvas de secado

En las figuras 1-5 se presenta la disminución progresiva día a día de la *Pitaya de Querétaro (Stenocereus queretaroensis)* con el pretratamiento osmótico, presentando desviaciones estándar muy cercanas a la unidad tanto en 45 y 55 ° Brix. En la figura 6 y 7 se aprecian las curvas de secado de la pitahaya liofilizada y osmoliofilizada con sus correspondientes barras de desviación estándar. Se observaron diferencias en el contenido de humedad durante las 10 h de proceso, y el tratamiento de Osmoliofilización registró los valores mayores. Después de este tiempo las diferencias fueron constantes hasta alcanzar una disminución menos significativa a partir del tercer día (24 h); el contenido de humedad del tratamiento Osmoliofilización disminuyó hasta alcanzar, al final de proceso (40 h), 0,0209 Kg agua/Kg m.s, mientras que el tratamiento de liofilización alcanzó 0,0104 kg agua/Kg m.s.

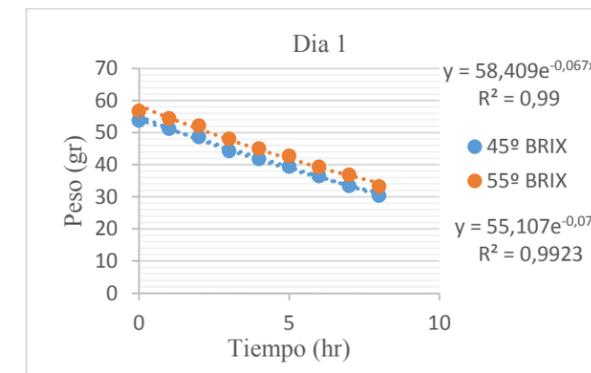


Figura 1. Primer día del Proceso de Secado por Osmoliofilización

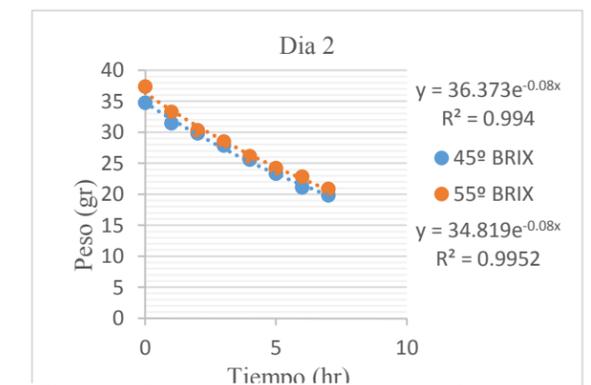


Figura 2. Segundo día del Proceso de Secado por Osmoliofilización

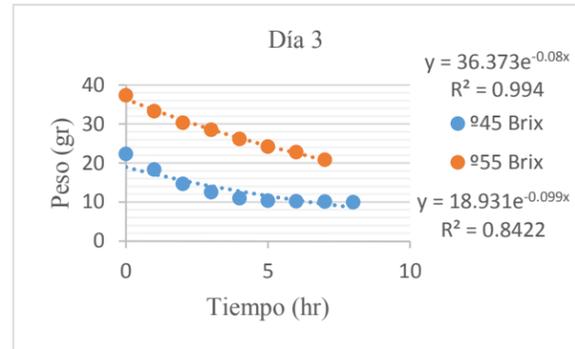


Figura 3. Tercer día del Proceso de Secado por Osmoliofilización

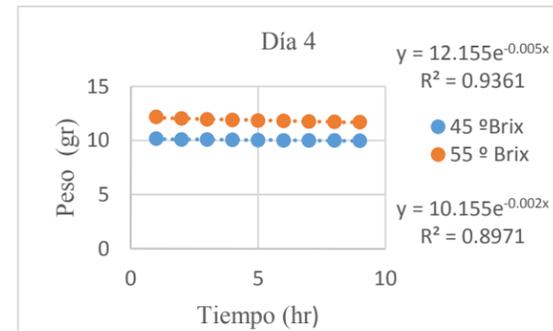


Figura 4. Cuarto día del Proceso de Secado por Osmoliofilización

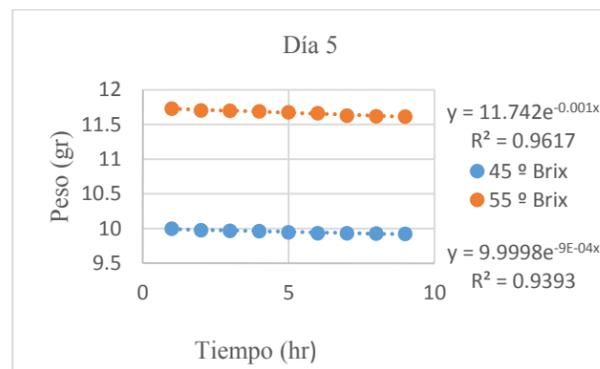


Figura 5. Quinto día del Proceso de Secado por Osmoliofilización

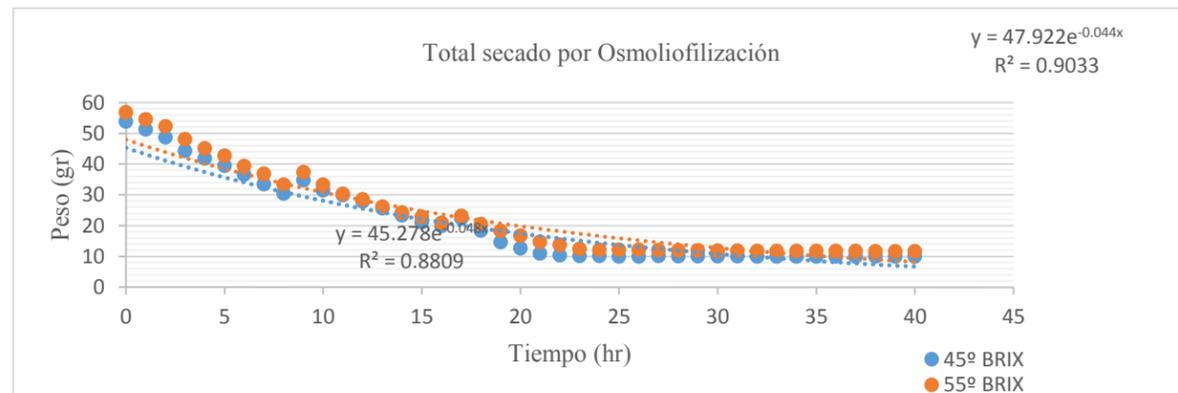


Figura 6. Proceso total de Secado por Osmoliofilización

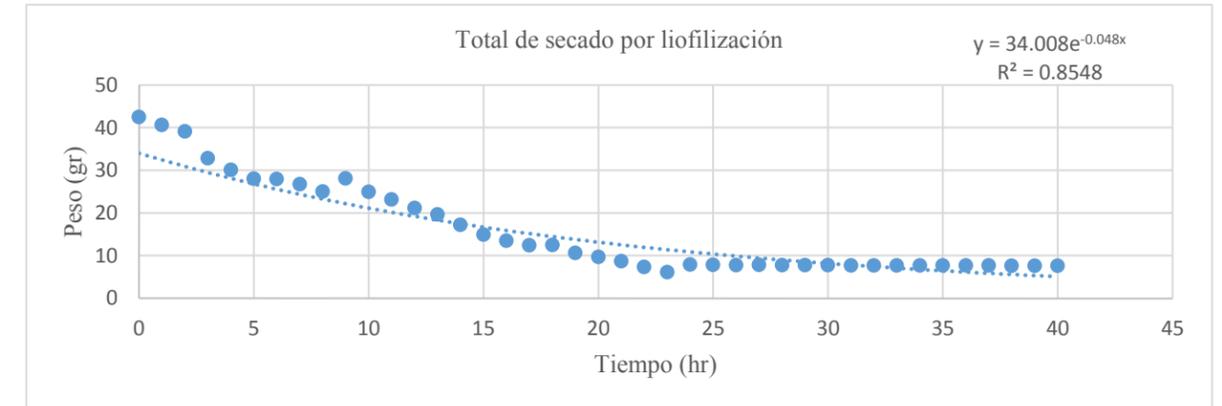


Figura 7. Proceso total de Secado por Liofilización

La difusión de vapor aumenta con la porosidad, razón por la cual la lenta velocidad de congelación del producto provoca rápida velocidad de secado ya que los cristales formados son voluminosos y se transforman en poros después de la sublimación. Los cristales formados durante la congelación son más pequeños en cuanto mayor es el extracto seco inicial. Por lo tanto, la velocidad de liofilización disminuye cuando aumenta el extracto seco del producto. En esta etapa cada producto debe congelarse de una manera tal que garantice que sufrirá pocas alteraciones en el proceso posterior de sublimación. Se debe conocer con precisión: la temperatura en la que ocurre la máxima solidificación, la velocidad óptima de enfriamiento y la temperatura mínima de fusión incipiente. Se busca que el producto ya congelado tenga una estructura sólida sin intersticios en los que haya líquido concentrado para propiciar que todo el secado ocurra por sublimación. El conocimiento de la formulación o composición del producto a liofilizar es el paso más importante del proceso.

La naturaleza, tiempo y gasto del proceso de liofilización son directamente dependientes de la naturaleza química y física del producto, su impacto sobre el proceso de secado y sobre la naturaleza del producto final no es frecuentemente bien entendido. La disminución del costo de la liofilización es un paso inmediato que se logrará mediante una reducción de la temperatura en la operación. En lo relacionado a la composición o formulación del producto es conveniente conocer el o los ingredientes activos y los constituyentes del producto, con la finalidad de analizar sus límites de concentración y propiedades tales como color, turbidez, etc., que al liofilizar podrían cambiar. También es muy importante el agua contenida en el producto a liofilizar, por la formación de los cristales de hielo durante la congelación, el súper enfriamiento, el grado de cristalización y la conductividad del hielo. La disminución de la cinética de secado de Osmoliofilización después de 10 h de proceso se debe, posiblemente a la formación de un encostramiento o capa de sacarosa en la superficie de las muestras, por efecto del pretratamiento osmótico, que provoca resistencia a la salida del agua libre de la fruta durante la liofilización. De acuerdo con estos resultados puede notarse que el pretratamiento osmótico no redujo el tiempo de secado.

CONCLUSIONES

El proceso de liofilización es una alternativa de interés como método de conservación de alimentos que permite prolongar el tiempo de vida útil conservando las propiedades físicas y fisicoquímicas relacionadas con la calidad. En el secado mediante la liofilización se distinguen tres fases o etapas. Los productos liofilizados se caracterizan por su baja actividad de agua, bajos cambios de volumen y de forma, alta capacidad de rehidratación, aumento en su porosidad y por presentar un estado vítreo. La porosidad influye fuertemente en la capacidad de rehidratación de los vegetales deshidratados; a mayor porosidad mayor

capacidad de rehidratación. El proceso de liofilización permite que los productos orgánicos termolábiles conserven sus propiedades indefinidamente y recuperan su forma y estado primitivo al hidratarlos. Al liofilizar adecuadamente un material se puede almacenar por períodos muy largos con reducciones muy bajas de sus características organolépticas, físicas, químicas y biológicas. El tiempo total de secado debe ser lo suficientemente largo como para que el contenido final de humedad sea inferior al 5% en peso, y evitar así la degradación del producto final durante su almacenamiento. El punto clave en la preparación de un producto a liofilizar es la reproducibilidad. Un producto liofilizado reproducible debe comenzar con una formulación reproducible o una composición conocida. La aplicación de un pretratamiento osmótico a la liofilización de la *Pitaya de Querétaro (stenocereus queretaroensis)*, empleando soluciones de sacarosa con 45 y 55 ° Brix, no es adecuada porque produce encogimiento de la fruta, no influye significativamente en la pérdida de agua, y, en consecuencia, no reduce el tiempo de secado

BIBLIOGRAFIA

- ABDELWAHED W, D. G. (2006). Freeze-drying of nanoparticles: Formulation, process. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 1692-1713.
- ALVARADO, J. D. (1979). *Ensayos de Almacenamiento y Estudio de un Mecanismo de Secado a Temperaturas Bajas en Papa (Solanum tuberosum)*. Guatemala: Magister Scientifica. CESNA-INCAP.
- ALVARADO, J. D. (1996). *Principios de Ingeniería Aplicados a Alimentos*. Quito, Ecuador: Ed. RadioComunicaciones OEA.
- ALZATE, C., & ORREGO, E. (2008). Congelación y Liofilización de alimentos. *Manizales, Caldas, Colombia*, 42-50.
- AYALA A., A. A., SERNA C., L., & MOSQUERA V., E. C. (2010). Liofilización de Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*). *Facultad de Química Farmacéutica*, 121-127.
- FLOSDORF, E. W. (1935). Procedure and apparatus for preservation in "lyophile" form of serum and other biological substances. *J. Immunol.*(29), 389-425.
- GEANKOPLIS, C. J. (1999). *Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias*. 3ª ed. México: Continenta.
- GUANGHOU, S., & P., L. L. (2005). Residue from star fruit as valuable source for functional. *Food Chemistry*, 277-280.
- MAY, L. R. (2010). *Freeze Drying/Lyophilization of Pharmaceutical and Biological Products*. New York London : informa Healthcare.
- NAVAS, J. S. (2006). *LIOFILIZACIÓN DE ALIMENTOS*. CALI COLOMBIA: ReCiTeIA.
- OSUNA ENCISO, T., IBARRA ZAZUETA, M. E., MUY RANGEL, M. D., VALDEZ TORRES, J. B., VILLARREAL ROMERO, M., & HERNÁNDEZ VERDUGO, S. (2011). Calidad Postcosecha de frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus* Haw.). *Fitotec*, 34(1), 63-72.
- R., M. A., GÓMEZ CRUZ, M. A., & SCHWENTESIUS RINDERMAN, R. (2003). *Pitahaya de México Producción y comercialización en el contexto internacional*. México: Caludio A.
- SERENO, A. M., & STI, M. M. (1994). Glass transitions and state diagrams for typical natural. *Thermochimica Acta* 246, 6.

APLICACIÓN DE TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS USANDO EL PROTOCOLO SCTP EN UN SISTEMA OPERATIVO LINUX

Manuel de Jesús Montalvo Murillo¹ y Aldonso Becerra Sánchez²

RESUMEN

La utilización de aplicaciones de transferencia de archivos es bastante frecuente en la actualidad ya que es muy fácil usarlas, así mismo, los que se dedican a realizar estas aplicaciones se basan sobre lo conocido, para este caso, se utiliza un protocolo de la capa de transporte llamado TCP, el cual facilita este tipo de transferencias. Hoy en día existe otro protocolo, que es relativamente nuevo llamado SCTP, que proporciona las mismas facilidades que el protocolo anterior, al igual que algunas mejoras.

El uso del protocolo SCTP no está aún implementado en muchos entornos reales para el usuario final y por supuesto que la finalidad de este proyecto es demostrar que usar este protocolo es factible y recomendado para casos específicos.

En la presente investigación se reporta una aplicación que transfiere archivos utilizando el protocolo SCTP (Stream Control Transmission Protocol) sobre un lenguaje de programación bastante conocido, el cual es Java. Así mismo se hizo una comparación entre el protocolo ya mencionado y el protocolo de control de transmisión (TCP) en la transferencia de varios archivos. Esto se realizó sobre el sistema operativo linux, ya que es uno de los primeros sistemas operativos que comienzan a usar este protocolo.

Palabras clave: protocolo, SCTP, TCP, transferencia, linux.

INTRODUCCION

Las aplicaciones de usuarios normalmente utilizan el protocolo de la capa de transporte TCP. Entre los protocolos utilizados se encuentra FTP que sirve para la transferencia de archivos y aunque tradicionalmente se usa TCP para cualquier otra aplicación relacionada con transferencias, se ha dado la tarea de investigar otros protocolos, tal como lo es SCTP.

El protocolo SCTP es un protocolo relativamente nuevo que se usa para el control de la transmisión. Este protocolo es similar a los protocolos TCP y UDP, pero tiene características de ambos protocolos.

El protocolo TCP es uno de los principales protocolos con los que se desea hacer la comparación ya que es uno de los principales protocolos de la capa de transporte del modelo TCP/IP y este es un protocolo orientado a conexión, es decir, que permite que dos máquinas que están comunicadas controlen el estado de la transmisión.

¹ Universidad Autónoma de Zacatecas, Ingeniería de Software; Ciudad Universitaria Campus Siglo XXI Edificio de Ingeniería de Software, Carr. Zacatecas Guadalupe Km. 6, ejido La Escondida, C.P: 98160, Zacatecas, Zacatecas, chuy_ronald@hotmail.com

² Universidad Autónoma de Zacatecas, Ingeniería de Software; Ciudad Universitaria Campus Siglo XXI Edificio de Ingeniería de Software, Carr. Zacatecas Guadalupe Km. 6, ejido La Escondida, C.P: 98160, Zacatecas, Zacatecas, a7donso@hotmail.com

Por otra parte existe otro protocolo que es igual de importante que el TCP, antes mencionado, y es el protocolo UDP, el cual es un protocolo no orientado a conexión y están en a capa de transporte del modelo TCP/IP. Se sabe que este protocolo es bastante simple ya que no proporciona detección de errores.

Hasta ahora no se han encontrado aplicaciones formales que hagan uso del protocolo SCTP para transferencia de archivos, solamente se sabe de aplicaciones sencillas que transfieren texto usando el lenguaje de programación C.

A continuación se muestran algunas de las ventajas que existen de SCTP sobre el protocolo TCP [3]:

- Soporte de multi-homing
- Soporte de multi-streaming
- Orientado a la conexión
- Delimitadores de mensajes
- Provee servicio de mensaje no ordenados y contables (Ordering)
- Mecanismos de validación y asentimiento como protección ante ataques por inundación, proveyendo notificación de trozos de datos duplicados o perdidos.
- Entrega de los datos en trozos que forman parte de flujos independientes y paralelos eliminando así el problema de head of the line blocking que sufre TCP.

Uno de los programas que es bastante similar a lo que se pretende lograr es Classic FTP, este software permite cargar, descargar, eliminar y administrar los archivos en un servidor remoto o sitio web usando el protocolo de transferencia de archivos. Este programa está diseñado para crear la sensación de un cliente ftp tradicional mientras admite las funcionalidades FTP más recientes, además está basado en TCP y lo que se pretende con este proyecto es lograr una aplicación similar pero usando el protocolo SCTP. (Ver fig 1).

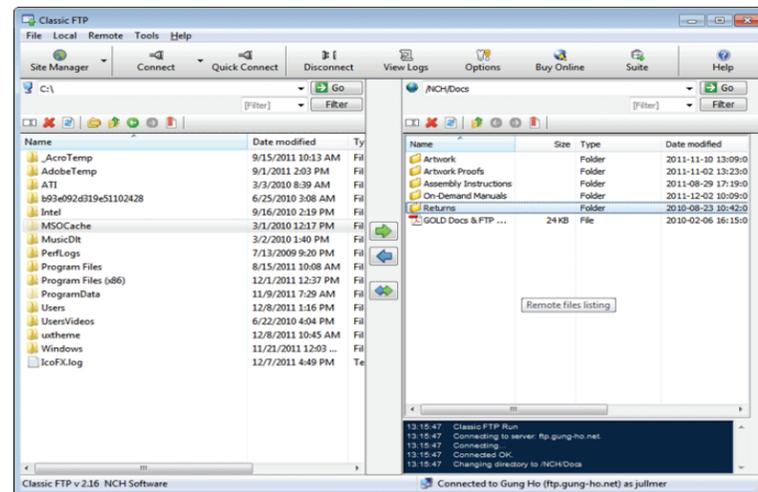


Fig. 1 Interfaz de Classic FTP, Utiliza el protocolo TCP para transferir archivos

A fin de cuentas, lo que se pretende es desarrollar una aplicación en java para la transferencia de archivos usando el protocolo sctp en un sistema operativo Linux y comparar con su equivalente en TCP y UDP.

MÉTODOS Y MATERIALES

Lo primero que se llevó a cabo fue recabar los **requerimientos** necesarios para después pasar a una fase de **análisis**, que consistió en ver si era factible realizar la aplicación con el lenguaje java y ver sobre que distribución de Linux se podía habilitar el modulo del SCTP, teniendo todo esto en cuenta se procedió a realizar el **diseño** de cómo debería de quedar la aplicación, usando algunos diagramas sencillos y determinando las clases que se debían usar.

Después se realizó la parte de la **codificación** que es donde se aplicó el diseño previo y refinando algunas cosas que no se tomaron en cuenta en la fase de análisis.

Por último se realizaron **pruebas** de la aplicación para asegurar que se cumplía lo que se esperaba, que en este caso era la transferencia de archivos usando este protocolo.

En resumen se siguió una metodología en cascada, como se ve en la siguiente imagen:

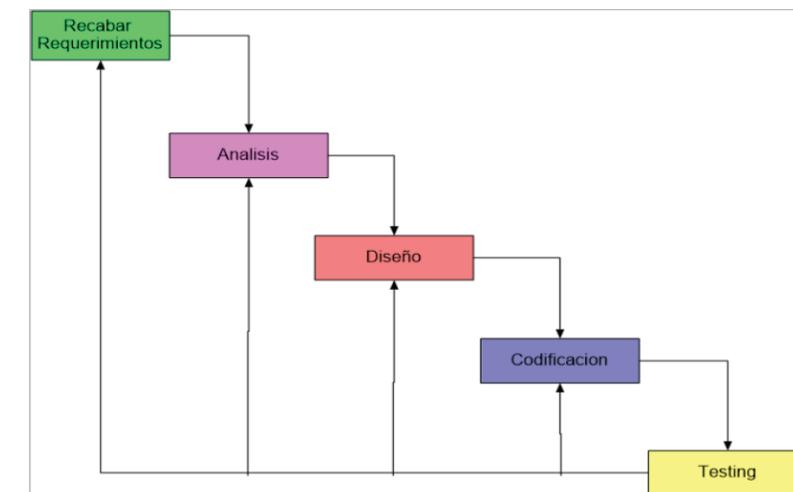


Fig 2. Metodología de cascada

RESULTADOS

La aplicación en java creada para la transferencia de archivos utilizando el protocolo sctp se probó con 3 archivos de varios tamaños (20, 30 y 400 megabytes) y el resultado fue que se logró la transferencia correctamente en un tiempo considerablemente bueno.

A continuación se muestran algunas capturas del programa:

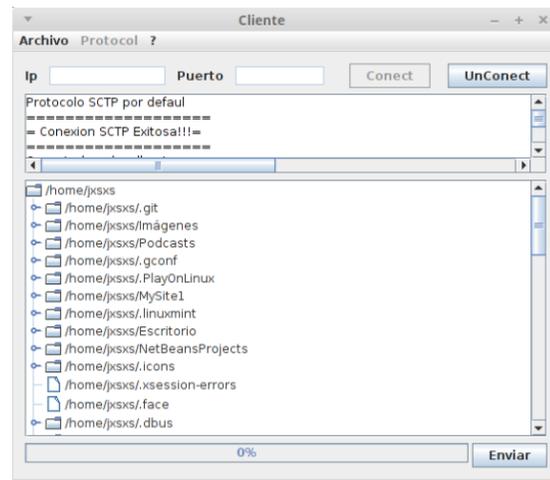


Fig 3. Interface del cliente ya con la conexión estable

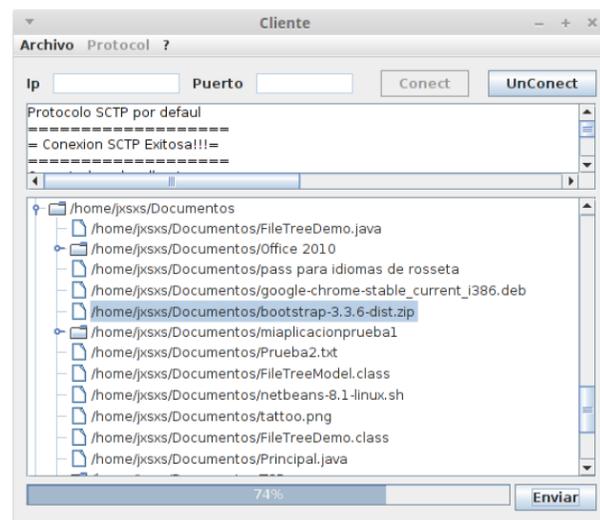


Fig 4. Interface del servidor ya con la conexión estable

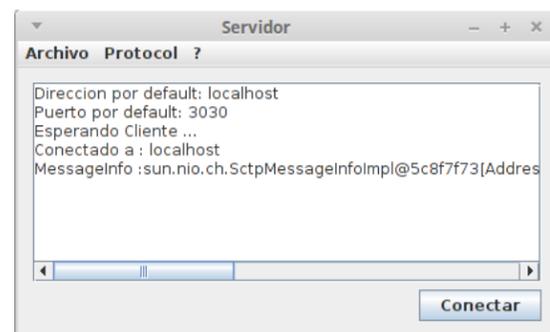


Fig 5. Cliente enviando archivo

CONCLUSIONES

El protocolo sctp funciona perfectamente para la transferencia de archivos, lo hace bastante rápido y efectivo, no hay pérdida en ningún sentido.

BIBLIOGRAFIA

- [1] SFTP and prototype implementation, <http://www.sctp.de/sctp.htm>
- [2] Linux Kernel Stream Control Transmission Protocol, <http://lksctp.sourceforge.net/>
- [3] R. Stewart ed. Stream Control Transmission Protocol, IETF RFC 4960, Sept. 2007: <http://tools.ietf.org/html/rfc4960>.
- [4] Implementation SFTP protocol in Java, <http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo330/2s11/projects/Reports/BarriosMedinaPerez/index.html>

INVESTIGACION DE ANTECEDENTES DE ESTUDIOS REALIZADOS SOBRE LA CORROSION DE HIERRO COLADO EXPUESTO A BIODIESEL

Montejano Nava Emanuel¹ y Manriquez Reza Elizabeth²

RESUMEN

El biodiesel es un combustible de origen renovable usado principalmente como alternativa de combustible (diésel) en motores convencionales de combustión interna, reduciendo grandes cantidades de hidrocarburos no quemados. Como la sustentabilidad es un tema muy importante en la actualidad, algunas personas optan por utilizar biodiesel en sus automóviles a diésel. El objetivo de este proyecto es el análisis de los artículos escritos por otros autores con el fin de identificar diferentes metodologías usadas para probar la corrosión de hierro colado expuesto a biodiesel.

ABSTRACT

Biodiesel is a renewable fuel mainly used as an alternative fuel (diesel) in conventional internal combustion engines, reducing large amounts of unburned hydrocarbons. As sustainability is a very important issue today, some people choose to use biodiesel in their diesel cars. The objective of this project is the analysis of articles written by other authors in order to identify different methodologies used to test the corrosion of cast iron exposed to biodiesel.

Palabras Clave: Hierro gris, sustentabilidad, diésel, biodiesel.

INTRODUCCIÓN

El biodiesel es un combustible de origen renovable, denominado como éster alquílico de ácidos grasos obtenido de fuentes vegetales o animales. Debido a sus características similares al diésel de origen fósil, es usado como combustible complementario en motores de ciclo Otto. Estudios recientes han reflejado que el biodiesel es más corrosivo en comparación al diésel en condiciones ambientales, para materiales como cobre, bronce, latón, acero al carbono, entre otros. Este trabajo se enfoca en el análisis de artículos relacionados con diferentes estudios sobre la corrosión de hierro gris expuesto a biodiesel y compararlos entre ellos para lograr unificar una metodología como base para una metodología propia.

MARCO TEORICO

El biodiesel se produce a partir de una reacción química en donde se mezcla aceite vegetal con metanol en presencia de un catalizador. Es usado principalmente en motores convencionales de combustión interna, reduciendo grandes cantidades de hidrocarburos no quemados. Debido a sus características similares al diésel de origen fósil, es usado como combustible complementario en motores de ciclo Otto. Estudios recientes han reflejado que el biodiesel es más corrosivo en comparación al diésel en condiciones ambientales, para materiales como cobre, bronce, latón, acero

¹Universidad Politécnica de Querétaro, Ingeniería en Tecnologías Industriales (ITM, IM & ITA).

Carretera Estatal 420 S/N, El Rosario, EL Márquez, Querétaro. 76240. 014013808@upq.edu.mx

²Universidad Politécnica de Querétaro, Ingeniería en Tecnologías Industriales (ITM, IM & ITA).

Carretera Estatal 420 S/N, El Rosario, EL Márquez, Querétaro. 76240.

elizabeth.manriquez@upq.edu.mx

al carbono, entre otros. Este comportamiento se asocia principalmente a su alta higroscopicidad, polaridad creciente y auto oxidación. Los cilindros de los motores a diesel son de hierro colado gris. Las fundiciones grises son ampliamente usadas en la industria por sus ventajas económicas, facilidad de colada, estabilidad dimensional y resistencia mecánica entre otras.

MÉTODOS Y MATERIALES

Este proyecto consiste en el estudio de artículos realizados sobre diferentes autores sobre este tema en particular. Las etapas de este proyecto consistieron en separar partes de los trabajos realizados con anterioridad para poder lograr una mejor comparación.

Primero se analizaron los materiales a utilizar y el tipo de combustible que se utilizó. Después se realizó un segundo estudio pero esta vez buscando la técnica a utilizar en sus proyectos, el tiempo en que se realizó y la temperatura a la cual fue expuesta.

Una vez realizado el análisis se realizó una tabla comparativa en la cual se muestran los datos más importantes de cada artículo y a partir de estos se definirá una sola metodología a seguir.

RESULTADOS

Después de haber realizado un estudio sobre los diferentes artículos, se realizó una tabla comparativa en la cual se puede observar mejor el tipo de metal o aleación que utilizaron debido a que algunos autores no realizaron sus estudios sobre el hierro gris puro sino más bien buscaron aleaciones, así como también revisar qué tipo de combustible (diésel/biodiesel) utilizaron. Ver tabla 1.

Tabla. 1. Comparación de materiales y combustible usados por diferentes autores

Autor	Material	Combustible
M.M Fazal. A.S.M.A Haseeb, H.H Masjuki. (2011)	fundición de hierro gris C: 3%, Si: 1.84%, Mn: 0.82%, P: 0.098%, S: 0.089%	inhibidor (100 ppm) Ethylenediamine (EDA) n-Butylamine (nBA) Tert-butylamine (Tba)
M.M Fazal. A.S.M.A Haseeb, H.H Masjuki. (2012)	Cobre (99.99%)	Biodiesel de palma (B100) y Diesel (B0)
	Latón (Cu: 58.5%, Zn: 41.5%)	
	Aluminio (99%)	
	Fundición de hierro gris (C: 3%, Si: 1.84%, Mn: 0.82%, P: 0.098%, S: 0.089%)	

Autor	Material	Combustible
M.M Fazal, A.S.M.A Haseeb, H.H Masjuki. (2010)	Cobre (99.99%)	Biodiesel de palma (B100)
	Aluminio (99%)	
	Acero inoxidable 316 (18% Cr, 11% Ni, 2% Mn, 1% Si, 0.08% C)	
A.S.M.A, Haseeb. H.H Masjuki, L.J Ann, M.A Fazal. (2009)	Cobre (99.99%)	Biodiesel de palma (B100) y Diesel (B0).
	Plomo de Bronce (87% Cu, 6% Sn, 6% Pb)	
Dingfeng Jin, Xuehua Zhou. (2015)	acero carbono (0.2% C, 0.5% Mn, 0.5%Si, 98.8%Fe)	Biodiesel de palma (B100)
K.V. Chew, A.S.M.A, Haseeb. H.H Masjuki, M.A Fazal, M. Gupta. (2013)	Aleación de aluminio 5086 (95% Al, 3.86% Mg, 0.55% Fe,0.99 Mn, 0.03%Si)	Biodiesel de palma (B100)
	Magnesio puro (99.9% Mg, 0.01% Al, 0.04% Fe, 0.78 ppm Cr, 0.002 ppm Zn)	

El siguiente estudio es relacionado con la técnica y el tiempo en cual se realizaron los estudios y la mayoría de los autores utilizan entre 30,60 y 120 días tabla 2), esto basándonos en el número de horas en que se realizaron las muestras.

Tabla. 1. Comparación de técnicas usadas por diferentes autores

Autor	sumergido		
	Área o peso	tiempo	temperatura
M.M Fazal, A.S.M.A Haseeb, H.H Masjuki. (2011)	33 mm de diámetro X 2 mm de espesor	1200 h
M.M Fazal, A.S.M.A Haseeb, H.H Masjuki. (2012)	22.2 mm de diámetro X 2 mm de espesor	2880 h	25-27 °C
	25.4 mm de diámetro X 2 mm de espesor		
	22.6 mm de diámetro X 2 mm de espesor		

Autor	36 mm de diámetro X 2 mm de espesor	sumergido	
		Área o peso	tiempo
M.M Fazal, A.S.M.A Haseeb, H.H Masjuki. (2010)	17.2 mm de diámetro X 2 mm de espesor	1200 h	80°C
	22.6 mm de diámetro X 2 mm de espesor		
	16 mm de diámetro X 2 mm de espesor		
A.S.M.A, Haseeb. H.H Masjuki, L.J Ann, M.A Fazal. (2009)	17.2 mm de diámetro X 2 mm de espesor	2640 h	25-30 °C
		840 h	60°C
	22.6 mm de diámetro X 2 mm de espesor	2640 h	25-30°C
		840 h	60°C
Dingfeng Jin, Xuehua Zhou. (2015)	25 X 50 X2 mm	30 días	27 °C
		60 días	50 °C
		120 días	80 °C
K.V. Chew, A.S.M.A, Haseeb. H.H Masjuki, M.A Fazal, M. Gupta. (2013)	8 mm de diámetro X 2 mm de espesor	720 h	25-27 °C
		1440 h	
		720 h	
		1440 h	

CONCLUSIONES

El biodiesel de aceite de palma es el biodiesel más utilizado por los autores en los estudios realizados. La mayoría de los metales utilizados en estos experimentos, son materias primas de las cuales están elaboradas gran cantidad de partes que conforman el sistema del motor de un automóvil, por ejemplo, el aluminio en los pistones y hierro colado en algunos otros componentes.

La mejor opción para realizar este proyecto es la utilización de hierro colado (hierro gris), ya que de este metal está fabricada la cámara del motor en donde se lleva a cabo la combustión y es el lugar más expuesto al biodiesel además del tanque que en su mayoría ya es fabricado de plástico, por lo que no es buena opción trabajar sobre él.

BIBLIOGRAFIA

1. M.M Fazal. (2011) Effect of different corrosion inhibitors on the corrosion of cast iron in palm biodiesel, Fuel Processing Technology 92 (2011) 2154–2159. Obtenido de www.elsevier.com/locate/fuproc.
2. M.M Fazal. (2012). Degradation of automotive materials in palm biodiesel, Energy 40 (2012) 76-83. Obtenido de www.elsevier.com/locate/energy.

3. M.M Fazal.(2010). Comparative corrosive characteristics of petroleum diesel and palm biodiesel for automotive materials, *Fuel Processing Technology* 91 (2010) 1308–1315. Obtenido de www.elsevier.com/locate/fuproc.
4. A.S.M.A, Haseeb.(2010). Corrosion characteristics of cooper and leaded bronze in palm biodiesel, *Fuel Processing Technology* 91 (2010) 329–334. Obtenido de www.elsevier.com/locate/fuproc.
5. Dingfeng_ corrosion behavior of ASM 1045.(2015).*RenewableEnergy* 81 (2015) 457-463. Obtenido de www.elsevier.com/locate/renene
6. K.V. Chew_corrosion of magnesium and aluminum in palm biodiesel. a comparative evaluation,(2013). *Energy* 57 (2013) 478-483. Obtenido de www.elsevier.com/locate/energy.

SÍNTESIS DE MATERIALES SORBENTES PARA LA ELIMINACIÓN DE CONTAMINANTES EN AGUA

Jéssica Mosqueda Ramírez¹ y Paola Elizabeth Díaz Flores²

RESUMEN

La presencia de colorantes, es indeseable debido a que el color es considerado un indicador importante de contaminación en agua. Por lo cual en el presente trabajo se realizó la síntesis de compositos quitosano-zeolita (relación 1:3) para la remoción del colorante azul reactivo 4. Los experimentos de adsorción se realizaron con soluciones de 10, 20, 40, 60, 80 y 100 ppm a partir de una solución patrón de colorante azul reactivo 4 a 100 ppm. La remoción del colorante se determinó mediante una técnica espectrofotométrica, los datos obtenidos se evaluaron de acuerdo a los modelos de Freundlich y Langmuir. Con el modelo de Langmuir a una concentración en el equilibrio de $C_e = 50$ mg/L fue el más adecuado ya que se logró obtener una capacidad máxima de adsorción de 6.2324 mg/g para 0.1 g de composito en colorante azul reactivo 4.

ABSTRACT

Presence of dyes is undesirable, because color is considered an important indicator of pollution in the water. Therefore, we performed the synthesis of chitosan-zeolite composites (relation 1: 3) we perform removal of blue dye 4. Adsorption experiments were performed with solutions 10, 20, 40, 60, 80 and 100 ppm, with solution from pattern a blue dye reagent 4 to 100 ppm. We determine the removal of the dye by a spectrophotometric technique. The data obtained were evaluated according to the Langmuir and Freundlich models. We use the model of Langmuir at a concentration in the equilibrium $C_e = 50$ mg/L, this was the most appropriate as it was possible to obtain maximum adsorption capacity of 6.2324 mg/g to 0.1 g of composito reactive blue dye 4.

Palabras clave: adsorción, isoterma, síntesis, composito, colorantes.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, los problemas de contaminación han adquirido tal magnitud y diversidad que la sociedad ha ido tomando cada vez mayor conciencia de los riesgos actuales, y más aún, de los potenciales. Como resultado de la presión social generada, quienes toman las decisiones muestran una creciente voluntad política para resolver los problemas. Ahora, es necesario que especialistas sólidamente formados ofrezcan soluciones realistas (Jiménez, 2001).

La legislación mexicana ha definido a un contaminante como toda materia o sustancia, sus combinaciones o compuestos, los derivados químicos o biológicos, así como toda forma de energía térmica, radiaciones ionizantes, vibraciones, ruido, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento ambiental, alteren o modifiquen su composición y afecten la salud humana. El agua cubre alrededor del 70% de la superficie del planeta, los mares resultan ecosistemas gigantescos que ejercen gran influencia sobre el clima, por lo que se les conoce como un termorregulador. La contaminación del agua es la adición a la misma de materia extraña indeseable que deteriora su calidad (Solís y López, 2003). La presencia de colorantes, aún a bajas concentraciones, es

¹ Instituto Tecnológico de Celaya, Antonio García Cubas Pte. #600 esquina Avenida Tecnológico, C.P. 38010, Celaya, Guanajuato, MÉXICO, jessica.mosqueda.rmz@gmail.com

² Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Carretera San Luis Potosí - Matehuala, Ejido Palma de la Cruz, Soledad de Graciano Sánchez, C.P. 78321, San Luis Potosí, S.L.P., MÉXICO, paola.diaz@uaslp.mx; israel.flores@uaslp.mx

indeseable debido a que el color es considerado un indicador importante de contaminación. Además pueden afectar significativamente la actividad de la fotosíntesis debido a la reducida penetración de la luz, y a que estos son tóxicos para ciertas formas de vida acuática (Figueiredo *et al.*, 2000).

En objetivo de esta investigación fue sintetizar un compuesto capaz de adsorber el colorante azul reactivo 4 presente en solución acuosa.

MARCO TEORICO

Los colorantes reactivos son compuestos con grupos capaces de reaccionar con el sustrato formando enlaces covalentes. Se fijan con gran firmeza y se usan sobre todo para fibras de celulosa (Oxford University Press, 1997). Se sintetizan empleando un grupo cromóforo azoico o bien antroquinónico y tienen puntos de anclaje reactivos en la molécula, los que en presencia de álcali, forman un enlace covalente con la celulosa. Los grupos reactivos del colorante reaccionan con los grupos hidroxilos de la celulosa. La parte reactiva con grupos funcionales mono y di-clorotrazínicos, vinil sulfona, etc. Son los que reaccionan en forma covalente con los grupos hidroxilos de la celulosa (Valverde, 2015).

El colorante azul reactivo 4 (1-amino-4-[3-(4,6-dichlorotriazin-2-ilamino)-4-sulfenilamino] ácido antraquinona-2- sulfónico), contiene colorantes aniónicos, como diclorotriazinilo; su fórmula es $C_{23}H_{14}Cl_2N_6O_8S_2$ con un peso molecular de 637.43 g/mol; contenido de colorante 35%; contenido de carbono: 14.3%; contenido de nitrógeno: 4.6%; longitud de onda: 593–599 nm.

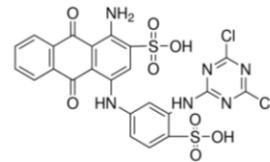


Figura 1. Estructura de colorante Azul reactivo 4

El desarrollo de composites reside en la posibilidad de combinar las propiedades físicas de los componentes para obtener nuevas propiedades estructurales o funcionales. Los composites se generan mediante la dispersión de materiales inorgánicos en una matriz polimérica orgánica que genera nuevos materiales híbridos, recientemente, los composites basados en quitosano recibieron atención en el ámbito del tratamiento de aguas (Viswanathan y Meenakshi, 2010).

El quitosano es un polisacárido lineal que está compuesto por dos tipos de unidades estructurales distribuidas de manera aleatoria (distribución Bernoulliana) a lo largo de la cadena, la N-acetil-D-glucosamina y la D-glucosamina, las cuales se encuentran unidas entre sí por enlaces del tipo β (1→4) glicosídicos. Sus propiedades alcanzan una mayor efectividad económica y práctica que otros agentes tradicionales, debido a su excelente capacidad de formación de películas, unido a que no produce contaminantes, es biocompatible, no presenta toxicidad (Rinaudo, Milas y Dung, 1993), naturalmente abundante y renovable (Singla y Chawla, 2001).

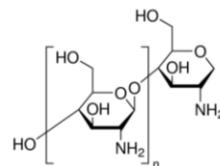


Figura 1. Estructura de Quitosano peso molecular medio.

La clinoptilolita es una zeolita de origen natural, perteneciente al grupo de la heulandita su fórmula general es $(Na, K, Ca_{0.5}, Sr_{0.5}, Ba_{0.5}, Mg_{0.5})_6 [Al_6Si_{30}O_{72}] \cdot 20H_2O$ y su CIC varía de 1.6 a 2.2 meq/g, la

cual permite la modificación en este material (Olguín, 2010). Está formada por aluminosilicatos cristalinos, donde su estructura consta de una red tridimensional de tetraedros SiO_4 y AlO_4 , con los átomos de silicio y aluminio en el centro, y los oxígenos en los vértices. (Aguilar *et al.*, 2001).

La adsorción es el resultado de la atracción entre las moléculas de la superficie del sólido (adsorbente) y las del fluido (adsorbato). El proceso de adsorción, es el método más ampliamente usado para controlar la contaminación de los efluentes líquidos. En el campo de la adsorción y remoción de contaminantes es ampliamente difundido el uso de isothermas de adsorción y la determinación del parámetro “ q ”, que mide la capacidad de adsorción del sustrato (adsorbato) en el adsorbente (expresado en mg de sustrato/g del adsorbente) y el parámetro “ C_e ” que expresa la cantidad de adsorbato en la solución después de haber llegado al equilibrio en el proceso de adsorción (Lazo *et al.*, 2008). La relación existente en el equilibrio, entre la cantidad de un gas adsorbido y la presión del mismo a una temperatura dada, se conoce como isoterma de adsorción. Las isothermas de adsorción presentan curvas características, que responden a procesos basados en los distintos fenómenos y mecanismos que controlan el proceso de adsorción de un gas por un sólido. (Albella *et al.*, 1993).

La isoterma de adsorción de Langmuir supone que la adsorción se acaba con la formación de una capa monomolecular de gas absorbido, alcanzándose una región de saturación, que representa el equilibrio entre el fenómeno de adsorción y el de la desorción en la monocapa. Se basa en los supuestos de que solo se tiene lugar la adsorción localizada en centros concretos (centros de adsorción) del sólido, lo cual equivale a afirmar que cualquier molécula gaseosa que choque contra otra en fase adsorbida, es automáticamente reflejada (Albella *et al.*, 1993). Se define por la ecuación 1):

$$q = q_m \cdot k \cdot C_e / (1 + k \cdot C_e) \quad (1)$$

Siendo q la masa de soluto adsorbido por unidad de masa de adsorbente (mg/g) C_e la concentración del adsorbato en el equilibrio (mg/L), q_m la capacidad máxima de adsorción (mg/g) y k es la constante de Langmuir de afinidad o energética (L/mg).

La isoterma de Freundlich en la que se asume que la superficie del adsorbente es energéticamente heterogénea, conformada por grupos de sitios de adsorción de energías características. También en esta isoterma se considera que no existen interacciones laterales entre las moléculas adsorbidas y que sólo se adsorbe una monocapa (Lazo *et al.*, 2008). La isoterma está representada por la ecuación 2):

$$q = k \cdot C_e^{1/n} \quad (2)$$

donde q es la masa de soluto adsorbido por unidad de masa de adsorbente (mg/g), C_e es la concentración de soluto en el equilibrio (mg/L), k es la constante de adsorción y n la constante de intensidad de adsorción.

METODOLOGIA

Los reactivos utilizados fueron quitosano de grado de desacetilización entre 75 y 85%, zeolita del tipo clinoptilolita de acuerdo al análisis de difracción de rayos X, ácido acético, hidróxido de sodio, azul reactivo 4, todos los reactivos utilizados fueron de grado analítico.

Para la elaboración de los composites se prepararon soluciones de ácido acético glacial (CH_3COOH) al 5% y de hidróxido de sodio (NaOH) al 25%, para los experimentos de adsorción se preparó una solución azul reactivo 4 ($C_{23}H_{14}Cl_2N_6O_8S_2$) a una concentración de 100 ppm y soluciones de ácido clorhídrico

(HCl) 0.01 N e hidróxido de sodio NaOH 0.01 y 0.1 N, en la preparación de todas las soluciones se utilizó agua desionizada.

Para la síntesis de los compositos se pesó 0.350 g de quitosano y se disolvió en 12.5 mL de CH₃COOH al 5% (solución de quitosano). Se colocó 1.050 g de zeolita en 5 mL de agua desionizada (solución de zeolita). Ambas soluciones se agitaron por 10 minutos y se incorporaron. La solución resultante se agitó por 2 horas a 200 rpm. Al término de la agitación magnética la mezcla zeolita-quitosano fue goteada en una solución de NaOH al 25% con la ayuda de una bomba peristáltica, la velocidad de goteo se ajustó de acuerdo a las características de la solución. Al concluir el goteo de la mezcla, los compositos generados reposaron en la solución de NaOH al 25% durante una hora. Posteriormente, los compositos fueron lavados con agua destilada hasta alcanzar un pH neutro, finalmente fueron secados a temperatura ambiente durante 72 horas.

La solución patrón de colorante azul reactivo 4 fue preparada a 100 ppm y se realizaron cinco diluciones a diferentes concentraciones (10, 20, 40, 60, 80 y 100 ppm). Se pesó 0.1 g de material adsorbente y se colocó en tubos Falcón adicionando un volumen de 40 mL de solución de colorante de las diferentes concentraciones. El pH se ajustó a 7.0 con soluciones de HCl y NaOH a 0.01 N, la muestra inicial tomada fue de 3 mL y se colocó en tubos Falcón de 15 mL identificados para la determinación de la concentración de colorante por el método de espectrofotometría en un espectrofotómetro UV/VIS (Thermo scientific). Los tubos Falcón que contienen las soluciones y el material adsorbente se introdujeron en una incubadora de agitación orbital (SEV INO 650V-7) a 25 °C de temperatura y 70 rpm. El pH fue regulado con soluciones de HCl 0.01N y NaOH 0.01N cada 24 h, el quinto día se tomó muestra de 3 mL para la determinación de la concentración final del colorante.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cantidad adsorbida de colorante se calculó mediante un balance de masa. Los datos obtenidos fueron procesados mediante el uso del software STATISTICA 7 para obtener la máxima capacidad adsorbente a partir de los modelos de Freundlich y Langmuir obtenidos a una C_e de 50mg/L.

Tabla 1. Resultados del experimento de adsorción

Muestra	Concentración inicial teórica (ppm)	Concentración inicial real (ppm)	Concentración final (ppm)	Porcentaje de remoción
A1	10	9.50138	1.48672	84.35258
A2	20	19.78434	13.28188	32.86670
A3	40	39.29172	21.14532	46.18377
A4	60	60.16008	43.82832	27.14717
A5	80	79.81868	57.58934	27.84979
A6	100	99.32606	72.86256	26.64305

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 1 se muestran los resultados de las concentraciones de las muestras de agua con contaminante, tomadas de los resultados arrojados por el espectrofotómetro y procesados con los cálculos necesarios.

Al usar el modelo de Freundlich con una concentración en equilibrio de $C_e = 50$ mg/L se obtuvo una capacidad máxima de adsorción correspondiente a 5.99039 mg/g. En cuanto al modelo de Langmuir usando una concentración en el equilibrio de $C_e = 50$ mg/L se logró obtener una capacidad máxima de adsorción de 6.2324 mg/g. Por lo tanto el modelo que más se ajustó para nuestro proyecto fue Langmuir

que concuerda con lo encontrado con los autores (Xie, Li, Chi, & Wu, 2012), la cantidad máxima adsorbida por este modelo fue de 0.24201mg de colorante/g de adsorbente mayor que el modelo de Freundlich. La remoción es debido a la composición de nuestro material sintetizado ya que contiene zeolita y quitosano que son materiales que poseen la propiedad de ser materiales sorbentes, utilizados para la remoción de otros contaminantes en el agua (Miretzky & Cirelli, 2011).

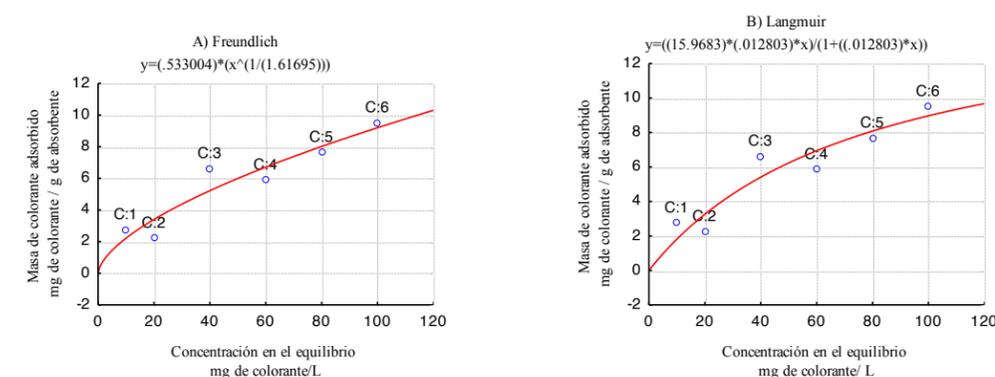


Figura 3. A) Isoterma de Freundlich para los experimentos de adsorción, B) Isoterma de Langmuir para los experimentos de adsorción.

En la figura 3 se muestran las isotermas de adsorción Freundlich y Langmuir, en la remoción del colorante obtenidas con nuestro compositor sintetizado.

CONCLUSIONES

Se logró sintetizar un material con características adsorbentes ya que se ha demostrado en los resultados que se obtiene un excelente porcentaje de remoción, el material sintetizado tiene una gran estabilidad gracias a las propiedades mecánicas de soporte de la zeolita, en cambio el quitosano no presenta estabilidad ya que es un biopolímero. El uso de estos materiales como la zeolita y el quitosano, es de gran interés ya que son de bajo costo y muy amigable con el ambiente, ya que son biodegradables.

La adsorción de los contaminantes sobre el composito se ajustó a los modelos propuestos por Langmuir y Freundlich. Se utilizaron estas isotermas para describir los procesos de adsorción del colorante azul reactivo 4 en el composito, se demostró que las constantes resultaron útiles para la evaluación de la capacidad de adsorción y permitieron determinar la factibilidad de la adsorción en nuestro material.

BIBLIOGRAFIA

AGUILAR, G., HERNÁNDEZ, G., FLORES, E., UGARTE, A., SILVA, R., TABARES, C., JIMÉNEZ, A., & RODRÍGUEZ, E. (2001). Adsorption Kinetics of CO₂, O₂, N₂, and CH₄ in Cation-Exchanged Clinoptilolite en J. Phys. Chem. B, No. 7, pp 1313 – 1319. Consultada en <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jp9934331>

ALBELLA, J., CINTAS, A., MIRANDA, T., & SERRATOSA, J. (1993). Introducción a la ciencia de materiales, Madrid: CSIC.

FIGUEIREDO, S., BOAVENTURA, R., & LOUREIRO, J. (2000). Color removal with natural adsorbents: modeling, simulation and experimental en Separation And Purification Technology, No. 1, pp. 129-141. Consultada en [http://dx.doi.org/10.1016/s1383-5866\(00\)00068-x](http://dx.doi.org/10.1016/s1383-5866(00)00068-x) (fecha de consulta 10-07-2016).

IZQUIERDO, J., CUNILL, F., TEJERO, J., IBORRA, M., & FITÉ, C. (2004). Cinética de las reacciones químicas, Barcelona: EDICIONS DE LA UNIVERSITAT DE BARCELONA.

JIMÉNEZ, B. (2001). La contaminación ambiental en México: causas, efectos y tecnología apropiada, Distrito Federal: Editorial LIMUSA S.A. de C.V.

LAZO, J., NAVARRO, A., SUN-KOU, M., & LLANOS, B. (2008). "Síntesis y caracterización de arcillas organofílicas y su aplicación como adsorbentes del fenol" en Sociedad Química del Perú, Núm. 1, Vol. LXXIV, [pp. 3-19].

MIRETZKY, P., & CIRELLI, F. (2011). Fluoride removal from water by chitosan derivatives and composite: A review. *Journal of Fluoride Chemistry*, 231-240.

NATRAYASAMY, VISWANATHAN, & S., MEENAKSHI, (2010) "Selective fluoride adsorption by a hydrotalcite /chitosan composite en *Applied Clay Science*, Núm.4, Vol. XLVIII, Mayo, [607-611].

OLGUÍN, M. (2010). Contribuciones del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares al avance de la Ciencia y la Tecnología en México, México: Edición conmemorativa 2010.

OXFORD UNIVERSITY PRESS. (1997). Dictionary of Chemistry, Madrid: Editorial Complutense.

RINAUDO, M., MILAS, M., & DUNG, P. (1993). Characterization of chitosan. Influence of ionic strength and degree of acetylation on chain expansion en *International Journal of Biological Macromolecules*, No. 5, pp. 281-285. Consultada en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/014181309390027J>

SINGLA, AK., & CHAWLA, M.(2001). Chitosan: some pharmaceutical and biological aspects--an update en *J Pharm Pharmacol*, No. 8, pp. 1047- 1067. Consultada en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11518015?report=abstract>

SOLÍS, L., & LÓPEZ, J. (2003). Principios básicos de contaminación ambiental, Toluca: Universidad Autónoma del Estado de México.

VALVERDE, A.(2015). Estudio de reproducibilidad de colores con tinturas textiles en fibras de polialgodón. Trabajo de Grado para la obtención del Título de Ingeniero Químico. Universidad Central del Ecuador, Ecuador.

XIE, J., LI, C., CHI, L., & WU, D. (2012). Chitosan modified zeolite as a versatile adsorbent for the removal of different pollutants from water, *School of Environmental Science and Engineering*, 480-485.

SÍNTESIS DE PELÍCULAS DELGADAS DE SULFURO DE PLOMO POR EL MÉTODO SILAR SOBRE SUSTRATOS FLEXIBLES

Francisco Argenis Moyeda Martínez¹ y Esmeralda Mendoza Mendoza²

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó la preparación de películas delgadas de sulfuro de plomo sobre sustratos de vidrio y PEN (Polietileno naftalato) por medio del método denominado SILAR (sucesive ionic layer adsorption and reaction), los factores a controlar en la preparación de este tipo de películas fueron el concentraciones, pH, temperatura y tiempos de inmersión en las soluciones.

ABSTRACT

In this paper the preparation of thin films of lead sulfide on glass substrates and PEN (polyethylene naphthalate) was performed by the method called SILAR (sucesive ionic layer Adsorption and reaction), factors to control in the preparation of this type movies were the concentrations, pH, temperature and time of immersion in the solutions.

Palabras claves: SILAR, sulfuro de plomo, PEN

INTRODUCCIÓN

Las películas de sulfuro de plomo (PbS) es un material absorbedor utilizado principalmente en dispositivos fotovoltaicos gracias a su gran cantidad de absorbancia dentro de los rangos de Uv-visible [1]. El método químico más común utilizado para la realización de películas de PbS es la deposición por baño químico (DBQ), otro método utilizado para la realización de este tipo de material es el método SILAR, método el cual es una variación del baño químico la cual permite controlar la densidad de la película a realizar [2]. El método SILAR consiste en la preparación de dos soluciones (unas catiónica y otra aniónica) las cuales se intercalan con sustancias de enjuague (en este caso agua desionizada), el primer paso es introducir el sustrato sobre la solución catiónicas, posteriormente pasa al enjuague, después pasa a la solución aniónica y nuevamente al enjuague, esto cuenta como un ciclo SILAR [3].

EXPERIMENTACIÓN

Se utilizaron sustratos de vidrio y PEN para la realización de PbS, a los cuales se les realizó una limpieza en baño ultrasónico utilizando acetona durante 5 minutos, isopropil durante 5 minutos y finalmente en agua destilada durante 5 minutos más, se dejaron en agua desionizada hasta su utilización.

Se realizaron la película de PbS con soluciones de PbNO₃(0.05M) + TEA (1M) como precursor catiónico y C₂H₅NS (0.05M) como precursor aniónico y agua desionizada como enjuague de la película.

La condición utilizada para el sustrato de vidrio se muestra en la tabla 1.

¹ Facultad de Metalurgia, Universidad Autónoma de Coahuila, Carretera 57 Kilómetro 5, Estancias de San Juan 25720 Monclova, Coahuila, Francisco9407@hotmail.com

² Centro de Investigación en Química Aplicada, Departamento de Materiales Avanzados, Boulevard Enrique Reyna Hermosillo #140, C.P. 25294 Saltillo, Coahuila, esmeralda.mendoza@ciqa.edu.mx

Experimento.	Precursores catiónicos	Tiempos de inmersión catiónico (s)	Precursor anicónico (0.05M)	Tiempos de inmersión anicónico (s)	Enjuague(s).	Temperatura °C	Ciclos
1A	PbNO3(0.05) + TEA (1M)	20	C2H5NS (0.05M)	20	10	70	40
1B	PbNO3(0.05) + TEA (1M)	20	C2H5NS (0.05M)	20	10	70	80
1C	PbNO3(0.05) + TEA (1M)	20	C2H5NS (0.05M)	20	10	70	120

Tabla 1. Se tomó condiciones bases en tiempos de inmersión, enjuague y temperatura haciendo solo variación en el número de ciclos realizados sobre el vidrio.

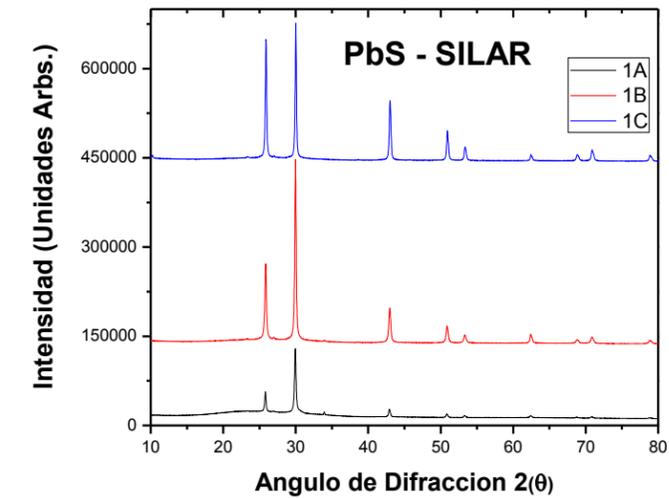
La condición para el PEN se muestra en la tabla 2

Experimento.	Precursores catiónicos	Tiempos de inmersión catiónico (s)	Precursor anicónico (0.05M)	Tiempos de inmersión anicónico (s)	Enjuague(s).	Temperatura °C	Ciclos
1A	PbNO3(0.05) + TEA (1M)	20	C2H5NS (0.05M)	20	10	70	40
1B	PbNO3(0.05) + TEA (1M)	20	C2H5NS (0.05M)	20	10	70	80
1C	PbNO3(0.05) + TEA (1M)	20	C2H5NS (0.05M)	20	10	70	120

Tabla 2. Se tomó condiciones bases en tiempos de inmersión, enjuague y temperatura haciendo solo variación en el número de ciclos realizados sobre el PEN.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Para conocer si se encuentra sobre los sustratos el material de PbS que se desea se realizó pruebas de DRX (Difracción de rayos X), utilizando el equipo Rigaku DMAX 2200 con el fin de comprobar la formación de la película delgada de PbS sobre los sustratos anteriormente mencionados. Resultados de DRX realizados sobre el sustrato de vidrio se muestran en la tabla 1.



Los resultados de los DRX de las películas de PbS sobre sustrato de PEN se muestran en las figuras 2.3 y 4.

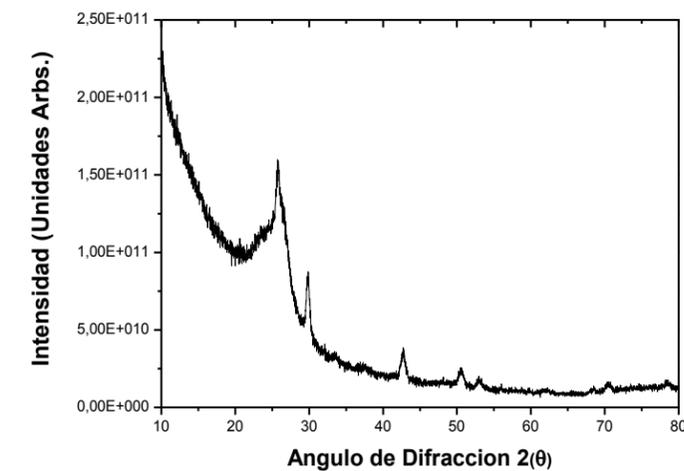


Figura 2. DRX de la película de PbS 1A en sustrato de PEN

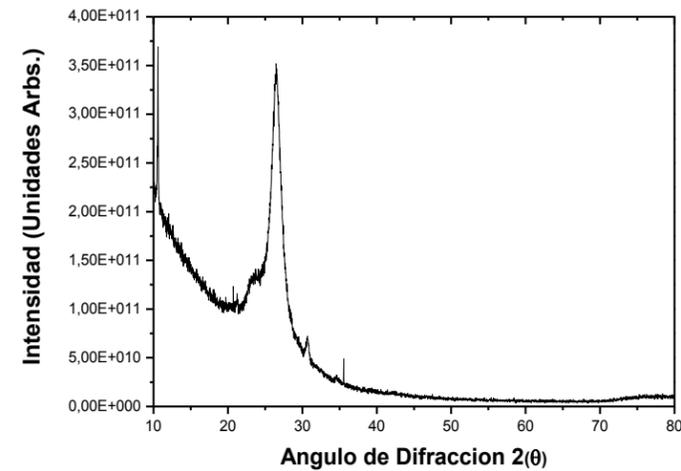


Figura 3. DRX de la película de PbS 1B en sustrato de PEN

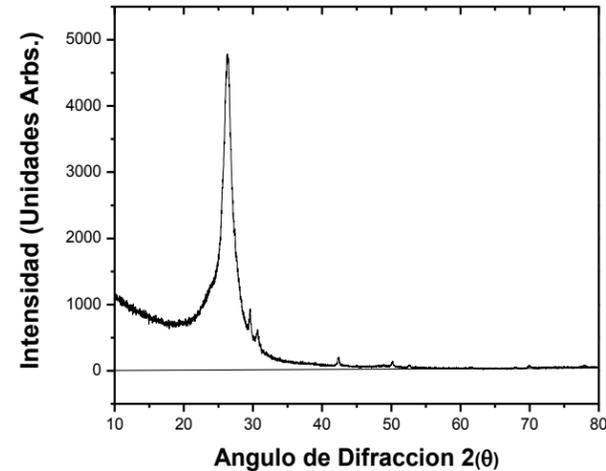


Figura 4. DRX de la película de PbS 1C en sustrato de PEN

Podemos observar gracias al DRX realizados que las películas realizadas tanto en los sustratos de vidrio como los sustratos de PEN contiene sulfuro de plomo, aunque la difracción realizada a las películas en PEN no son tan claras se puede observar ciertos picos característicos del PbS concluyendo así a existencia del material buscado sobre la superficie.

BIBLIOGRAFÍA.

1- J. Puišo , S. Lindroos , S. Tamulevi ius , M. Leskelä and V. Snitka : The Influence of the Pretreatment of Si Substrate on the Growth of PbS Thin Films in the SILAR Technique, Solid State Phenomena Vol. 94 (2003) pp 261-264.

2- T. Kannianena, S. Lindroosa, R. Reschb, M. Leskela^a, G. Friedbacherb and M. Grasserbauerb: Structural and topographical studies of SILAR-grown highly oriented PbS thin films, Materials Research Bulletin 35 (2000) 1045–1051.

3- S. Lindroos , J. Puišo , S. Tamulevi čius , M. Leskelä : CdS-PbS Multilayer Thin Films Grown by the SILAR Method, State Phenomena Vols. 99-100 (2004) pp 243-246.

SINTESIS “VERDE” Y PROPIEDADES ANTIMICROBIANAS DE NANOPARTICULAS DE OXIDO DE ZINC Y COBRE

Francisco Muñoz Guillén¹ y Esmeralda Mendoza Mendoza²

RESUMEN

La síntesis de nanopartículas mediante métodos química verde ha ganado importancia en los últimos años debido a su simplicidad, alto rendimiento químico, baja temperatura, y además, la posibilidad que ofrecen de obtener productos con propiedades sustancialmente mejoradas y diversas aplicaciones tecnológicas. De entre éstas la ruta combinada metátesis/sales fundidas fue la que se empleó con éxito en este trabajo para la preparación de nanopartículas de óxido de zinc (ZnO) y de cobre (CuO), las cuales que mostraron excelentes propiedades antimicrobianas frente a *S. Aureus* y *E. Coli* en función del tamaño de partícula y el grado de orden/desorden estructural. Los resultados mostraron una CMI (Cantidad Mínima Inhibitoria) en *S. Aureus* de 32 ppm para el ZnO con orden estructural (ZnO-TT) y 19 ppm para ZnO con desorden (ZnO-ST) sin que se registrara crecimiento en CuO-ST, mientras que en *E. Coli* la CMI determinada fue de 11 ppm para el ZnO-TT sin crecimiento en ZnO-ST y CuO-ST.

ABSTRACT

The synthesis of nanoparticles by green chemistry methods has increased interest in last years due to its simplicity, high yield, low temperature, also the possibility to obtain products with high properties for several technological applications. One of these green routes is the "metathesis/molten salts" which was the successfully followed combined route for preparing nanoparticles of zinc oxide (ZnO) and copper oxide (CuO), which showed high antibacterial properties against *S. Aureus* and *E. Coli* as a function of particle size and the structural order/disorder. The results showed a MICs for *S. Aureus* of 32 ppm in ZnO with structural order (ZnO-TT) and 19 ppm in ZnO with disorder atomic (ZnO-ST) and there was total inhibition for CuO-ST, while the MICS for *E. Coli* was determined as 11 ppm in ZnO-TT and there was not growing of the microorganism in ZnO-ST and CuO-ST.

Palabras Clave: ZnO, CuO, Química Verde, *E. Coli*, *S. Aureus*

INTRODUCCIÓN

El ZnO y CuO son compuestos abundantes en la naturaleza. Estas características hacen que este material sea atractivo para muchas aplicaciones, tales como semiconductores, celdas solares, revestimientos ópticos, catalizadores de fotos, dispositivos eléctricos, recubrimientos antibacteriano, etc.

La contaminación microbiana es un problema grave en el sector salud y la industria alimentaria, por lo que el desarrollo de los agentes antimicrobianos inorgánicos y recubrimientos superficiales es de gran interés en los últimos años. Se ha reconocido que dichos agentes presentan una toxicidad relevante baja, son más estables, relativamente sencillos de preparar, etc., debido a lo cual se ha dado lugar a la aplicación y producción de nanopartículas con propiedades antimicrobianas bastante sobresalientes.⁽¹⁾

En este trabajo se sintetizaron y caracterizaron nanopartículas de ZnO y CuO a baja temperatura mediante el empleo de un método verde, sencillo, eficiente y de alto rendimiento químico, metátesis/sales fundidas. Además se evaluó la actividad antibacterial frente a los microorganismos *S. Aureus* y *E. Coli* a

¹ Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias básicas; Av. Universidad # 940, Ciudad Universitaria, 20131, Aguascalientes, AGS. paco.bas.rifa@gmail.com

² Centro de Investigación En Química Aplicada, CIQA, Materiales Avanzados; Blvd. Enrique Reyna #140, Col. San José de los Cerritos, 25294, Saltillo, Coah, esmeralda.mendoza@ciqa.edu.mx

través de la determinación de la concentración mínima inhibitoria (CMI). Aunado a lo anterior, se pretende relacionar el grado de desorden estructural que poseen las nanopartículas preparadas con la actividad antibacterial, para lo cual se han preparado dos tipos de compuestos de ZnO: con orden (ZnO-TT) y con desorden atómico (ZnO-ST), mientras que en el caso del CuO-ST, únicamente se trata del compuesto de Cu con desorden estructural.

MARCO TEORICO

La síntesis por sales fundidas actualmente representa un método alternativo y bastante viable para la preparación de materiales convencionales y avanzados. En parte la importancia que ha adquirido a lo largo de los años se debe a su sencillez, reproducibilidad, obtención de formas extraordinarias y empleo de medios de reacción inorgánicos. En comparación con el método tradicional de reacción en estado sólido, la síntesis por sales fundidas permite una mejor difusión de las especies reactantes, lo que traduce en el empleo de menores tiempos y temperaturas de reacción; además, permite un mayor control sobre el tamaño y morfología de la partícula.

La gran mayoría de las sales metálicas al ser calentadas por encima de su temperatura de descomposición se transforman en sus componentes óxidos metálicos, aunque la temperatura de formación de estos óxidos es generalmente muy alta; sin embargo, cuando la sal es calentada en un electrolito fundido, el óxido puede ser obtenido a una temperatura considerable más baja y con una elevada área superficial.⁽²⁾ La síntesis de sales fundidas es una modificación del método de metalurgia de polvos, en el cual una sal de bajo punto de fusión (fundente) y los reactivos de partida son mezclados. En método de sales fundidas es uno de los métodos simples versátiles y económicamente viables para la obtención de polvos cerámicos.⁽³⁾

Existe una serie de métodos químicos para la síntesis de materiales y nanomateriales, sin embargo, el énfasis actual se centra en el desarrollo de procesos químicos sustentables y responsables con el medio ambiente, en pro de los principios de la química verde, siendo el principal atractivo el cuidado ambiental y el menor consumo energético por parte la síntesis por sales fundidas.

La síntesis de sales fundidas consiste en preparar una mezcla homogénea de los reactivos de partida y el fundente, recurriendo a procesos de molienda ya que permiten una mejor homogenización de la mezcla, y al mismo tiempo una disminución en el tamaño de partículas de los componentes. Posteriormente se somete a tratamiento térmico para inducir el mecanismo de nucleación y crecimiento de las partículas. Después de un determinado tiempo se retira la sal fundente mediante lavado con agua desionizada, dejando solo el producto de interés.

El tiempo y la temperatura de reacción están determinados por las características físicas y químicas del sistema de reacción, siendo específicas para cada caso.

Las nanopartículas han resultado eficaces contra cepas bacterianas. La plata (Ag) es el más utilizado contra cepas patógenas; sin embargo, su aplicación es limitada, ya que tienen efectos secundarios tóxicos graves. Varios grupos han establecido que las nanopartículas de Ag son muy eficientes contra bacterias resistentes, tales como *Pseudomonas aeruginosa* (resiste a la ampicilina) *Escherichia coli*, *Streptococcus pyogenes* (resistentes a eritromicina y metilicina) y *Staphylococcus aureus* (resistente al vancomicina). Las nanopartículas de CuO, TiO₂ y Fe₂O₃ han encontrado aplicaciones prometedoras contra las cepas bacterianas, aunque las nanopartículas de Ag representan el agente antimicrobiano más utilizado. El uso de óxido de ZnO como agente alternativo está aumentando debido a su biocompatibilidad y simplicidad de

preparación. Estudios recientes han demostrado que estas nanopartículas tienen una toxicidad selectiva hacia las bacterias, pero presentan efectos mínimos sobre las células humanas. Se ha informado que las nanopartículas de óxido de zinc poseen actividades antibacterianas contra bacterias Gram-positivas y Gram-negativas, incluyendo los principales agentes patológicos transmitidos por los alimentos, *E. Coli*, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* y *S. Aureus* ⁽²⁾

MÉTODOS Y MATERIALES

Se partió de la elaboración de un precursor para la preparación de nanopartículas de ZnO y CuO mediante molienda mecánica, siendo este en un molino micropulverizador de bolas fritsch (062000784). Llevando a cabo una reacción de doble desplazamiento mediante el uso de los siguientes reactivos para ZnO: nitrato de zinc hexahidratado, hidróxido de sodio, hidróxido de litio, induciendo una reacción de doble desplazamiento. Posteriormente, se sometió a molienda mecánica por 4 ciclos de 15 min. Se extrajo la materia inorgánica resultante presente y se llevó a secado en estufa a 90 °C por un periodo aproximado de 24 h. Después del secado de las muestras se tomó dos porciones significativas.

El cual, una de esta se sometió a tratamiento térmico (muestra con orden estructural) y otra de ellas fue llevada a lavado directo para la eliminación de nitratos (muestra con desorden atómico). Durante el tratamiento térmico la muestra se sometió a 220 °C por de 3 h para inducir el orden en la estructura del ZnO. Más tarde, se realizaron lavados con agua destilada para la disolver los nitratos presentes; lavado: se llevaron a cabo cuatro lavados con agitación constante por periodos de 1 h y un lavado final con etanol, prolongado a un periodo aproximado de 2 horas. Finalmente, las nanopartículas preparadas se sometieron a secado en estufa a 90 °C. La caracterización de las nanopartículas se realizó mediante difracción de rayos X (Difractómetro RIGAKU última 4) para determinar la constitución de fases cristalinas.

Para la determinación de la actividad antibacteriana frente *E. Coli* y *S. Aureus* se incubó un promedio de 6000000 UFC en un cultivo nutrido en caldo, durante 24 h en agitación, y sometido a 37°C. Posteriormente, se realizó una centrifugación del caldo con la presencia de cada una de las cepas bacterianas, a 14000rpm/15 min a 25°C, recuperando la biomasa de cada una de las bacterias y eliminando el sobrenadante después de la centrifugación. Se realizaron lavados (4 lavados de la biomasa) con solución fisiológica, y centrifugación a 14000rpm/15min a 25°C cada periodo, terminando el lavado se colocó la masa resuspendida, en solución fisiológica (40mL). En 20mL de solución fisiológica se colocó 100µL de cada cepa ya resuspendida anteriormente en caldo soya tripticaseina (bDbioxon 1:500); consecuentemente se sembró cada una de las cepas bacterianas, en agar soya tripticaseina (BDBioxon) colocando 1mL de la cepa bacteriana en 20mL de agar y se incubó por 24 horas a 37°C.

Se realizó un conteo de las UFC de cada una de las cepas para tener un recuento viable al someter cada una de las muestras a 30000 UFC. Se realizó un segundo recuento viable para garantizar la presencia promedio de cada una de las cepas presentes y así poder someter las cepas los tratamientos previos realizados. Una vez presente las UFC de cada una de las cepas bacterianas se preparó distintas concentraciones de óxido de zinc y óxido de cobre que van desde las 2500 ppm hasta las 6 ppm, cada una de ellas por duplicado.

Se preparó cada tratamiento en 10 mL de caldo soya tripticaseina (bDbioxon 1:500) y se realizaron las distintas diluciones partiendo de 2500ppm y 250ppm de las respectivas muestras (ZnO-TT, ZnO-ST y CuO-ST), una vez terminada las diluciones se colocó 1mL de cada una de las cepas bacterianas en las soluciones preparadas previamente, se incubó por 24 horas a 37°C en baño a vapor, posterior se sembró cada una de las muestras en agar soya tripticaseina (BDBioxon) (1ml tratamiento: cepa en 20mL de agar) y se observó y cuantificó su crecimiento en cada uno de los tratamientos.

RESULTADOS

La Figura 1 presenta el patrón de difracción de rayos X del material molido durante la preparación de ZnO puro (a). En éste se observan las reflexiones principales del LiNO₃, las cuales están señaladas mediante asteriscos, y las características de la fase de NaNO₃, representadas en la parte inferior. La identificación de dichos nitratos constituye una prueba de la ocurrencia de la reacción de metátesis, la cual ha surtido efecto durante la operación de molienda mecánica. Cabe señalar la ausencia de reflexiones que pudiesen corresponder a hidróxidos remanentes que representan los reactivos de partida. Así mismo, se observan las reflexiones características de la fase pretendida, ZnO lo que indica que la cristalización de esta fase cristalina ocurre en el propio medio de molienda. Debe notarse la intensidad de los picos de ZnO y la nula existencia de reflexiones adicionales relacionadas con fases secundarias indeseables.

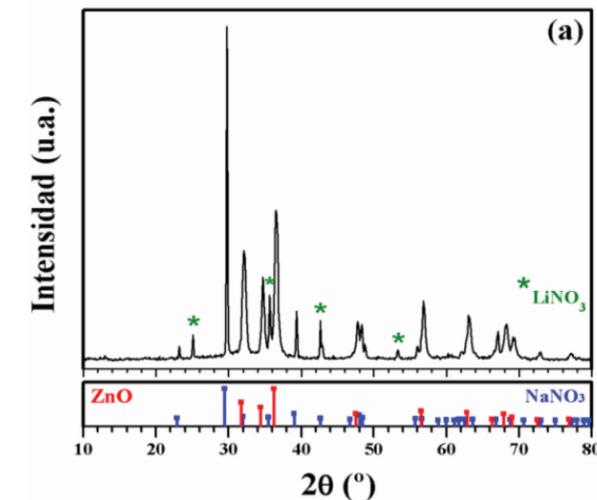


Figura 1: Difractograma obtenido de la molienda mecánica de los reactivos iniciales para la preparación de ZnO.

En la Figura 2 y 3 se muestran el patrón de difracción del ZnO puro sin y con tratamiento térmico, donde se identifican clara y exclusivamente las reflexiones características para la estructura de tipo Wurtzita del ZnO, lo que indica la existencia de fase pura. Cabe mencionar que los picos de difracción del ZnO sin tratamiento. Figura 2, son más anchos lo que indica un tamaño de partícula menor en comparación con los obtenidos para el tratado térmicamente.

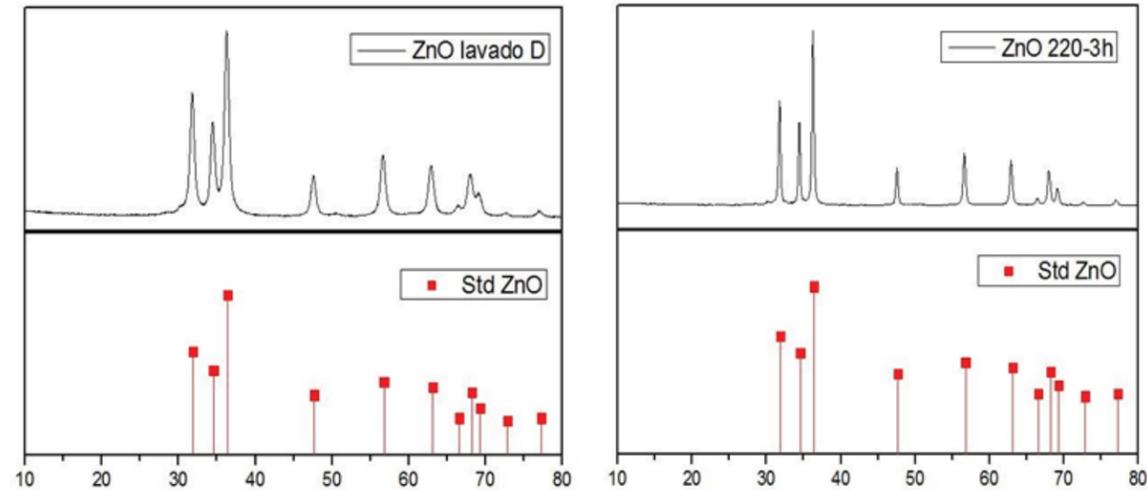


Figura 3 y 4: Difractogramas obtenidos para las nanopartículas de ZnO-ST y ZnO-TT.

En la tabla 1 y 2 se presentan los resultados obtenidos de la evaluación de la CMI de las diferentes concentraciones de las nanopartículas frente a *S. Aureus* y *E. Coli*. Como se muestra en la tabla 1 se puede observar una inhibición total de CuO-ST en la concentración de 6 ppm, mientras que el ZnO-TT y ZnO-ST presentaron crecimiento en 19 ppm con 32UFC y 11 ppm con 144 UFC respectivamente, determinando que la CMI para cepas bacterianas de *S. Aureus* es de 32 ppm para ZnO-TT y 19ppm para ZnO-ST6, mientras que para la CMI para el CuO-ST es inferior a las concentraciones analizadas. De igual manera para las cepas de *E. coli*, tabla 2, se presentó una inhibición total para ZnO-ST y CuO-ST, mientras que para ZnO-TT se presentó un crecimiento de 200 UFC en la concentración de 6 ppm, determinando que la CMI para ZnO-TT es 6 ppm y la correspondiente a ZnO-ST y CuO-ST son inferiores a las concentraciones de estudio.

Tabla 1: Resultados obtenidos de CMI de las diferentes composiciones de NPs frente a *S. Aureus*.

ZnO-TT	Crecimiento	ZnO-ST	Crecimiento	CuO-ST	Crecimiento
2500ppm	-	2500ppm	-	2500ppm	-
1500ppm	-	1500ppm	-	1500ppm	-
900ppm	-	900ppm	-	900ppm	-
540ppm	-	540ppm	-	540ppm	-
324ppm	-	324ppm	-	324ppm	-
194ppm	-	194ppm	-	194ppm	-
116ppm	-	116ppm	-	116ppm	-
69ppm	-	69ppm	-	69ppm	-
250ppm	-	250ppm	-	250ppm	-
150ppm	-	150ppm	-	150ppm	-
90ppm	-	90ppm	-	90ppm	-
54ppm	-	54ppm	-	54ppm	-
32ppm	-	32ppm	-	32ppm	-
19ppm	35UFC	19ppm	-	19ppm	-
11ppm	150UFC	11ppm	144UFC	11ppm	-
6ppm	200UFC	6ppm	260UFC	6ppm	-

Tabla 2: Resultados obtenidos de CMI de las diferentes composiciones de NPs frente a *S. Aureus*.

ZnO-TT	Crecimiento	ZnO-ST	Crecimiento	CuO-ST	Crecimiento
2500ppm	-	2500ppm	-	2500ppm	-
1500ppm	-	1500ppm	-	1500ppm	-
900ppm	-	900ppm	-	900ppm	-
540ppm	-	540ppm	-	540ppm	-
324ppm	-	324ppm	-	324ppm	-
194ppm	-	194ppm	-	194ppm	-
116ppm	-	116ppm	-	116ppm	-
69ppm	-	69ppm	-	69ppm	-
250ppm	-	250ppm	-	250ppm	-
150ppm	-	150ppm	-	150ppm	-
90ppm	-	90ppm	-	90ppm	-
54ppm	-	54ppm	-	54ppm	-
32ppm	-	32ppm	-	32ppm	-
19ppm	-	19ppm	-	19ppm	-
11ppm	-	11ppm	-	11ppm	-
6ppm	200UFC	6ppm	-	6ppm	-

CONCLUSIONES

Se comprobó la viabilidad de la ruta de síntesis verde “metátesis/sales fundidas” empleada en la preparación de NPs de ZnO y CuO. Las NPs sintetizadas presentaron alta actividad antibacteriana frente a *S. Aureus* y *E. Coli*. La CMI resultó en el rango de concentraciones desde 30 hasta tan solo 6 ppm en función del orden estructural y el tamaño de partícula, para lo cual sería conveniente analizar profundamente el grado de desorden en la estructura de las NPs y la relación existente con el mecanismo de inhibición bacteriana.

BIBLIOGRAFIA

- Manjula G. Nair, M. Nirmala, K. Rekha, A. Anukaliani (2011) “Structural, optical, photocatalytic and antibacterial activity of ZnO and doped ZnO nanoparticles. Materials letters, Volume 65 [pp 1797-1800].
- R. Rastogi, N Singh, Shukla. (2010) “Synthesis of NiO nanocrystals through nitrate eutectic melt”. Indiana J. Engineering & Material Science, Núm17, [pp. 447-480].
- Proa Silvia, Hernández Chavero F. Martínez E. (2011) “Síntesis por sales fundidas y su aplicación en la ciencia de los materiales” Avances en Química , vol 6, núm 3 [pp 101-105].
- Soumyananda Chakraborti, Amit Kumar Mandal, Shamila Sarwar, Prashantee Singh, Ranadhir Chakraborty, Pinak Chakrabarti (2014) “Bactericidal effect of polyethylenimine capped ZnO nanoparticles on multiple antibiotic resistant bacteria harbor genes of high-pathogenicity island. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces 121, [pp 44-53].
- A. Azam, A.S. Ahmed, M. Oves, M.S. Khan, S.S. Habib, A. Memic. (2012) Antimicrobial activity of metal oxide nanoparticles against Gram-positive and Gram-negative bacteria: a comparative study. International Nanomedicine 7, [pp 6003-6609].
- Manjula G. Nair, M. Nirmala, K. Rekha, A. Anukaliani (2011) “Structural, optical, photocatalytic and antibacterial activity of ZnO and doped ZnO nanoparticles. Materials letters, Volume 65 [pp 1797-1800].

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE RUTINAS AVANZADAS PARA LA INTERACCIÓN DE ROBOTS HUMANOIDES NAO CON NIÑOS PRE-ESCOLARES

Mónica Muñoz Ramírez¹ y César Augusto Puente Montejano²

RESUMEN

El presente reporte abarca la metodología que se llevó a cabo para el diseño e implementación de rutinas en el robot NAO en la cual, se buscó como primera instancia que el robot completara las rutinas que se diseñaron con ayuda del software de desarrollo "Choregraphe" de una forma más autónoma y para ello se implementaron diversos algoritmos de procesamiento digital de imágenes con la librería OpenCV y el lenguaje de programación C++ para tratar de interpretar el tipo de emoción encontrada en el niño. Esto con el objetivo de que el robot procese los datos obtenidos a través de su cámara integrada y de acuerdo a los resultados el robot inicie una rutina en específico.

ABSTRACT

The present report includes the methodology used for routines design and implementation in robot NAO in which the main objective was that the Robot completed the routines that were designed for with the help of development software "Choregraphe" in a more autonomous way, for it diverse digital image processing algorithms in Open CV and the C++ programming language were used to try to interpret the type of emotion found in the child. This in order that the robot processes the data obtained through its integrated camera and according to the result the robot initiates a specific routine.

Palabras Clave: Robot NAO, Routines, Library, Development Software, Image Processing.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la tecnología es usada como una herramienta de investigación, de recopilación y de tratamiento de información, la cual con el tiempo ha mejorado utilizándose en estudios cada vez más complejos. Tal es el caso de aplicaciones de la robótica en la medicina utilizando robots humanoides en las terapias de niños con el Trastorno del Espectro Autista (TEA) e inclusive tratando de realizar un diagnóstico y tratamiento temprano de este espectro en niños para que así tengan más posibilidades de desarrollarse adecuadamente y tener una mejor calidad de vida posible. Si bien este tipo de estudios realizados tienen resultados satisfactorios y son utilizados en posteriores investigaciones, se debe tratar que las herramientas tecnológicas utilizadas sean cada vez más completas y se obtenga información más detallada.

De lo anterior, se pretende utilizar el Robot NAO como herramienta tecnológica y desarrollar en él una forma de obtener información del exterior. Delimitando el campo de estudio, este reporte se basa en utilizar algoritmos de procesamiento de imágenes entre otras herramientas para tratar de interpretar las emociones faciales de un ser humano en tiempo real. Luego de obtener esta información, el objetivo es interpretarla en resultados medibles los cuales puedan ser entendidos por el robot para en base a ello, realizar una rutina predeterminada previamente cargada.

¹ Universidad Politécnica de San Luis Potosí, Urbano Villalón núm.500, Col. La Ladrillera, C. P. 78363, San Luis Potosí, S. L. P., MÉXICO, monic.ram93@gmail.com

² Facultad de Ingeniería, UASLP, C. P. 78290, San Luis Potosí, S. L. P., MÉXICO, cesar.puente10@gmail.com

MARCO TEÓRICO

1. Algoritmos de procesamiento de imágenes

Una imagen digital es obtenida por un medio digital y transformada en un arreglo bidimensional de píxeles con la cual se puede tratar y modificar con operaciones matemáticas. Existen muchas maneras de manipular una imagen digital y dependiendo de lo que se quiere lograr con ella, es el algoritmo que se utiliza para modificar dicha imagen. Hay librerías como OpenCV que implementan la base de una gran cantidad de algoritmos en algún lenguaje de programación que pueden ser utilizados por investigadores, desarrolladores, alumnos, etc. Estos algoritmos pueden ser adaptados, modificados y usados para resolver distintos problemas o para implementar nueva tecnología.

Dentro de la elaboración de este proyecto en específico se utilizaron ciertos algoritmos para el tratamiento de la imagen. A continuación se incluye una breve descripción de cada uno.

1.1. Clasificadores en Cascada (Haar)

Este tipo de clasificadores son utilizados en la visión artificial para la detección automática de objetos en imágenes digitales. La base de estos clasificadores son las características Haar-like las cuales se refieren a los cambios de contraste entre los vecinos de áreas rectangulares en una imagen. Los clasificadores Haar son clasificadores en cascada los cuales se forman de clasificadores débiles o básicos usando técnicas de boosting. Esos clasificadores débiles son árboles de decisión con al menos dos hojas y el análisis de estos son usados por las características Haar en cada etapa. Este tipo de clasificadores viene integrado en OpenCV para el reconocimiento de objetos comunes por ejemplo la cara, ojos, nariz y boca de una persona. Por otra parte también se pueden entrenar clasificadores para detectar un sinfín de objetos siendo este algoritmo muy adaptable a la necesidad dependiendo del tipo de problema a resolver.

1.2. LBP (Patrones locales binarios)

Este algoritmo es conocido como **descriptor** visual el cual es usado para clasificar las imágenes de acuerdo a su textura. Cada textura se puede describir mediante dos medidas complementarias: patrones locales espaciales y contraste en la escala de grises. El operador original LBP forma etiquetas para los píxeles de la imagen por umbralización de la zona de 3x3 de cada pixel con el valor central teniendo en cuenta el resultado como un número binario. De estos datos se obtiene un histograma el cual se puede utilizar como un descriptor de textura. Luego de este, muchas extensiones del algoritmo han muchos más eficientes han aparecido.

1.3. Clasificador Naive-Bayes

Este es un algoritmo de aprendizaje supervisado el cual es utilizado en la construcción de modelos para la clasificación y predicción de posibles resultados de acuerdo a las probabilidades presentadas. Éste utiliza información histórica o ya establecida para encontrar las relaciones entre las variables y clasificar esa nueva instancia dentro de un conjunto de clases ya establecidas.

2. Cohn-Kanade AU-Coded Facial Expression Database

Para utilizar cualquier tipo de algoritmo de visión artificial automático es necesario tener imágenes de muestra. En el caso de interpretación de emociones es necesario contar con una base de datos de la cual se puedan extraer las características de los rostros de las personas. La base de datos Cohn-Kanade es utilizada para la investigación en el análisis automático de expresiones faciales en imágenes y está disponible para la comunidad de investigación. Los datos consisten en 500 secuencias de imágenes a partir de 100 sujetos. Los sujetos tienen edades comprendidas entre 18 y 30 años. El 65% eran mujeres; 15% eran afroamericanos y 3% asiática o latina.

3. Robot NAO

Actualmente algunos robots de diferente tipo han sido utilizados en diversos estudios e investigaciones principalmente con niños y su integración social. Debido a ello se pretende utilizar la implementación de los algoritmos antes mencionados en el robot NAO para que éste pueda interpretar emociones y de acuerdo a la información obtenida actuar de manera más autónoma al “tomar una decisión” acerca de cuál de las rutinas precargadas ejecutar. Esto es muy útil como punto de partida para encontrar otro tipo de información y utilizarla en el robot de la misma manera. Se elige NAO como herramienta ya que es muy utilizado principalmente por las universidades con fines de investigación y educación. Pero ¿Cuáles son las características del Robot NAO? NAO es un robot humanoide autónomo y programable de 58 cm de largo y 4.3 kg de peso diseñado por una compañía francesa llamada Aldebaran Robotics. Este robot puede hablar, caminar, bailar, jugar soccer, aprender y reconocer rostros, etc. Contiene 25 grados de libertad es decir contiene 25 motores para moverse, tiene un procesador ATOM de 1.6 GHz con memoria RAM de 256 MB, contiene 2 cámaras de video además de reconocimiento de procesamiento de visión. Soporta múltiples lenguajes de programación y cuenta con software especial de programación y simulación.

METODOLOGÍA

1. Detección de Emociones en Tiempo Real

La primera parte fue obtener una serie de imágenes muestra desde la base de datos cohn-Kanade. Se contemplaron tres emociones principales (Happy, Sad, Surprise) con un cierto número de ocurrencias en la nueva base de datos. Con esta información se hace un tratamiento a cada una de las imágenes para poder extraer la información descriptiva de cada una.

Tabla. 1. Imágenes extraídas de la base de datos cohn-Kanade

Emoción	Numero de Ocurrencias en la base de datos
Felicidad (Happy)	29
Tristeza (Sad)	19
Sorpresa (Surprise)	19

En general el tratamiento de la imagen se siguió como a continuación se describe.

A) Obtención del área de interés (Rostro) de imagen con el clasificador Haar.

En esta parte solo se obtiene el área de interés de la imagen de la persona, ya que en esta área es donde se encuentra la mayor cantidad de información útil para la predicción de emociones como la forma de las cejas, los ojos así como la boca, la frente entre otras.

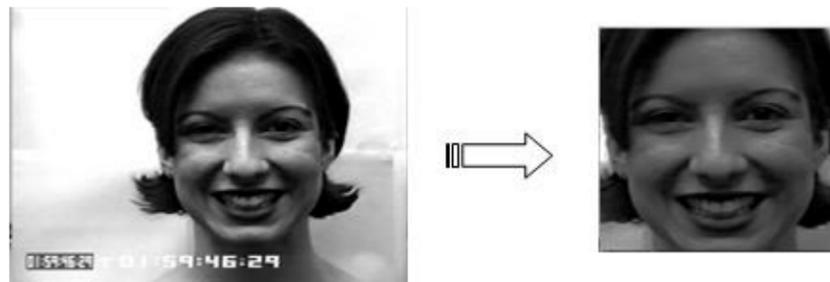


Figura 1. Obtención del rostro con clasificadores Haar

B) Obtención los patrones locales binarios (LBP).

De la imagen extraída anteriormente se utiliza el algoritmo LBP para obtener la textura de la imagen.



Figura 2. Obtención de los patrones locales binarios (LBP) en el área de interés.

C) Obtención del histograma espacial de la imagen en LBP.

De cada una de las imágenes utilizadas para armar la base de datos es necesario obtener el histograma espacial el cual contiene la información característica de cada una. Dicha base se concentra en un archivo de cálculo y se le añade la clasificación correspondiente (Happy, Sad, Surprise).

D) Creación del modelo de clasificación con la base de datos utilizando Naive Bayes.

Se entrena el algoritmo de Naive Bayes con los datos de la base de datos. Se utilizan un total de 163 atributos numéricos y un atributo nominal el cual contiene el valor de su clasificación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En una prueba inicial se utilizó el software Weka el cual contiene una serie de algoritmos de aprendizaje automático usados en minería de datos para probar el resultado de Naive Bayes en la base de datos. Se utilizó un modelo de donde de 67 instancias, el 66% por ciento fue usado para entrenar (44) y el resto como prueba (23).

```
=== Run information ===
Scheme:weka.classifiers.bayes.NaiveBayes
Relation: BaseFinal_Comas_Zeros
Instances: 68
Attributes: 164
[list of attributes omitted]
Test mode:split 66.0% train, remainder test
```

Figura 3. Información de la base de datos utilizada en Weka

Se obtienen 13 instancias clasificadas correctamente lo que corresponde a un porcentaje de 56.53% mientras que el otro 43.47% son de 10 instancias clasificadas correctamente. De lo anterior conviene conocer la matriz de confusión la cual da información acerca de las clasificaciones correctas y de la clasificación recibida por el algoritmo.

```

=== Evaluation on test split ===
=== Summary ===
Correctly Classified Instances      13      56.5217 %
Incorrectly Classified Instances    10      43.4783 %
Kappa statistic                    0.3484
Mean absolute error                 0.2929
Root mean squared error             0.5182
Relative absolute error             65.2906 %
Root relative squared error         106.415 %
Total Number of Instances          23

```

Figura 4. Resultado de las clasificaciones con Weka

De lo anterior se puede observar las tres emociones individualmente y su porcentaje de clasificaciones correcta teniendo Happy, Sad y Surprise un 71%, 37.5% y 62.5% respectivamente, convirtiendo eso a Sad en una emoción difícil de predecir a comparación con las otras dos.

Tabla. 2. Matriz de Confusión

a	b	c	Clasificado como
5	1	1	a = HAPPY
2	3	3	b = SAD
1	2	5	c= SURPRISE

CONCLUSIONES

El presente proyecto genera una idea básica para tratar de interpretar emociones humanas a través de una cámara común y algoritmos computacionales para tratar de procesar la información proveniente del exterior. Si bien el tratar de clasificar emociones no es una tarea sencilla, es un área de oportunidad la cual puede tener varios caminos en donde cada uno lleve más cerca al objetivo. De las tres emociones que se trataron de interpretar las que tuvieron mejores resultados fueron aquellas dos donde sus características eran lo más diferente posible entre ellas dando así un punto de partida en la cual se puedan utilizar otros descriptores diferentes sobre la imagen que arrojen más información y así poder tener un mejor resultado en la clasificación. Una de las áreas de oportunidad es el hecho de que al utilizar histogramas de 256 para obtener las características descriptivas de la imagen, se puede normalizar dicho histograma en 59 para hacer más eficiente el programa en tiempo de ejecución.

Del presente proyecto se obtiene un trabajo previo para aplicar estos algoritmos en el Robot NAO y en base a los resultados diseñar rutinas específicas para hacer al robot más autónomo y ser usado en la interacción con niños pre-escolares.

BIBLIOGRAFIA

- Cohn, J. (February de 2011). "Cohn-Kanade AU-Coded Facial Expression Database." Obtenido de The robotics Institute: Carnegie Mellon University: http://www.ri.cmu.edu/research_project_detail.html?project_id=421&menu_id=261
- Elizondo, J. J. (2005). "Fundamentos de Procesamiento de Imágenes." Mexicali, Baja California: Universidad Autónoma de Baja California.

- Grupo Mediatec. (s.f.). "Grupo Mediated: NAO -H25." Obtenido de <http://www.grupo-mediatec.com/robotica/h25.html>
- OpenCV. (s.f.). "Cascade Classification: OpenCV." Obtenido de http://docs.opencv.org/2.4/modules/objdetect/doc/cascade_classification.html
- Scholarpedia. (03 de Marzo de 2010). "Scholarpedia." Obtenido de http://www.scholarpedia.org/article/Local_Binary_Patterns
- Weka The University of Waikato. (s.f.). "Software: Weka 3 Data Mining Software in Java." Obtenido de <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>

ANÁLISIS DE LAS TENDENCIAS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA, MEDIANTE INDICADORES DE CAMBIO CLIMÁTICO, EN ZACATECAS

Luis Javier Muro Hernández¹ y Ruperto Ortiz Gómez²

RESUMEN

El cambio climático es aceptado como una realidad debido al incremento de gases efecto invernadero provocados por la acción antropogénica. El cambio climático ha provocado cambios en la intensidad y frecuencia de los fenómenos climáticos, originando pérdidas humanas y económicas a lo largo del mundo. Para su análisis se han diseñado un conjunto de 27 índices por el Grupo de Expertos en Detección e Índices de Cambio Climático (ETCCDI) con la finalidad de detectar estos cambios. En esta investigación se utilizó el software RClmDex desarrollado por el ETCCDI para estimar las tendencias de tres de estos índices (PRCPTOT, TXx y TNn), utilizando datos diarios de tres estaciones climatológicas, distribuidas espacialmente, que representan la zona norte, centro y sur del estado de Zacatecas, para un periodo temporal de 1951 al 2012. El índice PRCPTOT presentó tendencias positivas (aumento) en el norte del estado, y negativa (disminución) en el centro y sur, no obstante, no fueron significativas. El índice TXx presentó tendencias negativas en el norte de Zacatecas, y positivas en el centro y sur, sin embargo, sólo en el sur fue significativa dicha tendencia. Por otro lado, el índice TNn presentó tendencias positivas en el norte y sur del estado y tendencias negativas en el centro. Sólo en el norte las tendencias fueron estadísticamente significativas.

ABSTRACT

Climate change is now accepted as a reality due to the increase in greenhouse gases caused by anthropogenic action. Climate change has led to changes in the intensity and frequency of climatic phenomena, causing human and economic losses throughout the world. A set of 27 indexes have been designed by Expert Team on Climate Change Detection and Indices (ETCCDI) in order to detect these changes. In this research the RClmDex software developed by the ETCCDI to estimate the trends of three of these indices (PRCPTOT, TXx and TNn) was used, using daily data from three weather stations, distributed spatially, representing the North, Center and South of the State of Zacatecas, for a period of 1951 to 2012. The index PRCPTOT presented trends positive (increase) in the North of the State, and negative (decrease) in the Centre and South, however, not were significant. The index TXx presented trends negative in the North of Zacatecas, and positive in the Center and South, however, only in the South was significant this trend. On the other hand, the TNn index presented positive trends in the North and South of the State and negative trends in the Center. Only in the North, the trends were statistically significant.

Palabras Clave: Cambio Climático, Tendencias Climáticas, Índices del ETCCDI

¹ Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Ingeniería I; Ramón López Velarde 801, Zacatecas Centro, C.P: 98000, Zacatecas, Zacatecas, javier.muro.hdz@gmail.com

² Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Ingeniería I, Programa de Ingeniería Civil; Ramón López Velarde 801, Zacatecas Centro, C.P: 98000, Zacatecas, Zacatecas, ortizgr@uaz.edu.mx

INTRODUCCIÓN

El cambio climático ya es aceptado como una realidad, en el 4^o reporte de evaluación del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) se concluyó que “muchos de los incrementos observados en el promedio de las temperaturas globales desde la mitad del siglo XXI son muy probables debido al incremento de las emisiones de gases efecto invernadero por la influencia antrópica” (Vincent y Cull, 2014).

El promedio de temperatura de la superficie global se ha incrementado alrededor de 0.6 °C en el siglo XXI, y muchas áreas en todo el mundo han experimentado calentamientos significativos durante los últimos 50 años (Vincent et al., 2005). Estos cambios han incluido incremento en la ocurrencia de temperaturas mínimas y máximas para la mayor parte del área de la tierra. Cambios en las precipitaciones extremas dependen de la región. Sin embargo, éstas son tendencias globales de incrementos en precipitaciones diarias extremas durante la segunda mitad del siglo XX y a principios del XXI (Gallant y Karoly, 2010). Se proyecta que el calentamiento continuará y es probable que esté acompañado por cambios en climas más extremos (Klein Tank y Können, 2003).

En años recientes se ha visto un número de eventos climáticos causando grandes pérdidas de vidas, así como un tremendo incremento de pérdidas económicas debido a estos efectos climáticos (Easterling et al., 2000). El año 2010 junto con 2005 son los años considerados con registros globales de temperatura más calientes, de ahí que no sea una sorpresa que 19 países presentaron muy altas temperaturas en sus registros. Uno de estos países fue Pakistán que registró las temperaturas más altas medidas en el continente asiático (53.5°C). Varias olas de calor ocurrieron a través del mundo. Un verano caliente sin precedentes en Rusia causó la destrucción de un tercio de la cosecha de trigo en este país, la combinación de calor extremo y el humo mató a 56,000 personas. En China la peor sequía en 100 años causó daños en los cultivos. En Estados Unidos en el verano del 2010 se superaron registros en la costa este alcanzando temperaturas cerca de los 41°C, mientras que en los Ángeles se alcanzaron temperaturas de 45°C (Huber y Gullede, 2011). Debido a esto, existe la necesidad de cuantificar los efectos del cambio climático y sus posibles proyecciones a futuro. En respuesta a este problema, se han desarrollado herramientas para el monitoreo de cambios extremos, principalmente a través del uso de índices. Estos indicadores son útiles para la evaluación comprensible de cambios en los eventos extremos en simples o múltiples locaciones (Gallant y Karoly, 2010). Los índices derivados de datos diarios de precipitación y temperatura son un intento objetivo de extraer información de las observaciones diarias del clima que respondan preguntas referentes a extremos de los sistemas naturales y humanos (Zhang et al., 2011).

En noviembre de 1999 se reunieron lo que ahora es conocido como el Grupo de Expertos en Detección e Índices de Cambio Climático (ETCCDI, por sus siglas en inglés) coordinado por la Comisión de Climatología de la Organización Meteorológica Mundial (CCI/OMM), el proyecto sobre Predictibilidad y Variabilidad Climática (CLIVAR), y la Comisión Técnica de Oceanografía y Meteorología Marítima (JCOMM), con la finalidad de crear un acuerdo internacional sobre los índices de extremos, ya que esto permitiría la comparación de los estudios realizados a lo largo del mundo y así crear una imagen global de las tendencias de las variables climatológicas (Vázquez, 2010 y Zhang et al., 2011). Como resultado, crearon un conjunto de 27 índices de extremos. El conjunto de los 27 índices, así como su definición están disponible en http://etccdi.pacificclimate.org/list_27_indices.shtml.

Otra de las finalidades del ETCCDI fue fomentar los estudios del cambio climático, para esto se creó un formato de talleres donde un grupo de expertos acudían a los países menos desarrollados y los asesoraban en el cálculo de las tendencias de variables climáticas. El ETCCDI identificó algunas regiones principales en las cuales promover estudios de cambio climático: el Caribe, el centro y sur de América, África y el este y centro de Asia. En 2001 dos de tales talleres tuvieron lugar: en Morocco para cubrir el norte de los países de África, y en Jamaica para cubrir el Caribe. En 2003 el ETCCDI, se reunió de nuevo para planear futuros talleres y al mismo tiempo producir resultados para el Cuarto Reporte de Evaluación. Cinco talleres fueron planeados para el 2004, que tomarían lugar en sur de África para los países de Sudáfrica, en Brasil para los países de Sudamérica y en Turquía para el este de Asia, en Guatemala para el centro y norte de los países

de Sudamérica y en India para los países del centro y sur de Asia (Haylock et al., 2005). Otro de estos talleres fue llevado a cabo en México en el 2009, concluyendo en el 2010 (Vázquez, 2010).

El objetivo de este estudio fue calcular las tendencias de precipitación y temperatura en algunos de los índices de extremos propuestos por el ETCCDI, para el norte, centro y sur del estado de Zacatecas, para el periodo de 1951 a 2012.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estado de Zacatecas representa el 3.8% del territorio total de México con una superficie de 75284 km², siendo el 8^{vo} estado más grande. El estado cuenta con una población de 1'579,209 habitantes. La capital del estado se encuentra a una altura media de 2420 m.s.n.m. En Zacatecas se tienen los siguientes climas: semiseco templado (43.3%), seco templado (20%), templado subhúmedo con lluvias en verano (17.1%), muy seco semicálido (5.7%), seco semicálido (4.8%), otros tipos de clima (9.1%) INEGI (2013).

Información climatológica

La Organización Meteorológica Mundial estableció que, para poder señalar algo acerca de un cambio temporal o espacial en las tendencias, utilizando índices, los datos diarios climatológicos utilizados tendrían que cubrir un periodo de por lo menos 30 años de registros (Vázquez, 2010). En este trabajo se utilizó la información de tres estaciones climatológicas que cubren el periodo de 1951 al 2012; los datos de las estaciones fueron extraídos de la base CLICOM de la CONAGUA. Las tres estaciones están distribuidas espacialmente, se encuentran en el norte centro y sur del estado (Tabla 1), y cuentan con datos diarios de las variables climatológicas de precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima.

Tabla 1. Estaciones climatológicas utilizadas para el cálculo de las tendencias.

Clave	Nombre	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Precipitación media (mm)	Temperatura media (°C)	Región
32052	San Rafael	24.59	-102.111	2014	262.8	14.4	Norte
32018	El Sauz	23.282	-103.109	2096	414.7	16	Centro
32032	La Villita	21.605	-103.338	1786	782.3	20.4	Sur

Índices de Extremos

Referente a los índices, en este estudio se calcularon sólo tres de los índices de extremos propuestos por el ETCCDI, uno de precipitación (PRCPTOT) y dos de temperatura (TXx y TNn). La definición de estos índices es descrita en la Tabla 2.

Tabla 2. Índices de extremos del ETCCDI calculados.

ID	Nombre del Indicador	Definición	Unidad
PRCPTOT	Precipitación total anual en los días húmedos	Precipitación anual total en los días húmedos (RR>=1)	mm
TXx	Max Tmax	Valor mensual máximo de temperatura máxima diaria	°C
TNn	Min Tmin	Valor mensual mínimo de temperatura mínima diaria	°C

Metodología

El cálculo de las tendencias está conformado por los siguientes pasos:

1. Seleccionar los datos diarios más completos y con una longitud temporal mínima de 30 años de registros, esto según la Organización Meteorológica Mundial (Vázquez, 2010).
2. Realizar pruebas de calidad a las series de datos diarios. Esto se llevó a cabo por medio del software *RClimDex*, el cual fue desarrollado por Xuebin Zhang y Feng Yang, del Departamento de Investigación Climática del Servicio Meteorológico de Canadá (Yang y Zhang, 2004), en la plataforma estadística R. Cabe destacar que, tanto la plataforma como el software son de código abierto, este último está disponible en la dirección web: <http://etccdi.pacificclimate.org/software.shtml>. El control de calidad realizado por *RclimDex* identifica los siguientes puntos:
 - a. Reemplaza todos los datos faltantes en un formato interno.
 - b. Reemplaza todos los valores no razonables por NA (por ejemplo, valor de precipitación menor que cero, temperatura máxima menor que la mínima).
 - c. Identifica los *outliers* (valores extremos). Dichos valores son establecidos por el usuario y definidos como n veces la desviación estándar del valor del día ($\text{media}-n*\text{std}$, $\text{media}+n*\text{std}$). El programa arroja una hoja de cálculo con las fechas del control de calidad, así como una serie de gráficas con los outliers remarcados. Se tomó $n = 4$.
3. Calcular los índices de extremos utilizando los datos diarios resultantes del control de calidad. Para el cálculo de los índices se empleó el software *RClimDex*.
4. Estimar las tendencias a partir de los índices calculados, *RClimDex* utiliza un método de regresión lineal para calcular las tendencias lineales. El software también grafica estas tendencias, e incluye datos como la significancia estadística y el coeficiente de correlación. Se utilizó una significancia estadística del 5%.

RESULTADOS

Se calcularon las tendencias, así como estadísticas del ajuste lineal de tres índices del ETCCDI en tres estaciones climatológicas con datos diarios, distribuidas espacialmente en el estado de Zacatecas, con un periodo temporal de 1951 al 2012 y a una escala anual. Los resultados de este trabajo se resumen en la Tabla 3.

- a) Índice TXx: Este índice visualiza el aumento o disminución de las temperaturas máximas medias mensuales, se muestran aumentos en las tendencias en las estaciones del centro y sur del estado, mientras la estación del norte presenta una tendencia negativa, sin embargo, sólo la tendencia de la estación del sur es significativa.
- b) Índice TNn: Este índice visualiza el aumento o disminución de las temperaturas mínimas medias mensuales, se muestran aumentos en las estaciones del norte y sur del estado, mientras la estación del centro presenta una tendencia negativa, sólo la estación del norte presenta una tendencia significativa.
- c) Índice PRCPTOT: Este índice representa el aumento o disminución de la precipitación total anual, muestra tendencias negativas en el centro y sur del estado, mientras presenta un aumento en la estación del norte, sin embargo, ninguna de las tendencias es significativa.

En la Figura 1 y Figura 2 se muestran las gráficas de las series anuales de los índices TXx y TNn de las estaciones 32032 y 32052, respectivamente, estas estaciones mostraron tendencias significativas.

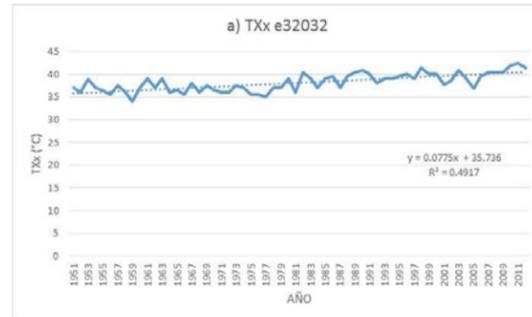


Figura 1. Gráficas de las series anuales para el índice TXx para la estación 32032, con un p-valor de $0 < 0.05$ la tendencia es significativa.

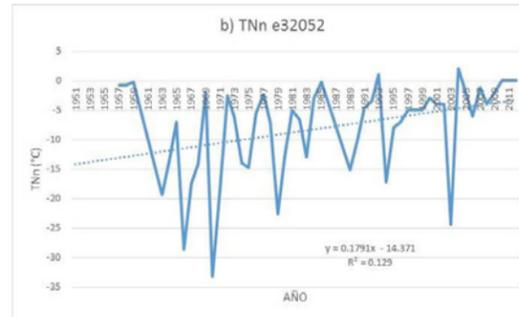


Figura 2. Gráficas de las series anuales para el índice TNn para la estación 32052, con un p-valor de $0 < 0.05$ la tendencia es significativa.

Tabla 3. Resultados de las Tendencias, donde m es la pendiente de la tendencia lineal, R² es el coeficiente de determinación, p es el p-valor y NS/S representa No Significativa/Significativa.

Índice	E32018				E32032				E32052			
	m	R²	p	NS/S	m	R²	p	NS/S	m	R²	p	NS/S
TXx	0.012	0.0159	0.329	NS	0.077	0.4917	0	S	-0.024	0.0221	0.283	NS
TNn	-0.057	0.0407	0.307	NS	0.026	0.0435	0.104	NS	0.179	0.129	0.01	S
PRCPTOT	-0.834	0.074	0.119	NS	-1.17	0.0162	0.324	NS	0.57	0.0034	0.651	NS

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Se concluye que el uso de índices de extremos es una forma de detección del cambio climático, un tema de interés actual a nivel mundial debido al aumento en la frecuencia e intensidad de los eventos climatológicos extremos atribuidos al aumento de los gases efecto invernadero provocados por la acción antrópica. El Grupo de Expertos en Detección e Índices de Cambio Climático ha creado un conjunto de 27 índices de cambio extremos con la finalidad de monitorear y detectar el cambio climático. Se calcularon tres de estos índices y como se describió en la sección anterior hacia el norte del país se detectaron disminución en las temperaturas máximas que concuerda con el aumento de las temperaturas mínimas (significativas), así como tendencias en la precipitación. Para el centro y sur del estado se muestran aumento en las temperaturas máximas, en el sur son significativas mientras una disminución en las precipitaciones.

BIBLIOGRAFIA

- Easterling, D., Meehl G., and Parmesan C. (2000). Climate Extremes: Observations, Modeling, and impacts. *Science's Compass*. Volumen 289. Páginas 2068-2070.
- Gallant, A., and Karoly D. (2010). A combined Climate Extremes Index for the Australian Region. *American Meteorological Society*, 6153.
- Haylock, M., Peterson, T., and Alves, L. (2005). Trends in Total and Extreme South American Rainfall in 1960-2000 and Link with Sea Surface Temperature. *Journal of Climate*. Volumen 19. Páginas 1490-1512.

Huber, D., and Gullede, J. (2011). Extreme Weather & Climate Change: Understanding the Link and Managing the Risk. *Center for Climate and Energy Solutions*.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2013). Perspectiva estadística Zacatecas.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2013). Conociendo Zacatecas.

Klein, A. K. (2003). Trends in Indices of Daily Temperature and Precipitation Extremes in Europe, 1946-99. *Journal of Climate*. Volumen 16. Páginas 3665-3680.

Naranjo M., Hernández T., y Heredia H. (2013). Cambio Climático y Políticas para Enfrentarlo. *Revista de Facultad de Medicina*. Volumen 22. Páginas 113-118.

Vázquez Aguirre, J. L. (2010). Guía para el cálculo y uso de índices de cambio climático en México. Instituto Nacional de Ecología. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Vincent, K. and Cull, T. (2014). Using Indicators to Assess Climate Change Vulnerabilities: Are There Lessons to Learn for Emerging Loss and Damage Debates? *Geography Compass*.

Vincent, L., Peterson, T., Barros, V., Marino, M., Rusticucci, M., Carrasco, G., Ramirez, E., Alvez, M., Ambrizzi, T., Berlato, M., Grimm, A., and Marengo, L. (2005). Observed Trends in Indices of Daily Temperature Extremes in South America 1960-2000. *American Meteorological society*, 5011.

Xuebin Zhang and Feng Yang. (2004). RCLimDex (1.0) User Manual. Climate Research Branch Environment Canada Downsview, Ontario Canada.

Zhang, X., Alexander, L., Hergerl, G. C., Jones, P., Klein, A., Peterson, T., Trewin, B. and Zwiers F. (2011). Indices for monitoring changes in extremes based on daily temperature and precipitation data. *WIREs Clim Change* 2011. doi:10.1002/wcc.147

DISEÑO DE UN CONTROLADOR ANALÓGICO Y DIGITAL APLICADO A UN SISTEMA DE RASTREO SOLAR

Luis Javier Núñez Rodríguez¹ y Roberto Olivera Reyna²

RESUMEN

En la región del Sur del estado de Zacatecas, lugar en el cual se ubica el municipio de Jalpa, en casi todo el año se tienen días soleados; destacando de esta forma la luz solar como una fuente de energía renovable disponible todo el tiempo. En este reporte de investigación se presentan los resultados obtenidos en el diseño de un controlador tanto analógico como digital para el control de un rastreador solar autónomo, el cual está constituido básicamente por una fotocelda, dos motores de corriente directa que posicionan la fotocelda, cuatro fotorresistencias que se encargan de recibir la luz solar y ubicar la fotocelda en la posición de máxima irradiación solar. El controlador diseñado fue simulado utilizando el software MATLAB y Simulink, tomando como base de diseño un controlador proporcional derivativo (PD); la estructura mecánica final del rastreador solar también se incluye en este reporte.

ABSTRACT

In the South region of the state of Zacatecas, place where the town of Jalpa is located, in almost the whole year are sunny days; thus highlighting sunlight as a source of renewable energy available all the time. In this research report the results obtained in the design of both analog controller and digital control of an autonomous solar tracker are presented, which is basically constituted by a photocell, two direct current motors that position the photocell, four photoresists are presented which they are responsible for receiving sunlight and place the photocell in the position of maximum solar irradiation. The controller designed was simulated using MATLAB and Simulink software, based on a proportional derivative (PD) controller; the mechanical structure of the solar tracker is also included in this report.

Palabras clave: seguidor solar, controlador, fotorresistencia y fotocelda.

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.

La energía solar llega a la tierra en forma de fotones, los cuales al ser recibidos por una fotocelda se convierten en energía eléctrica, la cual es indispensable para hacer funcionar una gran cantidad de aparatos utilizados en la vida cotidiana. En la actualidad, en México ya se cuenta con esta tecnología para

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, luis_nuro@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

captar fotones y ganar electrones, pero esta se puede mejorar ya que los módulos fotovoltaicos fijos no reciben la misma cantidad de fotones que si se pudieran mover para estar siempre de frente al sol, además de esta manera el seguidor solar sería completamente autónomo.

Los seguidores solares se utilizan para medir la radiación solar mediante el rastreo de la máxima radiación solar, posicionando de forma adecuada al panel fotovoltaico de manera que se aproveche al máximo la luz del sol. Existen dos formas de rastrear la posición del sol, en la primera se utiliza sensores y la segunda algún algoritmo astronómico. En este proyecto de investigación se utilizaron cuatro fotorresistencias para rastrear la máxima radiación solar y con esta información posicionar al panel solar. El controlador diseñado utiliza como base matemática la estructura de un controlador proporcional derivativo (PD) ya que el sistema a controlar corresponde a un sistema de posición críticamente amortiguado (Ogata, 2003).

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). 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.

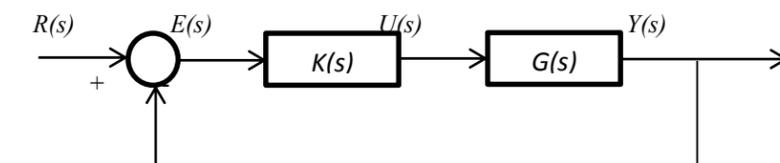


Figura 1. Diagrama en lazo cerrado del sistema de control.

En base al diagrama mostrado en la Figura 1, se procede a identificar las siguientes variables: $K(s)$ es el controlador a diseñar, $G(s)$ representa la planta a controlar, $E(s)$ es la señal de error obtenida mediante la diferencia entre la señal de referencia $R(s)$ y la salida $Y(s)$, $U(s)$ es la señal de salida del controlador. La función de transferencia $H(s)$ en lazo cerrado del sistema de control para el rastreador solar está representada en la ecuación 1).

$$H(s) = \frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{G(s)K(s)}{1+G(s)K(s)} \quad (1)$$

Según el problema de control planteado, en el diagrama de bloques existen por determinar dos funciones de transferencia fundamentales: el modelo matemático de la planta $G(s)$ y la ecuación del controlador $K(s)$.

Primeramente se inició determinando la función de transferencia de la planta de la siguiente manera: si en la Figura 1 se supone que $K(s)$ es igual a la ganancia K de un controlador proporcional, entonces la relación salida-entrada a la planta se describe mediante la ecuación 2) de la siguiente forma:

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{1}{s(Js+B)} \quad (2)$$

Aquí $J = \frac{K}{\omega_n^2}$, donde J es el elemento de inercia, ω_n es la frecuencia natural no amortiguada del sistema, $B = 2\zeta\omega_n J$, B es la fricción viscosa y ζ es el factor de amortiguamiento relativo del sistema. Después de

algunas sustituciones de variables en la ecuación 2) se llega a la forma final del modelo matemático de la planta, el resultado se muestra en la ecuación 3).

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{\omega_n^2}{s(Ks+2\zeta\omega_nK)} \quad (3)$$

Si en la ecuación 3) asumimos que la ganancia del controlador K es unitaria, entonces la ecuación de la planta se transforma en la ecuación 4).

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{\omega_n^2}{s(s+2\zeta\omega_n)} \quad (4)$$

Como se puede observar en la ecuación 4), el modelo dinámico de la planta queda descrito totalmente por los parámetros ω_n y ζ .

Una vez encontrada la ecuación de la planta, se procedió a caracterizarla, la caracterización se realizó de forma experimental, la cual consistió en mover el panel fotovoltaico de 0 grados hasta 160 grados; el tiempo de asentamiento t_s encontrado fue de 25 segundos, tomando un criterio de asentamiento del 2% y $\zeta=1$ propio de los sistemas críticamente amortiguados. Con estos datos obtenidos fue relativamente fácil deducir el valor de ω_n , en la ecuación 5) se muestra el valor calculado.

$$\omega_n = \frac{4}{t_s\zeta} = 0.16 \quad (5)$$

Una vez obtenido los parámetros ω_n y ζ , se procedió a encontrar la función de transferencia de la planta, la cual se muestra en la ecuación 6).

$$G(s) = \frac{0.02560}{s^2+0.32s} \quad (6)$$

A manera de verificación de la función de transferencia de la planta calculada, se simuló mediante Simulink de MATLAB la respuesta de la planta a una entrada escalón unitario, la respuesta de la planta se muestra en la Figura 2.

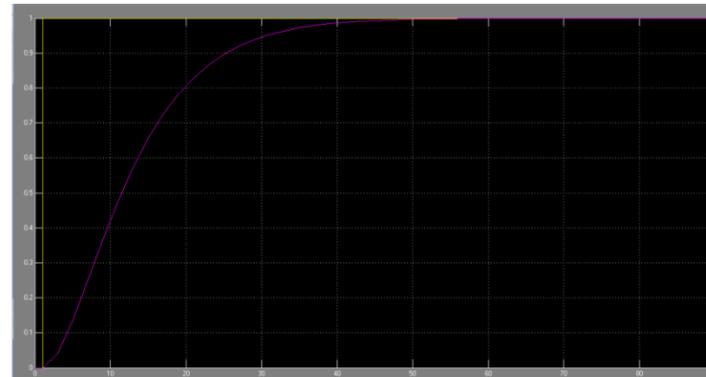


Figura 2. Respuesta de la planta a una entrada escalón unitario.

Una vez encontrada la función de transferencia de la planta, se procedió a diseñar el controlador proporcional derivativo, la forma en que se desarrolló fue utilizando nuevamente la ecuación 1, en la cual se sustituyeron los parámetros de la planta y del controlador; su forma se muestra en la ecuación 10).

$$H(s) = \frac{G(s)*K(s)}{1+G(s)K(s)} = \frac{\frac{0.02560}{s^2+0.32s} * \frac{Kp+Kds}{1}}{1 + \frac{0.02560}{s^2+0.32s} * \frac{Kp+Kds}{1}} \quad (10)$$

Después de realizar algunos procedimientos aritméticos, se obtuvo la ecuación 11) que relaciona los parámetros del controlador con la forma estándar de los sistemas de segundo orden.

$$H(s) = \frac{0.02560(Kp+Kds)}{s^2+(0.32+Kd*0.02560)s+0.02560Kp} = \frac{\omega_n^2}{s^2+2\zeta\omega_n s+\omega_n^2} \quad (11)$$

Los parámetros Kd y Kp del controlador PD quedan como se muestra en las ecuaciones 12) y 13).

$$Kd = \frac{25\omega_n-0.32}{0.02560} \quad (12)$$

$$Kp = \frac{\omega_n^2}{0.02560} \quad (13)$$

RESULTADOS

Para que el rastreador solar trabajara de una forma eficaz, fue necesario construir un controlador proporcional derivativo, el cual le brindó mayor estabilidad en el sistema y así pudiese realizar movimientos casi perfectos al ubicar su posición en torno a los rayos del sol. Para lograr el funcionamiento del controlador PD fue necesario obtener los parámetros de control del rastreador el cual indica que el sobrepasso máximo debe ser menor o igual al 10% y el tiempo de asentamiento es igual a 15 segundos, entonces se tiene $\zeta = 0.8$.

Para obtener ω_n fue necesario despejar de la fórmula: $t_s = \frac{4.6}{\zeta\omega_n}$ la cual quedo de la siguiente manera;

$$\omega_n = \frac{4.6}{(0.8)t_s} \text{ y su valor es de } \omega_n = 0.3833.$$

Una vez obtenido el resultado de ω_n se realizaron los procedimientos matemáticos para la obtención de Kd y Kp donde: $Kd=11.45625$ y $Kp= 5.7390$. Posteriormente se logró obtener la función de transferencia $K(s)$ del controlador, la cual indica que: $K(s) = Kp + Kds = 5.7390 + 11.45625s$.

Tomando $H(s)$ con los valores encontrados y siguiendo la ecuación 1) se tiene que; $H(s) = \frac{0.29328s+0.1469184}{s^2+0.61328s+0.1469184}$

El ancho de banda del sistema es $= 0.5 \text{ rad/s}$ o $=0.08\text{Hz}$.

Una vez ya obtenidos los resultados, se realizaron varias pruebas con diagramas a bloques en el programa de SIMULINK de MATLAB, con el fin de verificar que estos fuesen los correctos, según lo que se buscaba obtener con el controlador PD. Los resultados del diagrama a bloques, así como la respuesta de la planta con el controlador, simulados en SIMULINK se puede observar en las figuras 3 y 4).

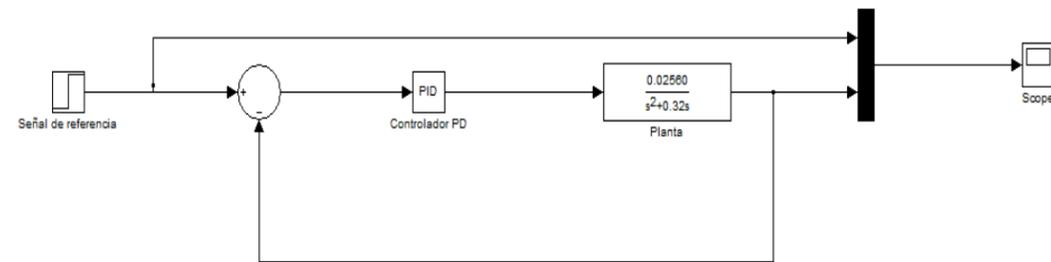


Figura 3. Diagrama a bloques de la planta y el controlador PD.

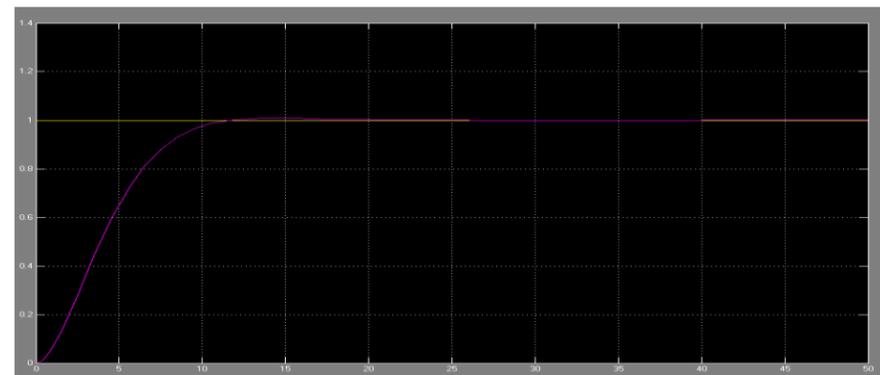


Figura 4. Respuesta del diagrama a bloques simulado en SIMULINK.

CONCLUSIONES

Se ha logrado diseñar y construir un seguidor solar autónomo, el cual funciona correctamente según los objetivos que se establecieron, el diseño de la estructura mecánica fue exitoso, ya que realiza los movimientos adecuados para girar en dirección del sol según se le indique.

Se puede decir que el obtener el controlador proporcional derivativo para el rastreador solar autónomo, fue de gran importancia y beneficio ya que este le permite realizar los movimientos de rastreo casi perfectos, realizando la mínima cantidad de sobrepasos al motor y recibiendo una mejor detección solar a cada instante del día, así este produce más energía fotovoltaica consumiendo menor cantidad de voltaje para el circuito diseñado.

El proyecto del seguidor solar controlado por el controlador PD se puede observar en la figura 5).



Figura 5. Seguidor solar autónomo en fase terminada.

Al haber concluido y al estar funcionando ya el seguidor solar autónomo, se realizó una comparación entre el mismo seguidor y una fotocelda de la misma capacidad de voltaje situada en estado fijo (sin rastreo solar), con el fin de obtener los resultados y saber que tan efectivo es el seguidor solar. Finalmente, se concluyó que el seguidor solar muestra resultados superiores a una fotocelda fija durante todo el transcurso del día, con esto se puede decir que el seguidor solar autónomo es eficaz y de mayor beneficio en cuanto a producción de electricidad.

BIBLIOGRAFÍA

Kuo, B. C. (1996). *Sistemas de Control Automático*, México: Prentice- Hall Hispanoamericana.

Ogata, K. (2003). *Ingeniería de Control Moderna*, Cuarta ed., Madrid: Pearson Educacion.

INTERACCIONES DEL AGUA CON EL CYPHOS® IL 104. CINÉTICA Y PRUEBAS DE TENSIÓN INTERFACIALES

Luis Enrique Ojeda Fuentes¹ y Mario Ávila Rodríguez²

RESUMEN

En las presentes especificaciones se indican los principales lineamientos para la elaboración de los reportes del Verano de la Ciencia de la UASLP y se enumeran los principales elementos que debe contener cada trabajo. El resumen constará de 150 palabras y debe explicar de manera general el trabajo realizado, enfatizando la importancia del mismo. Se puede incluir algunas características como el tipo de trabajo (ciencia básica, desarrollo tecnológico, proyecto de investigación, reseña de experiencias), y los resultados logrados. Esta plantilla permite la generación del reporte en el formato solicitado. En la presente plantilla se presentan las secciones sugeridas para el reporte, el primer párrafo describe la sección y los siguientes párrafos describen otros aspectos del resumen.

ABSTRACT

Ionic liquids have had a boom in the field of withdrawals and organic chemistry due to their properties as resistance to redox reactions. For this reason, it is important to study them further, as we offer a new future in the area of bio-remediation, just for mentioning one main field of application.

In this study certain tests were conducted, most of them were focused on the determination of water in ionic liquids. The results were used to see the behavior of Cyphos® IL 104 when it is mixed with water, either in the form of moisture in the atmosphere or liquid.

Determination of water was not the only one experiment that was conducted in this research. Such properties as inter-facial tension and micelle's size were measure in this study too.

Knowing this parameters, it's important because that way we can know and predict the behavior of the ionic liquids that we use in extraction procedures and therefore we can optimize all the fields related to that mechanisms as time of experimentation for example therefore we can increase the yield of the extractions and reduce the costs of experimentation

Results were expressed as graphics to explain the behavior of the IL, obtaining truly useful and applicable results in experiments related to water extraction components using ionic liquids. Several data were obtained and all the results drew us to some important conclusions such as the ones that we got from comparing our experimental data to the data that has been found before for this kind of compounds, such as the maximum hydration percentage that is 14 % in this case.

The data will also be used to compare with previous experiments with other ionic liquids, as the 101, in order to have a more complete picture of their behavior in different conditions.

Palabras clave: líquidos iónicos, extracciones líquido-líquido, cyphos.

INTRODUCCIÓN

Los líquidos iónicos presentan una buena alternativa sobre los solventes orgánicos en el campo de la química orgánica; poseen características tales como hidrofobicidad, viscosidad, estabilidad térmica y resistencia a los procesos redox; razón por la cual son llamados disolventes verdes Su campo de aplicación no se limita únicamente al de la síntesis orgánica, en el área de la química analítica y ambiental son utilizados también como extractantes en procesos de extracción líquido-líquido, para la eliminación de cationes de metales presentes en soluciones acuosas que provengan de distintas fuentes.

¹ Universidad de Guanajuato, Lascaráin de Retana No. 5, Col. Centro C.P. 36000. Guanajuato, Guanajuato., MÉXICO, luis.enrique@alumnos.mx

² Universidad de Guanajuato, Lascaráin de Retana No. 5, Col. Centro C.P. 36000. Guanajuato, Guanajuato., MÉXICO, avilam@ugto.mx

Los procesos de extracción y sus mecanismos de acción ya están estudiados y son bien conocidos, sin embargo, la interacción directa de un componente vital y mayoritario como el agua, con un líquido iónico, es una parte de los procesos de extracción que sería interesante conocer más a fondo. De esta manera se podrán mejorar condiciones y con ello llegar a la correcta optimización de dichos procesos.

METODOLOGIA

Material y equipo

Se utilizaron vasos de precipitado de 200 y 250 mL, probeta graduada y pipetas marca PYREX, placa de agitación magnética y mecánica. Reactivos (de diferentes marcas) como HNO₃, Acetona, Agua desionizada, Líquido Iónico Cyphos® 104 (comprado a Cytec), queroseno y n-decanol entre otros; preparados previamente en el laboratorio a las concentraciones necesarias.

Se utilizó un equipo de Absorción Atómica marca Perkin Elmer precisley modelo AAnalysr 200 Atomic Absorption Spectrometer (Figura 4). Para las determinaciones de agua se utilizó un equipo marca Metrohm Swiss Made modelo 701 KF Titrimo acoplado a un 703 Ti Stand con teclado de accesorio. Para las pruebas de tensión inter-facial se utilizó el equipo para ángulo de contacto marca OCA IS PRO. Todas las mediciones de masa se hicieron en una balanza analítica marca Explorer OHAUS®.

Todo es propiedad del Laboratorio de Química Analítica de la División de Ciencias Químicas, UG, ubicado en el cerro de la Venada.

1. Determinación de la agitación óptima.

Se llevó una alícuota de 80 mL de Cyphos® IL 104 a secar en estufa a temperatura de 100°C durante un día completo (previo a su uso). Del líquido iónico seco se tomaron dos alícuotas de 10 mL, con base a su densidad (utilizando una balanza analítica), cada una. Cada alícuota se puso en contacto con 10 mL de agua desionizada y se llevaron a agitación. Un sistema (agua-líquido iónico) se llevó a agitación mecánica (usando un plato de agitación) por una hora y el otro sistema se llevó a agitación magnética (usando una placa de agitación magnética y una barra de agitación) por un periodo de una hora.

Transcurrido el tiempo del experimento, se midió la humedad presente en el líquido iónico de cada sistema, las fases fueron previamente separadas haciendo uso de embudos de separación.

2. Determinación de la cinética de hidratación.

Utilizando viales de cristal se pusieron en contacto volúmenes iguales de Cyphos® IL 104 (previamente secado en las mismas condiciones del primer experimento) y agua desionizada a diferentes intervalos de tiempo.

Se hizo uso de la placa de agitación mecánica por la comodidad que ésta representaba, considerando que los resultados finales no se verán afectados.

Los sistemas que se mezclan, se monitorearon con un cronometro para cuidar que las fases interaccionaran únicamente el tiempo deseado. Al final del tiempo transcurrido se separaron las fases y se midió el contenido de agua de cada sistema.

3. Determinación de la incorporación del agua al sistema en el seno del mismo.

Se calcularon las alícuotas debidamente necesarias de agua a añadir en volúmenes conocidos de Cyphos® IL 104 para tener un contenido de agua deseado.

Las alícuotas de agua se añadieron a diferentes viales de cristal que contenían volúmenes conocidos de líquido iónico. El líquido iónico nuevamente fue secado en las condiciones del primer experimento. Se agitaron usando la placa de agitación mecánica durante 50 minutos.

Al finalizar el tiempo de agitación de los sistemas se procedió a medir el contenido de agua de cada uno.

4. Determinación de la tensión inter-facial.

El experimento anterior fue utilizado para esta parte. Los mismos viales de cristal que contenían los sistemas en estudio se llevaron al laboratorio nacional (ubicado en la misma división donde se realizó la investigación) para medir la tensión inter-facial presente en cada sistema. La variable en cada experimento fue el contenido de agua.

5. Determinación de los datos de extracción de Cobalto.

Se preparó 50 mL de una solución de 100 ppm de Cobalto a partir de un patrón. Alícuotas de 10 mL de dicha solución se pusieron en contacto con 10 mL de soluciones de Cyphos® IL 104 de diferentes concentraciones (preparadas con n-decanol y queroseno al 10 %). Los sistemas se pusieron en agitación por 50 minutos. Las fases se separaron y se midió el contenido de agua de cada una. Para este caso se utilizó líquido iónico seco y puro, además de dos soluciones en concentraciones de 0.5 y M.

Se preparó 50 mL de una solución de 100 ppm de Cobalto a partir de la sal de Cobalto. Alícuotas de 10 mL de dicha solución se pusieron en contacto con 10 mL de soluciones con diferentes concentraciones de Cyphos® IL 104 (preparadas con n-decanol y queroseno al 10 %). Los sistemas se pusieron en agitación por 50 minutos. Las fases se separaron y se midió el contenido de agua de cada una. Para este caso se utilizaron concentraciones de líquido iónico en un intervalo de 0.1 a 0.5 M.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Determinación de la agitación óptima.

Los resultados demostraron que el tipo de agitación ya sea mecánica o magnética no influye sobre los resultados finales para los experimentos en los que se incluyen alícuotas iguales de Cyphos® IL 104 y agua (Figura 5).

Tipo de agitación	Contenido de agua (%)
Mecánica	13.2
Magnética	13.4

Figura

2. Determinación de la cinética de hidratación.

Los datos obtenidos fueron graficados para mostrar un comportamiento general del Cyphos® IL 104 cuando entra en contacto con agua a diferentes intervalos de tiempo.

Como se mencionó anteriormente, se partió de un líquido iónico previamente secado el día anterior al experimento. El compuesto no es altamente higroscópico, pero de esta manera se obtienen resultados más reales.

Se puede observar en la gráfica cómo después de cierto tiempo, el líquido alcanza un máximo de hidratación similar al reportado en literatura (Figura 6).

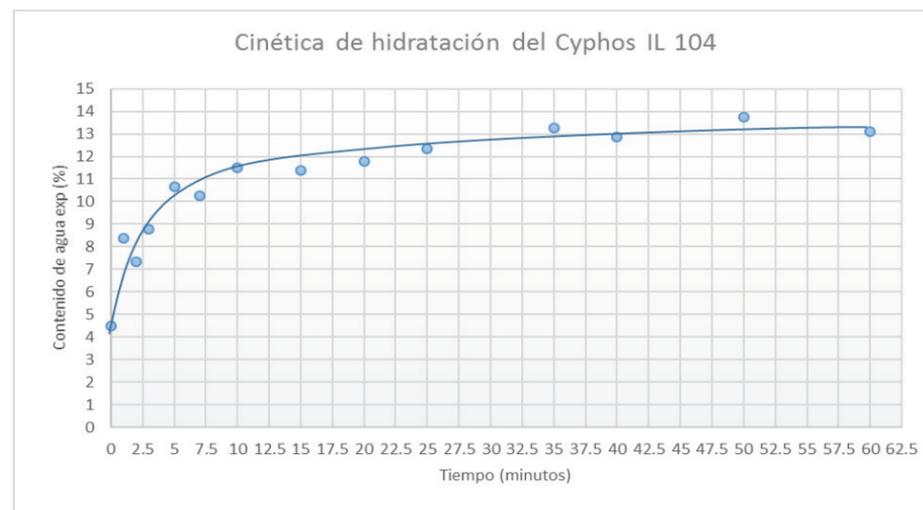


Figura 6

3. Determinación de la incorporación del agua al sistema en el seno del mismo.

De vez en vez se obtuvieron resultados que superan el límite de humedad adicionado intencionalmente, esto es causado por el agua que el sistema toma del ambiente en el transcurso del día, ya que los experimentos son sistemáticos y un tanto largos.

En la gráfica se comparan además dos experimentos que se llevaron a cabo simultáneamente para comprobar que tan importante es secar el líquido iónico antes de una prueba.

Se tienen dos gráficas; una experimental (Figura 8) y otra ajustada a cero (Figura 7), usando como blanco el primer valor experimental para que la gráfica pueda partir del origen.

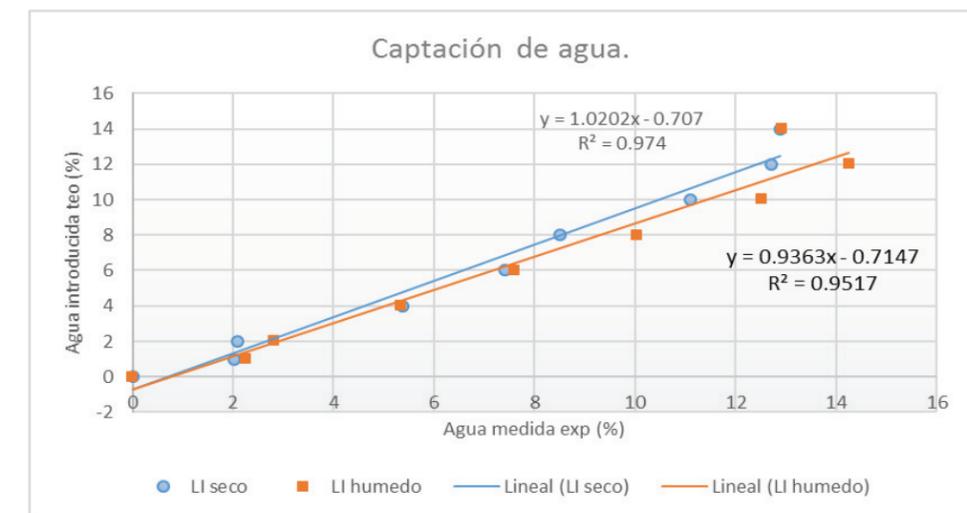


Figura 7

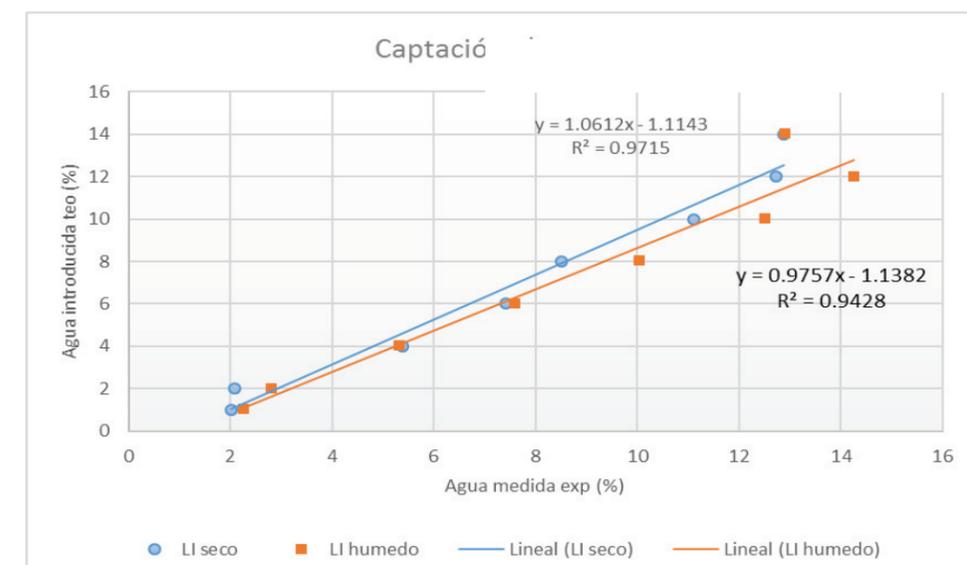


Figura 8

4. Determinación de la tensión inter-facial.

Utilizando parte del experimento anterior, se utilizó un equipo especializado para medir este parámetro. Una relación fue encontrada entre la tensión inter-facial y el contenido de agua; son directamente proporcionales, ya que uno aumenta conforme el otro.

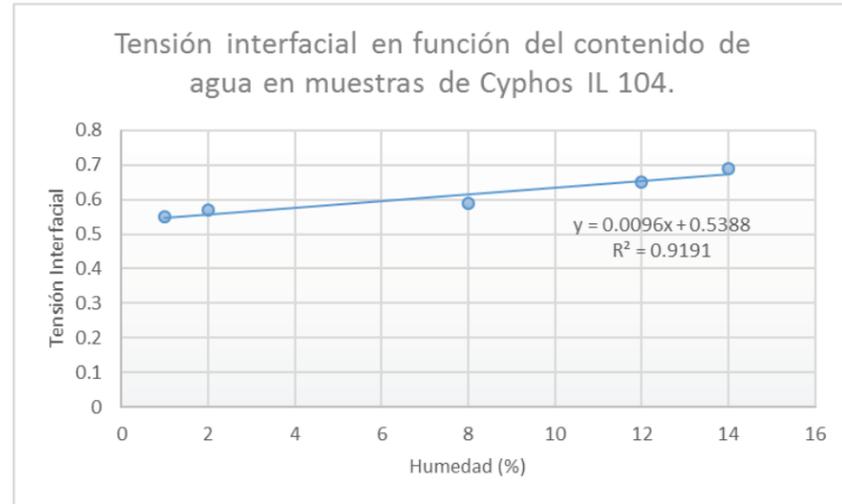


Figura 10

5. Determinación de los datos de extracción de Cobalto.

Para la determinación de las extracciones del catión Cobalto (II), realizadas con Cyphos® IL 104, se obtuvieron los siguientes resultados mostrados en la figura 12, haciendo evidente una extracción exitosa del cobalto en las soluciones iniciales. Se utilizó el método de curva de calibración mostrado en la figura 11.

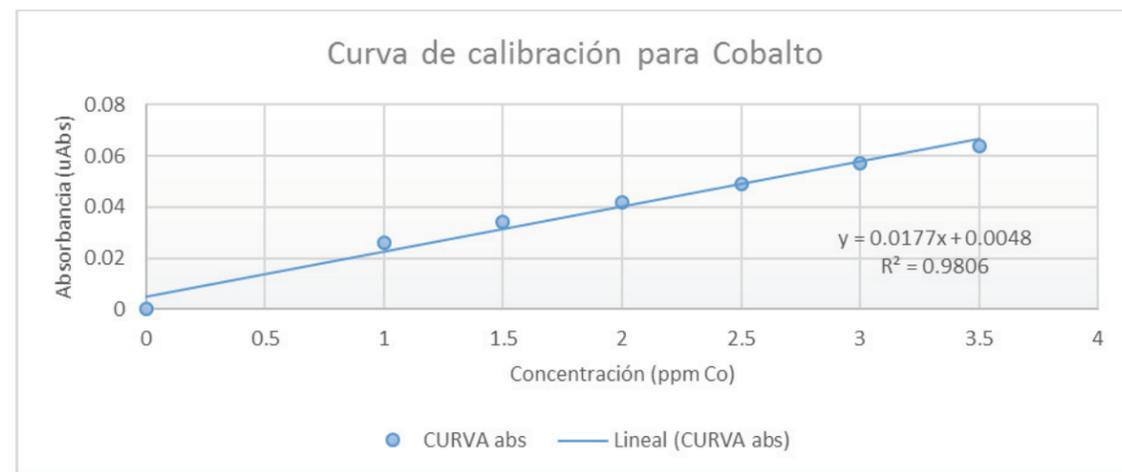


Figura 11

muestra	Corresponde (Conc de 104)	Inicio (ppm)	Fin (ppm)	Cobalto a partir de	Porcentaje extraído (%)
1	0.1	100	2.49	sal	97.5
2	0.2	100	0.488	sal	99.5
3	0.3	100	0.277	sal	99.7
4	0.4	100	0.344	sal	99.7
5	0.5	100	0.079	sal	99.9
10	puro	100	3.654	patrón	96.3
20	0.5	100	7.95	patrón	92.1
30	1	100	3.701	patrón	96.3

Figura 12

Las figuras 13 y 14 corresponden a la parte de extracción de cobalto, antes y después respectivamente. Se puede apreciar visualmente una extracción exitosa del Co (II) de las soluciones acuosas iniciales. Al finalizar las extracciones las fases orgánicas que contenían 104 y Co (II) se pusieron en contacto con una solución 0.1 M de H₂SO₄ para recuperar el Cobalto y así reutilizar el Cyphos® IL 104.

CONCLUSIONES

- Debido a la importancia y amplia aplicación de los líquidos iónicos era necesario estudiar un poco más a fondo su comportamiento cuando está en contacto con el agua.
- Pudimos comprobar que el tipo de agitación no influye sobre los resultados finales de la experimentación, siempre y cuando los volúmenes de las diferentes fases, acuosa y orgánica, sean de la misma magnitud y de un orden no tan reducido.
- Se logró comprobar que el Cyphos® IL 104, estudiado en este experimento, tiene una cinética de hidratación lenta y que no interactúa tan rápido con la humedad del ambiente como se esperaría de una sal higroscópica común. Se observó un límite de hidratación cercano al 14 % justo como se reporta en ciertas literaturas.
- Se observó que no todo el 100 % del agua que se adicionaba al líquido iónico en las pruebas se incorporaba al sistema, esto se debía a que una pequeña parte de el mismo ya se encontraba ocupado por la humedad del ambiente.
- En general se puede hacer la observación sobre la hidratación del sistema tomándola en cuenta a la hora de utilizar un líquido iónico como extractante ya que se debe hidratar lo más posible antes de la extracción para que así las interacciones del líquido iónico sean meramente entre la especie de interés y el líquido iónico y no entre el agua y el líquido iónico.

BIBLIOGRAFIA

- Rivera, J.Y. y Pérez, M. (2006) Simposio de Metrología EMPLEO DEL SISTEMA POTENCIOMÉTRICO KARL-FISCHER EN EL DESARROLLO Y LA CERTIFICACIÓN DE MATERIALES DE REFERENCIA (MR). Disponible en: <https://www.cenam.mx/memsimp06/Trabajos%20Aceptados%20para%20CD/Octubre%2025/Bloque%20A/A2-QUIMICA%20I-Materiales%20de%20Referencia/A2-3.pdf> (Accedido: 15 julio 2016).
- Ríos Vera, R.M. (2015) Estudio de las propiedades físicoquímicas de mezclas de líquido iónico y de extractantes y sus aplicaciones para la recuperación de plata.
- 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 (Rhoediscolor) antioxidantproperties, *CyTA Journal 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 folinocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.

DESARROLLO DE ACTIVIDADES EN UNA PLATAFORMA SOBRE TECNOLOGÍA EDUCATIVA

María Olmos Serna¹ y Jennifer Rentería Conseción²

RESUMEN

El proyecto consistió en la creación de un curso bajo una plataforma virtual educativa gratuita, la cual funcionará como apoyo didáctico en la materia de Tecnología Educativa para los alumnos de la Licenciatura en Psicología, de la Universidad Autónoma de Zacatecas Campus Jalpa, en esta se incluyeron contenidos, tareas, foros, wikis y exámenes, así como algunas otras actividades y recursos que son necesarias para lograr los objetivos de la materia. Para ellos se investigaron antecedentes de las plataformas educativas, su utilidad y función, características de cada una de ellas para utilizar la más adecuada a las necesidades. La plataforma seleccionada fue Moodle en la cual se aprendió el manejo de herramientas como control de alumnos y la creación de contenidos.

ABSTRACT

The project consisted of the creation of a course under a virtual platform educational free, which work as support teaching in the matter of Educational Technology for students of the degree in Psychology, of the Universidad Autónoma de Zacatecas Campus Jalpa, in this were included content, tasks, forum, wikis and test, as well as some other activities and resources that are necessary to achieve the objectives of the matter. This is investigated history of the educational platforms, its utility and function, characteristics of each of them to use the most appropriate to the needs. The platform selected was Moodle in which is learned the management tools as control of students and content creation.

Palabras Clave: Plataforma educativa, Moodle, E-learning y Tecnología Educativa.

INTRODUCCIÓN

Una plataforma educativa es un sitio en la Web que permite a un profesor contar con un espacio virtual en Internet donde sea posible colocar materiales de su curso, incluir foros, wikis (actividad en la que los participantes pueden añadir y editar una colección de páginas web), recibir tareas de sus alumnos, desarrollar tests, promover debates, chats, obtener estadísticas de evaluación y uso entre otros recursos que se crean necesarios incluir en el curso, todo esto a partir de un diseño que le permita establecer actividades de aprendizaje y que ayude a sus estudiantes a lograr los objetivos planteados. (Charcas, 2009)

Lo más importante de una Plataforma Educativa reside en las posibilidades que tenga y en el uso que se haga de las mismas para facilitar la enseñanza de los cursos, las cuales funcionan con fines administrativos, educativos, de investigación, o de simple comunicación. Es una metodología que utiliza e-learning (procesos de enseñanza aprendizaje que se llevan a cabo a través de Internet) por lo tanto su objetivo universal es facilitar procesos de enseñanza aprendizaje en los estudiantes. (Charcas, 2009)

¹Universidad Autónoma de Zacatecas "Francisco García Salinas" Campus Jalpa, Ingeniería Eléctrica Jalpa; Libramiento Jalpa km. 156+380, Frac. Solidaridad, C.P: 99600, Jalpa, Zacatecas, olmos-119@hotmail.com.

²Universidad Autónoma de Zacatecas "Francisco García Salinas" Campus Jalpa, Ingeniería Eléctrica Jalpa; Libramiento Jalpa km. 156+380, Frac. Solidaridad, C.P: 99600, Jalpa, Zacatecas, jennifer.renteria@outlook.com.

Dentro del plan de estudios del área de Psicología existe la materia de Tecnología Educativa, la cual tiene por objetivos que el alumno practique mediante diferentes herramientas tecnológicas el diseño y uso de material interactivo a través de multimedia, maneje plataformas educativas para la creación de material educativo enfocado a la psicología, y sea capaz de incorporar los avances tecnológicos a la psicología educativa como complemento.

MARCO TEORICO

Como ya se mencionó anteriormente una plataforma educativa es un entorno informático en el que se encuentran herramientas agrupadas y optimizadas para fines docentes, estas herramientas proporcionan a los usuarios espacios de trabajo compartidos destinados al intercambio de contenidos e información, incorporan herramientas de comunicación (chats, correos, foros de debate, videoconferencias, blogs, etc.), y en muchos casos, cuentan con un gran repositorio de objetos digitales de aprendizaje desarrollados por terceros, así como con herramientas propias para la generación de recursos. (Charcas, 2009)

Existen distintas plataformas algunas de las más populares son:

- **Caroline:** es una plataforma de aprendizaje y groupware de código abierto que permite a cientos de instituciones crear y administrar cursos y espacios de colaboración en línea.
- **Ilias:** es un software libre de código abierto bajo la licencia GPL y puede ser utilizado sin ninguna restricción. Debido a esta característica, Ilias puede ser fácilmente adaptado a los requerimientos específicos de cada organización.
- **Didactalia:** es una plataforma educativa con contenidos certificados en su exploración permite difundir recursos que poseas o que desees crear para poder difundir, es muy intuitiva como: lecciones, mapas, paper toy, suscribirte a los temas de interés que necesites y los debates que te parecen mejores para difundir conocimiento, posee todas las características de una red social educativa.
- **Lectrio:** tiene características básicas que permiten la orientación de cursos en línea sin muchas dificultades, se integra perfectamente con una variedad de servicios que tienen mucho que aportarle, principalmente con Google y otros como: Dropbox, Google Drive, Facebook, Instagram, SkyDrive, entre otros. La navegabilidad del sitio cuenta con unas características óptimas para la visualización desde diferentes dispositivos móviles, un aula virtual perfecta para llevar a la mano.
- **Udemy:** es una plataforma muy interesante ya que tiene una gran capacidad de almacenamiento puedes agregar videos, presentaciones en PowerPoint, documentos en PDF y más.
- **Moodle:** es un software diseñado para ayudar a los educadores a crear cursos en línea de alta calidad y entornos de aprendizaje virtuales. Debido a que necesitar un servidor para alojarlo, existen servicios en Internet que lo ofrecen de forma gratuita como son: gnomio, milaulas, keytoschool, moodle4free, freehostia, ninehub, etc. (Bernal, 2014)

Una de las principales características de Moodle sobre otros sistemas es que está hecho en base a la pedagogía social constructivista, donde la comunicación tiene un espacio relevante en el camino de la construcción del conocimiento. Siendo el objetivo generar una experiencia de aprendizaje enriquecedora. Algunas otras ventajas son:

- Sistema en constante evolución y actualización
- Posibilidad de personalizar la plataforma
- Creación de diversos perfiles de usuarios (administrador, tutor, alumno)
- Sistema escalable en cuanto a la cantidad de alumnos
- Creación de cursos virtuales y entornos de aprendizaje virtuales

- Complemento digital para cursos presenciales (Blended)
- Posibilidad de diversos métodos de evaluación y calificación
- Accesibilidad y compatibilidad desde cualquier navegador web, independiente del sistema operativo utilizado. (Entornos educativos, 2003)

Fue por esta razón que se decidió crear el curso en el sitio de www.Milaulas.com ya que es un portal español que proporciona gratuitamente aulas Moodle con privilegios de administrador de manera muy rápida y sencilla, con ciertas restricciones, una de las más importantes es que tu aula quedará deshabilitada si no la usas durante 30 días.

Para el desarrollo de la plataforma se tomó en cuenta el programa de la materia de Tecnología Educativa que se muestra a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1. Programa de la materia Tecnología Educativa.

Unidad I. Introducción a la Tecnología Educativa
1.1. La sociedad de la información, las tecnologías y la educación.
1.2. La tecnología educativa como disciplina.
1.3. Los medios de enseñanza o materiales didácticos (Conceptualización y tipos).
1.4. Los medios y tecnología en la educación escolar.
1.5. Las tecnologías de la información y comunicación en la educación. De la enseñanza asistida por computadoras al e-learning.
1.6. Las TICs como mejora en la calidad educativa en el área de psicología.
Unidad II. Programas Educativos con Multimedia
2.1. Diseño y uso de aplicaciones para presentaciones (Prezi y Powerpoint uso de imágenes, video, links, música).
2.2. Internet y correo electrónico.
2.3. Navegadores y buscadores.
2.4. Herramientas de la web 2.0.
Unidad III. Plataformas Educativas
3.1. Introducción a Moodle.
3.2. Gestión de cursos.
3.3. Contenidos y material didáctico.
3.4. Foros de discusión.
3.5. Eventos, actividades y evaluaciones.
3.6. Realidad aumentada.

MATERIALES

Para realizar este trabajo los materiales utilizados fueron:

- La plataforma Moodle (www.milaulas.com) ya que fue en esta donde se creó el curso de tecnología educativa y en donde se agregaron cada una de las actividades y recursos necesarios para el desarrollo de la materia.
- Internet ya que para poder utilizar la plataforma es necesario estar conectado a este servicio.
- El programa de la materia de Tecnología Educativa mostrado anteriormente en la Tabla 1.

RESULTADOS

Para realizar el proyecto primero se seleccionó la plataforma gratuita de Moodle Milaulas, una vez creado el curso de Tecnología Educativa con el nombre de "tecedu" en el sitio web <http://tecedu.milaulas.com>, se configuró, dividiéndolo en unidades y a cada una de estas, se les agregó actividades de acuerdo al desarrollo de los temas, se crearon blogs, cuestionarios, wikis, foros y se hicieron algunos exámenes de diagnóstico para los alumnos. De la misma manera se agregaron los recursos necesarios para cada unidad, como los materiales de estudio, libros y los temas vistos en clase.

Al final de cada unidad se agregó una evaluación de todos los temas vistos y las actividades que se realizaron a lo largo de la unidad. En la Figura 1 se muestra la introducción del curso, este solo cuenta con una actividad que es un examen diagnóstico para los alumnos.

En la Figura 2 se muestran todas las actividades y recursos que conforman la Unidad II del curso de Tecnología Educativa.

Figura 1. Introducción del curso y sus actividades.

Figura 2. Unidad II del curso y sus actividades.

En la Figura 3 se puede ver cada una de las actividades que se agregaron a la Unidad II y a la Unidad III del curso.

Unidad II. Programas Educativos con Multimedia

MATERIAL:

Unidad 2.- Programas Educativos

2.1. Diseño y uso de aplicaciones para presentaciones (Prezi y Powerpoint uso de imágenes, video, links, música)

Tarea 6.- Práctica de Power Point

Tarea 7.- Practica en Prezi

2.2. Internet y correo electrónico.

Tarea 8.- Estadísticas

2.3. Navegadores y buscadores.

Tarea 9.- Tabla de navegadores y buscadores.

Foro 2.- Navegadores y Buscadores.

2.4. Herramientas de la web 2.0.

- Buscadores.

- Blogs

Tarea 10.- Enlace a tu Blog

- Podcast.

- Slide share.

Tarea 11.- Presentación en Slide share.

- YouTube

Tarea 12.- Canal de YouTube.

- Bibliotecas Virtuales.

- Bibliotecas Virtuales.

- RSS.

- Facebook.

- Twitter.

- Instagram.

- LinkedIn.

Cuestionario 6.- Herramientas de la web 2.0

EXAMEN UNIDAD II

Unidad III. Plataformas Educativas

MATERIAL:

Unidad 3.- Plataforma Educativa

3.1. Introducción a Moodle.

3.2. Gestión de cursos.

3.3. Contenidos y material didáctico.

3.4. Foros de discusión.

3.5. Eventos, actividades y evaluaciones.

3.6. Realidad aumentada.

Tarea 13.- Plataforma Virtual.

EXAMEN UNIDAD III

Figura 3. Unidad II y Unidad III del curso.

CONCLUSIONES

Se completó la creación del curso online en la plataforma educativa de Moodle, en específico utilizando el sitio de www.milaulas.com, el curso lleva por nombre Tecnología Educativa y se encuentra en la liga <http://tecedu.milaulas.com> para su acceso solo es necesario tener una cuenta en el sitio y el permiso del administrador. La plataforma servirá de apoyo para impartir la materia a los alumnos de la Licenciatura de Psicología, además de seguir siendo de utilidad para los siguientes años ya que es posible hacer las modificaciones que se requieran tanto a las actividades y tareas como a las evaluaciones y cuestionarios que se crearon. Solo sería necesario entrar al curso al menos una vez cada mes en caso de que este cuenta con usuarios dados de alta, de lo contrario será necesario entrar al curso al menos una vez por semana para evitar que este sea deshabilitado ya que esta es una de las desventajas que tienen los servidores gratuitos.

BIBLIOGRAFÍA

Artículos de revista

COSANO, F. (2006). "La plataforma de aprendizaje moodle como instrumento para el trabajo social en el contexto del espacio europeo de la educación superior" en Acciones e investigaciones sociales, ISSN 1132-192X, N° Extra 1, [pág. 367].

Artículos en línea

CHARCAS, P. (2009). "Plataformas Educativas", en Blogspot, Consultada en <http://plataformas-educativas.blogspot.mx/> (fecha de consulta 27-05-2016).

BERNAL, A. (2014). "Las TIC y su utilización en la educación" en Blogger, Consultada en <http://www.ticeducacionec.com/2014/05/30-plataformas-virtuales-educativas.html> (fecha de consulta 03-06-2016).

GARCÍA, J. (2013). "Hosting gratuito para Moodle. Plataforma Moodle gratis" en Jabato Games, Consultada en <http://jabatogames.blogspot.mx/2013/07/hosting-gratuito-para-moodle-plataforma.html> (fecha de consulta 10-06-2016)

MILAULAS.COM, "Herramientas de aprendizaje para todos", Consultada en <https://www.milaulas.com> (12-06-16)

SIMULACION COMPUTACIONAL DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO

Olmos Soto Armando Rafael¹ y Meza De Luna Alejandro²

RESUMEN

En el presente reporte se muestran los resultados de las simulaciones más representativas del fenómeno a identificar. El fenómeno a identificar es la sinergia producida entre los materiales de matriz y refuerzo; concreto y acero respectivamente. Para lograr nuestros fines se recurrió a la simulación computacional con la herramienta Abaqus®. El razonamiento del método a seguir es el siguiente: dado que los materiales que se utilizan son idealizados como linealmente elásticos, un comportamiento plástico en una gráfica fuerza-deformación sería el producto de la sinergia producida por la interacción entre matriz y fibra. Este comportamiento plástico es el que se espera ver en la simulación además de una variación de comportamiento si se hace oscilar el coeficiente de fricción.

ABSTRACT

In this current report the most representative simulation results of the identified phenomenon are shown. The phenomenon that we wanted to identify is the synergy produced between the concrete matrix and steel reinforcement fibers. In order to achieve the challenge that we set ourselves, we opted for the use of the well-known computational simulation tool called Abaqus®. Next is explained the method chosen to be followed: Since the material properties were idealized and set as linear, no linear or plastic behavior would be expected in a force-strain graph unless synergy due friction occurs in the interface were both materials interact each other. Both plastic behavior and variation in force-strain graph due a variation in friction coefficient are expected to appear in this simulation.

Palabras Clave: matriz, refuerzo, plástico, sinergia, fibra.

INTRODUCCIÓN

La presente simulación nace de la necesidad de producir mejores concretos para la industria los cuales puedan cumplir con la exigencias. Para producir este tipo de concretos es necesario saber su comportamiento el cual se puede observar y medir experimentalmente, por desgracia en el caso del concreto es difícil conseguir la maquinaria necesaria para llevar a las losas al límite de su resistencia por sus altos costos y eso sin tomar en cuenta el número de experimentos necesarios.

Con la ayuda de la simulación computacional solo se necesita diseñar un experimento físico y otro virtual donde los resultados computacionales coincidan con el experimento físico y de este modo es posible extrapolar valores computacionales que corresponderían a cargas muy elevadas en un experimento real además de ser necesarios menos experimentos físicos ya que es posible fiarse de los resultados numéricos.

Para ejecutar la investigación se recurrió a un modelo idealizado donde la matriz es una barra rectangular y las fibras son elementos circulares (tipo varilla) que pasan por todo lo largo de la barra. Los apoyos son del tipo articulado de un lado y del otro tipo patín deslizante, en tanto que la carga es bajo flexión y la ejerce un bloque de acero que presiona hacia abajo la barra justo a la mitad de su cara superior. El

¹Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Departamento metal-mecánica; Av. Adolfo López Mateos #1801 Ote. Fracc. Bona Gens, C.P: 20256 Aguascalientes Ags., ita18_rafa@hotmail.com

²Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Departamento metal-mecánica; Av. Adolfo López Mateos #1801 Ote. Fracc. Bona Gens, C.P: 20256 Aguascalientes Ags., alejandromeza50@gmail.com

objetivo de la simulación es identificar la sinergia que existe entre los materiales observando si existe un comportamiento plástico en zonas específicas del modelo además de manipular los valores obtenidos mediante la variación del parámetro fricción el cual existe en la interface donde hacen contacto ambos materiales.

MÉTODOS Y MATERIALES

Para hacer la simulación se siguió más o menos la secuencia de pasos que Abaqus maneja es decir; creación de las partes del modelo, creación de las características del material, asignación del material a la parte que le corresponde, asignación del step adecuado para esta simulación, ensamble de las partes, creación de las interacciones entre las partes del ensamble, creación de las restricciones y las cargas, mallado y partición de cada una de las partes. El método detallado y el porqué, en caso de ser necesario, de algunos parámetros son expuestos enseguida:

Partes del modelo:

Matriz de concreto: 0.15mts x 0.15mts x 0.45mts distancia desde abajo hasta centro de los orificios: 0.025mts

Fibras: Ø0.025mts X 0.45mts

Bloque de contacto: 0.05 x 0.025 x 0.15

Características de los materiales:

Concreto → Densidad: 2400kg/m³ Modulo de Young: 48069.5MPa coeficiente de poisson: 0.2

Acero → Densidad: 7850kg/m³ Modulo de Young: 210GPa coeficiente de poisson: 0.33

Asignación del material a la parte:

Acero → Fibras y Bloque de contacto

Concreto → Matriz

Asignación del step: Step inicial → estándar. Step 1 → Dinámico Implícito, time period: 1, Máximo número de incrementos: 100000, tamaño de incremento inicial 0.0001 mínimo: 1E-010, Comportamiento no lineal activado. La activación del step dinámico implícito es la más adecuada para la simulación ya que se esperan deslizamientos entre la matriz y las fibras y otro tipo de step no convergería.

Ensamblaje de las partes: Bloque de contacto justo a la mitad de la matriz de concreto y fibras de acero concéntricas a los orificios hechos en la matriz para mayor detalle véase la figura 1.

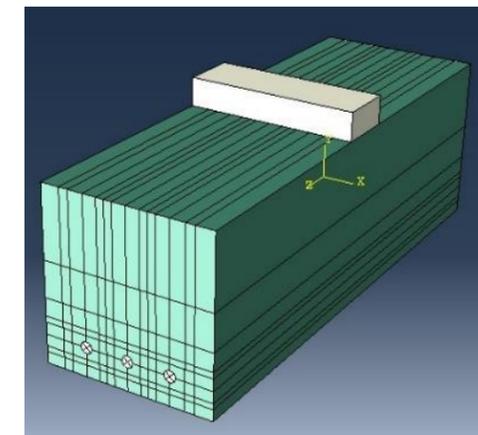


Figura 1. Ayuda visual del ensamble de los elementos a simular

Creación de las interacciones:

Fricción entre matriz (slave surface) y fibras de refuerzo (master surface) → comportamiento tangencial: penalti, coeficiente de fricción 0.5 y 0.9, comportamiento normal: hard contact. Todas estas interacciones se observan en la figura 2.

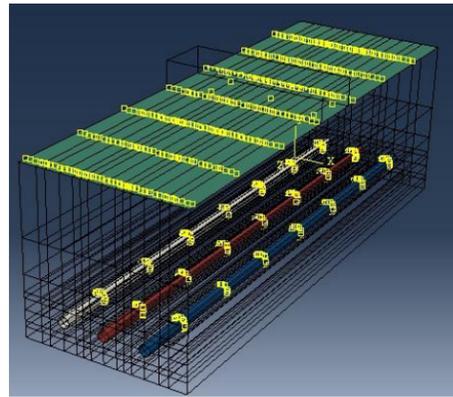


Figura 2. Ayuda visual de las interacciones presentes entre los elementos

Restricciones y cargas:

Matriz→ arista inferior izquierda: articulado, arista inferior derecha: patín deslizante a lo largo del eje z
Bloque de contacto→ restringido a solo moverse verticalmente 5cm hacia abajo para generar la carga contra la matriz de concreto

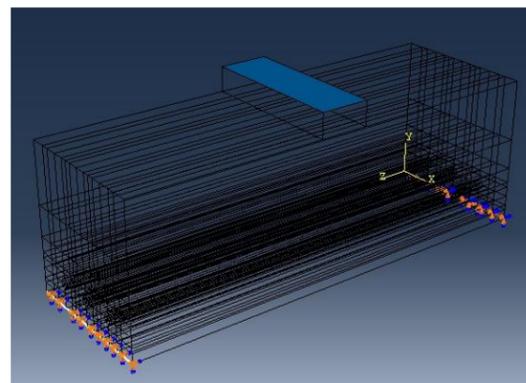


Figura 3. Ayuda visual de las restricciones en el modelo

Mallado y particiones:

Matriz→ Partición rectangular alrededor de las cavidades de la matriz para hacer una malla estructurada, seeds en las orillas de las cavidades de 0.00079 mts y en las aristas externas de 0.023 mts
Fibras→ Partición en cuatro cuartos de círculo, seeds de mts 0.000981748
Bloque de contacto→ sin particiones y seeds por default
Las particiones necesarias para tener una malla estructurada y sin errores ni alertas deben ser más o menos idénticas a las que se muestran en la figura 4. Como se puede observar en la figura 5 se logra un mallado bastante bueno con el número adecuado de particiones.

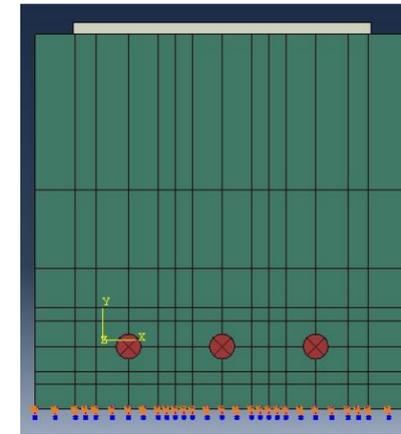


Figura 4. Particiones necesarias para el mallado

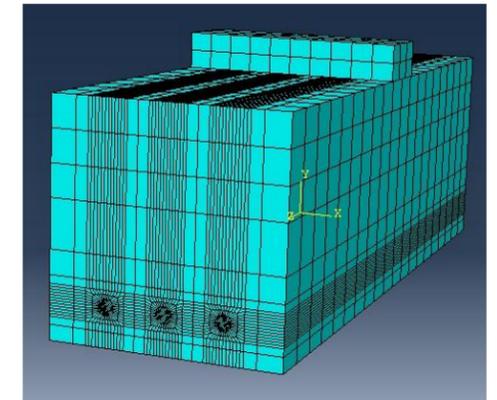


Figura 5. Malla obtenida

RESULTADOS

Después de introducir el modelo al posprocesador de Abaqus se esperó un tiempo considerable dado la gran cantidad de nodos de la malla que fueron necesarios generarla con una buena estructura para evitar errores a la hora de simular. Los datos arrojados son los mostrados en las tablas 1 y 2, cabe señalar que los datos se obtuvieron de un nodo en común (nodo 2118) para los dos modelos con el fin de obtener resultados homogéneos y saber cuánto cambia su comportamiento al momento de hacer variar el parámetro de fricción.

Tabla. 1. Coeficiente de fricción 0.5

Nodo 2118 Coeficiente de fricción 0.5			
Time	U2	U2	NForce2
0	0	0	0
0.00184788	-9.16E-05	9.1558E-05	116.344
0.0290778	-0.0014458	0.0014458	1913.12
0.711794	-0.035671	0.035671	36906.8
1	-0.0501156	0.0501156	44721.2

Tabla. 2. Coeficiente de fricción 0.9

Nodo 2118 Coeficiente de fricción 0.9			
Time	U2	U2	NForce2
0	0	0	0
0.00135876	-6.72E-05	6.7202E-05	94.3635
0.0105427	-0.0005238	0.0005238	696.924
0.369936	-0.018428	0.018428	21651.6
0.917885	-0.0459995	0.0459995	42692.3
1	-0.050115	0.050115	44590

La variable U2 se tuvo que convertir a su valor absoluto para que coincidiera con el diagrama fuerza-deformación clásico que se conoce en todos los libros de mecánica de materiales. La gráfica de la figura 6 se hizo con los datos de las tablas 1 y 2 y como se puede observar existe una variación en cuanto a los valores obtenidos que era uno de los objetivos a cumplir y en cuanto al comportamiento no lineal o plástico del diagrama se puede observar que si se obtuvo algo de lo esperado, es decir si existe sinergia entre los elementos.

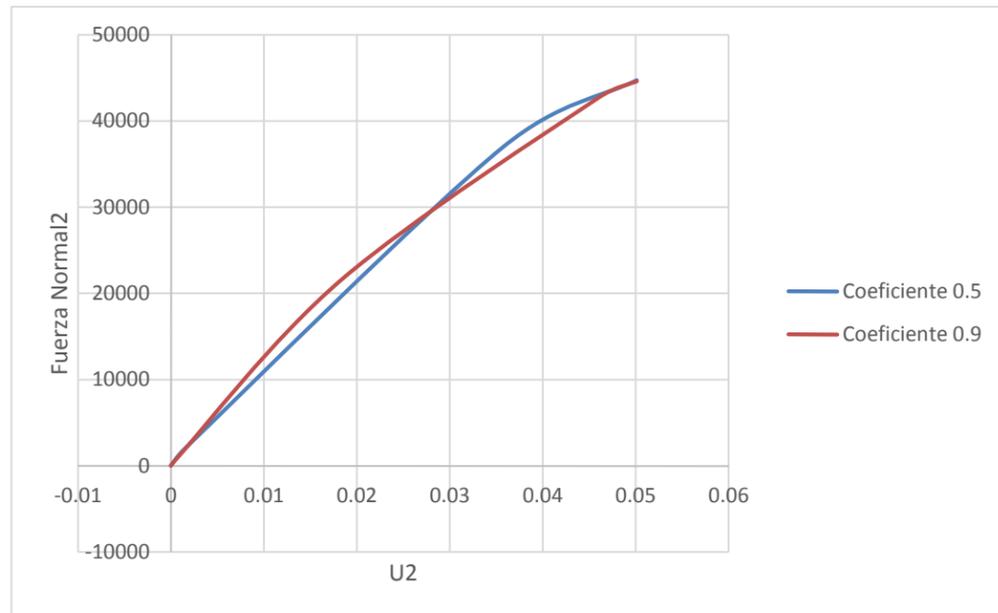


Figura 6. Diagrama fuerza deformación

CONCLUSIONES

Como ya se mencionó se pudo observar una perceptible manifestación de sinergia que existe entre los elementos reforzamiento y matriz lo cual nos señala que vale la pena usar las herramientas de simulación computacional para nuestro objetivo general. El camino aun es largo y es posible mejorar las simulaciones para que sean lo más cercanas a los valores verdaderos que se esperan obtener, es decir, se espera observar que la gráfica de la figura 6 desde punto más alto baje a niveles cercanos a cero pero esa es tarea para un segundo documento.

BIBLIOGRAFIA

Artículos en línea

Manual GettingStartedwith Abaqus: InteractiveEdition 16.14-2.

Consultado en <http://127.0.0.1:2080/v6.14/books/gsa/default.htm?startat=book01.html#gsa> (fecha de consulta 05-07-2016)

Abaqus/CAE 16.14-2 User's Guide

Consultado en <http://127.0.0.1:2080/v6.14/books/usi/default.htm> (fecha de consulta 05-07-2016)

Abaqus Analysis User's Guide16.14-2.

Consultado en <http://127.0.0.1:2080/v6.14/books/usb/default.htm> (fecha de consulta 05-07-2016)

SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA PARA DESHIDRATADOR DE ALIMENTOS SOLAR

Nallely Guadalupe Olvera Contreras¹ y Azahel. Rangel López²

RESUMEN

El secado de alimentos como la conservación es importante para asegurar la disponibilidad de alimentos y productos médicos durante todo el año. El uso de un sistema de control y el uso de la energía solar para llevar a cabo este proceso es necesario para la optimización de los recursos no renovables, por lo que se propone en este trabajo: Realizar un sistema de control de la temperatura y la humedad de un secador solar de alimentos. Que se desarrolló a través de un tipo de sensor STH1x y una tarjeta Arduino Leonardo provisto de una pantalla de cristal líquido. Los resultados fueron el diseño del sistema de control de lazo cerrado que se ajustó a un intervalo óptimo para el secado de los alimentos, especialmente el jalapeño que está entre 40 a 50 grados Celsius y una humedad relativa de 15 %.

ABSTRACT

Drying food as conservation is important to ensure the availability of food and medical products throughout the year. The use of a control system and using solar energy to carry out this process is necessary for optimization of non-renewable resources so we proposed in this paper: Perform a control system of temperature and humidity of a solar food dryer. Which it was developed through a sensor type STH1x and a Arduino Leonardo card provided with a LCD screen. The results were the design of the control system closed loop which was adjusted to an optimal range for drying food especially the jalapeno that is between 40 to 50 degrees Celsius and a relative humidity of 15 % .

Palabras clave: Sistema de control, energía solar, secador de alimentos.

INTRODUCCIÓN

Las energías renovables son aquellas que se producen de forma continua y son inagotables a escala humana; se renuevan continuamente, a diferencia de los combustibles fósiles. La energía solar (que es la que se utiliza en el proyecto del verano) es la fuente principal de vida en el planeta: dirige los ciclos biofísicos, geofísicos y químicos que mantienen la vida en la Tierra, los ciclos del oxígeno, del agua, del carbono y del clima. Es un tipo de energía renovable y limpia, lo que se conoce como energía verde. Recogiendo de forma adecuada la radiación solar, podemos obtener calor y electricidad. El calor se logra mediante los captadores o colectores térmicos, y la electricidad, a través de los llamados módulos o celdas fotovoltaicas.

Las fuentes naturales de energía han sido desaprovechadas por años. Pero la gente se está dando cuenta del potencial tan grande que tienen tecnologías las diseñadas y aplicadas al aprovechamiento de la energía solar.

A partir de la necesidad de aprovechar la energía solar, surgieron muchas técnicas para su aprovechamiento, una de ellas el **secado de alimentos**. Desde tiempos antiguos el secado de alimentos ha sido una práctica habitual de conservación en el campo para asegurar la disponibilidad de productos

¹ Coordinación Académica Región Altiplano, Universidad Autónoma de San Luis Potosí Carretera a Cedral Km 5+600, C.P. 78700, Ejido San José de las Trojes, Matehuala, S.L.P., MÉXICO; yagami_nao@hotmail.com

² Coordinación Académica Región Altiplano, Universidad Autónoma de San Luis Potosí Carretera a Cedral Km 5+600, C.P. 78700, Ejido San José de las Trojes, Matehuala, S.L.P., MÉXICO; azahel.rangel@uaslp.mx

alimenticios y medicinales durante todo el año. Al principio esto se realizaba con el método de secado al aire libre. Este proceso es muy lento debido a la presencia de humedad en el ambiente, además muchos de los alimentos se secan mal, en especial los que poseen un alto contenido de agua.

Algunos productores utilizan otras técnicas de secado sencillas: como la exposición directa a la luz solar sobre planchas de metal o láminas de plástico negro, pero este proceso también es muy lento. Como el secado es directo al sol, se necesita una atención especial para proteger los alimentos de la intemperie, ya que, la exposición directa a los rayos del sol puede ser perjudicial en cuanto a la calidad debido a la acción de los rayos ultravioleta (Almada,2005).

Otras técnicas de secado de uso muy extendido son a través de secadores que emplean como combustible la leña, que si bien generan un producto de mejor calidad y en menor tiempo tienen la desventaja de los daños que causan al ambiente vía deforestación y contaminación del aire (Hernández, 2008).

Existen equipos especiales para el secado de alimentos que, además de proteger los alimentos de diversos factores (insectos, polvo, agua) que pueden afectar el proceso, también aprovechan la energía solar.

Los deshidratadores solares son equipos de fácil construcción utilizados para la preservación de alimentos por medio del secado mediante el calor que genera la radiación solar, estos equipos son por lo general de uso doméstico, sin embargo, si se construyen en grandes dimensiones y con algunas variaciones, pueden ser utilizados a nivel industrial generando así una alternativa económica y viable para los productores de frutas regionales (Giraldo,2014).

La desventaja de los secadores solares convencionales, es que no controlan parámetros importantes para el secado de los alimentos, de aquí nace la necesidad de implementar un sistema de control de temperatura y humedad relativa.

El objetivo principal de este trabajo es elaborar un equipo de secado de alimentos en base a energías renovables, específicamente energía solar, utilizando un **sistema de control** para controlar las variables (temperatura y humedad relativa) que intervienen en el proceso de secado de alimentos. El secado de alimentos es muy importante ya que representa una gran disminución en cuanto a los costos a la hora de transportarlos, además su manejo es más fácil, ya que no requieren refrigeración ni es necesario añadirles conservadores, esto conlleva a una posible forma de generar ingresos a la hora de comercializarlos.

Este trabajo surge de la necesidad de controlar las variables más relevantes en un deshidratador de alimentos las cuales son temperatura y humedad relativa, teniendo en cuenta que la temperatura debe estar en un nivel óptimo y constante, y que el aire no debe estar saturado debido a que entre mayor humedad tenga el aire menor porcentaje de agua podrá extraer del alimento en cuestión (Giraldo,2014). La temperatura y la humedad, son de suma importancia en una aplicación de este tipo, cada alimento tiene la temperatura ideal de secado, y respecto a la humedad, si el porcentaje de esta es muy alto, y con una temperatura elevada, se pueden desarrollar bacterias, ya que es el ambiente ideal para su aparición.

MARCO TEORICO

Secador solar. Existen dos tipos de secado, el secado natural y el secado artificial. El primero se realiza al aire libre, y el segundo es realizado en secadores mecánicos, en estos el aire puede ser calentado por gas, combustión de leña, quema de combustibles fósiles o por electricidad.

Así como hay distintas técnicas de secado, también hay diferentes tipos de secadores (solo se mencionarán los secadores solares, ya que, la elaboración de uno de ellos es el objetivo principal de este trabajo).

Un secador solar tiene dos partes principales: el colector, que es el lugar donde la radiación calienta el aire y la cámara de secado, donde se coloca el alimento a deshidratar. Los tipos de secadores solares son: Deshidratador solar de gabinete, Deshidratador solar de colector y armario, Deshidratador solar de colector y depósito, Deshidratador de invernadero y Deshidratador con colectores indirectos. El secador solar que se utilizara es el deshidratador solar de colector y armario. Estos deshidratadores constan de un colector solar donde el aire se calienta y asciende hasta el armario donde se sitúan los elementos para deshidratar (Figura 1).

La disposición del colector en la parte baja del equipo y con una cierta inclinación, junto con la salida de aire en la parte alta, facilita el movimiento del aire que es más rápido que en el caso del deshidratador de

gabinete ya que el colector y la cámara de secado están separados. El aire es calentado en el colector y la radiación no incide sobre el producto colocado en la cámara de secado. La cámara de secado no permite la entrada de la radiación solar (Moreno, 2000).

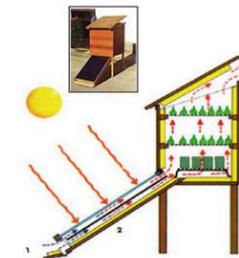


Figura 1. Deshidratador solar de colector y armario.

Sistema de control.

Variable controlada y señal de control o variable manipulada. La variable *controlada* es la cantidad o condición que se mide y controla. La *señal de control* o variable *manipulada* es la cantidad o condición que el controlador modifica para afectar el valor de la variable controlada. Normalmente, la variable controlada es la salida del sistema (Ogata, 2010, p. 3).

Plantas. Una planta puede ser una parte de un equipo, tal vez un conjunto de los elementos de una máquina que funcionan juntos, y cuyo objetivo es efectuar una operación particular (Ogata, 2010, p. 3).

Sistemas. Un sistema es el resultado de la combinación de un conjunto de elementos que trabajan juntos para objetivo determinado.

Perturbaciones. Una perturbación es una señal que tiende a afectar negativamente el valor de la salida de un sistema (Ogata, 2010, p. 3).

Control realimentado. Se refiere a una operación que, en presencia de perturbaciones, tiende a reducir la diferencia entre la salida de un sistema y alguna entrada de referencia, y lo realiza tomando en cuenta esta diferencia (Ogata, 2010, p. 3).

Existen tres tipos de sistemas de control. Controlar significa medir el valor de la variable controlada del sistema y aplicar la variable manipulada al sistema para corregir o limitar la desviación del valor medido respecto del valor deseado. sistemas de control (Ogata, 2010, p. 3).

En cuanto al circuito implementado el control puede ser: manual, automático o programado. En un control manual el operador aplica las correcciones que cree necesarias, en el automático la acción de control se ejerce sin intervención del operador y su solución es cableada, es decir, rígida, no se puede modificar, el control programado realiza todas las labores del control automático, pero su solución es programada y se puede modificar su proceso de operación.

Un sistema de control puede trabajar en lazo cerrado o lazo abierto. En lazo cerrado (Figura 2), se alimenta al controlador la señal de error de actuación, que es la diferencia entre la señal de entrada y la señal de realimentación (que puede ser la propia señal de salida o una función de la señal de salida y sus derivadas y/o integrales), con el fin de reducir el error y llevar la salida del sistema a un valor deseado. El término control en lazo cerrado siempre implica el uso de una acción de control realimentado para reducir el error del sistema (Ogata, 2010, p. 7).

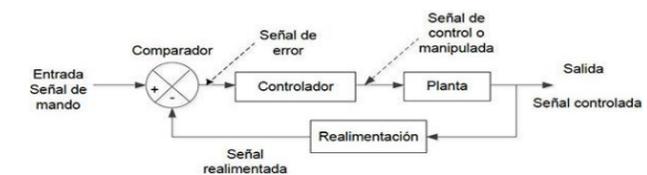


Figura 2. Sistema de control en lazo cerrado.

En lazo abierto (Figura 3) cualquier perturbación desestabiliza el sistema, y el control no tiene capacidad para responder a esta nueva situación. Desde el punto de vista de estabilidad, el sistema de control en lazo abierto es más fácil de desarrollar, porque la estabilidad del sistema no es un problema importante (Ogata, 2010, p. 8). Este tipo de sistemas son económicos, pero normalmente inestables. Debido a la simplicidad y economía de los sistemas de control en lazo abierto, se les encuentra en muchas aplicaciones no críticas (Kuo, 1996, p. 9).



Figura 3. Sistema de control en lazo abierto.

METODOLOGIA (Materiales y métodos)

Para la elaboración del sistema de control se utilizaron diversos componentes que serán descritos a continuación.

- **Sensor STH1x.** Es un sensor de temperatura y humedad relativa (Figura 4), entrega señales de salida totalmente calibradas. No es sensible a la luz, pero la exposición prolongada puede causar. La asignación de los pines se muestra en la tabla 1.

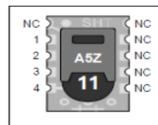


Figura 4. Configuración de los pines del sensor.

Tabla 1. Asignación de los pines del sensor.

PIN	NAME	COMMENT
1	GND	Ground
2	DATA	Serial data, bidirectional
3	SCK	Serial clock, input only
4	VCC	Source voltage
NC	NC	Must be left unconnected

La alimentación debe de estar en un rango de 2.4 V – 5.5 V, pero se recomienda suministrarle 3.3 V. El pin SCK (serial clock input), es utilizado para sincronizar la comunicación entre el microcontrolador y el sensor. El pin DATA es utilizado para transferir datos de entrada y salida del sensor. La conexión recomendada se muestra en la figura 5.

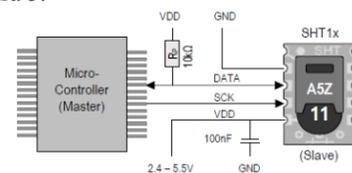


Figura 5. Conexión recomendada para el STH1x.

- **Pantalla LCD 1602A-1.** Se utilizó una pantalla de dos líneas de 16 caracteres. Se utilizaron: E (pin de habilitación), RS, RW, D4, D5, D6 y D7.
- **Arduino Leonardo.** Es una placa de desarrollo que utiliza como único microcontrolador un *ATmega32U*. Acepta un voltaje de entrada de 7 – 12 V, tiene 20 pines digitales, 7 canales PWM, 12 analógicas y funciona con un reloj de 16MHz.
- **Otros:** Resistencias de 1 y 2.2 kohms, 3 push button, 1 potenciómetro de 10 kohms, 1 LED ultra brillante y un Protoboard de 830 puntos.

Primero se realizó el sistema en físico, se conectó el sistema mínimo para el funcionamiento de la pantalla, luego se cargó el programa utilizando el software de Arduino, y se procedió a realizar las conexiones correspondientes del Arduino a la pantalla, al sensor, y a los otros elementos (figura 6).

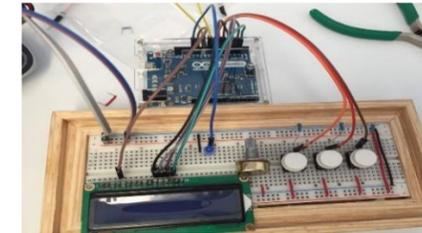


Figura 6. Conexión de los elementos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al alimentar el sistema con 5 volts, inmediatamente la pantalla encendió (figura 7), se ajustó el brillo con el potenciómetro, y de inmediato desplegó mensajes de bienvenida, después se mostró la temperatura y humedad en ese momento, y por medio del botón de selección, se indicó el alimento para el cual se requería controlar la temperatura, si la temperatura no era el valor del *set point*, el led se encendía para indicar que la temperatura no estaba en el valor que debía estar. En este caso el led era la simulación de un ventilador, y este, era el encargado de bajar la temperatura en caso de que estuviera por encima del valor, cuando la temperatura llegaba al valor ideal, el led (ventilador), se apagaba.



Figura 7. Mensaje de bienvenida.

El sistema no se puso a operar en el secador solar. Así que, para comprobar el funcionamiento, y ver la señal de salida, se conectó a un osciloscopio (figura 8), el encendido del ventilador (led) se aprecia en la figura 9.

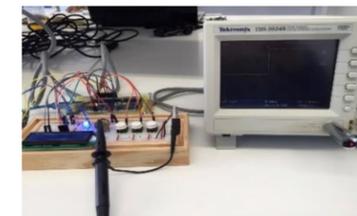


Figura 8. Conexión del osciloscopio.

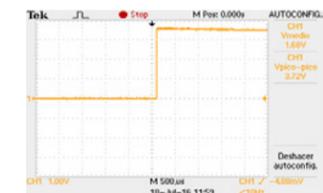


Figura 9. Visualización del encendido del ventilador, con ayuda del osciloscopio.

CONCLUSIONES

Trabajar en lazo cerrado tiene muchas ventajas sobre un sistema en lazo abierto, dependiendo de la aplicación. En cuanto a costo, los sistemas en lazo abierto son más baratos, pero la mayoría de las veces no son exactos. Si la aplicación requiere mucha exactitud (en el caso de control de temperatura y humedad si la requiere), entonces la señal debe estar controlada y debe ser realimentada y comparada con la entrada de referencia, y se debe enviar una señal actuante proporcional a la diferencia de la entrada y la salida a través del sistema para corregir el error.

BIBLIOGRAFIA

- Almada, M., Stella, M., Machain-Singer, M., y Pulfer, J. (2005). *Guía de uso de secadores para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes*. Asunción, Paraguay.
- Hernández, J., Quinto, P., Cuevas, J., Acosta, R., Aguilar, A. (2008) *Estudio del Secado De Capsicum Annuum La Tráves Del Modelo De Luikov*. Universidad de Quintana Roo, México, LABINTHAP, SEPI-ESIME-IPN. Unidad Profesional Adolfo López Mateos Zacatenco, México, DF.
- Giraldo, E. (2014). *Control de temperatura y humedad relativa para un deshidratador solar de frutas* (Título de tecnóloga en mecánica). Universidad Tecnológica De Pereira Facultad De Tecnologías Escuela De Tecnología Mecánica Pereira, Pereira, Colombia.
- Moreno, G. (2000). *Manual de construcción y operación de una secadora solar* [en línea]. Disponible en: <http://cbi.izt.uam.mx/iph/archivos_profesores/50/archivos/4f197.pdf>
- Ogata, K. (2010), *Ingeniería de control moderna*, Madrid, España, Pearson Educación.
- Kuo, B. C., (1996), *Sistemas de control automático*. Pearson Educación.

RUTA PARA PREPARAR XEROGELES DE SILICE USANDO DIFERENTES RAZONES MOLARES DE TEOS, AGUA Y ETANOL Y DIFERENTES TEMPERATURAS DE TRATAMIENTO

Alejandra Olvera Mendoza¹ y Oscar Gómez Guzmán²

RESUMEN

En el presente trabajo xerogeles de SiO₂ fueron sintetizados mediante el proceso sol-gel. Este proceso es de gran importancia tecnológica debido a que se pueden preparar diferentes materiales como recubrimientos, monolitos, xerogeles, polvos y fibras. Los resultados muestran xerogeles de SiO₂ en bulto, sin fracturas, puros y dopados con CuSO₄·5H₂O obtenidos a 120°C. De igual manera, xerogeles de SiO₂ en polvo fueron sintetizados y tratados a 100, 500 y 1000 °C. Resultados de los espectros de absorción UV-Vis e IR, razones molares utilizadas y los valores de pH de los soles precursores son también mostrados.

ABSTRACT

In the present work SiO₂ xerogels were synthesized by the sol-gel process. This process is of great technological importance because different materials can be prepared as coatings, monoliths, xerogels, powders and fibers. The results show SiO₂ xerogels in bulk, without fractures, pure and doped with CuSO₄·5H₂O obtained at 120 °C. Similarly, xerogels SiO₂ powder were synthesized and treated at 100, 500 and 1000 °C. Results of the absorption spectra UV-Vis and IR, used molar ratios and pHs precursor sols are also shown.

Palabras Clave: Sol-Gel, Xerogel, Espectroscopia

INTRODUCCIÓN

El proceso sol-gel es un método de síntesis en el cual, partiendo de precursores moleculares como alcóxidos metálicos se obtiene un esqueleto de óxido mediante reacciones de hidrólisis y polimerización a baja temperatura. Esto permite la síntesis de fases meta estables de óxido e incluso de sólidos mixtos orgánicos-inorgánicos. Una de las ventajas de este proceso es que se puede controlar desde la síntesis de sus precursores, permitiendo obtener materiales como fibras, monolitos, recubrimientos y polvos con propiedades preconcebidas (Brinker, 1990; Vázquez, 2000).

Los xerogeles de sílica se han utilizado experimentalmente como estructuras de soporte para sistemas químicos a escala molecular. Este tipo de materiales se ha usado en construcciones tridimensionales donde los huéspedes (cúmulos atómicos y moléculas orgánicas) se dispersan en la matriz de SiO₂. Un xerogel se caracteriza por una estructura globular porosa. A menudo existe porosidad en dos escalas: microporosidad dentro de los conglomerados y mesoporosidad entre clusters. Los xerogeles tienen un área superficial grande y son a menudo microporosos, pueden usarse como soporte de catalizadores, conductor iónico y como precursor para una gran variedad de vidrios, cerámicas, recubrimientos y fibras (Brinker, 1990; J. González-Hernández, 2000).

El proceso sol-gel es una buena alternativa para la preparación de vidrios, cerámicas y consiste en la preparación de un sol, la gelación del mismo y la remoción del solvente para formar una matriz sólida. El objetivo del proceso sol-gel es controlar la estructura de un material en escala nanométrica desde sus primeras etapas. Una ventaja importante es la relativa baja temperatura del proceso para la síntesis de materiales aunado a su gran potencial para mejorar las características estructurales, de pureza y

¹Ingeniería en Materiales del Tecnológico Nacional de México, Campus Querétaro, correo: alemex_china@hotmail.com

² Tecnológico Nacional de México, Campus Querétaro, ogg1804@yahoo.com.mx, tel: 2 27 4421, Av. Tecnológico esq. Mariano Escobedo S/N Centro Histórico, C.P. 76000, Querétaro, Qro., México.

homogeneidad. En el presente trabajo, se utiliza el proceso sol-gel para la síntesis de xerogeles en polvo de SiO_2 puros tratados a 100, 500 y 1000 °C y xerogeles en bulto sin dopar y dopados al 0.5, 1 y 1.5 porcentaje en peso de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

MÉTODOS Y MATERIALES

La preparación de soluciones para la obtención de xerogeles de óxido de silicio, fue realizada utilizando los siguientes reactivos: Tetraetilortosilicato (TEOS; $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$, Baker 99% pureza), Etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, Baker 99.9% pureza), Agua destilada, Ácido Nítrico (HNO_3 , Baker, concentración al 5%), Ácido Fluorhídrico (HF, Baker, concentración al 5%) y Sulfato de Cobre Pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, como agente dopante). Para la síntesis y caracterización de estos materiales se utilizaron los siguientes equipos: parrilla de agitación (CIMAREC, marca Thermolyne, Modelo SP1310154x4), balanza (marca PIONER™ ANALITICA, modelo PA214), mufla (marca Felisa, modelo FE-340), horno de secado (Felisa, modelo FE291AD), espectrómetro IR (Bruker, modelo tensor 37), Espectrómetro UV-Vis, pHmetro (OAKTON, modelo pH/CON 510 series).

Así, los materiales preparados fueron xerogeles en polvo usando tres diferentes razones molares del ternario teos, agua etanol 1:10:3, 1:16:4 y 1:20:4 respectivamente y tratados a temperaturas de 100°C, 500°C y 1000°C. También se obtuvieron xerogeles en bulto, sin fracturas y dopados con $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ correspondientes a la razón molar 1:10:3 en un rango de temperatura de secado de 50 a 120 °C. En la figura 1 se muestra el esquema de la metodología utilizada para obtener estos materiales.

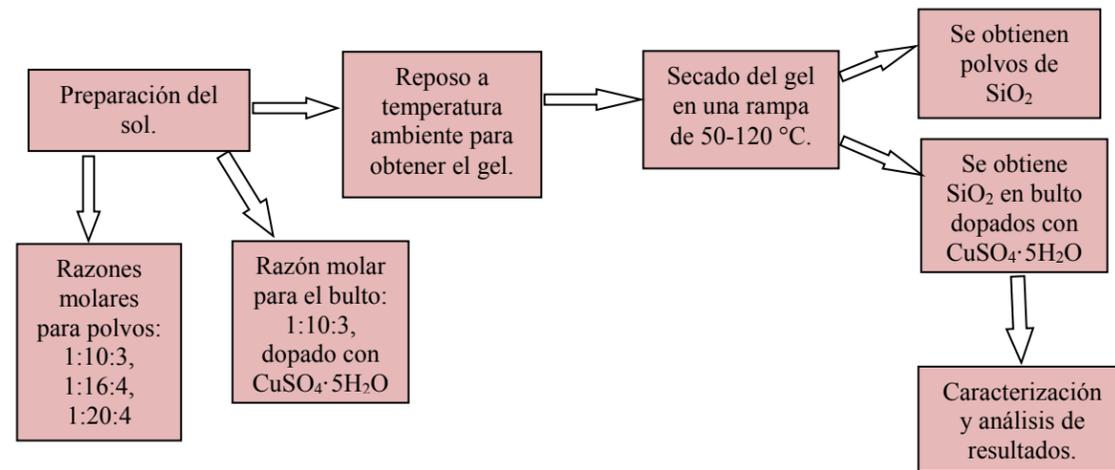


Figura 1. Metodología de la síntesis y caracterización de xerogeles de SiO_2 en polvo y en bulto obtenidos mediante el proceso sol-gel.

La tabla 1 se muestran las razones molares utilizadas, las temperaturas de secado y el porcentaje en peso de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ incorporado al SiO_2 . En la última columna de esta tabla, la "T" varía indicando las diferentes temperaturas de tratamiento 100, 500 y 1000 °c, mientras que la "P" varía indicando el porcentaje en peso del agente dopante 0.5, 1 y 1.5 %

Tabla 1. Datos para obtener xerogeles en polvo de SiO_2 y xerogeles en bulto de SiO_2 dopados con $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Muestra	Razón molar			Temperaturas de tratamiento	Etiqueta
	TEOs	Agua	Etanol		
Polvos de SiO_2	1	10	3	100, 500, 1000 °C	P1:10:3-T
	1	16	4		P1:16:4-T

	1	20	4		P1:20:4-T		
Bulto de SiO_2 dopado con $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	1	10	3	Rampa de secado	% en peso de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ agregado al SiO_2		
				50-120 °C	0.5	1	1.5

RESULTADOS

Los materiales en polvo y bulto obtenidos en este trabajo mediante el proceso sol-gel se llevaron a cabo mediante condiciones acidas. En la tabla 2 se muestran los valores de pH y las respectivas temperaturas a las cuales se obtuvieron cada uno de los soles preparados. Como se observa en esta tabla, los valores de pH para estos soles están en el rango de 1.74 a 2.14, es decir, son soles ácidos.

Tabla 2. Valores de pH de los soles obtenidos por sol-gel.

Muestra	pH	Temperatura
P1:10:3-T	1.74	26.3 °C
P1:16:4-T	2	28 °C
P1:20:4-T	2.11	28 °C
B1:10:3-P	2.14	27.8 °C

La figura 2 muestra las rampas de secado y de tratamiento utilizadas para la preparación de los xerogeles de SiO_2 en polvo y en bulto. La figura 2 a) representa la rampa que se utilizó para la obtención de los xerogeles en bulto dopados y sin dopar, como se observa, el secado es lento para evitar fracturas del material que se desea obtener, también se muestra en esta figura el tiempo utilizado en cada temperatura. La figura 2 b) es el tratamiento que se le dio a los polvos obtenidos, los cuales fueron de 100, 500 y 1000 °C durante 5 horas cada tratamiento.

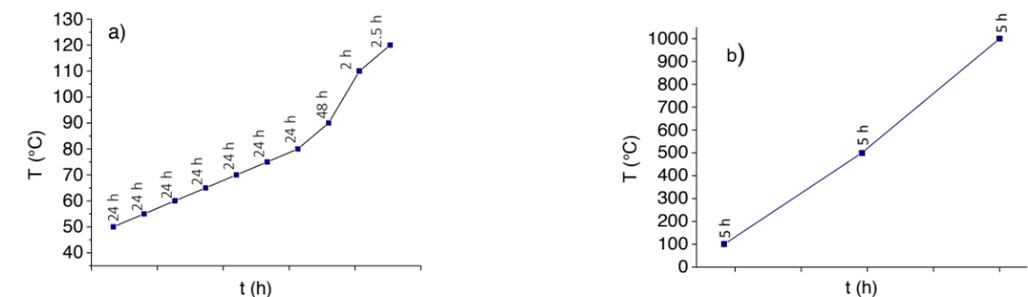


Figura 2. a) Rampa de secado para materiales en bulto de SiO_2 dopados y sin dopar, b) Temperaturas de tratamiento de los polvos de SiO_2 .

En la figura 3 se muestran los materiales de SiO_2 obtenidos por el proceso sol-gel. La figura 3 a) representa las muestras de SiO_2 en bulto sin dopar y dopados con $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ a diferentes porcentajes y con una razón molar de síntesis 1:10:3. En la figura 3 b) se observan los polvos de SiO_2 sin dopar obtenidos a diferentes razones molares.

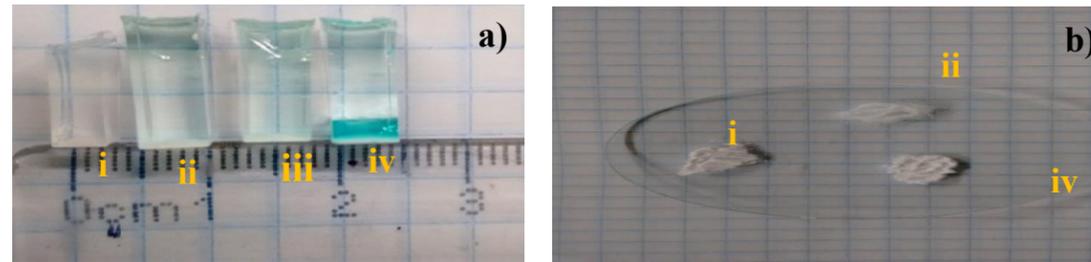


Figura 3. a) Muestras de SiO₂ en bulto a una razón molar 1:10:3, i) SiO₂ puro, ii) B1:10:3-0.5, iii) B1:10:3-1, iv) B1:10:3-1.5 y b) Muestras de SiO₂ puro en polvo, i) P1:10:3-100, ii) P1:10:3-500, iii) P1:10:3-1000.

En la figura 4 se muestran los espectros de Uv-Vis e IR de los materiales sintetizados. La figura 4 a) muestra las bandas de absorción de los xerogeles en bulto de SiO₂ dopados y sin dopar. Como se observa, el xerogel sin dopar o puro (línea negra en la gráfica) solo muestra una banda de absorción cerca de los 258 nm correspondiente a la absorción del vidrio, sin embargo, los xerogeles dopados con CuSO₄·5H₂O muestran además de la banda asociada al vidrio una banda cerca de los 785 nm asociada al ion Cu²⁺ presente en la matriz de SiO₂ (Shiv, 2013; Sivaramaiah, 2013). Por otra parte, la figura 4 b) muestra los espectros IR de los xerogeles de SiO₂ en polvo tratados a 100, 500 y 1000 °C (John, 2000; J. González, 2000). En estos espectros, se observan las bandas características del SiO₂ mostrando solo una reducción en la intensidad de las bandas conforme aumenta el tratamiento térmico, por ejemplo, la banda 7 asociada a los grupos OH se ve muy intensa en los polvos tratados a 100°C mientras que es casi nula cuando fueron tratados a 500 y 1000 °C, lo mismo se observa en las demás bandas.

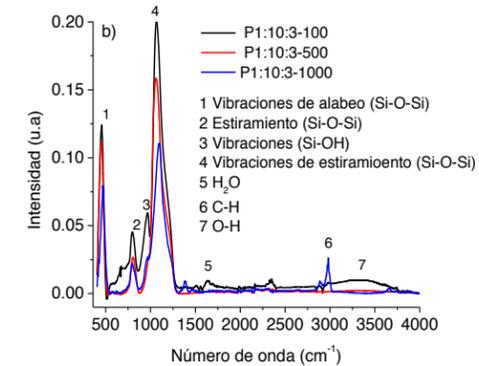
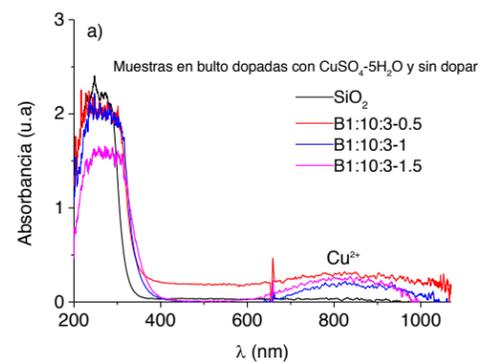


Figura 4. a) Espectro UV-Vis de las muestras de SiO₂ puro y dopado, en bulto. b) Espectro IR de las muestras de SiO₂ en polvo tratadas a diferentes temperaturas

CONCLUSIONES

La síntesis de xerogeles mediante el proceso sol-gel usando diferentes razones molares del ternario teos, agua y etanol, (1:10:3, 1:16:4 y 1:20:4) fue llevada a cabo para obtener polvos y materiales en bulto base SiO₂ dopados con el 0.5, 1 y 1.5 porcentaje en peso de CuSO₄·5H₂O como se observa en la figura 3.

Los xerogeles en bulto fueron sintetizados usando la razón molar 1:10:3. Como se observa en la figura 3 a), estos materiales fueron sintetizados sin dopar, es decir, se obtiene una matriz de SiO₂ puro y debido a la metodología empleada se logró incorporar CuSO₄·5H₂O desde la solución precursora para obtener los materiales en bulto dopados SiO₂- CuSO₄·5H₂O. Estos materiales están libres de fracturas debido a que la rampa de temperatura utilizada durante el secado es lenta y se encuentra en el rango de 50 a 120 °C, figura 2 a). Por otra parte, los xerogeles en polvo fueron sintetizados usando las razones molares 1:10:3, 1:16:4 y 1:20:4 y tratados a 100, 500 y 1000 °C. Los tiempos de preparación de estos materiales es aproximadamente de 10 días debido a que primeramente se obtienen los xerogeles en bulto mediante una rampa de secado lenta y, posteriormente son molidos para obtener los xerogeles en polvo, sin embargo, los polvos pueden ser obtenidos desde la solución precursora y de esta manera reducir los tiempos de preparación de estos materiales.

Como se observa en la tabla 2 los soles de las soluciones precursoras muestran valores de pH en el rango de 1.74-2.14, es decir, condiciones ácidas durante la síntesis. Por otro lado, la figura 4 a) muestra los espectros de absorción de los xerogeles en bulto dopados y sin dopar. La muestra sin dopar y las tres muestras dopadas presentan una banda intensa en aproximadamente 258 nm asociada a la absorción del vidrio en la región ultravioleta, sin embargo, las tres muestras dopadas con CuSO₄·5H₂O líneas rojas, azul y magenta en la figura muestran una banda de absorción en aproximadamente 785 nm asociada al ion Cu²⁺ promovido por la disociación del CuSO₄·5H₂O durante la síntesis de estos materiales.

La línea negra en esta figura correspondiente al xerogel sin dopar y no presenta esta segunda banda de absorción. Por otra parte, los espectros IR de los polvos tratados a 100, 500 y 1000 °C líneas negra, roja y azul en la figura 4 b) respectivamente muestran las bandas características del SiO₂. Estos modos vibraciones nos dan información estructural y molecular del SiO₂, observándose una disminución en la intensidad de las bandas conforme aumenta la temperatura de sinterizado de estos materiales, especialmente se ve muy disminuida la banda asociada a los grupos OH situada en el rango de 3000-3750 cm⁻¹.

Agradecimientos: Los autores agradecen al 18 Verano de la Ciencia de la Región Centro por el apoyo brindado para el desarrollo del presente proyecto. De igual manera, agradecemos al Tecnológico Nacional de México, Campus Querétaro por permitir el uso de sus instalaciones para desarrollar con éxito este proyecto y a los M.C. Flores Hernández Cynthia Graciela, M.C. Eduardo Enrique Pérez Ramírez por su apoyo en la caracterización de los espectros IR y UV-Vis.

BIBLIOGRAFIA

BRINKER C. JEFREY, GEORGE W. SCHERER. (1990). *Sol-Gel science*, California: Academic Press.Inc.

ALFONSO J. VÁZQUEZ VAAMONDE, JUAN J. DE DAMBORENEA GONZÁLEZ. (2000). *Ciencia e Ingeniería de la Superficie de los Materiales Metálicos*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

COATES JOHN. (2000). 'Interpretation of Infrared Spectra, A Practical Approach' en John Wiley & Sons Ltd, Chichester. Encyclopedia of Analytical Chemistry. R.A. Meyers [pp 10815-10837].

SHIV PRAKASH SINGH, R.PS.CHAKRADHAR, J.L. RAO, BASUDEB KARMAKAR. (2013). 'Electron Paramagnetic Resonance, Optical Absorption and Photoluminescence properties of Cu²⁺ ions in ZnO-Bi₂O₃-B₂O₃ glasses' en: *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. No. 346, [pp 23-24].

J. SIVARAMAIAH, J. LAKASHMANARAO. (2013). 'Electron Spin Resonance an Optical Absorption Spectroscopic studies of Cu²⁺ ions in aluminum lead borate glasses' en: *Journal of Alloys and Compounds*. No.551, [pp 400-403].

J. GONZALEZ HERNANDEZ, J.F. PEREZ ROBLES, F. RUIZ, J.R. MARTINEZ. (2000). 'Vidrios SiO₂ Nano Compuestos Preparados por sol-gel: revisión' en: *Superficies y Vacío*. Vol.11, [pp 1-16].

MINERÍA DE OPINIONES EN TWITTER

Miriam Guadalupe Olvera Ruiz¹ y Francisco Antonio Castillo Velásquez²

RESUMEN

En la última década, el análisis de sentimientos (SentimentAnalysis), también conocido como minería de opiniones (OpinionMining), ha despertado un creciente interés. Cuando hablamos de Minería de Opiniones nos estamos refiriendo a una serie de aplicaciones de técnicas del procesamiento del lenguaje natural, lingüística computacional y minería de textos, que tienen como objetivo la extracción de información subjetiva a partir de contenidos generados por los usuarios. Este proyecto propone una aplicación que procese información escrita por los usuarios en una de las redes sociales más populares, Twitter, y realiza un análisis de opiniones clasificándolas como Positivas, Negativas, Neutras o Noticia según lo que se evalúe en cada expresión escrita.

ABSTRACT

In the last decade, sentiment analysis, also known as opinion mining, has attracted increasing attention. When we talk about Opinion Mining we are referring to a series of technical applications of natural language processing, computational linguistics and text mining, which have as objective the subjective information extraction from content generated by users. This project proposes an application that processes information written by users in one of the most popular social networks, Twitter, and that do an analysis of opinions and classifying the result as positive, negative neutral or new depending on what is evaluated in each writing information.

Palabras Clave: Minería de Opiniones, Lenguaje Natural, Clasificación, Predicción

INTRODUCCIÓN

Análisis de sentimientos o minería de opiniones consiste en el estudio de opiniones que generan los usuarios en las redes sociales. Es una serie de aplicaciones de técnicas del procesamiento del lenguaje natural, lingüística computacional y minería de textos, que tienen como objetivo la extracción de datos subjetivos que ayudan a revelar información importante sobre un tema específico apoyando a diferentes campos como la inteligencia de negocios y jugando un papel importante en la toma de decisiones de los consumidores.

Con este tipo de tecnologías, podemos ser capaces de extraer un valor tangible y directo, como pueda ser "positivo" o "negativo", a partir de comentarios textuales.

Desde el nacimiento del Internet el estilo de vida del hombre ha tenido grandes cambios y se han desarrollado numerosas tecnológicas entre las que se encuentran las redes sociales. Hoy en día, más del 50% del tiempo que pasamos en Internet estamos haciendo uso de estas redes de información y comunicación por lo que estas se han convertido en una parte muy esencial. Existen muchas redes sociales, Twitter se encuentra entre las 10 más utilizadas a nivel mundial, esta tecnología permite a las personas mantener contacto en tiempo real pero se diferencia de algunas otras ya que este solo permite mensajes breves de no más de 140 caracteres.

¹Universidad Politécnica de Querétaro, Sistemas Computacionales;Carretera Estatal 420 S/N, El Marqués, C.P. 76240. Ciudad, Edo, México, Querétaro,013012951@upq.edu.com

²Universidad Politécnica de Querétaro, Sistemas Computacionales; Carretera Estatal 420 S/N, El Marqués, C.P. 76240. Ciudad, Edo, México, Querétaro, francisco.castillo@upq.edu.mx

MARCO TEORICO

WEKA es una plataforma orientado a la extracción de conocimientos desde bases de datos con grandes cantidades de información y nos permita automatizar el etiquetado de opiniones. Esta plataforma trabaja con archivos propios con extensión ARFF, dentro de los estos tenemos un corpus que es el conjunto de datos, en este caso tweets, empleados para entrenar y clasificar la información que queremos analizar.

Weka cuenta con un gran número de métodos de clasificación y regresión listos para utilizar. Se encuentran agrupados, a grandes rasgos, en las siguientes familias:

- Bayes: Métodos basados en el paradigma del aprendizaje de Bayes.
- Funciones (functions): Métodos “matemáticos” (redes neuronales, regresiones, SVM57, etc).
- Lazy: Métodos que utilizan el paradigma de aprendizaje perezoso, es decir, no construyen un modelo.
- Meta: Métodos que permiten combinar diferentes algoritmos de aprendizaje.
- Trees (árboles): Métodos que aprenden mediante la generación de árboles de decisión.
- Rules: Métodos que aprenden modelos que se pueden expresar como reglas.

La minería de datos dispone de varios métodos y algoritmos, que aplicados a grandes cantidades de datos son capaces de descubrir estos nuevos patrones y tendencias ocultas.

Estos métodos se pueden clasificar en dos grandes grupos o actividades, según la información que obtenemos al aplicarlos convenientemente.

Clasificación.

La clasificación, es una de las tareas más comunes de Minería de Datos, que parece ser un imperativo humano, ya que con el fin de comprender el mundo que nos rodea, usamos constantemente la clasificación y categorización.

Consiste en examinar las características de un elemento presente en el conjunto de datos y asignarlo a uno de los conjuntos predefinidos de clases. Los elementos que van a ser clasificados, están generalmente representados por los registros que se contienen de ese elemento en una tabla de base de datos o un archivo.

La tarea de clasificación se caracteriza por contar con una correcta definición de las clases, y de una formación de entrenamiento que consiste en ejemplos preclasificados.

Predicción

La predicción es similar a la clasificación y a la estimación, salvo que para la predicción, los registros se clasifican de acuerdo a algún comportamiento futuro, o valor futuro estimado. La predicción es una de las más importantes actividades realizadas en la Minería de Datos.

Estado del Arte

ELiRF-UPV en TASS-2013: Análisis de Sentimientos en Twitter (Hurtado, 2013) es un trabajo de investigación realizado por Ferran Pla y Lluís F. Hurtado de la Universidad Politécnica de Valencia, en este trabajo de investigación utilizan el entorno de análisis WEKA y los algoritmos de aprendizaje SVM. Pero, con porcentajes de resultado de entre el 60 y 70 concluyen que realizar una adecuada y correcta tokenización de los tweets es la clave para obtener resultados satisfactorios.

Al tratarse de un medio ruidoso, donde millones de mensajes no relacionados con su sector de negocio son publicados, es necesario aplicar técnicas previas de filtrado, esta es la conclusión de David Vilares Calvo en su artículo Análisis de contenidos en Twitter: clasificación de mensajes e identificación de la tendencia política de los usuarios (Calvo, 2014). En este trabajo se analiza morfosintácticamente los textos obtenidos de la red social esto para obtener la estructura sintáctica que a su vez lleva a un análisis semántico y lo cual brinda mejores resultados.

Como podemos observar, existen estudios de investigación que implementan diferentes metodologías buscando la mejor técnica para obtener resultados favorables en el análisis de sentimientos de las redes sociales.

MÉTODOS Y MATERIALES

El objetivo de este proyecto es analizar y comparar el porcentaje de efectividad que existe al utilizar una aplicación de clasificación automática de comentarios en la red social Twitter, esto basándose en una cantidad de 280 tweets utilizados como entrenamiento para la aplicación los cuales están manualmente

etiquetados como “positivo”, “negativo”, “neutro” o “noticia” según el contenido que tiene y a criterio propio. Para el desarrollo de la aplicación, el análisis y las pruebas se siguió el diagrama de flujo.

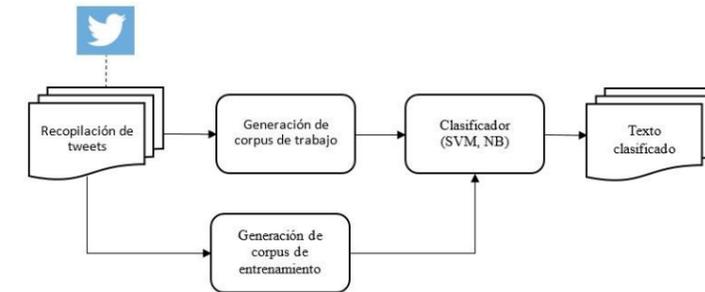


Figura 1. Diagrama de secuencia de procesos

1.- RECOPIACIÓN DE TWEETS

En la investigación realizada se eligió Twitter como red social de análisis por su alto porcentaje de popularidad.

Twitter permite crear una cuenta como Desarrollador que brinda acceso a la configuración de propiedades que nos cede el uso del API twitter4j. Esta API fue utilizada para hacer la descarga de los tweets de la página principal de nuestra cuenta (timeline).

Como primer paso, se realizó una recopilación de 320 tweets para crear nuestros archivos de entrenamiento y predicción.

2.- GENERACIÓN DEL CORPUS DE ENTRENAMIENTO

El entorno de análisis de conocimientos utilizado fue Weka, este programa lee un fichero con formato ARFF que tiene la siguiente estructura:

- Cabecera: Se define el nombre de la relación.

Su formato es el siguiente: @relation<nombre-de-la-relación>

- Declaraciones de atributos: En esta sección se declaran los atributos que compondrán el archivo junto a su tipo. La sintaxis es la siguiente: @attribute<nombre-del-atributo><tipo>

Dónde: <nombre-del-atributo> es de tipo string.

<tipo> acepta diversos tipos: NUMERIC Expresa números reales, INTEGER Expresa números enteros.DATE Expresa fechas.STRING Expresa cadenas de texto.

- Sección de datos: Se declaran los datos que componen la relación separando con comas los atributos y con saltos de línea las relaciones.La sintaxis es la siguiente:

@data

4,3.2 (Estos son los datos reales)

Para la creación del corpus de entrenamiento se utilizaron 280 de los 320 tweets descargados los cuales fueron clasificación manualmente a criterio propio como “positivo”, “negativo”, “neutro” o “noticia”.

```

@relation comentarios
@attribute comentario {positivo,negativo,neutro,noticia}
@attribute text String

@data
positivo,"Guapa y exitosa ^.^ Tami un honor conocerte y poder disfrutar de tu trabajo! Eres un gran ejemplo, gracias por todo :)"
positivo,"¡Público conocedor! ¡Les queremos dar las gracias por su preferencia y por dejarnos ser parte de ustedes! ¡Pasen una linda noche!"
positivo,"@gaby_vargas me encanto la entrevista en @netas_divinas y tus consejos muy acertados. Porque ahora nuestros descansos son culposos. Gracias"
positivo,"Me encantó la entrevista de @AlfonsoDosal en @netas_divinas un hombre muy asertivo :/!"
positivo,"Todo el éxito del mundo para mi @Ninelconde en el lanzamiento de su nuevo disco de banda. Tqm. ¡ A triunfarrrrrrrrr! pic.twitter.com/Hcc3hmb56C"
positivo,"@NINELCONDENINI @EneFranco @Esdenoche y usted es un encanto de mujer,sencilles sonrisa amiga,lindo día."
positivo,"@steflelit que buen prográ. Todos muy bien #metotelelit"
positivo,"Confío que su nuevo presidente, @IgaldeAlejandro, sabrá alzar la voz a favor de los ganaderos."
positivo,"Amigos, hoy desperté realmente muy muy feliz!"
positivo,"Y se acabo... Un cumpleaños lleno de sorpresas, llamadas inesperadas, regalos, mensajes que no llegaron y muuucho trabajo.#happy"
positivo,"Contigo y en moto... Hasta China mi reina"
positivo,"@bigorra @Ninelconde ave María estará muy buena! Nínel pero canta como era antes fea y no se enojen pero es cierto ehh"
positivo,"Chamacos, ¡os invito el lunes a ver @programa hoy. Estará como invitada ¡toda la emisión! ¡va a estar buenazo!"
positivo,"Trabajador, Honesto y Amoroso. Ese es mi Papá. #DíaDelPadre Te quiero mucho Pa!!!"
  
```

Figura 2. Ejemplo de Corpus de Trabajo (archivo ARFF)

3.- GENERACIÓN DEL CORPUS DE TRABAJO

La estructura del corpus de trabajo o predicción es muy similar a la del corpus de entrenamiento, tiene la cabecera (@relation<nombre-de-la-relación>), la declaración de atributos (attribute<nombre-del-atributo><tipo>) y la sección de datos (@data) pero, a diferencia del archivo utilizado para entrenamiento, en esta última parte (@data) la forma de escribir los datos cambia puesto que cuando hablamos de predicción se espera que nuestro analizador sea quien clasifique la información dada, dicho esto la estructura de la sección de datos en un archivo arff es el siguiente: <dato_a_clasificar>?.

El signo de interrogación (?) toma el lugar del atributo de clasificación y este es remplazado por el resultado de predicción que arroje el algoritmo de clasificación utilizado..

Para la creación del corpus de trabajo se descargaron 40 tweets que se utilizaron como prueba para que, en base al archivo de entrenamiento, la aplicación los clasificará automáticamente como “positivo”, “negativo”, “neutro” o “noticia” según el contenido de cada comentario analizado.

```
@relation comentarios
@attribute class {positivo,negativo,neutro,noticia}
@attribute text string
@data
?, ' Pronostican lluvia y granizo para la noche de este domingo en la #CDMX http://ow.ly/rP1U3026nTe'
```

Figura 3. Ejemplo de Corpus de Trabajo (archivo ARFF)

4.- CLASIFICADOR

Como lo mencionamos anteriormente, weka tiene intregado un gran número de clasificadores que funcionan de formas distintas, para este proyecto se eligieron dos para el análisis y la clasificación. La razón para hacer uso de dos algoritmos es para comparar las predicciones que arroja cada uno y obtener varios resultados que podamos analizar y sacar una conclusión real puesto que el análisis de sentimientos es aún un área muy delicada.

Algoritmo NaiveBayes y SMO

Estos algoritmos son muy empleados en la clasificación de texto, donde logran obtener buenos resultados. Existen diversos estudios que avalan la efectividad de estos clasificadores.

NaiveBayes es uno de los algoritmos de aprendizaje inductivos más eficientes y rápidos que existen. Formalmente, es un clasificador probabilístico simple, basado en la aplicación del teorema de Bayes con una fuerte hipótesis de independencia. Por otro lado, SMO es un algoritmo para la solución de la programación cuadrática problema (QP) que surge durante la formación de las máquinas de vectores de soporte que forma parte del grupo de algoritmos SVM (Máquinas de Vectores de Soporte).

5.- TEXTO CLASIFICADO

Para la aplicación se crearon las clases FilteredLearner para los procesos de entrenamiento y la clase FilteredClassifier para implementar los procesos de clasificación.

Dentro de los procesos utilizados para la clasificación los de mayor interés son:

MyFilteredLearner

loadDataset(): Se hace la lectura del archive arff y se guarda en un BufferedReader.

evaluate(): Asignación del algoritmo de entrenamiento a utilizar (NaiveBayes o SMO).

learn(): Método que entrena al clasificador en el conjunto de datos cargado

- StringToWordVector: Convierte los atributos STRING en un conjunto de atributos que representan ocurrencia de palabras (tokenizer).

saveModel(): En este método se guarda en un archivo el modelo de entrenado.

MyFilteredClassifier

makeInstance(): Se crean las instancias que serán clasificadas, se asignan los valores nominales y se elige el algoritmo clasificador.

classify(): Realiza la clasificación de las instancias (archivo de predicción).

RESULTADOS

Las siguientes tablas muestran el porcentaje resultante en la clasificación de los 40 tweets (10 tweets por cada categoría de clasificación) utilizando el archivo de entrenamiento .arff con 280 comentarios ya etiquetados.

Se comparan resultados entre los dos algoritmos utilizados.

Tabla. 1. Resultados de Clasificación utilizando SVM y NaiveBayes

Positivo		Negativo		Neutro		Noticia	
SVM	Naive Bayes	SVM	Naive Bayes	SVM	Naive Bayes	SVM	Naive Bayes
0.7	0.9	0.1	0.2	0.8	0.5	1	0.9

Con base a los resultados de clasificación nos dimos cuenta que ambos algoritmos devuelven cifras interesantes en la mayoría de las categorías. Por ejemplo, la clasificación de noticia alcanzó un 100% y 90%, creemos que se debe a que los comentarios de esta clasificación tiene una etiqueta o link al final de la frase y esto las distingue de las otras.

Por otro lado, la clasificación de tweets negativos obtuvo un resultado no tan favorable, lo que nos motiva a buscar caminos alternos de procesamiento para poder mejorar el porcentaje de clasificación.

Pero en general los porcentajes son favorables.

CONCLUSIONES

La aplicación muestra una visión de crecimiento y perfección positiva con la cual se espera obtener mejores resultados.

Una primera idea que se tiene es aumentar el número de tweets de entrenamiento para que los algoritmos encuentren más patrones de diferenciación entre las diferentes categorías.

O bien, diseñar un diccionario con palabras o frases representativas para cada parte, este caso se piensa por los resultados obtenidos en la clasificación de negativos ya que, tal vez, un diccionario con palabras negativas podría ayudar a hacer la comparación.

Otra técnica que podría ser utilizada es la separación de las frases en gramas, esta sería una nueva forma de buscar patrones de similitud.

El análisis de sentimientos es un campo de estudio que está despertando el interés de muchos, más que nada en el ámbito de negocios y publicidad ya que brinda resultados de impacto en el mercado.

BIBLIOGRAFIA

Twitter4j.org. (n.d.). Twitter4J - A Java library for the Twitter API. [online] Available at: <http://twitter4j.org/en/index.html> [Accessed 4 Jun. 2016].

Locualo.net. (2016). Introducción a la minería de datos con Weka. [online] Available at: <http://www.locualo.net/programacion/introduccion-mineria-datos> (www.locualo.net, 2016)-weka/00000018.aspx [Accessed 6 Jun. 2016].

BrainSINS. (2010). Análisis del Sentimiento y Minería de Opiniones - BrainSINS. [online] Available at: <http://www.brainsins.com/es/blog/analisis-del-sentimiento-y-mineria-de-opiniones/99679> [Accessed 4 Jul. 2016].

BrainSINS. (2010). Análisis del Sentimiento y Minería de Opiniones - BrainSINS. [online] Available at: <http://www.brainsins.com/es/blog/analisis-del-sentimiento-y-mineria-de-opiniones/99679> [Accessed 4 Jul. 2016].

Cor-mineriadatos.blogspot.mx. (2011). Minería de Datos: WEKA. [online] Available at: <http://cor-mineriadatos.blogspot.mx/2011/06/weka.html> [Accessed 7 Jul. 2016].

Locualo.net. (2016). Introducción a la minería de datos con Weka. [online] Available at: <http://www.locualo.net/programacion/introduccion-mineria-datos-weka/00000018.aspx> [Accessed 15 Jul. 2016].

BAQUIA. (2011). Minería de Opiniones, o Análisis del Sentimiento - BAQUIA. [online] Available at: <http://www.baquia.com/emprendedores/2011-05-13-mineria-de-opiniones-o-analisis-del-sentimiento> [Accessed 1 Aug. 2016].

BrainSINS. (2011). Minería de Opiniones - BrainSINS. [online] Available at: <http://www.brainsins.com/es/blog/mineria-opiniones/3555> [Accessed 16 Jul. 2016].

E-archivo.uc3m.es. (2016). [online] Available at: http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/18085/PFC_Samuel_Alcazar_Jaen.pdf?sequence=1 [Accessed 2 Aug. 2016].

Ostenero, F. (2016). LSI - Uso de técnicas de minería de opiniones para la monitorización y seguimiento de productos y servicios en internet. [online] Lsi.uned.es. Available at: <http://www.lsi.uned.es/enseanzasoficiales/proyectosfindegrado/62-proyectos-fin-grado-ti/167-uso-de-tecnicas-de-mineria-de-opiniones-para-la-monitorizacion-y-seguimiento-de-productos-y-servicios-en-internet> [Accessed 18 Jul. 2016].

SemanticWebBuilder. (2016). SemanticWebBuilder. [online] Available at: http://www.semanticwebbuilder.org.mx/es_mx/swb/Mineria_de_textos_y_sus_aplicaciones [Accessed 19 Jul. 2016].

Masadelante.com. (2016). Qué es Twitter y cómo funciona. [online] Available at: <http://www.masadelante.com/faqs/twitter> [Accessed 2 Aug. 2016].

Dataprix.com. (2016). 7.3.2 Preparación de los Datos | Manual Dataprix TI. [online] Available at: <http://www.dataprix.com/732-preparaci-n-datos> [Accessed 3 Aug. 2016].

M.exam-10.com. (2016). 3.2.5. Algoritmos de clasificación en Weka - Se agregó ¿Qué es clasificación?. [online] Available at: <http://m.exam-10.com/doc/23886/index.html?page=11> [Accessed 17 Jul. 2016].

■ APLICACIONES DINÁMICAS CON MATLAB

Joaquín Ordaz Gonzalez¹ y Martín Laguna Estrada²

RESUMEN

En el presente documento se indican los principales lineamientos para la elaboración de ejercicios de la materia de Dinámica por medio del software MATLAB durante el *18° Verano de la Ciencia de la Región Centro*. Los principales temas tratados durante el proyecto fueron: Cinemática de partículas y Cinemática de Cuerpos rígidos. Este reporte permite dar a conocer los resultados de algunos ejercicios realizados durante la estancia en el verano, con lo cual se logra manifestar que es posible la interacción analítica y tecnológica para la resolución de ejercicios relacionados con la materia de Dinámica.

ABSTRACT

This document shows the principal guidelines for some Dynamics exercises using the software MATLAB during the 18th “Verano de la Ciencia de la Región Centro”. The main topics worked of the project were: Particle Kinematics and Rigid Body Kinematics. This report allows to present the results of several exercises realized during the summer stay, which allows to manifest that the interaction between analysis and technology is possible for exercise solving related to the Dynamics subject.

Palabras Clave: Cinemática, Cinética, Energía, Movimiento Plano General, Trabajo.

INTRODUCCIÓN

Actualmente el desarrollo de las tecnologías implica el manejo de softwares capaces de resolver problemas relacionados al estudio de la ingeniería, uno de estos softwares es MATLAB, el cual presenta un entorno de cálculo técnico de altas prestaciones para cálculo numérico y visualización. Se seleccionó este software para trabajar con problemas de dinámica por su entorno fácil de usar, donde los problemas y las soluciones son expresados como se escriben matemáticamente sin la programación tradicional. A través de este software se desarrollaron pequeñas interfaces para la comprobación analítica de los ejercicios de la materia de Dinámica, es decir, por medio de estos programas, el alumno será capaz de ingresar simplemente los datos relacionados con el ejercicio de la materia y con la ayuda de MATLAB éste visualizará gráficas donde podrá observar los resultados correctos del ejercicio.

METODOLOGÍA

Para llevar a cabo la encomienda de preparar material didáctico para los alumnos de la materia en cuestión, se estableció la siguiente serie de actividades:

- Selección del libro de trabajo
- Selección de los capítulos del libro.
- Selección de los ejercicios a desarrollar.
- Resolución analítica de los ejercicios seleccionados.
- Desarrollo de los programas para cada ejercicio con MATLAB.

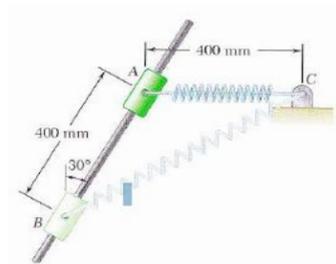
¹Instituto Tecnológico de Celaya, Departamento de Ingeniería Mecatrónica, Antonio García Cubas Pte. # 600 esq. Av. Tecnológico de Celaya, Col. Alfredo V. Bonfil, CP. 38010, Celaya Gto., 12030418@itcelaya.edu.mx

²Instituto Tecnológico de Celaya, Departamento de Ingeniería Mecatrónica, Antonio García Cubas Pte. # 600 esq. Av. Tecnológico, Col. Alfredo V. Bonfil, CP. 38010, Celaya Gto., martin.laguna@itcelaya.edu.mx

RESULTADOS

A continuación de muestran en detalle, cada uno de los ejercicios seleccionados

Ejercicio E1: Un collarín de 6kg está unido a un resorte anclado en el punto C y puede deslizarse sobre una varilla sin fricción que forma un ángulo de 30° con la vertical. El resorte tiene una constante k y está indeformado cuando el collarín se encuentra en A. Si se sabe que el collarín se suelta desde el reposo en A. Utilice software para calcular y graficar la rapidez del collarín en el punto B de k desde 20 N/m hasta 400 N/m (ver **Figura 1**).



Para poder resolver este ejercicio se deben de ir ingresando ciertos datos a MATLAB, primeramente se nos solicitarán algunos datos iniciales ($m=6\text{kg}$, $g=9.81\text{m/s}^2$), posteriormente los valores del trinomio cuadrado perfecto que encontramos analíticamente ($x^2 + 0.8x - 0.32$), después también se nos solicitarán otros valores como la velocidad en $A=0$, la distancia del punto A al punto B de 0.4 m y el valor del ángulo de 30°, además de los valores de $x_1=0.2928$ y de $w=58.86$ obtenidos previamente con MATLAB, esto finalmente nos generará una ecuación para la velocidad de B, la cual se representara en una tabla (ver **Tabla 1**) y en una gráfica (ver **Figura 2**) ambas generadas directamente por MATLAB.

Fig. 1 Ejercicio E1

Tabla 1. Valores de la velocidad de B variando la constante k

Constante N/m	Velocidad en B
40	0.8155
50	0.9786
60	1.1417
70	1.3048
80	1.4679
90	1.6310
100	1.7941
110	1.9572
120	2.1203
130	2.2834
140	2.4465

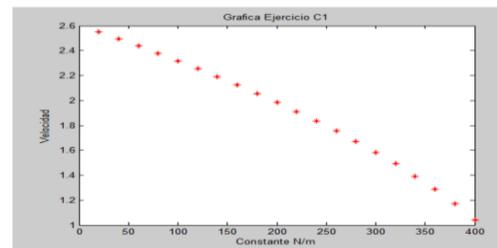


Figura 2. Gráfica de la velocidad de B con MATLAB

Ejercicio E2: Un saco de 5 kg se empuja suavemente desde el borde de una pared y oscila en un plano vertical en el extremo de una cuerda de 2.4 m que puede soportar una tensión máxima F_m . Para valores de F_m desde 40 hasta 140 N, use software para determinar la diferencia en elevación h entre el punto A y el punto B donde la cuerda se romperá (ver **Figura 3**).

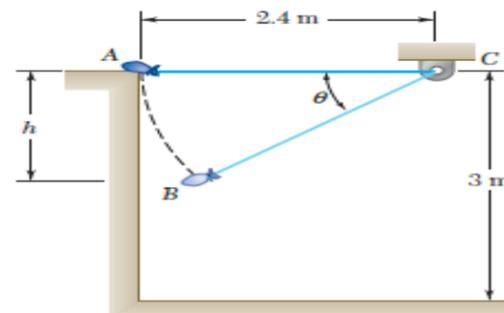


Figura 3. Ejercicio E2

En este ejercicio realizado en MATLAB los datos solicitados para su resolución son el peso del costal de 5 kg, además del valor de la gravedad de 9.81 m/s² y el tamaño de la cuerda de 2.4, una

E2 vez ingresados estos datos MATLAB nos generara una ecuación, la cual posteriormente nos generara los valores de la **Tabla 2** y la podremos visualizar en la **Figura 4**.

Tabla 2. Valores de h en relación a la fuerza (F)

Fuerza (lb)	h (ft)
40	0.6524
50	0.8155
60	0.9786
70	1.1417
80	1.3048
90	1.4679
100	1.6310
110	1.7941
120	1.9572
130	2.1203
140	2.2834

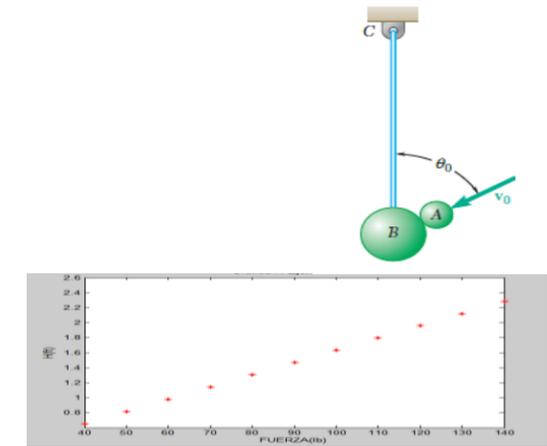


Figura 4. Gráfica de valores de h con Matlab

Ejercicio E3: Una pelota B de 700 g cuelga de una cuerda inextensible que está unida a un soporte en C. Una pelota A de 350 g golpea a B con una velocidad v_0 y forma un ángulo θ con la vertical. Si se supone que no hay fricción y se denota con e el coeficiente de restitución, use software para determinar las magnitudes V_a' y V_b' de las velocidades de las pelotas inmediatamente después del impacto para valores de θ desde 20° hasta 150°. Suponga que a) $e=1$, b) $e=0.75$, c) $e=0$ (ver **Figura 5**).

La resolución de este ejercicio en MATLAB únicamente nos solicita tres datos: el valor de la masa en B de 0.700 Kg, el valor, el valor de la velocidad inicial de 6, y finalmente el valor de e según el inciso que deseamos contestar. Las gráficas generadas para los valores de la velocidad en A y B con $e=1$ (ver **Figura 6**), para $e=0.75$ (ver **Figura 7**) y para $e=0$ (ver **Figura 8**). Para poder desplazarse dentro de la gráfica y observar los valores se utiliza el comando "DATA CURSOR", el cual permite la movilidad en los distintos puntos de nuestras gráficas.

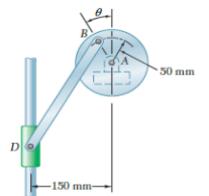


Figura 5. Ejercicio E3.

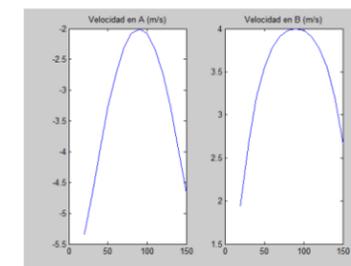


Figura 6. Velocidad de A y B con e=1

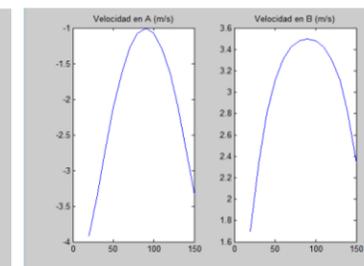


Figura 7. Velocidad de A y B con e=0.75

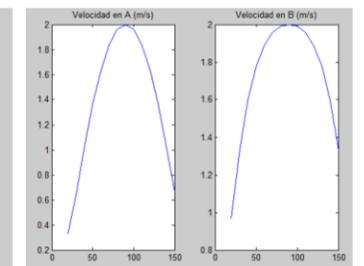
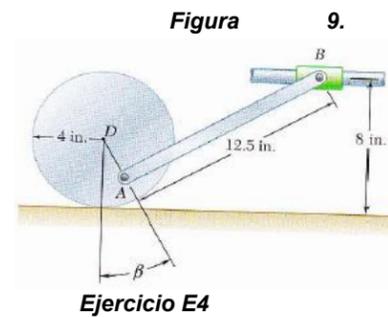


Figura 8. Velocidad de A y B con e=0

Ejercicio E4: El disco que se muestra tiene una velocidad angular constante de 500 rpm en sentido contrario al del movimiento de las manecillas del reloj. Si la barra BD mide 250 mm de largo. Utilice software para determinar y graficar, para valores de θ de 0° a 360°, con incrementos de 30°, la velocidad

del collarín D y la velocidad angular de la barra BD. Determine los dos valores de Θ para los cuales la velocidad del collarín D es cero (ver **Figura 9**).



Los datos que debemos ingresar a nuestro programa en MATLAB para obtener los resultados deben ser los siguientes: velocidad angular de AB de 500 rpm, longitud de la barra AB de 0.05m, longitud de la barra BD 0.25 m y el valor de la longitud DA DE 0.15 m. Al terminar de ingresar los datos MATLAB nos generará los siguientes resultados: el valor de la velocidad del collarín en D de **2.6180 m/s** y la velocidad angular BD de **52.3599 rad/s**, además de generarnos las gráficas respectivas para observar donde se hacen cero las velocidades respectivas (ver **Figura 10**).

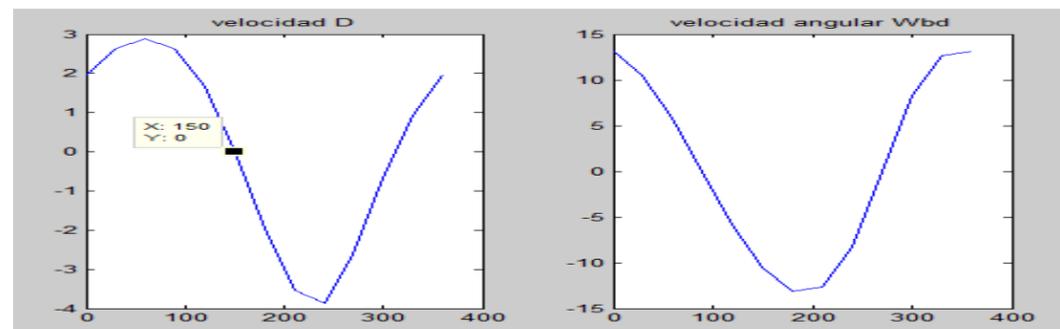


Figura 10. Resultados gráficos del ejercicio 15C1

Ejercicio E5: La rueda de 4 in de radio que se muestra gira hacia la izquierda con una velocidad constante de 45 in/s. Si la distancia AD es de 2.5 in, determine y grafique, para valores de β de 0° a 360° , a) la velocidad del collarín B, b) la velocidad angular de la barra AB (ver **Figura 11**).

Los datos a ingresar en el programa elaborado en MATLAB para este ejercicio en específico son los siguientes: La velocidad del punto D de -45 in/s, el radio de la rueda de 4 in, la longitud DA de 1.5 in, después la longitud de la barra AB de 11.5 in y el valor de la altura al punto B de 8 in. Después de que nuestro programa hace el procesamiento de los datos y las operaciones necesarias nos genera las gráficas mostradas en la **Figura 12**.

Figura 11. Ejercicio E5

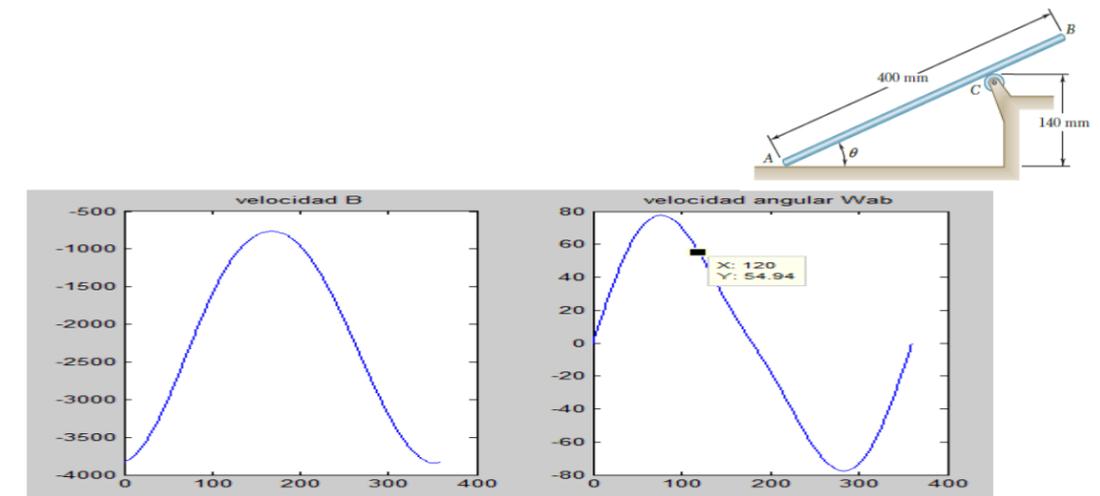


Figura 12. Resultados gráficos del ejercicio 15C2

Ejercicio E6: En el sistema motriz que se muestra, $l=160$ mm y $b=60$ mm. Si la manivela AB gira con una velocidad angular constante de 1000 rpm en el sentido del movimiento de las manecillas del reloj, utilice software para determinar y graficar, para valores de Θ de 0 a 180° , con incrementos de 10° , a) la velocidad y aceleración angulares de la barra BD, b) la velocidad y la aceleración del pistón P (ver **Figura 13**).

Los datos solicitados por el software MATLAB para este ejercicio son solo tres valores, primero las rpm de 1000, después el valor de la barra AB de .06 m y por último el valor de la barra BD de 0.16 m, ingresados los datos anteriores MATLAB nos generara los siguientes gráficos de resultados, los cuales podemos manipular con la opción "Data cursor" (ver **Figura 14**).

Figura 13. Ejercicio E6

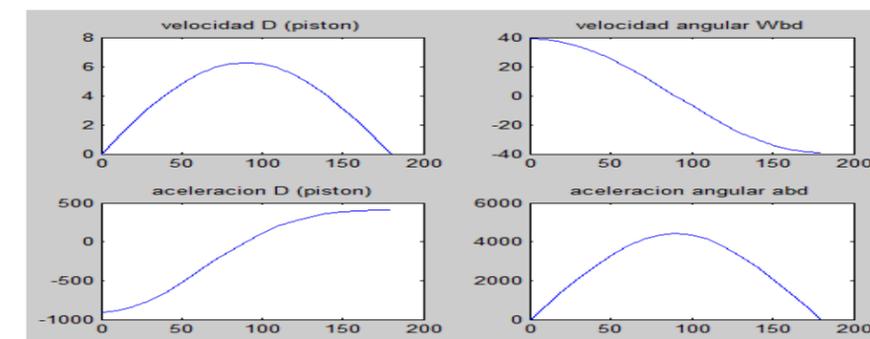


Figura 14. Resultados Ejercicio 15C3

Ejercicio E7: La barra AB se mueve sobre una pequeña rueda en C mientras que el extremo A se desplaza hacia la derecha con una velocidad constante de 180 mm/s. Use software para determinar y graficar, respecto a valores de Θ de 20° a 90° con incrementos de 5° , la velocidad del punto B y la aceleración angular de la barra. Determine el valor de Θ para el cual la aceleración angular α de la barra es máxima y el valor correspondiente de α (ver **Figura 15**).

Figura 15. Ejercicio E7

El programa que desarrollamos para resolver este ejercicio únicamente nos solicita tres datos: la velocidad de A de 0.18 m/s, después la distancia del piso al punto c de 0.14 m y finalmente la longitud de la barra AB de 0.4 m, con estos datos logramos generar en MATLAB los gráficos mostrados en la Figura 16.

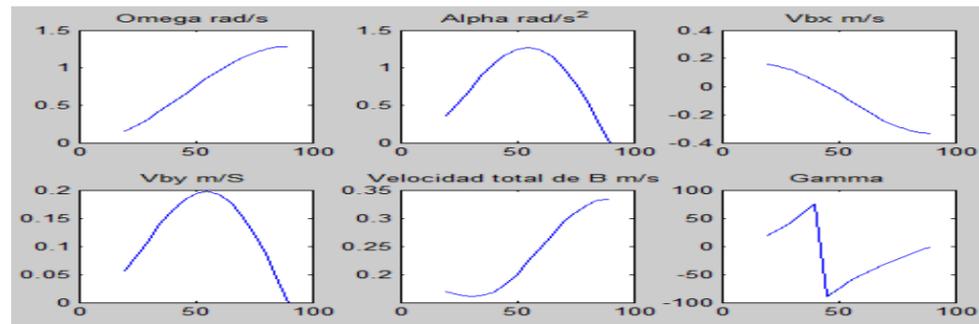


Figura 16. Resultados del ejercicio 15C4

CONCLUSIONES

El 18° Verano de la Ciencia de la Región Centro permitió fundamentalmente el desarrollo del proyecto “Aplicaciones dinámicas con MATLAB” cuya finalidad era poner en práctica los conocimientos adquiridos en la materia de Dinámica, pero este proyecto nos solo nos indujo a desarrollar ejercicios de manera analítica, puesto que nos abrió un nuevo horizonte al poder desarrollar programas en el software MATLAB, el uso de la tecnología aplicado a la ingeniería hoy en día es algo fundamental y el saber que a través de distintas herramientas tecnológicas podemos comprobar ciertos resultados de cualquier problema en específico amplía nuestro conocimiento, dado que durante este verano logramos introducirnos un poco más a lo que es el software MATLAB, además de desarrollar ciertos programas que sin duda alguna pueden ser una aportación interesante para los estudiantes futuros de la materia de Dinámica, sabemos que hoy en día existen estudiantes muy buenos en el manejo de computadoras y el que ellos conozcan que pueden complementar su aprendizaje desarrollando este tipo de programas en MATLAB, es un paso muy grande para fortalecer su desempeño académico. El desarrollo de este tipo de programas en específico es una experiencia muy grata considerando que se lleva el aprendizaje del aula maestro-alumno a un siguiente nivel de manejo de TIC's, y si estos dos niveles van de la mano, las clases en materias como es el caso particular de Dinámica, serán una mejor experiencia analítica y visual para los alumnos.

BIBLIOGRAFÍA

Libros

Ferdinand P. Beer, E. Russell Johnston Jr., William E. Clausen (8va ed.). *Mecánica Vectorial para Ingenieros Dinámica*. Editorial MC Graw Hill.

Ferdinand P. Beer, E. Russell Johnston Jr, Phillip J. Cornwell (9na ed.). *Mecánica Vectorial para Ingenieros Dinámica*. Editorial MC Graw Hill.

Hooly Moore. *Matlab para ingenieros*. Editorial Pearson Prentice Hall.

DISEÑO DE UN MÓDULO ELECTRÓNICO PARA EL SENSADO Y ACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES ELECTROCARDIOGRÁFICAS

Luis Francisco Ornelas Ríos¹ y Carlos Soubervielle Montalvo²

RESUMEN

Este trabajo presenta el diseño de un módulo electrónico para el sensado y acondicionamiento analógico de señales electrocardiográficas (ECG). La finalidad del presente trabajo consiste en plantear la primera etapa de sensores no invasivos y un circuito de instrumentación analógica para la construcción de un sistema capaz de adquirir señales ECG.

El equipo de instrumentación utilizado fue un circuito electrónico AD620, dada su alta precisión y bajo ruido es ideal para aplicaciones biomédicas; además se trabajó con el amplificador operacional TL074, empleado únicamente en configuraciones de filtros y como amplificadores.

ABSTRACT

This article presents the design and implementation of an electronic module for sensing and conditioning electrocardiographic (ECG) signals. The aim of this work is to provide the first stage of an ECG acquisition system, which consists of non invasive sensors and an analogue instrumentation circuit.

An AD620 integrated circuit was used as an ECG instrumentation amplifier because it has high accuracy and low noise. The TL074 operational amplifier was used for amplifying and filtering the ECG signals.

Palabras Clave: Electrocardiograma (ECG), Despolarización, Repolarización.

INTRODUCCIÓN

La ingeniería biomédica es una ciencia que busca proporcionar soluciones de fines médicos, de terapia o rehabilitación así como técnicas de administración de recursos hospitalarios, mediante la aplicación de nuevas y mejores tecnologías. Un gran número de estas técnicas o aplicaciones están enfocadas a manejar señales electrocardiográficas, buscando que estas sean cada vez mejores, libres de ruidos para un mejor diagnóstico por parte del médico.

El electrocardiograma es un procedimiento de diagnóstico con el que se obtiene un registro de la actividad eléctrica del corazón. Es la técnica más usada para el estudio electrofisiológico del corazón, debido a que es un método no invasivo y permite registrar la actividad eléctrica del corazón desde la superficie del cuerpo humano.

Actualmente la medicina está avanzando rápidamente rumbo a la cura de algunas enfermedades y la detección a tiempo de otras tantas mediante los diagnósticos adecuados a través de sistemas donde la tecnología es un pilar fundamental para estos diagnósticos por parte de los médicos. La inmersión de la tecnología en la medicina tiene diversos objetivos, uno de ellos es la adquisición de señales en una alta resolución.

El presente proyecto se enfoca en desarrollar un módulo de adquisición de señales ECG para observar las ondas características y posteriormente analizarlas para la detección de anomalías en el corazón.

Para el desarrollo del trabajo se tuvo que dividir en varias etapas antes de poder tener un prototipo ya desarrollado y finalizado. La primera etapa consistió en el desarrollo de un circuito que redujera los efectos del ruido, con un amplificador operacional conectado a la pierna derecha del sujeto. Posteriormente se

¹UAA Campus Sur, Centro de Ciencias de la Ingeniería; Av. Mahatma Gahndi No.6601, El Gigante, C.P: 20340, Aguascalientes, Ags, lfcornelas@gmail.com

²UASLP, Facultad de Ingeniería; Av. Dr. Manuel Nava 8, Zona Universitaria, C.P: 78290, San Luis Potosí, S.L.P, csובר22@gmail.com

desarrolló un segundo circuito conectado al primero para la adquisición de las señales ECG con ciertas características específicas.

El circuito de adquisición de señales ECG desarrollado consta de varias etapas. En la figura 1 se muestra el diagrama de etapas del circuito para la adquisición del ECG.

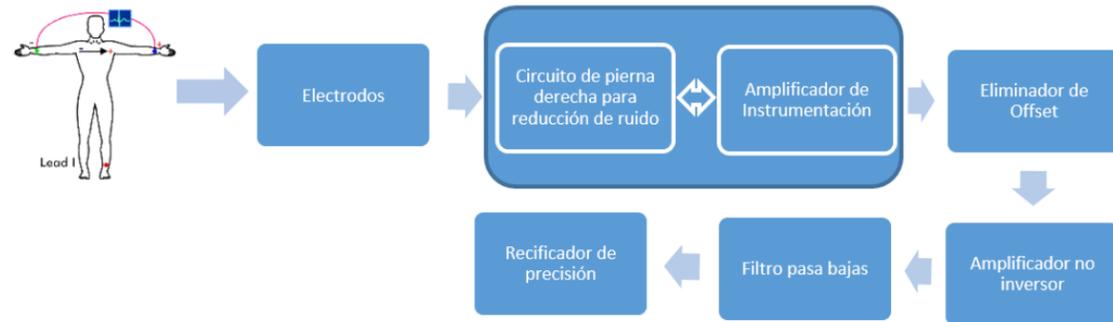


Figura 1. Diagrama de módulos a realizar.

MARCO TEORICO

Generación de la señal electrocardiográfica

La despolarización o activación (entrada de iones positivos a la célula cardíaca) y la repolarización o recuperación de las células cardíacas cargan positivamente a la célula y la regresan a sus condiciones eléctricas de reposo, respectivamente.

Las derivaciones son disposiciones específicas de los electrodos y en la práctica clínica se utilizan un número de doce estándar. En este trabajo se registrará la derivación I dentro de las derivaciones bipolares aumentadas (ver figura 3).

Ondas que componen una señal electrocardiográfica

En una señal electrocardiográfica se pueden observar las siguientes ondas (ver figura 2):

Onda P: Representa la despolarización de las aurículas. Tiene una morfología redondeada, con una duración máxima de 0.10s y un voltaje de 0.25 mV. Es positiva en todas las derivaciones salvo en la aVR del plano frontal que es negativa, y en la derivación V1 del plano horizontal.

Onda Q: Es la deflexión negativa inicial resultante de la despolarización ventricular, que precede una onda R (ver figura 2). La duración de la onda Q es de 0.010 – 0.020 seg. No supera normalmente 0.30 seg.

Onda R: La primera deflexión positiva durante la despolarización ventricular.

Onda S: La segunda deflexión negativa durante la despolarización ventricular.

Onda T: Es la deflexión lenta producida por la repolarización ventricular.

Onda U: Es una onda habitualmente positiva, de escaso voltaje, que se observa sobre todo en las derivaciones precordiales y que sigue inmediatamente a la onda T. Se desconoce su origen exacto, aunque algunos postulan que se debe a la repolarización de los músculos papilares.

Intervalo R-R: Es la distancia que existe entre dos ondas RR sucesivas. En un ritmo sinusal este intervalo debe mantenerse prácticamente constante, la medida de él dependerá de la frecuencia cardíaca que tenga el paciente.

Intervalo P-P: Es la distancia que existe entre dos ondas P sucesivas. Al igual que el intervalo RR, el intervalo PP debe ser muy constante y su medida depende de la frecuencia cardíaca.

Intervalo P-R: Representa el retraso fisiológico que sufre el estímulo que viene de las aurículas a su paso por el nodo auriculoventricular. Éste se mide desde el comienzo de la onda P hasta el inicio de la onda Q ó de la onda R. Debe medir entre 0.12 y 0.20 s.

Intervalo QRS: Este mide el tiempo total de despolarización ventricular. Se mide desde el comienzo de la inscripción de la onda Q ó R hasta el final de la onda S. Los valores normales de este intervalo se encuentran entre 0.06 y 0.10s.

Intervalo Q-T: Se extiende desde el comienzo del complejo QRS hasta el final de la onda T y representa la sístole eléctrica ventricular, o lo que es lo mismo, el conjunto de la despolarización y la repolarización de los ventrículos.

Segmento S-T: Es un periodo de inactividad que separa la despolarización ventricular de la repolarización ventricular. Este segmento es normalmente isoelectrico y va desde el final del complejo QRS hasta el comienzo de la onda T.

Las frecuencias de la señal se extienden desde 0.01Hz hasta los 150Hz. Y la amplitud típica en QRS es de 1mV.

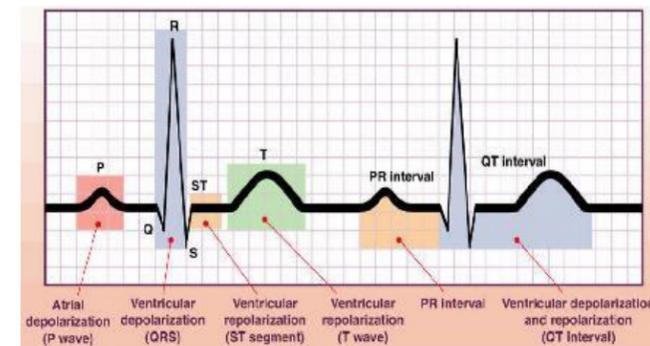


Figura 2. Forma de onda del electrocardiograma

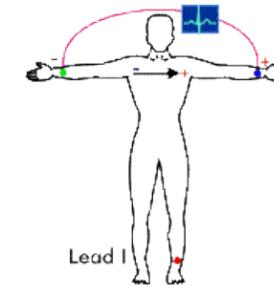


Figura 3. Colocación de los electrodos positivo, negativo y de referencia en la derivación I.

MÉTODOS Y MATERIALES

Se propuso el diseño de un circuito electrónico para adquirir y acondicionar las señales ECG con seis etapas, como se puede observar en la Figura 1. La primera etapa, la cual es una de las más importantes, consiste en un circuito a pierna derecha para reducción del ruido, la siguiente etapa es un amplificador de instrumentación, le sigue un amplificador restador, luego un amplificador no inversor, después un filtro pasa bajas a 150 Hz, y finalmente un rectificador de precisión. A continuación se describe cada una de las etapas y los efectos que tiene en la señal ECG. En la Figura 4 se muestra el diseño del circuito electrónico implementado para sensar y acondicionar señales ECG.

Etapa 1. Circuito a pierna derecha para reducción de ruido. La señal de modo común tomada de ambos terminales de la resistencia de ganancia del AD620 va de regreso al cuerpo como referencia. Los valores de las resistencias son $22\text{K}\Omega$ para las resistencias de entrada. También un filtro pasa baja con frecuencia de corte de 150Hz con $R=10\text{K}\Omega$ y $C=100\text{nF}$. La ganancia del circuito es de 22, se define por la resistencia de $1\text{M}\Omega$ y puede ser encontrada como:

$$G = 1\text{M}\Omega / (22\text{K}\Omega + 22\text{K}\Omega) \quad (1)$$

Etapa 2. Amplificador de instrumentación (clave del circuito utilizado: AD620): La señal obtenida en la salida de esta etapa es proporcional a la diferencia entre sus dos entradas positiva y negativa. La resistencia entre ambas entradas es llamada R_g ; ésta define la ganancia del amplificador de instrumentación de manera que para esta etapa del amplificador de instrumentación la ganancia diferencial es:

$$G = 49.4\text{K}\Omega / R_g + 1 \quad (2)$$

El valor de R_g lo variamos con un potenciómetro de $1\text{K}\Omega$, en serie con una resistencia de 100Ω , variando así la ganancia desde 45.90 (cuando el potenciómetro está en $1\text{K}\Omega$) hasta 495 (cuando el potenciómetro está en 0Ω).

Etapa 3. Amplificador restador (clave del circuito: TL074): Este circuito elimina el nivel de offset de la señal proveniente de la etapa 2 (V_2 en la ecuación 3), a través de un divisor de voltaje variable con un potenciómetro (debido a que el offset generado es diferente en cada individuo medido) conectada a V_1 (en la ecuación 3), además de amplificar la señal 1.5 veces, donde $R_3=R_4=1.5\text{K}\Omega$ y $R_1=R_2=1\text{K}\Omega$:

$$V_o = \frac{R_3}{R_1} (V_2 - V_1) \quad (3)$$

Etapa 4. Amplificador no inversor (clave del circuito: TL074): El objetivo de esta etapa es amplificar la señal que sale del amplificador restador, amplificándola hasta 60 veces, a partir de la ecuación:

$$G = 1 + R_2/R_1 \quad (4)$$

Donde de igual manera variamos la ganancia dejando R_1 fija con un valor de $10\text{K}\Omega$ y R_2 como un potenciómetro de $600\text{K}\Omega$.

Etapa 5. Filtro pasa-bajas de segundo orden (clave del circuito: TL074): Este circuito tiene la función de dejar pasar los componentes de la señal ECG con una frecuencia inferior a nuestra frecuencia de corte (150Hz).

Etapa 6. Rectificador de precisión. Los rectificadores de precisión convencionales tienen problema al rectificar tensiones pequeñas (menores a 1V). La caída de tensión de los diodos introduce un error muy significativo en el proceso. Nosotros manejamos tensiones muy pequeñas, por ello se utilizan diodos especiales para hacer el proceso. Esta etapa convierte todos los componentes negativos de la señal en positivos.

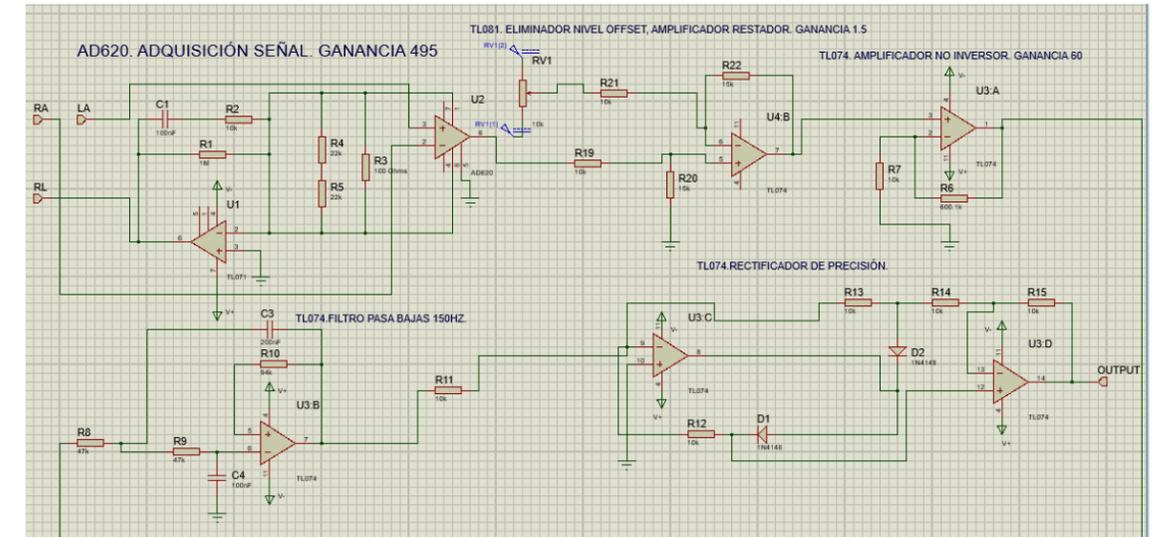


Figura 4. Diseño analógico del circuito electrónico.

RESULTADOS

Para obtener resultados confiables se consiguieron electrodos superficiales de AgCl nuevos y gel conductor, el electrodo positivo estuvo conectado al brazo izquierdo, el negativo al brazo derecho y electrodo de referencia al pie derecho. El arreglo del circuito permitió obtener una ganancia de 1490 y observar la señal en el osciloscopio como se muestra en la Figura 5. Las señales de ruido se minimizan con el circuito conectado al pie derecho y con el filtro pasa bajas con frecuencia de corte de 150Hz . El rectificador de precisión se integró con la finalidad de no perder información de las señales ECG, cuando la segunda etapa del sistema de adquisición de señales ECG usa un convertidor de señales analógicas a digitales unipolar. Todos los circuitos se alimentaron con $\pm 9\text{V}$.

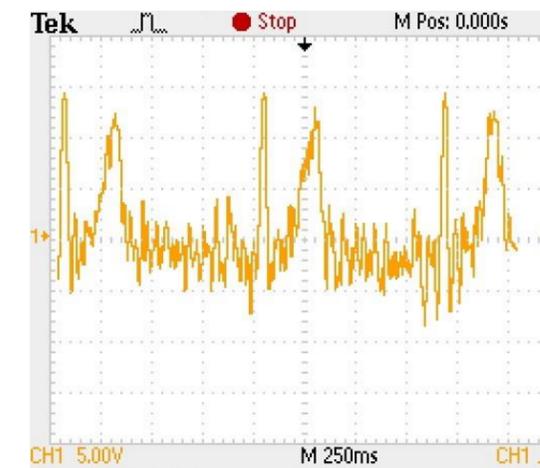


Figura 5. Señal ECG; se observa la señal ECG a la salida del filtro pasa bajas.

CONCLUSIONES

La elaboración del diseño del circuito electrónico permite que la señal sea analizada exitosamente, la detección de señales ECG presentó una relevante efectividad para su acondicionamiento, se logró especificar las ecuaciones presentes en cada etapa, reconociendo así, la ganancia obtenida en todo el circuito.

Observando que es un dispositivo de bajo costo comparado con los electrocardiógrafos del mercado, lo hace un circuito portátil, obteniendo un aporte a la ingeniería biomédica, se espera que en trabajos posteriores se realicen algunos estudios para la atenuación del ruido.

BIBLIOGRAFIA

PHALEN,T.,AEHLERT,B. (2014). *El ECG de 12 derivaciones en los síndromes coronarios agudos*, Barcelona: J&C Ediciones médicas Editorial.

COUGHLIN,R.,DRISCOLL,F.(1999). *Amplificadores operacionales y circuitos integrados lineales*, México: Prentice Hall Editorial.

Grupo de Investigación Biomédica. (2004). "Electrocardiografía" en *El Dalcame*, No. 1, pp. 1-5. Consultada en <http://www.dalcame.com/ecg.html#.V3Vqtbh971V> (fecha de consulta 23-06-2016).

Salud de Cuba. (2007). "Las derivaciones del electrocardiograma" en *SLD*, No. 1, pp. 1-10. Consultada en http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/pdvedado/franco_02.pdf (fecha de consulta 20-06-2016).

REDUCCION DE Al-Si EN UNA MEZCLA CERAMICA PARA MANUFACTURA DE UN MATERIAL ARTESANAL

Adrián Ortegon González¹ y C. V. Reyes Guzmán²

RESUMEN

Sabemos de antemano que existen gran variedad de problemas al querer realizar un producto y no solo ver los detalles en la instrumentación, sino también en nuestra materia prima que cumpla con lo estimado y en esta ocasión tratándose de una aparente y "simple variación" en la cantidad de Al-Si la cual afecta drásticamente las propiedades de la mezcla a pesar de que es una "simple variación" como lo expresa el cliente, pero para un ingeniero esto se convierte en un reto.

INTRODUCCION

Los materiales cerámicos son compuestos químicos o soluciones complejas, que contienen elementos metálicos y no metálicos. Por ejemplo la alúmina es un cerámico que tiene átomos metálicos (aluminio) y no metálicos (oxígeno). Los materiales cerámicos tienen una amplia gama de propiedades mecánicas y físicas. Las aplicaciones varían desde productos de alfarería, cemento, fabricación de ladrillos y azulejos, utensilios de cocina, hasta vidrio, materiales refractarios, imanes, dispositivos eléctricos, fibras y abrasivos. El hormigón está hecho con cemento y las losetas que protegen al trasbordador espacial están hechas de sílice, un material cerámico. En la mayoría de estas aplicaciones el producto tiene una propiedad esencial o una combinación particular de propiedades que no puede ser obtenida con ningún otro material; siendo esto la base de su selección.

Debido a sus enlaces iónicos o covalentes, los materiales cerámicos por lo general son duros, frágiles, con un alto punto de fusión, tienen baja conductividad eléctrica y térmica, buena estabilidad química y térmica, y elevada resistencia a la compresión. Sin embargo, a veces constituyen un enigma, pues aunque de hecho son frágiles, algunos compuestos con matriz cerámica tienen valores de tenacidad a la fractura superiores a los de algunos metales (como las aleaciones de aluminio endurecidas por envejecimiento) e incluso algunos son superplásticos. Aunque la mayoría de los productos cerámicos son buenos aislantes eléctricos y térmicos, algunos tienen conductividades térmicas parecidas a las de los metales. Los productos cerámicos como el FeO y el ZnO, son semiconductores y, además, han sido descubiertos materiales cerámicos superconductores.

Los mecanismos mediante los cuales estos materiales se deforman al aplicárseles una carga. Igualmente, es de importancia crítica observar que los materiales cerámicos son frágiles, que los defectos inevitablemente presentes en la estructura pueden hacer que el material falle por su fragilidad, que el tamaño y el número de las imperfecciones difieren en cada pieza cerámica individual y que las propiedades mecánicas sólo pueden describirse de manera estadística. Por estas razones, el comportamiento mecánico de los materiales cerámicos es menos predecible que el de los metales, por esta característica, su uso en aplicaciones críticas de alta resistencia es muy limitado.

¹ Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia Carretera 57 Km 5, Los Bosques, Monclova, Coah.

² Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Carretera 57 Km 5, Los Bosques, Monclova, Coah. clavereyes@gmail.com

Estructura

Puede ser cristalina, no cristalina, o una mezcla de ambas. Se presentan en las más variadas formas; de estructuras muy simples a las más complejas mezclas de fases. Su abundancia en la naturaleza y las diferencias que presentan en sus propiedades respecto a las de los metales los convierte en materiales sumamente importantes.

Según su estructura, los cerámicos pueden clasificarse en dos grandes grupos, los cristalinos o cerámicos, y los no cristalinos o vidrios. A su vez, los cristalinos pueden ser monocristalinos o policristalinos.



Propiedades eléctricas de los cerámicos:

Los materiales cerámicos se usan ampliamente en la industria eléctrica y electrónica. Principalmente como aislantes (dieléctricos) eléctricos o en capacitores.

Otra aplicación difundida es derivada de las propiedades piezoeléctricas de ciertos tipos de cerámicas.

PROBLEMATICA

Para la realización del producto (cerámicos para decoración) es requerido una cierta variedad de materiales entre ellos nos interesa uno en particular el pegamento blanco que utilizan para la fabricación de la mezcla.

Este pegamento lo distribuye una empresa en particular cuyo nombre mantendremos en anónimo, y lo que hace "único" a este pegamento es que contiene las propiedades idóneas para proporcionarle la consistencia perfecta a nuestro producto. Pero debido al costo exorbitante de este pegamento la empresa fabricante del cerámico se quiso arriesgar al utilizar otro proveedor cuyo precio del producto era muy por debajo, que el anterior.

Pero una vez empleado el pegamento en la primera serie, la fabricante se pudo percatar que este pegamento no le daba las mismas propiedades al cerámico.

Y es aquí donde entra la curiosidad del ingenio.

¿Por qué no funciona si se supone es el mismo pegamento blanco?

Por ello se tomaron muestras de ambos pegamentos y los dos se llevaron a laboratorio.

Se pudo descubrir que la única diferencia entre el proveedor 1 y el proveedor 2 solo era la cantidad de aluminio-silicio.

Lo cual se inició un diseño de experimentos, para practicarle tratamientos térmicos al pegamento ya que es el que ocasiona que la mayoría de los materiales cerámicos del proveedor se fracturen.

Y bueno las preguntas surgieron y la experimentación no se hizo esperar

DESARROLLO EXPERIMENTAL

1.- iniciamos pesando el material a utilizar con la finalidad de que no afecte los valores en peso de pérdida en nuestro producto final



2.- posterior mente pesamos nuevamente el material pero esta ves con nuestro producto a tratar



3.- Estos procedimientos se realizaran no solo con una sino con cada una de las muestras que realizaremos



4.- Horno, tratamiento térmico

Es aquí donde procedemos a la introducción de la muestra al horno para comenzar a experimentar con distintas temperaturas. Ya que sabemos que la variación de un material a distintas temperaturas éste adquiere propiedades distintas.



5. Baño maria

Es aquí donde colocaríamos el producto a temperaturas más comprensibles y saber si este podría afectar de una manera favorable a nuestro producto



RESULTADOS Y DISCUSIONES

Con respecto a las mezclas cerámicas hechas con nuestro pegamento, practicado el tratamiento térmico nos dio como resultado los siguientes resultados:

Con relación a las pruebas que se practicaron al pegamento, se puede observar que cuando hay exceso de aluminio-silicio, el material cerámico se fractura ocasionándole al proveedor q sus figuras o refractarios cerámicos se fracturen



Figura 1. Mezcla cerámica con exceso de aluminio-silicio

En cambio cuando se le practica al pegamento un tratamiento térmico, la mezcla cerámica lo hace flexible y con una textura mas tersa



Figura 2. Mezcla cerámica con cantidades menores de aluminio-silicio

CONCLUSIONES

Esta investigación surgió por la necesidad de los pequeños productores artesanos que no conocen las bases de lo que ocurre cuando reaccionan todos los metales y materia prima en la mezcla cerámica.

Todavía se sigue trabajando con las mezclas óptimas para que la mezcla cerámica quede lo más flexible posible.

No hay en la literatura algo que nos sirva como base para partir de allí y generar una mezcla cerámica óptima solo con nuestra pequeña investigación sabemos que todo lo genera la composición de Al-Si que tenga la mezcla.

DISEÑO MECÁNICO DE UN BRAZO ROBÓTICO

Roberto Ángel Ortiz Hernández¹ y Oscar Fernando Núñez Olvera²

RESUMEN

El proyecto consta en el diseño de un brazo robótico de tamaño medio, el cual tiene como objetivo principal el servir de herramienta para el aprendizaje de los alumnos de la institución. Éste proyecto está enfocado a un sector didáctico, por lo que su impacto radicará en el aprendizaje que adquirirán los estudiantes, el cual será de manera práctica, ya que contarán con un instrumento que pueden controlar, analizar y modificar.

Como en todo proyecto, se aprende algo, para éste caso en particular, fue una ampliación en los conocimientos de algunos software de diseño, así como la aplicación de los conocimientos ya adquiridos con anterioridad en una aplicación y que además será utilizado por otras personas.

ABSTRACT

The project consists in the design of a medium-size robotic arm which main objective is to serve as a tool of learning purposes for this institution's students. It is aimed to the educational sector so that its impact lies in acquiring knowledge which students will get in a very practical way, this, because they'll be provided with an instrument that can monitor, analyze and modify by themselves. As within any project, learning is present and constant, in this particular case was an increase in knowledge and use of various design software and the application of prior knowledge with a didactic purpose which can be exploited by others.

Palabras Clave: Diseñar, brazo, robótico, didáctico.

INTRODUCCIÓN

Un brazo robótico, tal y como su nombre lo dice, es un robot el cual está basado sobre un brazo humano. Los movimientos que estos son capaces de realizar son diversos y están directamente relacionados con el diseño de este, ya que dependiendo del número de juntas que tenga, el número de grados de libertad con los que contara. Dichas juntas pueden ser de movimiento lineal o circular, lo que determina qué tanta libertad poseerá el robot.

Los brazos robóticos tienen mucho tiempo de existencia, por lo cual tiene muchas técnicas de estudio para optimizar su funcionamiento, además de existir muchos diseños de diferentes grados de complejidad, tanto en libros como en internet. Debido al uso que se le dará a este brazo robótico, no es imprescindible que cuente con un sofisticado diseño; aunado a ello, se pretende construir a partir de material que es viable para reutilizarse, por lo que su diseño se verá un poco limitado por la disponibilidad de materiales. Sin embargo, esto no debe frenar el diseño y funcionamiento del robot final.

MARCO TEORICO

Representación de Denavit-Hartenberg

El análisis cinemático de un manipulador requiere la designación de un marco de referencia o sistema coordinado unido a cada eslabón del mismo. En este sentido, la representación de Denavit-Hartenberg es

¹ Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, Dpto. Eléctrica, Electrónica y Mecatrónica, Mayas #124, Hogares Ferrocarrileros 2da. Secc., C.P: 78436, Soledad de G. S., San Luis Potosí, otrebor.a@hotmail.com

² UASLP, Instituto de Investigación en Comunicación Óptica, Laboratorio de proyectos tecnológicos, Av Karakorum #1470, Lomas Cuarta sección, Oscar Fernando Núñez Olvera, C.P: 78210 San Luis Potosí, San Luis Potosí, oscar_n@cactus.iico.uaslp.mx

una convención usada para la selección sistemática de los sistemas coordenados asignados a cada eslabón. En esta convención, cada transformación homogénea A_i está representada por un producto de cuatro transformaciones básicas, es decir:

$$A_i = \text{Rot}_{z_i \theta_i} \text{Trans}_{z_i d_i} \text{Trans}_{x_i a_i} \text{Rot}_{x_i \alpha_i} \quad (1)$$

$$A_i = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c\theta_i & -s\theta_i & 0 & 0 \\ s\theta_i & c\theta_i & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & a_i \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & c\alpha_i & -s\alpha_i & 0 \\ 0 & s\alpha_i & c\alpha_i & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$A_i = \begin{bmatrix} c\theta_i & -c\alpha_i s\theta_i & s\alpha_i s\theta_i & a_i c\theta_i \\ s\theta_i & c\alpha_i c\theta_i & -s\alpha_i c\theta_i & a_i s\theta_i \\ 0 & s\alpha_i & c\alpha_i & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

El procedimiento para la definición de los sistemas coordenados usando la convención de Denavit-Hartenberg se puede resumir como sigue:

- Localice y asigne los ejes de las juntas z_0, \dots, z_{n-1} . El eje z_i es el eje de revolución de la junta $i + 1$ si esta es de revoluta, o es el eje de translación de la junta $i + 1$ si esta es prismática.
- Establezca el marco de referencia del origen. Coloque el origen en cualquier punto a lo largo de eje z_0 . Los ejes x_0 y y_0 se seleccionan de tal manera que formen un sistema coordenado de mano derecha.
Para $i = 1, \dots, n - 1$ siga los pasos 3 a 5
- Localice el origen del sistema coordenado x_i, y_i, z_i en el punto donde la normal común a z_i y z_{i-1} intersece a z_i .
En caso que los ejes z_i y z_{i-1} se intersecten, localice el origen x_i, y_i, z_i en esta intersección.
En caso que los ejes z_i y z_{i-1} sean paralelos, localice el origen de x_i, y_i, z_i en la junta i .
- Establezca x_i a lo largo de normal común entre los ejes z_i y z_{i-1} a través del origen del sistema x_i, y_i, z_i localizado en el paso anterior. En caso que los ejes z_i y z_{i-1} se intersecten, establezca x_i en una dirección normal al plano formado por los ejes z_i y z_{i-1} .
- Establezca y_i para completar un sistema coornadano de mano derecha.
- Establezca un sistema coordenado en el extremo del manipulador o en la herramienta en esta posición
- Defina una tabla de los parámetros de eslabón a_i, d_i, θ_i y α_i .

Dónde:

a_i Es la distancia medida a lo largo del eje x_i desde el origen del sistema coordenado x_i, y_i, z_i hasta la intersección de los ejes x_i y z_{i-1} . Este parámetro es variable si la junta i es prismática.

d_i Es la distancia medida a lo largo del eje z_{i-1} desde el origen del sistema coordenado $x_{i-1}, y_{i-1}, z_{i-1}$ hasta la intersección de los ejes x_i y z_{i-1} . Este parámetro es variable si la junta es prismática.

θ_i Es el ángulo entre los ejes z_i y z_{i-1} medido alrededor del eje x_i

α_i Es el ángulo entre los ejes x_{i-1} y x_i medido alrededor del eje z_{i-1} . Este parámetro es variable si la junta i es revoluta.

MÉTODOS Y MATERIALES

El método empleado para realizar el modelo, está basado en los modelos cinemáticos de algunos robots ya existentes. Para este caso en particular, se adopta la forma de un robot CRS-A255, con una herramienta tipo pinza de dos dedos.

Este modelo de robot tiene 5 grados de libertad.

Cuando se tiene la disposición de las juntas, se tiene que idear la estructura que constituirá a dicho brazo además de la transmisión de movimiento. El movimiento será llevado a las juntas por medio de poleas dentadas y se hará una reducción de la velocidad, para ello se emplea lo siguiente:

$$R = \frac{N}{n} = \frac{D}{d} \quad (4)$$

Donde,

R es la relación de transmisión;

N son las revoluciones por minuto (rpm) de la polea menor;

n son las revoluciones por minuto (rpm) de la polea mayor;

D es el diámetro de la polea mayor;

d es el diámetro de la polea menor.

La distancia entre ejes está dada por:

$$E \geq \frac{(R+1)d}{2} + d \quad (5)$$

• Si $R \geq 3$:

Para este caso bastaría que se cumpliera que $E \geq D$

Siendo,

E la distancia entre ejes de poleas;

R la relación de transmisión;

d el diámetro de la polea menor;

D el diámetro de la polea mayor.

Y finalmente se calcula la longitud primitiva de la correa (L_p) de una transmisión se calcula a partir de la ecuación

$$L_p = 2E + \frac{\pi}{2}(D + d) + \frac{(D-d)^2}{4E} \quad (6)$$

Donde,

E es la distancia entre ejes de poleas;

d es el diámetro de la polea menor;

D es el diámetro de la polea mayor;

π es el número pi (3,14159265)

Para la visualización y obtención de medidas del modelo, se emplea un software CAD/CAM llamado SolidWorks®, con el cual de primera instancia se comienza a dibujar cada uno de los componentes que conformarán al robot en archivos separados. Una vez se tienen todos, se crea un nuevo archivo de ensamblaje de piezas. Dicho ensamble permite revisar si las medidas elegidas muestran congruencia evitando así errores en la fabricación. Una vez se tiene la seguridad de que no existen errores, se procede a hacer un estudio de movimiento dentro del mismo software, el cual permite ver el comportamiento del sistema trabajando además de mostrar interferencias mecánicas en sus trayectorias; se hace esto con la finalidad de tener más certeza para su construcción.

Los materiales que conformarán el brazo robótico son:

- Aluminio
- Densidad del aluminio ($2700 \text{ kg/m}^3 \approx 0.0027 \text{ kg/cm}^3$)
- Espesor del aluminio ($1/8 \text{ in} \approx 3.0625 \text{ mm}$)
- Dimensiones requeridas para el brazo robot.

RESULTADOS

El alcance del brazo robótico estaba preestablecido, por lo que se seccionan los eslabones a diferentes medidas de manera que se adapte a la longitud total. En la siguiente figura se muestra un bosquejo de ello:

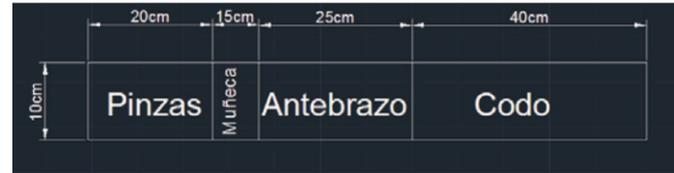


Figura 2 bosquejo de la estructura del brazo robótico

Con estas medidas y el diseño que se da, se calcula la masa que tendrá el cuerpo del brazo robótico.

Con el espesor de la placa de aluminio de $3.0625\text{mm} = 0.30625\text{cm}$

$$\text{Volumen}_{\text{pinzas}} = (0.30625)(10)(20) = 61.25\text{cm}^3$$

$$\text{Volumen}_{\text{muñeca}} = (0.30625)(10)(15) = 45.9375\text{cm}^3$$

$$\text{Volumen}_{\text{antebrazo}} = (0.30625)(10)(25) = 76.5625\text{cm}^3$$

$$\text{Volumen}_{\text{codo}} = (0.30625)(10)(40) = 122.5\text{cm}^3$$

Volumen de placas:

$$V_p = 61.25 + 45.9375 + 76.5625 + 122.5 = 306.25\text{cm}^3$$

Ahora conociendo la densidad y el volumen sacamos el valor de la masa:

$$D_m = (0.0027)(306.25) = 0.826875\text{kg}$$

Esta masa se multiplicara por 2, ya que son dos barras paralelas:

$$(0.826875)(2) = 1.65375\text{kg}$$

A esta masa se le incrementaran 1kg, que es aproximadamente la masa de los motores que llevara para mover las juntas y la masa de las poleas, aproximadamente.

$$1.65573\text{kg} + 1\text{kg} = 2.65573\text{kg}$$

Ahora procedemos a calcular el peso de la estructura adicionando los motores y poleas:

$$W = mg \quad (7)$$

$$W = (2.65573\text{kg}) (9.8\text{m/s}^2) = 26.026(\text{Kg}) (\text{m/s}^2) = 26.026\text{N}$$

Para calcular el par generado por la estructura del brazo robot, se consideró a toda la masa como una viga uniformemente distribuida, con su centroide ubicado en la mitad de la estructura, la figura 3 muestra la viga con su peso en su centroide.

El torque o momento generado por la viga se calculó:

$$\tau = P \times d \quad (8)$$

$$P = 26.026\text{N}$$

$$d = 50\text{cm}$$

$$\tau = (26.026\text{N})(50\text{cm}) = 1301.3\text{Ncm}$$

$$1\text{Kgf} = 9.8067\text{N}$$

$$\tau = (1301.3\text{Ncm}) \left(\frac{1\text{Kgf}}{9.8067\text{N}} \right) = 132.6949\text{Kgfcm}$$

El motor que se utilizara para levantar la estructura tiene un torque de 70Kgfcm por lo tanto es necesario incrementar el torque casi al doble, por ello el valor de R en (4) es 2

Por lo tanto se seleccionaron los diámetros siguientes:

$$d = 2\text{in} \approx 49\text{mm}$$

$$D = 4\text{in} \approx 98\text{mm}$$

La distancia entre ejes se calcula con la ecuación (5)

$$E \geq \frac{(2+1) \cdot 49\text{mm}}{2} + 49\text{mm}$$

$$E \geq 122.5\text{mm} \approx 12.25\text{cm}$$

Seleccionamos:

$$E = 12.5\text{cm}$$

De la ecuación (6) se calcula la longitud primitiva de la correa:

$$L_{p1} = 2(12.5) + \frac{\pi}{2}(9.8 + 4.9) + \frac{(9.8-4.9)^2}{4(12.5)}$$

$$L_p = 48.57\text{cm}$$

Ahora se calcula la banda para la siguiente transmisión para mover el antebrazo, se utilizaron las mismas dimensiones de las poleas, $E = 27\text{cm}$.

$$L_{p2} = 2(27\text{cm}) + \frac{\pi}{2}(9.8\text{cm} + 4.9\text{cm}) + \frac{(9.8\text{cm} - 4.9\text{cm})^2}{4(27\text{cm})} \quad (6)$$

$$L_p = 77.313\text{cm}$$

Ahora para la descripción de la cinemática, con el uso de la representación de Denavit-Hartenberg, se comienza a hacer el modelo de juntas del sistema del robot, tomando como referencia que el movimiento será realizado hacia el interior de la hoja, obteniendo como resultado lo siguiente:

Tabla 1. Valores de representación Denavit-Hartenberg

Junta	a _i	b _i	α _i	Θ _i
1	0	d1	-90°	Θ1*
2	a2	0	0°	Θ2*
3	a3	0	0°	Θ3*
4	0	0	-90°	Θ4*
5	0	d5	0°	Θ5*

El símbolo * indica que el valor del ángulo es variable

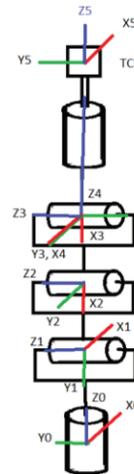


Figura 2. Representación

Cuando se tienen completos los valores de la tabla anterior, se sustituyen dentro de la matriz representativa, obteniendo lo siguiente:

$$A1 = \begin{pmatrix} \cos(\theta 1^*) & 0 & -\text{sen}(\theta 1^*) & 0 \\ \text{sen}(\theta 1^*) & 0 & \cos(\theta 1^*) & 0 \\ 0 & -1 & 0 & d1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$A2 = \begin{pmatrix} \cos(\theta 2^*) & -\text{sen}(\theta 2^*) & 0 & (a2)\cos(\theta 2^*) \\ \text{sen}(\theta 2^*) & \cos(\theta 2^*) & 0 & (a2)\text{sen}(\theta 2^*) \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$A3 = \begin{pmatrix} \cos(\theta 3^*) & -\text{sen}(\theta 3^*) & 0 & (a3)\cos(\theta 3^*) \\ \text{sen}(\theta 3^*) & \cos(\theta 3^*) & 0 & (a3)\text{sen}(\theta 3^*) \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$A4 = \begin{pmatrix} \cos(\theta 4^*) & 0 & -\text{sen}(\theta 4^*) & 0 \\ \text{sen}(\theta 4^*) & 0 & \cos(\theta 4^*) & 0 \\ 0 & -1 & 0 & d1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$A5 = \begin{pmatrix} \cos(\theta 5^*) & -\text{sen}(\theta 5^*) & 0 & 0 \\ \text{sen}(\theta 5^*) & \cos(\theta 5^*) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Con los datos anteriores se logra establecer la ubicación de los sistemas de referencia de los eslabones en los sistemas robóticos articulado, por lo que se comienza con la creación de un modelo en un software CAD/CAM.

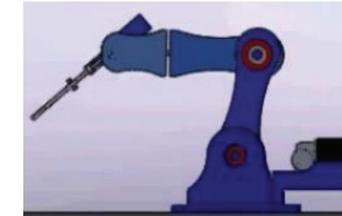


Figura 3. Vista lateral isométrica

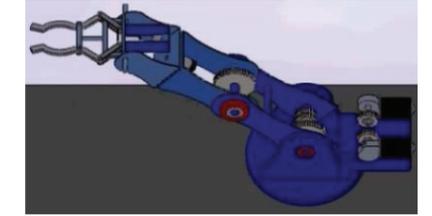


Figura 4. Vista isométrica

CONCLUSIONES

El diseño de la estructura del brazo robótico logró realizarse con las especificaciones que se solicitaron, así como con los materiales. A pesar de que ciertos componentes ya se tenían en existencia, estos se acoplaron de la manera más conveniente y sencilla para la fabricación. Muchas de las restricciones fueron tomadas en cuenta en los cálculos para tener un buen resultado en la aplicación final que tendrá.

BIBLIOGRAFIA

Libros

FU, K. S., González R. C., Lee C. S. G. (1994). Robótica: Control, detección, visión, e inteligencia. Madrid: McGraw-Hill.

SOLUCIÓN DEL PROBLEMA DE DESPACHO ÓPTIMO DE GENERACIÓN MEDIANTE UN ALGORITMO GENÉTICO CON SELECCIÓN ELITISTA

Julio Adrián Ortiz¹ y José Miguel García Guzmán²

RESUMEN

En este trabajo un Algoritmo Genético de Codificación Binaria (AGCB) con parámetro de selección elitista es implementado para resolver el problema de Despacho Óptimo de Generación (DOG), el cual consiste en minimizar el costo total del combustible de generación de potencia activa mientras la demanda de potencia de las cargas y los límites operacionales de los generadores son satisfechos. La selección elitista se emplea aquí para garantizar la selección de los mejores multiplicadores de Lagrange en cada generación, lo cual permite llevar a cabo el proceso de optimización de manera eficiente. Diversos casos de estudio se presentan con el fin de ilustrar la confiabilidad del AGCB en la solución del DOG considerando las pérdidas en los elementos de transmisión.

ABSTRACT

In this paper a Binary Encoding Genetic Algorithm (BEGA) with elitist selection is implemented to solve the Optimal Dispatch problem, which consists in minimize the fuel total cost of active power generation whilst the power demanded of loads and the operational limits are satisfied. The elitist selection is used here because it ensures the selection of the best Lagrange multipliers in each generation, which allows to carry out efficiently the optimization process. Several study cases are presented to illustrate the reliability of the BEGA in resolving the Optimal Dispatch considering the losses in the transmission elements.

Palabras Clave: Despacho económico, algoritmo genético de codificación binaria, selección elitista.

INTRODUCCIÓN

El problema de Despacho Óptimo de Generación es una de las funciones operativas más importantes de los sistemas de potencia modernos. El propósito del DOG es encontrar la generación de potencia activa de las unidades existentes de un sistema de potencia, de modo que el costo total de generación se reduzca al mínimo al tiempo que se satisfacen simultáneamente las ecuaciones de balance de energía y los límites de generación de las unidades, por lo que, es formulado como un problema de optimización no lineal con restricciones.

Las funciones de costo de los generadores han sido representadas con funciones cuadráticas, bajo la consideración de que el costo incremental de cada generador se incrementa linealmente para encontrar una solución óptima. El DOG con estas funciones de costo cuadráticas normalmente se resuelve por medio de métodos basados en gradiente, sin embargo, las funciones de costo reales de los generadores consideran las zonas de operación prohibidas, puntos de válvula, múltiples combustibles, entre otros, lo que hace que dichas funciones sean altamente no lineales y en ocasiones discontinuas (Lee & Park, 2006).

El DOG con estas funciones no puede resolverse con los métodos tradicionales, de manera que en los últimos años se han desarrollado diversos métodos que permiten resolver el DOG considerando tales funciones, entre los cuales se encuentran los algoritmos genéticos (Walters & Sheble, 1993), programación

¹ Instituto Tecnológico superior de Irapuato, Ingeniería Electromecánica, Carretera Irapuato - Silao km 12.5, El Copal, 36821, Irapuato, Guanajuato, juliortmtz@gmail.com

² Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Ingeniería Electromecánica, Carretera Irapuato - Silao km 12.5, El Copal, 36821, Irapuato, Guanajuato, migarcia@itesi.edu.mx

evolutiva (Sinha *et al*, 2003), las redes neuronales (Lee *et al*, 1998), enjambre de partículas (Park *et al*, 2005), colonia de hormigas (Gopalakrishnan & Krishnan, 2013), entre otros. Los algoritmos genéticos son una técnica heurística-estocástica de optimización global que se ha utilizado para resolver problemas de optimización de sistemas de potencia, tales como el DOG o las diversas variantes de Flujos de Potencia Óptimos. En este trabajo, se implementa un algoritmo genético codificado en forma binaria para resolver el problema de DOG de sistemas de potencia reales considerando un parámetro de selección elitista con operadores de cruce de un punto y de mutación booleana.

FORMULACIÓN GENERAL DEL PROBLEMA DE DESPACHO ÓPTIMO DE GENERACIÓN

El problema de Despacho Óptimo de Generación es un problema de optimización no lineal restringido que puede expresarse mediante la minimización del costo del combustible de las unidades de generación térmicas sujeta a una restricción de igualdad, que modela el balance de potencia activa, y ng restricciones de desigualdad, que representan los límites operacionales de generación de las máquinas. Matemáticamente, la formulación general del DOG es dada como sigue,

$$\text{Min } F(P_i) = \sum_{i=1}^{ng} (a_i + b_i P_i + c_i P_i^2) \quad (1)$$

$$\text{Sujeta a } \sum_{i=1}^{ng} P_i = P_D + P_L \quad (2)$$

$$P_i^{\min} \leq P_i \leq P_i^{\max} \quad (3)$$

Donde a_i , b_i y c_i son los coeficientes de la función cuadrática de costo del generador i del conjunto de ng de generadores. La función $F(P_i)$ corresponde a la función objetivo o costo total de generación medida en (\$/hr), los términos P_i , P_D y P_L representan la potencia activa de salida del generador i , la potencia activa demandada y las pérdidas de potencia activa en los elementos de transmisión, respectivamente, mientras que los límites inferior y superior de generación de potencia activa del generador i son denotados por P_i^{\min} y P_i^{\max} , en forma respectiva. Resulta obvio, pero no menos importante señalar que las ecuaciones 1), 2) y 3) corresponden a la función cuadrática de costo de generación, las restricciones de igualdad y las restricciones de desigualdad del problema de optimización.

Las pérdidas de transmisión P_L , en la ecuación 2), son representadas mediante una expresión cuadrática y es función de la potencia activa inyectada a los buses. La forma más simple de esta expresión es dada por,

$$P_L = \sum_{i=1}^{ng} \sum_{j=1}^{ng} P_i B_{ij} P_j \quad (4)$$

Donde P_i y P_j son la potencia activa inyectada en el bus i y j , respectivamente, y los coeficientes B son representados por el término B_{ij} . Una fórmula más general que contiene un término lineal y un coeficiente, llamada fórmula de Kron (Kron, 1952) es,

$$P_L = \sum_{i=1}^{ng} \sum_{j=1}^{ng} P_i B_{ij} P_j + \sum_{i=1}^{ng} B_{0i} P_i + B_{00} \quad (5)$$

Los coeficientes B son considerados como constantes y son calculados con un algoritmo computacional desarrollado como parte del proyecto. El problema de optimización no lineal restringido se convierte en un uno sin restricciones mediante el método de los multiplicadores de Lagrange, con el cual se obtiene la siguiente función objetivo aumentada llamada también función lagrangiana,

$$L(P_i, \lambda) = F(P_i) + \lambda \left(P_D + P_L - \sum_{i=1}^{ng} P_i \right) \quad (6)$$

Las condiciones de optimalidad de la función objetivo anterior son,

$$\frac{\partial L}{\partial P_i} = 0 \quad \text{y} \quad \frac{\partial L}{\partial \lambda} = 0 \quad (7)$$

Estas condiciones permiten obtener los siguientes conjuntos de ecuaciones,

$$2(a_i + \lambda B_{ii})P_i + \lambda \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{ng} 2B_{ij}P_j = \lambda - b_i \quad (8)$$

$$2(a_i + \lambda B_{ii})P_i + \lambda \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{ng} 2B_{ij}P_j = \lambda - \lambda B_{oi} - b_i \quad (9)$$

El primer sistema de ecuaciones está asociado con la expresión de pérdidas 4), mientras que el segundo sistema se obtiene considerando la ecuación 5). Estos sistemas de ecuaciones se resuelven para obtener el valor de P_i y λ . En este trabajo el multiplicador de Lagrange o costo incremental es determinado utilizando el AGCB, de manera que dicho multiplicador es manejado como un individuo y codificado en forma binaria dentro de la población.

IMPLEMENTACIÓN DEL AGCB PARA LA SOLUCIÓN DEL DOG

La metodología de solución del algoritmo genético incluye la técnica de codificación y decodificación del costo incremental λ , el cálculo de la potencia generada y la evaluación de la misma utilizando la función fitness, ecuación 1), además, de parámetros genéticos de selección, recombinación o cruce y mutación. En la codificación binaria de la cadena son usados ceros y unos. Como se mencionó, en este trabajo se considera al costo incremental como individuos, los cuales son codificados en una cadena binaria cuyo valor decimal equivalente de cada cadena binaria λ se obtiene como,

$$y^j = \sum_{i=1}^l 2^{i-1} b_i^j \quad (10)$$

La variable λ es obtenida para representar un punto en el espacio de búsqueda o región factible de acuerdo con la regla de asignación fija como sigue,

$$\lambda^j = \lambda^{\min} + \frac{\lambda^{\max} - \lambda^{\min}}{2^l - 1} y^j \quad (11)$$

Al conocer el λ , la potencia generada puede ser calculada utilizando la ecuación 8) o 9), y las pérdidas de transmisión para cada población son obtenidas con base en la ecuación 4) o 5) según sea el caso. Se debe remarcar que el uso de la ecuación 8) trae consigo el uso de 4), mientras que 9) debe ser empleada con la ecuación 5). La aplicación de un problema en un algoritmo genético se realiza considerando una función de aptitud, la cual asigna un porcentaje de referencia a que tan bueno es el individuo para poder encontrar la solución al problema planteado. El enfoque propuesto utiliza el criterio de costo incremental como su base, por lo que, la restricción de balance de potencia dada por la ecuación 2) es integra en el algoritmo genético como sigue,

$$\varepsilon^j = \left| P_D + P_L^j - \sum_{i=1}^{NG} P_i^j \right| \quad (12)$$

Entonces, la regla convergente es cuando ε disminuye hasta una tolerancia específica. La función de aptitud o función fitness considerada en este trabajo es,

$$f^j = \frac{1}{\left(1 + \alpha \frac{\varepsilon^j}{P_D}\right)} \quad (13)$$

Donde α es una constante de escalamiento que permite variar la velocidad del proceso de optimización al modificar el valor de la función fitness correspondiente a cada individuo. La aptitud se normaliza en un rango entre 0 y 1 con el fin de identificar los mejores cromosomas y acelerar la convergencia del procedimiento de iteración. Al ser evaluados todos los individuos de la población dentro de la función fitness se realiza una selección elitista. En este método, se ordenan de mayor a menor los individuos de

acuerdo al valor de aptitud obtenido mediante la función fitness y las mejores puntuaciones de aptitud asignadas son seleccionadas como padres. Los cromosomas elegidos para ser los padres se cruzan entre sí para formar nuevos individuos o hijos, los cuales son considerados como nuevos cromosomas. El cruce se puede llevar a cabo de distintas formas, no obstante en este trabajo se ha optado por un cruce entre el más apto con el menos apto de los seleccionados (W_1-W_{ni} , W_2-W_{ni-1} , W_3-W_{ni-2} , ..., $W_{ni/2}-W_{ni-ni/2}$; W =aptitud, ni =número de individuos seleccionados) y es basado en un solo punto de cruce, en el cual se selecciona un punto al azar de la cadena donde la parte anterior del punto es copiado del genoma del padre y la posterior se copia el de la madre. Al término de proceso de cruzamiento el parámetro de mutación hace una variación de las informaciones contenidas en el código genético habitualmente, un cambio de un gen a otro producido por algún factor exterior al algoritmo. La mutación tiene beneficios como desbloquear el algoritmo o dicho de forma distinta, si el algoritmo se bloqueó en un mínimo parcial, una mutación puede sacarlo al incorporar nuevos fenotipos de otras zonas del espacio. Además, de enriquecer la diversidad genética. El operador de mutación seleccionado en este trabajo es multibit. En este tipo de parámetro cada bit tiene una probabilidad de mutarse o no, que es calculada en cada pasada del operador de mutación. A continuación, la aptitud de cada miembro de la nueva población generada es evaluada y comparada con cada uno de los padres. Si un miembro de la nueva población es determinado para ser más apto que un padre, se intercambia por ese individuo en la nueva población. Con esto se permite asegurar que los individuos más aptos son elegidos como los padres y un individuo más apto no fue reemplazado prematuramente.

RESULTADOS

Diversos casos de estudio con un sistema de prueba de tres generadores (Kothari, 2015) y con el sistema de Nueva Inglaterra de diez generadores son llevados a cabo con el fin de ilustrar la confiabilidad del AGCB implementado para resolver el DOG considerando las pérdidas en los elementos de transmisión. En los casos de estudio se considera un tamaño de población de 20 individuos con una longitud de cromosoma de 16 bits y probabilidades de cruce y mutación de 0.8 y 0.01, respectivamente. En el caso del sistema de prueba el límite mínimo y máximo de λ es de 10 y 12.5, respectivamente, mientras que para el sistema de Nueva Inglaterra es de 10 y 18, en forma respectiva, para el λ mínimo y máximo. El valor del factor de escalamiento considerado es de 1 y el número de generaciones es de 10 para ambos sistemas de potencia. El caso de estudio del sistema de prueba, cuyas funciones de costo son dadas abajo, es reproducido para mostrar que los resultados obtenidos mediante el algoritmo genético de este trabajo son confiables.

$f_1 = 0.00525P_1^2 + 8.663P_1 + 328.13$; $f_2 = 0.00609P_2^2 + 10.040P_2 + 136.91$; $f_3 = 0.00529P_3^2 + 9.760P_3 + 59.16$
La demanda de potencia activa de este sistema es de 300 MW y la matriz de los coeficientes de pérdidas son,

$$B = \begin{bmatrix} 0.000136 & 0.0000175 & 0.000184 \\ 0.0000175 & 0.000154 & 0.000283 \\ 0.000184 & 0.000283 & 0.000161 \end{bmatrix} \text{MW}^{-1}$$

Los resultados del DOG son presentados en la Tabla 1 y el valor del costo de generación respecto a las generaciones se muestra en Figura 1. En la tabla también se presentan los resultados reportados en (Kothari, 2015) con el fin de realizar una comparativa con los resultados obtenidos con el AGCB implementado en este trabajo.

Tabla. 1. DOG del sistema de prueba.

Generador	P_{min} (MW)	P_{max} (MW)	P_i (MW) (Propuesta)	P_i (MW) (Kothari)
Generador 1	50	250	202.4733	202.4288
Generador 2	5	150	80.9866	80.9410

Generador 3	15	100	27.0826	27.0699
Costo total (F , \$/hr)			3615.168	3614.148
Costo incremental (λ ; \$/MWhr)			11.5745	11.5738

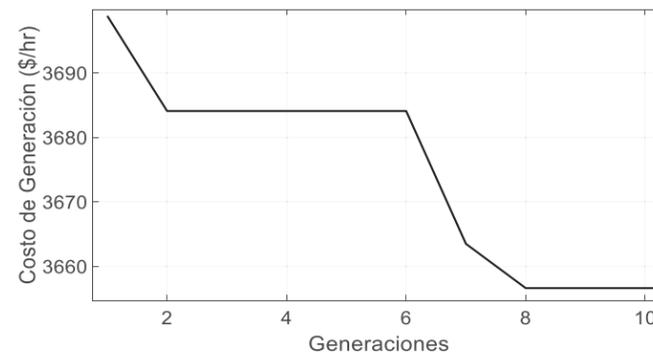


Figura 1. Costo de combustible \$/h en cada generación

La Tabla 1 muestra que los generadores operan dentro de sus límites físicos y que los resultados obtenidos mediante el AGCB son muy similares a los reportados en la literatura abierta, de manera que se puede inferir que el algoritmo es confiable para llevar a cabo los estudios de DOG, lo cual se puede visualizar también en la Figura 1, donde se muestra una evolución correcta a lo largo de las generaciones de la función de aptitud y del costo incremental y de generación de potencia activa. Posteriormente, se lleva a cabo el caso de estudio del sistema de Nueva Inglaterra, el cual consiste de 10 generadores, 39 nodos y una demanda de potencia activa de 6,097.10 MW. Las funciones de costo de los generadores del sistema de Nueva Inglaterra son dados en (Pai, 1989). Para este caso y con el fin de ilustrar la confiabilidad del algoritmo genético aquí desarrollado, se comparan los resultados obtenidos mediante este algoritmo con los obtenidos mediante otro algoritmo desarrollado utilizando el método de gradiente. La matriz de coeficientes de pérdidas de transmisión es de ceros, ya que por necesidades estrictas de comparación estas pérdidas se desprecian.

Tabla 2. Potencia de salida generada por cada generador.

Generador	P_{min} (MW)	P_{max} (MW)	P_i (MW) (AGCB)	P_i (MW) (Gradiente)
Generador 1	0	350	232.1342	232.4542
Generador 2	0	650	547.7649	548.3212
Generador 3	0	800	627.9029	628.4967
Generador 4	0	750	634.1125	634.8143
Generador 5	0	650	510.1711	510.6536
Generador 6	0	750	646.8287	647.4857
Generador 7	0	750	558.6050	559.2289
Generador 8	0	700	542.4947	543.0412
Generador 9	0	900	856.3648	857.2346
Generador 10	0	1200	934.4047	935.3696
Costo total (F , \$/hr)			60,118.9054	60,219.1273
Costo incremental (λ ; \$/MWhr)			15.8603	15.8727
Tiempo de cómputo (seg.)			0.1125	0.1159

La Tabla 2 muestra que los resultados del DOG obtenidos mediante el método de gradiente y el AGCB implementado son muy similares, por lo que, se puede decir que este último es confiable para su utilización con sistemas de potencia reales. Se debe notar que con el algoritmo genético se obtiene un costo de

generación menor, lo cual es debido a que los algoritmos genéticos son métodos de optimización globales. El tiempo de cómputo es un poco mayor con el método basado en gradiente, sin embargo, es importante mencionar que estos métodos determinísticos son más rápidos que los heurísticos, pero en este caso al ser un proceso de optimización relativamente sencillo no es posible visualizar las diferencias de la rapidez entre ambos métodos.

CONCLUSIONES

Un Algoritmo Genético de Codificación Binaria (AGCB) con parámetro de selección elitista se ha implementado para resolver el problema de Despacho Óptimo de Generación (DOG). El algoritmo implementado es confiable para resolver el DOG de sistemas de potencia de prueba y reales. La selección elitista permitió acelerar el proceso de optimización garantizando una mejor solución, lo cual corresponde para este problema a un menor costo de generación.

BIBLIOGRAFIA

- GOPALAKRISHNAN, R. & KRISHNAN, A. (2013). "An Efficient Technique to Solve Combined Economic and Emission Dispatch Problem Using Modified Ant Colony optimization" en *Sadhana*, Núm. 4, Vol. 38, August, [pp. 545-556].
- KOTHARI, D. P. & DHILLON J. S. (2015). Power System Optimization, Nueva Delhi: PHI Learning
- KRON, G. (1952). "Tensorial Analysis of Integrated Transmission System, Part II: Off-Nominal Turns Ratios" en *AIEE Transactions*, Vol. 71, [pp. 505-512].
- LEE, k. Y. & PARK, J. B. (2006). "Application of particle swarm optimization to Economic Dispatch Problem: Advantages and Disadvantages" en *IEEE PES Power Systems Conference and Exposition*, Vol. 6, [pp. 1-5].
- LEE, K. Y., YOME, S. & PARK, J. H. (1998). "Adaptive Hopfield Neural Network for Economic load Dispatch" en *IEEE Transactions on Power Systems*, Núm. 2, Vol. 13, May, [pp. 519-526].
- PAI, M. A. (1989). *Energy Function Analysis for Power System Stability*, Kluwer.
- PARK, J. B, LEE, S., SHIN, J. R. & LEE, K. Y. (2005). "A Particle Swarm optimization for Economic Dispatch with Nonsmooth Cost Functions" en *IEEE Transactions on Power Systems*, Núm. 1, Vol. 20, February, [pp. 34-42].
- SINHA, N., CHAKRABARTI, R. & CHATTOPADHYAY, P. K. (2003). "Evolutionary Programming Techniques for Economic load Dispatch" en *IEEE Transactions on Evolutionary Computations*, Núm. 1, Vol. 7, February, [pp. 83-94].
- WALTERS, D.C. & SHEBLE, G. B. (1993). "Genetic Algorithm Solution of Economic Dispatch with the Valve Point Loading" en *IEEE Transactions on Power Systems*, Núm. 3, Vol. 8, August, [pp. 1325-1332].

FABRICACIÓN DE GEOPOLÍMEROS EMPLEANDO RESIDUOS INDUSTRIALES, EFECTO DE SUS COMPONENTES

Alondra Leticia Peña Cuellar¹ y Francisco Raúl Carrillo Pedroza²

RESUMEN

Los estudios realizados de cemento fabricado a partir de ceniza volante se han extendido principalmente por el ahorro económico y los cambios microestructurales debidos a la adición; además, suponen una mejora en reducción de poros y un concreto más compacto. Esta vez, se desarrolló un trabajo orientado a relacionar entre sí los cementos con adiciones de cenizas volantes y de polvos residuales de proceso siderúrgico, obteniendo un geopolímero. Para ello se fabricaron a escala de laboratorio cementos de varias mezclas. Se analizó su resistencia mecánica para llevar a cabo el estudio de la influencia de las cantidades de los componentes para lograr la obtención de un cemento óptimo.

ABSTRACT

The studies made of cement manufactured from fly ash have spread mainly by the economic savings and microstructural changes due to the addendum; in addition, represent an improvement in reduction of pores and a concrete more compact. This time, we developed a work aimed at linking the cements with additions from fly ash and residual powders of steelmaking process, obtaining a geopolymer. To this end were manufactured at laboratory scale cements several mixtures. We assessed its mechanical resistance to carry out the study of the influence of the amounts of components to achieve the obtaining of an optimal cement.

Palabras Clave: Ceniza volante, concreto, geopolímero, residuos.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de nuevos materiales poliméricos inorgánicos de desechos sólidos industriales es objeto de una prolongada investigación que está teniendo lugar durante las últimas décadas. La geopolimerización es una manera viable para procesar y agregar valor a los residuos industriales dando lugar a un polímero inorgánico. Los geopolímeros son vistos como alternativas para varias aplicaciones industriales, principalmente en los sectores de la construcción y materiales de construcción, su utilización reduce el consumo de cemento portland y ofrece a la mezcla propiedades mecánicas y de durabilidad mejoradas. (Molina, 2008)

El estudio evaluó el desempeño de concretos hechos a base de geopolímeros sintetizados a partir de la activación alcalina de la ceniza volante y polvos residuales de proceso siderúrgico. Se obtuvo un material que presentó propiedades similares a las del cemento. A partir de este análisis se pudieron determinar los porcentajes y la influencia de sus componentes en las distintas mezclas.

MARCO TEORICO

En la industria de la fabricación del cemento Portland, principal componente del concreto, ha aumentado como consecuencia del crecimiento poblacional, y se ha convertido en una de las principales industrias

¹ Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia; Carretera 57 Km. 5, C.P: 25710, Monclova, Coahuila, alo28_@hotmail.com

² Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia; Carretera 57 Km. 5, C.P: 25710, Monclova, Coahuila, frrcarrillo@yahoo.com.mx

contaminantes debido a la emisión de grandes volúmenes de sustancias en estado gaseoso que se producen durante el proceso de obtención del Clinker que es obtenido por un proceso de fabricación en la que se combinan alta temperatura, cal, sílice, alúmina y óxido férrico, provenientes de materias primas como la caliza, arcilla y el mineral de hierro. (Castro, 2010)

Las cenizas volantes son un subproducto o desecho de la combustión de carbón en las plantas de energía, suficientemente finos para ser llevados por el gas que sale del horno. Las plantas eléctricas que usan carbón y los hornos metalúrgicos que producen arrabio, acero, cobre, níquel, plomo, silicio, ferro-silicio, etc. son generadores de subproductos industriales. El uso de adiciones directamente en el hormigón ofrece, en general, un mejor control de la propiedad o mejoras en resistencia mecánica. (Santaella, 2001)

MÉTODOS Y MATERIALES

En el proceso experimental se utilizaron polvos residuales, los cuales son recolectados como parte de los procesos de combustión y siderúrgicos. Los experimentos fueron llevados a cabo en laboratorio. Los materiales mostrados en la Tabla 1 fueron los utilizados para llevar a cabo el proceso experimental en la fabricación de las muestras.

Tabla 1. Materiales de laboratorio

Reactivos	Instrumentos/equipos	
Hidróxido de sodio. NaOH (marca Jalmek).	Espátula	Embudos simple
Sodio meta-silicato Pentahidratado. Na ₂ O ₃ Si*5H ₂ O (marca Jalmek).	Agitador	Guantes
Ceniza volante (residuo de proceso de combustión de la CFE).	Agitador magnético	Moldes
Polvo 2 (residuo de proceso siderúrgico).	Probeta graduada	Parrilla de inducción magnética
Cemento portland	Matraz aforado	Balanza
Agua	Matraz Erlenmeyer	Estufa/Horno de secado ARSA

La tabla 2 muestra la cantidad en gramos y porcentajes de cada reactivo que se agregó a cada mezcla. Los porcentajes varían para hacer posible la comparación de acuerdo a sus resultados.

Tabla 2. Cantidades en gramos y porcentajes indicados para cada prueba.

Prueba	NaOH, gramos	Silicato, gramos	Ceniza Volante, %	Polvo 2, %	Cemento Portland, %
1	0	0	0	0	100
2	60	60	75	25	0
3	60	40	75	25	0
4	40	60	75	25	0
5	40	40	50	50	0

El proceso metodológico fue realizado en distintas partes o pasos secuenciales como se puede observar en la Figura 1 mostrada.

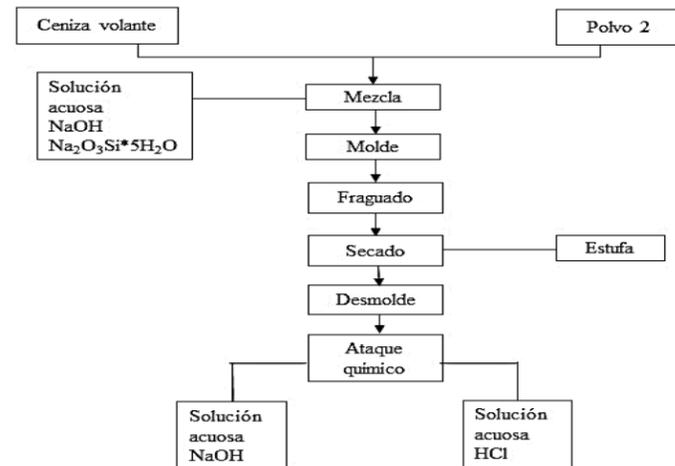


Figura 1. Diseño metodológico para la obtención de las muestras.

Se hizo una prueba de cemento portland para ser utilizada como referencia.

Para las pruebas 2, 3, 4 y 5 se realizaron 2 muestras extras, por lo tanto en total se fabricaron 13 muestras.

Paso 1. Como primera parte del diseño metodológico para la realización de las soluciones se coloca un vaso de precipitado en baño maría con agua fría:

a) Se pesaron los gramos respectivos de NaOH. Se depositaron en un vaso de precipitado con 500 ml de agua. Una vez disuelto todo el NaOH se agrega poco a poco los gramos de silicato de sodio, para disolver mejor calentamos sobre una parrilla calefactora con agitación a aproximadamente 50°.

b) Siguiendo el diseño de pruebas se hicieron 5 soluciones distintas, variando en las cantidades de NaOH y silicato, respectivamente.

Paso 2. Como siguiente parte se pesan los porcentajes (según el número de prueba) de la ceniza volante y el polvo 2 en la balanza. El 100% representa un total de 50 g. Se vacían a vasos de precipitado.

a) Se puso solución (la indicada a cada número de prueba del paso 1) en una probeta graduada, para poder medir el volumen de solución que se usa.

b) Se agregó poco a poco la solución al vaso de precipitado que contiene el o los polvos, mezclando con agitador o espátula, hasta la formación de una pasta homogénea media espesa.

La prueba de cemento portland fue mezclada únicamente con agua, no se utilizó ninguna solución.

Se dejaron fraguar en el molde. Después para retirar la humedad restante contenida dentro de las muestras fueron introducidas a una estufa de secado a 60° C, como muestra la Tabla 3 los días de cada tipo de secado para cada número de prueba, los tiempos variaron.

Tabla 3. Días de secado para cada número de prueba.

Prueba	1	2 I	2 II	2 III	3 I	3 II	3 III	4 I	4 II	4 III	5 I	5 II	5 III
Secado													
Fraguado al aire libre	15	15	4	4	15	4	4	15	4	4	15	4	4
Secado en horno	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Posteriormente, terminado su secado en horno las muestras con números romanos II fueron sometidas a ataque químico en 250 ml en una solución acuosa de NaOH cada una. Las muestras con números romanos III fueron sometidas a ataque químico en 250 ml en una solución acuosa de HCl cada una.

Para formar la solución de NaOH se le agregó 1 g. de este reactivo a 250 ml de agua. Para la de HCl se añadió 1 ml de este ácido en 250 ml de agua. Así se prepararon todas las soluciones para cada muestra. Se mantuvieron sumergidas durante 3 días.

La muestra de cemento portland no fue sometida a ataque químico.

Después de ser sacadas de las soluciones se midieron, pesaron y lijaron dejando las superficies lisas. Finalmente fueron sometidas a ensayo de compresión.

RESULTADOS

La Figura 2 muestra una fotografía de la probeta colocada en el equipo de ensayos a la compresión.



Figura 2. Fotografía de la probeta colocada en la máquina de ensayos de compresión.

La Tabla 4 muestra los datos de las probetas que se sometieron al ensayo de compresión, a una velocidad de 1.2 mm/min, carga máxima 25000 N. Incluida la probeta hecha de cemento portland, a manera de referencia.

Tabla 4. Medidas de las probetas sometidas al ensayo de compresión y fuerza máxima soportada.

probeta:	ALTURA	DIAMETRO MENOR	DIAMETRO MAYOR	FUERZA MAXIMA de compresión
	(mm)	(mm)	(mm)	(N)
PRUEBA 3	20.33	49.27	53.58	14003.93
PRUEBA 5	19.77	48.95	52.92	10256.75
PRUEBA 7	21.01	48.68	53.71	9702.14
PRUEBA 10	16.61	48.07	50.31	20989.89
PRUEBA 3 NaOH	19.18	48.87	52.72	8958.42
PRUEBA 5 NaOH	18.51	48.53	52.57	9849.98
PRUEBA 7 NaOH	18.98	48.65	53.02	7596.8
PRUEBA 10 NaOH	14.76	48.1	50.32	17663.05
PRUEBA 3 HCl	19.34	49.26	53.24	8709.79
PRUEBA 5 HCl	19.81	48.15	52.86	8167.65
PRUEBA 7 HCl	18.8	48.89	52.94	7100.31
PRUEBA 10 HCl	15.83	48.69	52.15	13555.78
CEMENTO PORTLAND	12.76	48.48	50.06	20976.24

En tanto que la Figura 3 muestra los resultados obtenidos para la carga máxima (dada por la fuerza en N, por cm cuadrado) que soportan las probetas en función de la relación de reactivos precursores utilizados, NaOH y NaSiO₂. De los resultados mostrados en esta figura se puede observar que la carga máxima promedio se obtiene cuando se utiliza una relación de NaSiO₂/NaOH igual a 1, es decir, cantidades iguales de estos reactivos; a menor o mayor proporción de estos componentes, la carga máxima que soportan las probetas es menor.

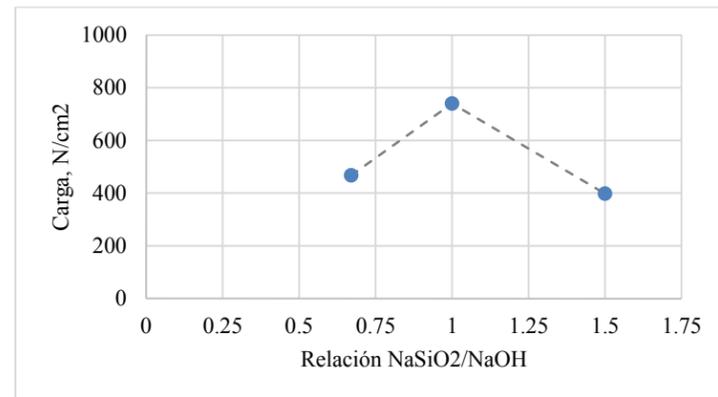


Figura 3. Efecto de la relación NaSiO₂/NaOH utilizada en la fabricación de las probetas, en la carga máxima promedio.

La Figura 4 muestra el efecto del porcentaje de ceniza empleado para fabricar las probetas a base de ceniza volante y polvo de colector, sobre la carga máxima promedio. Se observa que la resistencia es mayor cuando se utiliza mayor cantidad de ceniza, por arriba del 75 %.

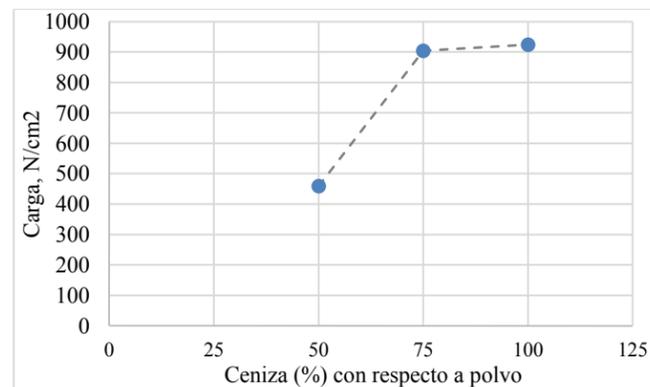


Figura 4. Efecto del porcentaje de ceniza en la mezcla ceniza: polvo, sobre la carga máxima promedio.

Finalmente, la Figura 5 muestra el efecto del tratamiento en soluciones alcalinas y ácidas. Se puede observar que las probetas sin tratamiento presentan una mayor carga que las tratadas con NaOH y HCl, siendo la resistencia sin tratamiento > tratadas con álcali > tratadas con ácido.

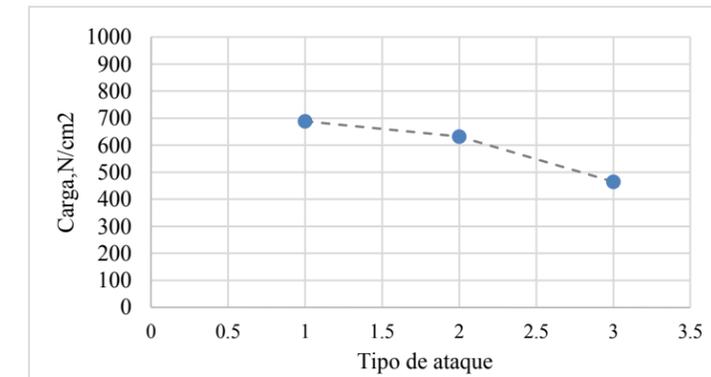


Figura 5. Efecto del tratamiento de solución sobre la carga máxima promedio.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican que el geopolímero fabricado con residuos industriales (cenizas volantes y polvos de colector) puede presentar una resistencia a la compresión similar a la del cemento Portland, dependiendo de la relación de reactivos (NaOH/NaSiO₂) y de componentes (Ceniza/Polvo). Por lo cual es importante conocer a fondo las reacciones de geopolimerización que ocurren durante el proceso de formación de estos geopolímeros para obtener los parámetros más óptimos de la obtención de los mismos. También los resultados muestran que las probetas, al ser sometidas en soluciones alcalinas o ácidas, pierden su resistencia, por lo que es importante seguir estudiando este aspecto.

BIBLIOGRAFIA

- Castro, D. (2010). "Obtención y caracterización de geopolímeros, sintetizados a partir de ceniza volante y piedra pómez, utilizados para el desarrollo y mejoramiento del concreto." pp. 18-27. Consultada en <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/389/2/134788.pdf> (fecha de consulta 01-06-2016).
- Molina, O. (2008). "La influencia de las cenizas volantes como sustituto parcial del cemento Portland en la durabilidad del hormigón." pp. 1,1-2,2. Consultada en <http://oa.upm.es/1139/> (fecha de consulta 01-06-2016)
- Santaella, L. E. (2001). "Caracterización física química y mineralógica de las cenizas volantes", No. 10, pp. 47-62. Consultado en <http://www.umng.edu.co> (fecha de consulta 01-06-2016).

DETERMINAR LAS TIC'S UTILIZADAS EN LAS MIPYMES DE CIUDAD FRONTERA

Cecilia Peña Villanueva¹ y Norma Araceli Aguilar Covarrubias²

RESUMEN

En el presente documento se muestran a continuación los resultados obtenidos sobre la situación actual de las MiPYMES de la Ciudad de Frontera en relación con la aplicación de las TIC's en cada una de las empresas, en la cual se realizó una investigación de campo por medio de encuestas en la ciudad mencionada y aplicadas por los alumnos del Instituto Tecnológico de Monclova, en donde la información que se obtuvo se utilizó para plantear mejoras a los negocios; tanto servicios (capacitación, consultoría y asesoría) como capital humano (residentes, practicantes y empleados). Este proyecto tiene una gran importancia principalmente para los propietarios de sus negocios; y así apoyar las decisiones estratégicas de acuerdo con las necesidades de las mismas, y con ello eleven su competitividad y su posible corporación a mercados globales.

ABSTRACT

In this paper the results on the current situation of PYMES City the Frontera in connection with the application of TIC's in each of the companies, in which a field investigation was conducted by below through surveys in the city mentioned and applied by students of the Technological Institute of Monclova, where the information obtained was used to bring improvements to business; both services (training, consulting and advisory services) and human capital (residents, interns and employees). This project is very important mainly for business owners; and thus supports the strategic decisions according to the needs of the same, and thus raises their competitiveness and potential corporation to global markets.

Palabras Clave: Tecnología, negocio, conocimiento y mejora, MiPymes.

INTRODUCCIÓN

Para que una empresa sea exitosa debe innovar y utilizar la tecnología, ya que estos distintivos la ayudarán a ganar permanencia, aunque sea en medio de una crisis económica como la actual. Además de la innovación, que genera valor agregado en los productos o servicios y diferencia de la competencia, integrar la tecnología es fundamental para minimizar el riesgo de fracaso; la tecnología permite no sólo sistematizar procesos, sino establecer monitoreo y tener un manejo más eficiente de los recursos. Actualmente sólo 50% de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas mexicanas usan equipos de cómputo, ya sea por desconocimiento o porque los precios son prohibitivos. Por esta y muchas otras razones es importante que estos negocios conozcan los avances de la tecnología que ayudaran a mejorarla.

Objetivo General: Conocer la situación actual de las MiPyMes de la Región Centro de Coahuila en relación con la aplicación de las TIC's en su empresa.

¹ Instituto Tecnológico Superior de Monclova Ejercito Mexicano, Ingeniería en Gestión Empresarial, Carretera 57 Km 4.5 Lecho del Río Monclova, Col. Unidad Tecnológica y Universitaria, 25701 Monclova Coahuila, parazezy_16@hotmail.com

² Instituto Tecnológico Superior de Monclova Ejercito Mexicano, Academia de Ingeniería en Informática, Carretera 57 Km 4.5 Lecho del Río Monclova, Col. Unidad Tecnológica y Universitaria, 25701 Monclova Coahuila, araceli.aguilar.covarrubias@gmail.com

MARCO TEORICO

Desde hace más de veinte años, las economías nacionales han venido construyendo un modelo de competitividad basado en el uso intensivo de la internet y otras tecnologías sustentadas en la informática, así como en el incremento en los procesos de internacionalización de las empresas y las relaciones comerciales entre los países, producidas por la caída de la barreras al comercio y la reducción significativa en los costos de transporte. De acuerdo con Jorgenson, el uso de las TIC implica la adquisición, tratamiento, almacenamiento, comunicación, despliegue y uso de la información usando diversas tecnologías.

Las conocidas pequeñas y medianas empresas (PYMES) se han convertido en importantes partes de la economía tanto de nuestro país y del mundo. Actualmente la tecnología ha resultado ser vital para las PYMES, debe ser una herramienta integrada en los procesos de estas organizaciones. Es un catalizador de innovación y transformación en las empresas.

El aumento de la competitividad y los constantes cambios en el entorno dificultan la planeación estratégica de las compañías. Para que esto mejore se deben crear estructuras de capacidad de respuesta, resistencia ante los cambios, en sí una integración de la tecnología. Algunas de las causas porque las pequeñas y medianas empresas necesitan de nuevas tecnologías y sistemas de información son debidas a los constantes desafíos en el mercado y la competencia.

Algunos factores como la habilidad de nuevas compañías para entrar al mercado, habilidad de los proveedores para ejercer presión sobre los costos de los competidores, habilidad de alternativas para presionar al mercado y la actividad competitiva de las demás compañías en combinación con tecnología y globalización producen importantes cambios en los negocios.

En lo que respecta a las micro, pequeñas y mediana empresas, es justo reconocerlo, que pese a su problemática, constituyen un factor importante para el crecimiento y desarrollo económico de México, ya que en el existen 2'899,196 microempresas, 101,003 pequeñas y 27,319 medianas empresas, en comparación con las 19,996 grandes empresas registradas en los censos económicos.

Los micro, pequeños y medianos empresarios representan el eslabón más frágil en la cadena productiva y de servicios, debido principalmente a que carecen, por lo general de sistemas de planeación, organización, administración y control eficientes, así como de tecnologías propias para la gestión y desarrollo de sus actividades productivas.

México cuenta con una ventaja competitiva en este sector, al tener una base sólida de micro, pequeñas y medianas empresas, con un alto potencial para la inversión y el fortalecimiento de la presencia de productos mexicanos dentro y fuera del país. Sólo el 33 por ciento de las 3.4 millones de las Pymes invierte US\$126 en promedio anual en tecnología, ya sea por necesidad o por conciencia de que es una herramienta que incrementa la productividad.

Este sector aún está lejos de países como Estados Unidos y Japón, que destinan al menos US\$400 en su área de tecnología. Mientras que Rusia y China inyecta en este concepto entre US\$136 y 134 anuales.

No obstante, las Pymes mexicanas rebasan a las pequeñas empresas de la India, que gastan US\$55 por año en la adquisición de tecnología. El mayor avance en tecnología aplicada a la empresa se ha dado dentro del software de Planificación de Recursos Empresariales (ERP), cuyo uso ha crecido 25% en el último año. Actualmente el 35% de las Pymes mexicanas usan estos sistemas.

La reducción de costos es otro proceso que también se beneficia bajo este esquema: al mejorar la administración, los procesos son más eficientes y productivos, lo que eleva las ganancias y minimiza las pérdidas al incrementar los ahorros en la organización.

Nueve de cada 10 empresas consideran positivo el impacto de las Tecnologías de Información y Comunicación (TiC's) sobre su productividad, considerando que la tecnología es soporte de la innovación.

La revolución de la información está afectando la competencia desde tres aspectos:

- Cambia la estructura de la industria y altera las reglas de la competencia.
- Crea ventajas competitivas, otorgando a las empresas nuevas formas de vencer a sus rivales.
- Crea nuevos negocios dentro de los existentes, frecuentemente dentro de las propias operaciones de la compañía.

Lo anterior nos permite visualizar la importancia de las TIC en las organizaciones, dado que tales tecnologías no solo afectan la forma como se realizan las actividades individuales, sino que también mediante nuevos flujos de información han mejorado de modo significativo la habilidad de explotación de los enlaces entre las actividades dentro y fuera de la organización.

Las vías por las cuales las TIC ayudan a mejorar el desempeño en las empresas son cuatro:

- Automatización.
- Accesibilidad a la información.
- Costos de transacción
- Procesos de aprendizaje.

Factores asociados con la adopción de TIC.

Dentro de las limitaciones más comunes que se presentan para la adopción de las TIC por parte de la MIPyME mexicana se encuentra la cultura prevaleciente, la cual no visualiza su impacto y beneficios. Esto es así probablemente debido a que se cree que la adopción de las TIC representa una inversión importante y que los beneficios se obtendrán a largo plazo.

MÉTODOS Y MATERIALES

En el presente documento se realizó la aplicación de encuestas de la siguiente manera:

- En la primera fase, se entregaron las encuestas a cada alumna junto con el gafete para poder identificarnos con el entrevistado. Aplicándose en la Cd. De Frontera.
- En la segunda fase, en donde una parte de las preguntas están dirigidas al propietario o empleado para así saber que tantas herramientas utilizan en sus negocios, por ejemplo si contaban con pc de escritorio, laptop, teléfono, internet, si realizan facturación electrónica y que software utilizan, que tipo de sistema operativo tienen sus computadoras, etc. Y al final se preguntaba la última pregunta y más importante, que era saber si consideraba el Tecnológico podía apoyarlo para mejorar su empresa. Y la otra parte de la encuesta lo contesta uno mismo; que es una serie de preguntas contestadas por medio de la observación como por ejemplo si se tenía nombre visible el negocio, un logotipo visible, si tenía en su marca con ®MR, si se tenía estacionamientos y cuantos cajones, si tenían presencia en internet (página web, Facebook, twitter, google plus, linkeln, instagram), si tenían la seguridad necesaria de su negocio (alarmas, cámaras, cortinas, protecciones, guardia y puerta de seguridad), y anotar su ubicación por medio del software de GPS.
- En la tercera fase, ya terminado de aplicar todas las encuestas asignadas a cada una de las alumnas, se vaciaron los datos al programa de Microsoft Excel, en donde se desarrolló la información por medio de gráficas.

Los materiales que se utilizaron para este proyecto son:

- Un portapapeles.
- Pluma.
- Un gafete para identificarse.
- Un software de GPS para la ubicación del negocio.

RESULTADOS

A continuación se muestran los datos obtenidos de las encuestas aplicadas en Cd. Frontera, representadas por graficas de la siguiente manera:

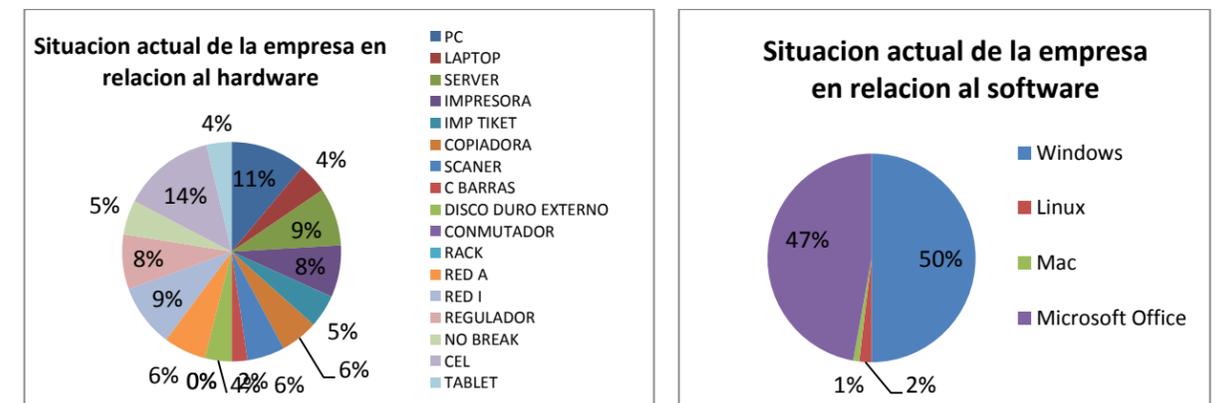


Gráfica 1. Porcentajes de los servicios generales de las empresas.

Gráfica 2. Porcentajes de facturación utilizada.

En la anterior grafica se puede observar que en los negocios del 100% un 41% utilizan la luz eléctrica, 31% utiliza teléfono y solo el 28% utiliza el internet. No todos los negocios tienen los servicios indispensables que se deberían tenerlos para así brindar un mejor servicio al cliente, como por ejemplo el internet y el teléfono, esto dificulta para el cliente el poder contactarse al negocio, por si en algún momento el cliente requiere saber alguna información o duda que tenga.

En la gráfica anterior se puede observar que solo el 55% del 100% de los negocios utilizan la facturación electrónica, ya que este se puede tener grandes beneficios; con este tipo de sistemas de facturación es más sencillo y rápido, generando comprobantes electrónicos para ser enviados a sus clientes en cuestión de segundos, cuando en realidad estos procedimientos podían tardar varios días.



Gráfica 3. Porcentajes de la empresa en relación al hardware.

Gráfica 4. Porcentajes de la empresa en relación al software.

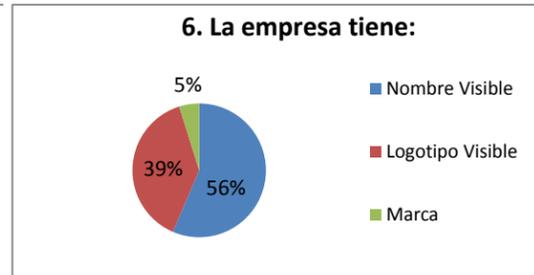
En esta grafica se mencionan los siguientes porcentajes de la situación en la que se encuentran las empresas actualmente en relación al hardware; en donde estos pequeños porcentajes nos muestran lo poco que utilizan estas herramientas en sus establecimientos, mostrándose el porcentaje más alto que es el celular con un 14% y terminando con las cantidades más bajas con 0% del conmutador y del rack.

Los datos anteriores muestran los porcentajes, sobre cuales software utilizan más y si utilizan Microsoft office. Con un 50% Windows es el software más utilizado en los pc de escritorio de los negocios, mucho más que Linux y Mac; con un 47% del 100% utilizan los establecimientos el programa de Microsoft.



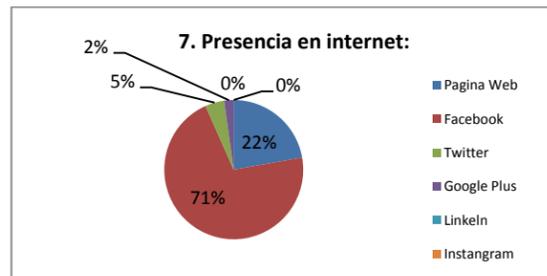
Gráfica 5. Porcentajes si desean apoyo

En la gráfica anterior se muestran los datos obtenidos, en las que con un 57% las personas consideran que el Tecnológico de Monclova puede apoyar para mejorar su establecimiento, proporcionando más conocimiento a los propietarios y empleados.



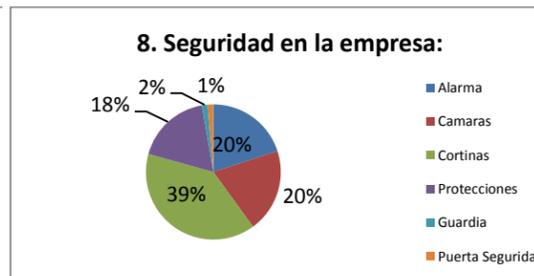
Gráfica 6. Porcentajes

En la gráfica anterior se puede observar el porcentaje de la empresa en la cual el 56% de los negocios si muestran sus títulos comerciales junto con sus logotipos correspondientes. Solo el 5% de estos tienen registrada su marca.



Gráfica 7. Porcentajes de páginas de internet más utilizadas por los propietarios.

En la gráfica anterior se muestra las páginas más frecuentes que utilizan los propietarios para dar a conocer su negocio, en la cual con un 71% utilizan la página de Facebook, mostrando promociones o incluso estableciendo un contacto en línea con el cliente para alguna duda o información que requiera saber.



Gráfica 8. Porcentajes de seguridad de la empresa más frecuentes.

En la gráfica 8, se puede observar las herramientas de seguridad más utilizadas por los establecimientos en donde un 39% usan las cortinas de lámina, con un 20% cámaras, otro 20% usan alarma, un 18% protecciones, un 2% contratan un guardia y solo 1% de los negocios tienen puertas de seguridad.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos por medio de las gráficas; como la situación actual que las MiPYMES de Cd. Frontera se encuentran; en las primeras gráficas, casi todos los establecimientos cuentan con los servicios generales (como luz, teléfono e internet), ya que estos servicios son necesarios para así brindar un mejor servicio a los clientes, al igual que la facturación electrónica la mayor parte de los propietarios lo realizan ya que este tiene grandes beneficios para ellos como son el ahorro económico, así los negocios no tienen que gastar en papel, sellos, impresiones, envíos, etc., otro beneficio es el reducir el tiempo de envío, ya que no solo tardara ciertos días en llegar la factura si no que será en cuestión de segundos, ayudando a mejorar la gestión del establecimiento, por eso es importante que los negocios tengan internet y cuenten con el equipo necesario como es una laptop o un pc de escritorio. Los porcentajes de las herramientas del hardware utilizadas por los establecimientos son muy bajos, no todos estos tienen un suficiente ingreso para comprarlo o simplemente se sienten cómodos como se encuentran,

muy pocas personas no tienen computadoras, laptop, algún tipo de impresora, lector de códigos de barras, algún teléfono (ya que esta herramienta es importante para que los clientes o proveedores puedan tener contacto con los propietarios o empleados), tabletas e incluso algunos no tienen celular, prácticamente están des comunicados. Para las MiPYMES que cuentan con suficiente equipo como computadoras o laptop, la mayoría de estos manejan los sistemas operativos de Windows y utilizan mucho Microsoft Office, para así realizar todo su trabajo y mantener guardada información importante.

Más de la mitad de las personas mencionaron que si consideraban la ayuda que les brinda el Instituto Tecnológico de Monclova como se había mencionado con anterioridad, los servicios que se brindan son capacitación, consultoría y asesoría, así como también reclutamiento de capital humano como son residentes, practicantes y empleados; ayudando a cada propietario y empleado a brindar ese conocimiento de los avances que se tienen hoy en día, para así mejorar e innovar el negocio. No todos los negocios tienen presencia en internet; este sería una gran estrategia que los propietarios la utilicen ya que el consumidor está demandando nuevas funcionalidades y mayores opciones en el comercio electrónico, por esa razón las computadoras, celulares, televisiones y videojuegos tienen conectividad.

BIBLIOGRAFIA

Libros

La influencia de las TICs en el rendimiento de la PyME de Aguascalientes Investigación y Ciencia. Investigación y Ciencia Maldonado Guzmán, Gonzalo; Martínez Serna, María del Carmen; García Pérez de Lema, Domingo; Aguilera Enríquez, Luis; González Adame, Martha. (Abril 2010), 18, 57-65.

Administración de pequeñas empresas. Anzola, S. (2003): México: McGraw-Hill ISSN 1696-8352.

La capacitación gerencial en las pequeñas y medianas industrias Zulianas. Revista de Ciencias Sociales Acosta, A., Villegas, E. y Mavárez, E. (2004), ISBN: 10 (3) 441-448.

Nivel de integración de las TICs en las MIPYMES: un análisis cualitativo. Ríos, M., Toledo, J., Campos, O. y Alejos, A. (2009). *Panorama Administrativo Journal*, 3(6), 157-179.

ADSORCIÓN DE CIANURO A PARTIR DE CARBONES ACTIVADOS

Jesús Eduardo Picazo González¹ y Leonor Muñoz Ramírez²

RESUMEN

En el presente se establece una relación entre el contacto de 6 diferentes carbones activados (Carbón cascara de coco, Carbón bituminoso, carbón cascara tamarindo, carbón cascara tamarindo activado con ácido fosfórico, cascara de tamarindo activado con Hidróxido de amonio y carbón de bambú.) y el cianuro donde se hace presente la adsorción debido a la gran capacidad que tiene por naturaleza un carbón activado.

Debido a la preocupación por los graves problemas que existen en las plantas que llevan a cabo procesos industriales de extracción y recuperación de oro por cianuración provocando una contaminación ambiental a suelos por la descarga de efluentes líquidos de la industria minero-metalúrgica.

El presente trabajo expone los resultados de los comportamientos que existe entre un carbón activado (el cual ha demostrado ser un efectivo para adsorber los contaminantes ya sean orgánicos o inorgánicos disueltos en medios acuosos o simplemente en el medio ambiente) y el cianuro aplicándolo en una serie de concentraciones mediante el método APHA-AWWA 4500-CN D que consiste en la titulación del cianuro extraído con nitrato de plata. El cual con el análisis cuantitativo se pudo concluir en diversos aspectos de interés.

ABSTRACT

The paper presents the relationship between 6 different activated carbons (tamarind, tamarind activated with ammonium hydroxide and another with phosphoric acid, bituminous, bamboo, coconut and so on.) and cyanide where the adsorption occurs due to the capacity of the carbons which were used in this time.

There are a lot of problems in the world occasioned by companies that are dedicated to the extraction and recovery of gold and as everybody knows to this process is necessary to use cyanide which is an important contaminant of soil and pollution where this kind of process occurs.

In this paper is exposed the results and what was concluded evaluated by different tests and studies (e.g. APHA-AWWA 4500-CN method).

Palabras claves: Cianuración. Carbón activado. Adsorción. Industria minero- metalúrgica.

¹ Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Carretera 57 Km 5, Los Bosques, C.P. 25710 Monclova, Coah. picazo.22@hotmail.com

² Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Carretera 57 Km 5, Los Bosques, C.P. 25710 Monclova, Coah. leonorm68@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

Carbones activados

Un carbón activado está compuesto de materia orgánica carbonácea y de materia inerte, llamada ceniza que se ha incrementado en el campo de la hidrometalurgia para la recuperación de materiales preciosos tales como el oro y plata desde soluciones cianuradas por su gran elevada área superficial y por su distribución de tamaño de poro que proporciona facilidad al momento de la adsorción. (R. Merello y G. Zárate, *Minerales* 42, 1985)

El carbón es producto de la descomposición de una gran variedad de vegetales terrestres, hoja, maderas, cortezas, y esporas, gracias a la acción de bacterias anaerobias con el tiempo produce un enriquecimiento de carbono.

Clasificación de carbones activados

Existen diversos tipos de carbones que se clasifican de acuerdo al tamaño de las partículas, pudiendo ser carbón activado en polvo, carbón activado granular. A continuación se presentan la siguiente tabla con diferentes subclasificaciones respectivamente:

Carbón activado en polvo:

- Polvo: Este tipo de carbón activado pasan por algún mecanismo para lograr el tamaño deseado es decir, talco de acuerdo a la escala de Mohs (Luna, 2007).

Carbón activado granular:

- Troceado (o sin forma): Se obtienen por molienda, tamizado y clasificación de briquetas de carbón o de trozos más grandes (Luna, 2007).
- Conformado (o con una forma específica, cilindros, discos, etc.): Se obtienen por peletización o por extrusión de carbón en polvo mezclado con distintos tipos de aglomerantes. (Luna, 2007).

Cabe mencionar que dentro de los carbones troceados se encuentran diferentes clasificaciones internas como son el lignito, hulla, antracita, carbón vegetal, donde este último es quizás el primer material utilizado por el hombre, y no solo para nivel domestico sino también nivel industrial.

Los factores importantes para la adsorción de un carbón activado son el tamaño de la superficie y la porosidad, ya que la distribución de tamaño de los poros es necesaria para llevarse a cabo el proceso con buena capacidad de efectividad. Los poros mencionados anteriormente son pequeñas cavidades en las partículas de carbón que mediante sus paredes internas asila agentes moleculares contenidos en fluidos que rodean las partículas logrando la separación de especies muy bien definidas molecularmente hablando. La clasificación de los poros se clasifica de acuerdo al diámetro de estos como se muestra a continuación en la *tabla 1*:

Tabla 1. Clasificación de los poros

<i>Clasificación de los poros</i>	<i>Descripción</i>
Microporos (menores a 2nm)	Tienen un tamaño adecuado para retener moléculas pequeñas como son los compuestos más volátiles, es decir, olores, sabores y solventes.
Mesoporos (entre 2 y 50 nm)	Son apropiados para moléculas intermedias con respecto al micro y el macro poro.

Macroporos (mayores a 50 nm, típicamente 200 a 2000nm)	Tienen la característica de retener moléculas grande como son las sustancias húmicas-ácidos, húmicos-fúlvicos, provenientes de la descomposición de materia orgánica.
--	---

Fuente: Luna 2007

Se ha investigado el uso potencial de diferentes carbones activados (ACS) por ejemplo, uno de ellos fueron preparados a partir de dátiles y ácido fosfórico con el propósito de eliminar fenol a partir de soluciones acuosas revelando que la adsorción de fenol variaba entre todos los carbones activados preparados, donde se concluyó que el que tuvo mayor adsorción tuvo relación con el pH, ya que se produjo a un pH de equilibrio de 3, sobre entendiéndose que la solución de pH 3 se describen mejor por los modelos de Redlich-Peterson, SIPS, y Langmuir. (Fahmi A. Abu Al-Rub, Julie Hamdi, Naser Hamdi, Hussein Allaboun, Mohamed Al Zarooni, and Moza Al-Sharyani).

Existen otros procesos que requieren temperaturas conocidas como carbonización, un ejemplo palpable es el CO₂ activado del tallo de eucalipto donde se obtiene a temperaturas de 400, 600 y 800°C. Etapa que fue desarrollada de carbonización por microporosidad incipiente. En dicho proceso se aumentará el volumen y ancho de los microporos debido a la temperatura, pero ningún efecto fue significativo cuando se llevaba a cabo el desarrollo mesoporosidad, sin embargo fue notado cuando los volúmenes de macroporos más bajos se obtuvieron en carbones activados debido a la carbonización a la temperatura más alta utilizada. (N. Tancredi, T. Cordero, J. Rodríguez-Mirasol & J. J. Rodríguez)

Descripción de los carbones utilizados

Se utilizaron diferentes tipos de carbones el cual son de origen vegetal obtenidos de desechos y/o bagazos según sea el caso. A continuación se presenta la descripción de cada uno de ellos:

1. Carbón cáscara de tamarindo: Es un carbón vegetal obtenido de desechos provenientes del tamarindo, el cual es llevado a un proceso llamado carbonización.
2. Carbón cáscara de tamarindo con hidróxido de amonio: Es un carbón vegetal obtenido de desechos provenientes del tamarindo, el cual es llevado a un proceso llamado carbonización siendo antes activado por la impregnación del hidróxido de amonio, lo que le cambia su selectividad en el momento de la aplicación.
3. Carbón cáscara de tamarindo ácido fosfórico: Es un carbón vegetal obtenido de desechos provenientes del tamarindo, el cual es llevado a un proceso llamado carbonización activado con una impregnación previa con ácido fosfórico el cual modifica acción en la aplicación.
4. Carbón de bambú: El carbón de bambú es el carbón vegetal a partir de plantas de bambú.
5. Carbón bituminoso: Carbón activado granular mineral bituminoso, de amplia gama de tamaños de poro y, por lo tanto, particularmente adecuado para el tratamiento terciario de aguas residuales y aguas superficiales de pozo, ríos, norias y lagos.
6. Carbón cáscara de coco: Está fabricado a partir del huesillo de cáscara de coco, es un material activado con vapor, por lo que no contiene agentes químicos que puedan contaminar o reaccionar con el medio donde sea utilizado, se caracterizan por tener una gran cantidad de micro a mesoporos (5nm-50 nm) adecuados para la eliminación de moléculas pequeñas, contiene un PH neutro, se puede fabricar en cualquier granulometría.

MÉTODOS Y MATERIALES

A continuación se presentan cada uno de los materiales, reactivos y equipos utilizados para el proceso de experimentación, el cual se presenta en la *tabla 2*.

Tabla 2. Material, reactivos y equipos utilizados para la experimentación

Material utilizado:	Reactivos utilizados:
<ul style="list-style-type: none"> • Buretas (25mL, 50 mL) • Matraz volumétrico de aforación de 10, 25, 50, 100 mL. • Pipetas 10 y 15 mL. • Probetas 10, 25, 50, 100, 250 mL • Soportes universales • Vasos de precipitados 10, 50, 100, 250, 500, 1000 mL • Agitadores magnéticos • Recipientes de vidrio color ámbar 50, 100, 1000 mL • Recipientes de plástico de 25, 50, 100, 500, 1000 mL • Matraz Erlenmeyer 50, 100, 250 mL • Cronómetros • Embudos • Filtros 	<ul style="list-style-type: none"> • Cianuro de sodio (NaCN), Jalmex pureza 95% • 5-[4-(dimethylamino benzyldine)]rhodanine (C₁₂H₁₂N₂OS₂), Aldrich 97% • Nitrato de plata (AgNO₃), Faga Lab • Agua desionizada, Fermont • Agua destilada <p>Equipos utilizados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Balanza analítica • Parrilla de agitación magnética <p>Carbones utilizados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CCC • C. Bit • Carbón cáscara de tamarindo • Carbón cáscara de tamarindo activado con ácido fosfórico • Carbón cáscara de tamarindo con hidróxido de amonio. • Carbón de bambú.

Fuente: Elaboración propia.

Determinación de cianuro libre

El cianuro libre se determina por titulación de nitrato de plata (AgNO₃) para formar un complejo soluble de cianuro de plata (Ag(CN)²⁻) que al formarse este complejo existe un exceso de plata, el cual es detectado por un indicador, cambiando la coloración de la solución, lo anterior está de acuerdo con el método APHA-AWWA 4500-CN D. La siguiente reacción explica lo que ocurre:



Se preparó una solución de AgNO₃ a 0.0038 M, donde se pesó 0.6522 gramos de AgNO₃ aforando a 1 L de agua desionizada, también se preparó una solución indicadora C₁₂H₁₂N₂SO₂ donde se pesó 0.02 gramos y se aforó a 100 mL de acetona.

Procedimiento del método utilizado

1. Se preparó la solución con anterioridad con un pH mayor a 11.
2. Se tomó 10 mL de la muestra problema, para poder estar dentro del análisis y límites establecidos por la curva de calibración.
3. Se colocó la alícuota en un vaso de precipitado y se añadió 3 gotas de la solución indicadora de C₁₂H₁₂N₂SO₂.
4. Se tituló la muestra con la solución de AgNO₃ a 0.0038 M.
5. Se detuvo la titulación en el momento que ocurrió la coloración, tomando lectura del volumen de AgNO₃ consumido.
6. Se realizaron cálculos correspondientes de acuerdo a la siguiente relación: 1 mL de AgNO₃ añadido = 20 mg/L de CN⁻.
7. Se realizaron correcciones por el factor de dilución utilizado y se graficó de acuerdo a los cálculos obtenidos anteriormente.

Preparación de los carbones después del experimento

Después del método anterior se recurrió a hacerle un lavado con agua destilada a los carbones para eliminarle los restos de cianuro que pudiese existir en ellos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se planteo un diseño de experimentos con los distintos adsorbentes al ponerlos en contacto con el cianuro de sodio, mostrando en la figura 1 que el mejor adsorbente de este toxico fue el carbón activado elaborado con bambú esto debido a que en sus superficie hay muchos sitios donde se puede anclar el ion cianuro.

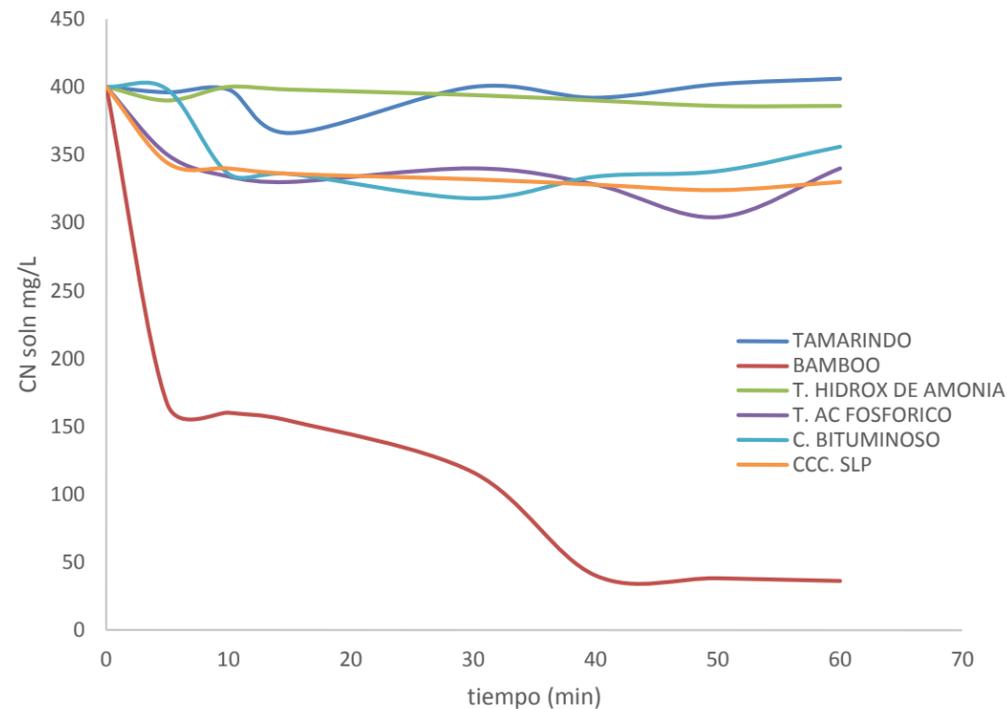


Figura 1. Grafica de 400 ppm de cianuro con distintos adsorbentes

En la figura 2. nos muestra la reacción de los adsorbentes a 600 ppm de cianuro dándose nuevamente que el mejor adsorbente es el carbón activado de bambú, según se reporta en la literatura este tiene ligaduras que no están apareadas y el ion ciano se atrae fácilmente y se liga a este.

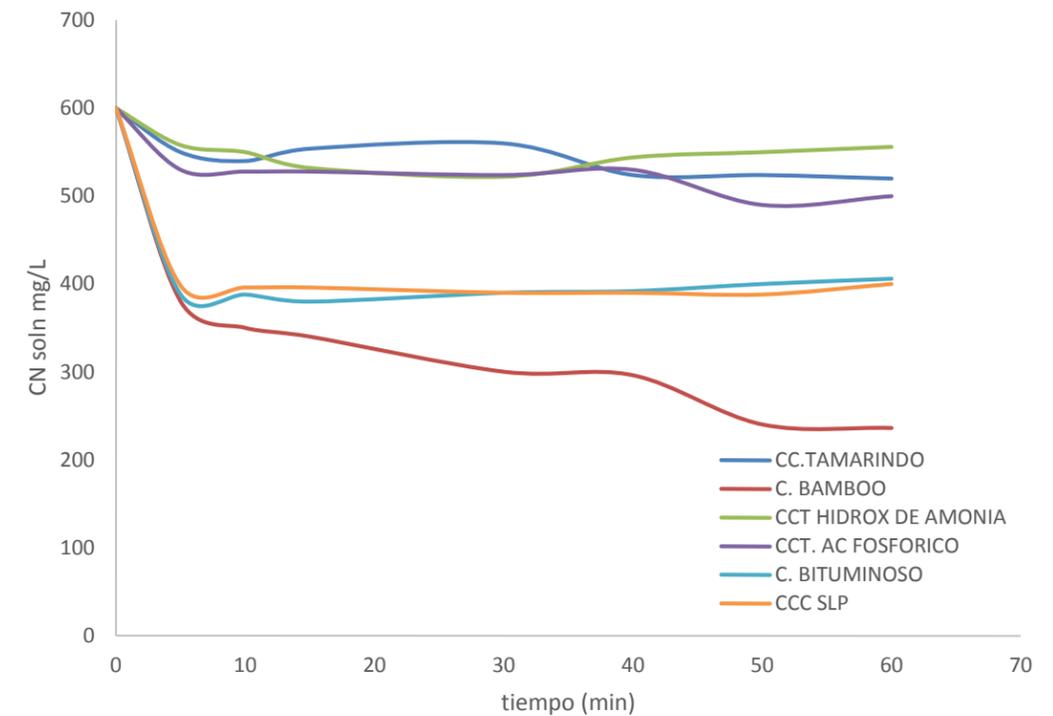


Figura 2.- Grafica de 600 ppm de cianuro con los distintos materiales utilizados en la investigación

CONCLUSIÓN

De acuerdo con los experimentos realizados, hay una disminución de la concentración de los iones de cianuro al poner en contacto carbón activado elaborado con bambú, esto es debido a que los iones de cianuro son absorbidos por dicho adsorbente, o el cianuro haya reaccionado con la superficie y formado complejos con otros metales que traiga el material.

Con relación al carbón activado hay mucha información de su comportamiento como adsorbente en contacto con el ion cianuro y con respecto a los otros materiales da la pauta para investigar su comportamiento como un material adsorbente.

BIBLIOGRAFÍA

1. CARBÓN ACTIVADO POR UN TALLO DE EUCALIPTO, INFLUENCIADA POR LA TEMPERATURA DE CARBONIZACIÓN. N. Tancredi, T. Cordero, J. Rodríguez-Mirasol & J. J. Rodríguez..
2. LA ADSORCIÓN DE FENOL EN DIFERENTES CARBONES ACTIVADOS PREPARADOS A PARTIR DE DÁTILES. Fahmi A. Abu Al-Rub, Julie Hamdi, Naser Hamdi, Hussein Allaboun, Mohamed Al Zarooni, and Moza Al-Sharyani.
3. CLASIFICACIÓN DE CARBÓN ACTIVADO, Luna, 2007.

AGRADECIMIENTOS

A los miembros del comité organizador del 18° verano de la ciencia de la región centro, por la aceptación de mi solicitud y brindarme la oportunidad de participar en este gran proyecto.

ALGORITMOS Y ESTRUCTURAS DE DATOS PARA RESOLVER PROBLEMAS GEOMÉTRICOS EN 2D

Jonathan Ramírez Anaya¹ y Ma. Elena Vázquez Huerta²

RESUMEN

La geometría computacional se ocupa del diseño y análisis de algoritmos para problemas geométricos. En ciencias de la computación, gráficas por computadora, diseño asistido por computadora, robótica, reconocimiento de patrones, investigación de operaciones y varios otros temas dan lugar a problemas que son intrínsecamente geométricos. En temas de geometría computacional se ha observado un creciente interés en la estructura geométrica denominada diagramas de Voronoi.

Una red inalámbrica de sensores (WSN Wireless Sensor Network) es una red auto configurable sin cables formada por dispositivos autónomos distribuidos espacialmente en una determinada área para monitorizar de forma cooperativa condiciones físicas o ambientales, como temperatura, sonido, vibraciones, presión, movimiento, polución, etc. en distintos lugares. Organizar la cooperación entre muchos nodos es una tarea compleja debido a las características y limitaciones de los nodos, esto se pueden simplificar en gran medida si se conoce la localización de cada nodo. Una de las características principales de una WSN es la cobertura de la red. Para estos procesos de cooperación es necesario el desarrollo de un algoritmo que permita ubicar el menor número de nodos en el área de estudio.

ABSTRACT

The Computational Geometry is concerned with the design and analysis of algorithms for geometric problems. In computer science, computer graphics, computer aided design, robotics, pattern recognition, operations research and several other items give rise to problems that are inherently geometric. In topics of Computational Geometry has observed an increasing interest in the geometrical structure called Voronoi diagrams.

A wireless network of sensors (WSN Wireless Sensor Network) is a self-configuring network without wires formed by spatially distributed autonomous devices in a given area to monitor in a cooperative way physical conditions or environment such as temperature, pressure, vibration, sound, movement, pollution, etc. in various places. Organizing cooperation between many nodes is a complex task due to the characteristics and limitations of the nodes, it can greatly simplify if you know the location of each node. One of the main features of a WSN is the coverage of the network. For these processes of cooperation is necessary to the development of an algorithm that allows to locate the least number of nodes in the study area.

Palabras Clave: Geometría computacional, redes de sensores, diagramas de Voronoi, Triangulaciones de Delaunay

INTRODUCCIÓN

El cálculo de la métrica de cobertura en redes de sensores se puede realizar diseñando e implementando un algoritmo óptimo en tiempo polinomial. Para ello, se combinan técnicas de geometría computacional, tales como los diagramas de Voronoi, y técnicas algorítmicas de teoría de grafos, tales como búsqueda binaria. El uso de diagramas de Voronoi transforma el problema geométrico continuo en un problema discreto gráfico. Además, permite aplicación directa de las técnicas de búsqueda en la representación gráfica resultante.

El cálculo distribuido de celdas de Voronoi en redes de sensores, es decir, calcular el lugar geométrico de los puntos en un campo de cobertura más cercana a un determinado sensor, es un bloque de construcción clave que

¹ Universidad Politécnica de Querétaro, Estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales: Carretera Estatal S/N, El Rosario, Municipio El Marqués Querétaro, C.P: 76240, 013013416@upq.edu.mx

² Universidad Politécnica de Querétaro, Profesor Investigador de Tiempo Completo del Programa Educativo de Ingeniería en Sistemas Computacionales. Carretera Estatal S/N, El Rosario, Municipio El Marqués Querétaro, C.P: 76240, elena.vazquez@upq.mx

admite un gran número de aplicaciones tanto en los planos de control y de datos. Por ejemplo, el conocimiento de las celdas de Voronoi facilita métodos eficientes para el cálculo de la pieza-wise aproximación de un campo, por la cual cada sensor actúa como representante del conjunto de puntos en su celda de Voronoi; conciencia de límites Voronoi y Voronoi vecinos también es útil para el equilibrio de carga y la conservación de la energía. Los métodos actualmente orientados hacia el cómputo distribuido de Voronoi en redes de sensores son aproximaciones heurístico que puede introducir inexactitudes significativas difíciles de cuantificar rigurosamente; nos demuestran que estos métodos pueden errar por un factor de 5 o más en algunos casos.

Los sensores han sido tradicionalmente elementos indispensables en los procesos industriales debido a la capacidad que proporcionaban de monitorizar y manipular las magnitudes físicas involucradas en los diferentes procesos productivos. La conectividad entre los sensores se realizaba mediante el uso de redes cableadas tradicionales. Actualmente los continuos avances tecnológicos han incentivado el desarrollo de dispositivos con capacidades de comunicación inalámbrica, dispuestos en cualquier localización, cada vez más pequeños, autónomos, más potentes y con un consumo de batería más eficiente; de ahí surge las redes de sensores inalámbricos (WSN, Wireless Sensor Network), que están compuestas por una serie de miles, incluso millones de sensores, llamados nodos, los cuales poseen capacidad de almacenamiento, procesamiento y energía limitada.

MARCO TEORICO

La geometría computacional se ocupa del diseño y análisis de algoritmos para problemas geométricos. En ciencias de la computación, gráficas por computadora, diseño asistido por computadora, robótica, reconocimiento de patrones, investigación de operaciones y varios otros temas dan lugar a problemas que son intrínsecamente geométricos. Esta es una razón por la cual la geometría computacional ha atraído gran interés en el campo de la investigación en la última década y a la fecha.

En temas de geometría computacional se ha observado un creciente interés en la estructura geométrica denominada diagramas de Voronoi. Esta tendencia se observa también en geometría y combinatoria en un considerable número de artículos en revistas de ciencias naturales que tratan los diagramas de Voronoi desde diferentes puntos de vista y considerando diferentes aplicaciones.

Dado un número determinado de puntos en el plano, los diagramas de Voronoi divide el plano en función de la regla del vecino más cercano que dice que cada punto está asociado con la región del plano más cercano a él. Esto se puede observar en la figura 1

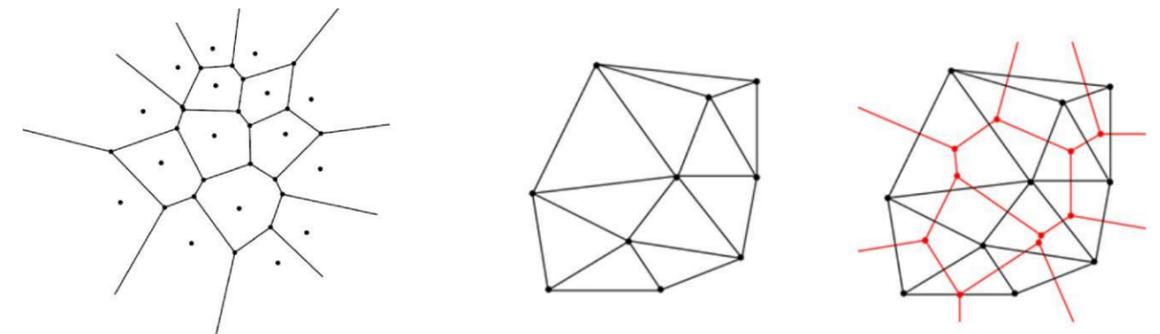


Figura 1. Diagrama de Voronoi para ocho puntos en el plano **Figura 2. Dualidad de Diagrama de Voronoi y triangulaciones de Delaunay**

La importancia del estudio está dada por tres razones importantes: en primer lugar, los diagramas de Voronoi se presentan en la naturaleza en diversas situaciones. De hecho, varios procesos naturales se pueden utilizar para definir clases particulares de diagramas de Voronoi. En segundo lugar, los diagramas de Voronoi tienen interesantes y sorprendentes propiedades matemáticas; por ejemplo, están relacionados con numerosas y conocidas estructuras geométricas. Esto ha llevado a varios autores a pensar que los diagramas de Voronoi es una de las principales estructuras fundamentales definidas sobre un conjunto discreto de puntos en un plano. Por

último, los diagramas de Voronoi han demostrado ser una poderosa herramienta para resolver problemas computacionales, aparentemente no relacionados entre sí y, por tanto, tienen cada vez más la atención de científicos de la computación en los últimos años.

De la mano con los diagramas de Voronoi está el análisis de otras estructuras relacionadas, como la triangulación de Delaunay. Las triangulaciones de Delaunay contienen una línea recta que conecta dos puntos en el plano si y sólo si su región de Voronoi comparten un borde. La estructura fue presentada por Voronoi para los sitios que forman un enrejado y Delaunay extendió esta investigación para sitios irregulares por medio del método de los círculos vacíos que establece que se consideren todos los triángulos formados por los sitios tales que la circunferencia de cada triángulo está vacía para otros sitios. El conjunto de los bordes de estos triángulos genera la triangulación de Delaunay.

La triangulación de Delaunay es un grafo de líneas rectas dual al Diagrama de Voronoi. Cada triángulo se corresponde con un vértice del diagrama, que además se corresponde con el circuncentro del triángulo. Cada arista de la triangulación puede calcularse a partir de una arista de Voronoi, ya que son perpendiculares entre sí y viceversa, ya que, si en cada circuncentro de cada triángulo de la triangulación de Delaunay se coloca un vértice entre cada par de nuevos vértices que estuvieran entre triángulos vecinos, se trazan aristas coincidentes con la mediatriz, entonces tendríamos el diagrama de Voronoi del conjunto inicial de puntos. En la figura 2 se puede observar que los bordes de Delaunay son ortogonales a sus correspondientes bordes de Voronoi pero no necesariamente se entrecruzan y que el límite del polígono convexo de los sitios consta de bordes de Delaunay.

En una red de sensores, cada sensor inalámbrico tiene una potencia máxima de transmisión, de modo que puede enviar señales a todos los sensores dentro de su rango de transmisión. Si un sensor v no está dentro del rango de transmisión del remitente u , los sensores u y v se comunican a través de saltos a través de los otros sensores intermedios.

Una red de sensores normalmente se compone de un gran número de pequeños sistemas alimentados con baterías o motes distribuido en una amplia zona, comunicándose en un rango de baja potencia y corto alcance. Estas motas son a menudo conocen su propia ubicación ya sea mediante GPS o a través de una variedad de técnicas de inferencia. Pueden realizar una variedad de mediciones de su medio ambiente y su capacidad colectiva puede ser bastante importante cuando hay muchos nodos de la red.

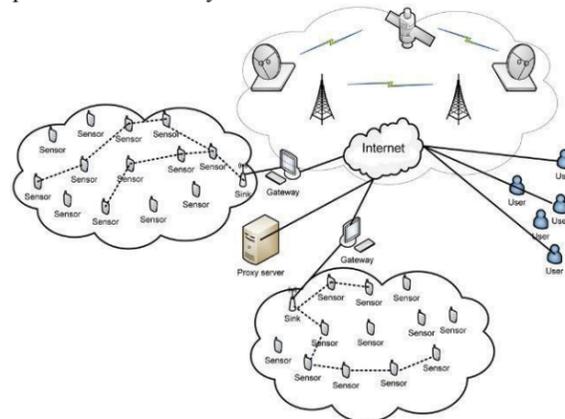


Figura 3. Una red inalámbrica de sensores

WSN es un grupo de nodos de sensores inalámbricos de bajo costo, de baja potencia, multifuncionales y de pequeño tamaño, que funcionan juntos para detectar el medio ambiente, realizar procesamiento de datos simple y comunicarse de forma inalámbrica a corta distancia.

Los nodos actúan como elementos de la infraestructura de comunicaciones al reenviar los mensajes transmitidos por nodos más lejanos hacia al centro de coordinación. La red de sensores inalámbricos está formada por numerosos dispositivos distribuidos espacialmente, que utilizan sensores para controlar diversas condiciones en distintos puntos, entre ellas la temperatura, el sonido, la vibración, la presión y movimiento o los contaminantes. Los sensores pueden ser fijos o móviles. Los dispositivos son unidades autónomas que constan de un microcontrolador, una fuente de energía (casi siempre una batería), un radiotransceptor (RF) y un elemento sensor.

Debido a las limitaciones de la vida de la batería, los nodos se construyen teniendo presente la conservación de la energía, y generalmente pasan mucho tiempo en modo 'durmiendo' (sleep) de bajo consumo de potencia.

Las WSN tienen capacidad de autoreparación, es decir, si se avería un nodo, la red encontrará nuevas vías para encaminar los paquetes de datos. De esta forma, la red sobrevivirá en su conjunto, aunque haya nodos individuales que pierdan potencia o se destruyan. Las capacidades de autodiagnóstico, autoconfiguración, autoorganización, autoreparación y reparación, son propiedades que se han desarrollado para este tipo de redes para solventar problemas que no eran posibles con otras tecnologías.

Las redes de sensores se caracterizan por ser redes desatendidas (sin intervención humana), con alta probabilidad de fallo (en los nodos, en la topología), habitualmente construidas ad hoc para resolver un problema muy concreto (es decir, para ejecutar una única aplicación).

Cada sensor de la red inalámbrica también actúa como un router, el reenvío de los paquetes de datos a otros sensores. Se supone que cada sensor inalámbrico estático conoce su información de posición a través de un bajo consumo de energía del sistema de Posición Global (GPS). Si el GPS no está disponible, la distancia entre sensores vecinos puede estimarse sobre la base de la potencia de la señal entrante. Las coordenadas relativas de sensores vecinos pueden obtenerse mediante el intercambio de dicha información entre los vecinos. Por motivos de simplicidad, también se supone que todos los sensores inalámbricos tienen el mismo rango de transmisión máximo y se normalizan a una unidad. Por consiguiente, todos los sensores inalámbricos S definen una unidad de disco $UDG(S)$, que tiene una arista uv si y sólo si la distancia euclidiana entre u y v es inferior a una unidad. Llamamos k -sensores locales a todos los sensores dentro de una constante k saltos de un sensor u en la unidad de disco $UDG(S)$ y se denota como $Nk(u)$. Por lo general, aquí la constante k es 1 o 2, el cual será omitido si es evidente por el contexto. Por broadcast, cada sensor u puede recopilar la información de la ubicación de todos los sensores dentro del rango de transmisión del sensor u . El costo de complejidad para hacerlo es $O(n)$ cuando se utilizan antenas omnidireccionales.

En el estudio de las redes de sensores se analizan dos puntos de vista de cobertura: el peor y el mejor caso. En el peor de los casos, se intenta cuantificar la calidad del servicio encontrando áreas de baja observabilidad desde los sensores y detectando regiones en una brecha. En el mejor de los casos, se intenta encontrar áreas de alta observabilidad desde los sensores e identificando regiones de mejor soporte y guía.

MÉTODOS Y MATERIALES

La investigación se llevó a cabo de acuerdo al método deductivo, a partir de los resultados del estudio experimental de algoritmos para la medición de cobertura en redes de sensores. Ésta se realizará en el contexto del despliegue sistemático y conforme a criterios de optimización de sensores en regiones críticas. Para ello, primeramente se llevó a cabo una actualización y ampliación del estudio del estado del arte que guardan los algoritmos geométricos. Con base en lo anterior, y habiendo seleccionado los algoritmos apropiados, se construirá un prototipo computacional utilizando lenguajes de programación multi-paradigmas, como el provisto por Mathematica.

RESULTADOS

Las redes de sensores plantean una serie de nuevos conceptos y problemas de optimización. Algunos de ellos, tales como la ubicación de sensores, el despliegue de la red y el monitoreo, son cuestiones fundamentales ya que muchas aplicaciones se basan en ello para obtener la información necesaria para su funcionamiento.

En la figura 4 se presenta el Algoritmo para generar bordes con el Diagrama de Voronoi para un conjunto de vértices U y segmento de línea L .

```

Generate Bounded Voronoi diagram for S with vertex set U and
line segment set L.
Initialize weighted undirected graph G(V,E)
FOR each vertex  $u_i \in U$ 
  Create duplicate vertex  $v_i$  in V
FOR each  $l_i(u_i, u_k) \in L$ 
  Create edge  $e_i(v_i, v_k)$  in E
  Weight( $e_i$ ) = min distance from sensor  $s_i \in S$  for  $1 \leq i \leq |S|$ 
min_weight = min edge weight in G
max_weight = max edge weight in G
range = (max_weight - min_weight) / 2
breach_weight = min_weight + range
WHILE (range > binary_search_tolerance)
  Initialize graph  $G'(V', E')$ 
  FOR each  $v_i \in V$ 
    Create vertex  $v_i'$  in  $G'$ 
  FOR each  $e_i \in E$ 
    IF Weight( $e_i$ )  $\geq$  breach_weight
      Insert edge  $e_i'$  in  $G'$ 
  range = range / 2
  IF BFS( $G', I, F$ ) is Successful
    breach_weight = breach_weight + range
  ELSE
    breach_weight = breach_weight - range
  END IF

```

Figura 4. Algoritmo para generar bordes con el Diagrama de Voronoi para un conjunto de vértices U y segmento de línea L

CONCLUSIONES

Desde el punto de vista conceptual y algorítmico, la aportación principal es el algoritmo en tiempo polinomial óptimo para cobertura de redes de sensores. Se combinan técnicas de geometría computacional existente y estructuras, tales como los diagramas de Voronoi, transformando el problema de geometría continua en un problema discretos de grafos. Además, permite aplicación directa de las técnicas de búsqueda en la representación del grafo resultante.

Debido a los avances de la tecnología en redes de sensores, continúan apareciendo aplicaciones potenciales con el objetivo principal de recabar datos y con ello poder realizar monitoreo de procesos, situaciones, personas, etc. De esta manera poder tomar decisiones pertinentes para prevenir posibles incidentes. Para ello es primordial contar con algoritmos óptimos que calculen la ubicación de cada uno de los sensores en puntos estratégicos a fin de lograr la cobertura máxima. A continuación se mencionan las aplicaciones documentadas hasta este momento.

BIBLIOGRAFIA

- Alemoghema C.O., Emagbetere J.O., Edeko F.O. 2013. Application of Genetic Algorithm in Radio Network Coverage Optimization – A review. International Journal of Computer Applications Volume 66 No. 12. 48-52
- Aurenhammer F. 1991. Voronoi Diagrams – A Survey Of A Fundamental Geometric Data Structure. ACM Computing Surveys 23, 345-405,
- Butler Z.J., Rizzi A.A., Hollis R.L. 1999. Contact Sensor-Based Coverage Of Rectilinear Environments. IEEE International Symposium on Intelligent Control Intelligent Systems and Semiotics, 266-271
- Chandrakant N, 2014. Wireless Sensor Network for beginners, Edition Kindle, Amazon
- Chen, J and Koutsoukos X. 2007. Survey on coverage Problems in Wireless Ad Hoc Sensor Networks
- Dong D., Liu Y. Liu K., Liao X. 2010. Distributed Coverage in wireless Ad Hoc and Sensor Networks by Topological Graph Approaches. 2010 International Conference on Distributed Computing Systems. 106-115

- Fan G., Jin S. 2010. Coverage problem in wireless Sensor Network: A survey. Journal of Networks Vol. 5 No 9. 1033-1040
- Meguerdichian S., Farinaz K., Potkonjak M. and Mani S. 2001. Coverage Problems in Wireless Ad-Hoc Sensor Network. Proc. IEEE INFOCOM '01, 1380-1387.
- Meguerdichian, S, Slijepcevic S, Karayan V, Potkonja k M. 2001. Localized Algorithms In Wireless Ad-Hoc Networks: Location Discovery And Sensor Exposure
- Xiang-Yang L., Peng-Jun W., Ophir F. 2003. Coverage in Wireless Ad Hoc Sensor Networks. IEEE Transactions on Computers, vol. 52, no. 6, june 2003

ALGORITMOS PARA LA SOLUCIÓN DE LABERINTOS UTILIZANDO KINECT

José Francisco Ramírez Escobar¹ y Rosalia Vergara Esparza²

RESUMEN

En este proyecto se ha desarrollado un algoritmo que propone solucionar laberintos, obviamente este es visto como un problema a resolver, partiendo de ello los elementos a utilizar son un móvil y el sensor Kinect para posteriormente emplear algoritmos de procesamiento de imágenes “morfología matemática”, y la implementación de una red neuronal artificial (RNA) para la toma de decisiones sobre el camino y de esta forma lograr que el móvil pueda tomar decisiones sin necesidad de un operador. El algoritmo propuesto muestra su alta eficiencia frente a diferentes condiciones de camino obteniendo un 100% de eficiencia en la toma de decisiones.

ABSTRACT

In this paper has developed an algorithm that proposes to solving labyrinths, obviously this is seen as a problem to solving, starting from that, the elements to use are a mobile and the Kinect sensor will be used for later use image processing algorithms “mathematical morphology”, and the implementation of an artificial neural network (ANN) for decision-making on the road and thus make the mobile can take decisions on their own and thus make the mobile can make decisions on their own, which take him to the end of the labyrinths getting smart navigation without an operator. The proposed algorithm shows high efficiency against different road conditions obtaining 100% efficiency in decision-making.

Palabras Clave: Solución de laberinto, Kinect, Morfología Matemática, Procesamiento Digital de Imagen y Redes Neuronales MLP.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia hemos podido ver ejemplos de laberintos en nuestro alrededor, incluyendo algunos que están implícitos las actividades diarias, el simple hecho de pensarse como salir de alguna calle en la cual nunca hemos estado, imaginar quedar atrapado en las ruinas de un terremoto, perderse en un bosque repleto de árboles y arbustos que limiten a muy poco nuestro margen de movimiento, esto solo por dar algunos de tantos ejemplos que van desde lo más sencillo para la imaginación hasta lo más complejo y un tanto inexplicable. De esa manera ha habido personas en la historia que han hecho lo posible por encontrar métodos de solución, es decir algoritmos, que apoyen o lleven a la resolución de dichos laberintos. Para esto se encuentran varios métodos entre los que destacan el procesamiento digital de imagen, redes neuronales, y análisis de profundidades por medio de sensores. Por ejemplo, DIAZ A. (2013) se presentan un algoritmo para la solución de laberintos mediante programación en SDL lo cual puede tomarse simplemente como un antecedente pero además se puede observar que uso redes neuronales así como algunas de sus características, aunque sin duda debe mejorarse un poco el método además de adaptarlo a otras necesidades. JORDI A.C. (2012) Se presenta un sistema de bajo costo basado en un arreglo de compuertas lógicas programables FPGA, para aplicaciones de robots móviles, sin embargo no presentan

¹Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Ingeniería Mecatrónica, Bugambilias 216, Ganadera, C.P: 365555, Irapuato, Guanajuato, asker_paco@hotmail.com

²Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Ingeniería en Sistemas Automotrices Carr. Irapuato-Silao, km 12.5, El Copal, C.P: 36821, Irapuato, Guanajuato, rosalia.vergara@itesi.edu.mx

ningún sistema de decisión de navegación, por estas razones, el desarrollo de algoritmos para búsqueda y el procesamiento de imágenes han favorecido el crecimiento en la solución de laberintos y lograr llevarlos a la implementación para la solución de problemas reales. ROBLEDO, I. (2014) Se muestran algunas de las tecnologías que se han desarrollado en los últimos años como es el Kinect comúnmente usado en consolas de videojuegos como el Xbox360 también puede ser usada con fines de toma de información de las imágenes mediante un Toolbox que es fácilmente descargable para Matlab. En este trabajo se realizara el procesamiento digital de imágenes tomadas por el Kinect para llevar a cabo la correcta toma de decisiones de un vehículo móvil, mediante la programación que incluirá redes neuronales.

MARCO TEORICO

Es importante revisar conocimientos básicos sobre los componentes y métodos que se usan, tanto física como teóricamente, es por eso que se hizo una recopilación de información acerca de algunas cosas importantes para nuestro trabajo.

Se encontraron métodos muy sencillos para la solución de laberintos sin importar que estructura y forma tuvieran, uno de los que tomamos en cuenta en primer plano para estudiarlo fue el método de la mano derecha; indica que la primera decisión sería girar hacia la derecha donde fuese necesario, luego de ello en caso de quedar atrapado en un camino sin salida volviera y pudiese tomar una decisión diferente pero siempre primero habiendo virado a la derecha. Por otro lado se analizó el método de rehacer caminos, eliminar colisiones y moverse al azar (RUSSELL, 1996), este usando algunas técnicas más avanzadas basadas ya en inteligencia computacional.

Es importante mencionar también las redes neuronales, las cuales se basan en el comportamiento general de una neurona, interconectarse entre sí para el intercambio y retroalimentación de información, en nuestro caso usado con el fin de llegar a una mejor decisión para nuestro móvil programado. En la figura 1 se muestra un esquema básico del funcionamiento con sus distintas capas, así como entradas y salidas, todos necesarios para el correcto entrenamiento de la red.

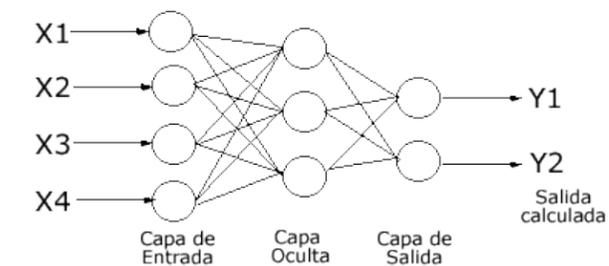


Figura 1. Arquitectura de una Red Neuronal Artificial MLP

Otro elemento importante a tomar en cuenta es el procesamiento digital de imágenes, que a grandes rasgos se basa en tomar la imagen capturada o guardada, y aplicar algunos métodos matemáticos en la imagen para obtener los resultados deseados de la imagen original.

Por último es importante mencionar el Kinect, el cual es un controlador que inicialmente su creador Alex Kipman lo diseñó con la finalidad de implementarlo y desarrollarlo junto con Microsoft para la videoconsola Xbox 360 para aplicaciones de juegos y entretenimiento. Pero en los últimos 6 años, la visión con la que se creó inicialmente Kinect se ha modificado considerablemente, se han logrado realizar proyectos en los que la información arrojada por este equipo facilita y favorecen la solución de problemas en varias áreas del conocimiento donde se trabaja con imágenes y distancias.

Dado el diseño e implementación del Kinect, este trabaja con una cámara que obtiene imágenes en color y un emisor/receptor de infrarrojos para medir la distancia a la que se encuentran los elementos que están en el campo de visión, ver Figura 2.

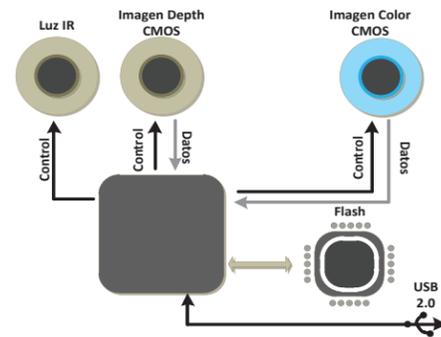


Figura 2. Estructura de Kinect para XBOX 360

MÉTODOS Y MATERIALES

Los materiales utilizados para la realización del proyecto se presentan en la siguiente lista:

1. Arduino UNO: Utilizado para el control del movimiento del móvil a través del laberinto.
2. Tarjeta de comunicación Bluetooth: Utilizado para realizar la comunicación entre la PC y el Arduino UNO de forma inalámbrica.
3. Kinect XBOX 360: Utilizado para la captura de las imágenes tanto de distancia como de RGB.
4. MatLAB: Software utilizado para la programación de los algoritmos en la solución del laberinto.

Como se mencionó con anterioridad, los métodos más utilizados son dos, en el caso de este trabajo, se está haciendo uso de un método con algunas variantes del método de la mano derecha y también haciendo uso de algunas características del método de rehacer caminos, eliminar colisiones y moverse al azar. El método utilizado para lograr resolver el problema propuesto se basa en la implementación de varias áreas de la ingeniería como son electrónica (para el diseño del móvil), procesamiento digital de imágenes (para el tratado de las imágenes y lograr su clasificación de las decisiones) e inteligencia computacional (para la toma de decisiones).

1. INICIO

2. Obtención de la imagen de distancias
3. ¿Es distancia máxima ≤ 0 ?
4. No
5. AVANZAR
6. IR a Paso 2
7. Si
8. DETENER
9. Obtención de la imagen RGB
10. Pre-procesamiento de la imagen RGB
11. Obtención de características
12. Caracterización por medio de RNA
13. ¿Es camino derecho?
14. Si
15. Girar hacia la derecha 90°
16. IR a Paso 2
17. No
18. ¿Es camino izquierdo?
19. Si
20. Girar hacia la izquierda 90°
21. IR a Paso 2
22. No
23. ¿Es camino cerrado?
24. Si
25. Girar 180°
26. IR a Paso 2
27. No
28. ¿Es camino con dos opciones?
29. Si
30. Obtener distancia izquierda y distancia derecha
31. ¿distancia izquierda $>$ distancia derecha?
32. Si
33. IR a Paso 20
34. No
35. IR a Paso 15
36. No
37. ¿Es la salida?
38. No
39. IR a Paso 2
40. Si
41. FIN

Figura 3. Pseudocódigo

En la Figura 3 se muestra pseudocódigo del método utilizado para la solución del problema propuesto en este proyecto. El método se basa en la obtención de las imágenes adquiridas por el Kinect, una de ellas es la de distancia, la cual es utilizada para controlar la posición del móvil dentro de los pasillos del laberinto, la segunda imagen tomada por el Kinect es RGB, la cual es tratada y utilizada para obtener el vector de características, clasificar e identificar el camino para tomar decisiones de movilidad para llegar a la salida del laberinto, tomando como prioridad en la opción de dos caminos, aquel camino que tenga la mayor distancia tomada por el Kinect y no la derecha como bien lo hace el método de la mano derecha.

RESULTADOS

Luego de realizar las actividades previstas para la consecución del proyecto, se ha tomado como referencia los resultados esperados para analizar el alcance y producto final del mismo, siendo concretado exitosamente un algoritmo cuya funcionalidad es la resolución de laberintos usando el Kinect. Es importante mencionar que se ha revisado una buena cantidad de información relacionada con versiones previas o antecedentes de trabajos similares al que se realizó durante este verano, analizando varios aspectos que se procuraron en el proyecto siendo los más importantes la toma de información mediante el Kinect, tanto video y fotografías digitales en formato RGB y otras variedades de imagen, así como la característica particular del dispositivo electrónico ya mencionado el cual permite captar la profundidad a la cual se encuentran los objetos frente a él, para combinarlas de una manera adecuada y tomar el máximo provecho posible de las características que también son incluidas en el Toolbox de Matlab proporcionado por MathWorks, las cuales por medio de diversos comandos hacen posible el procesamiento digital de imágenes requerido para concretar la resolución del laberinto. De esta manera se lograron aplicar ciertas propiedades a las imágenes capturadas a partir del Kinect, tales como operaciones básicas, binarizado, umbral, entre otras, con estos varios procesos se logró tener una imagen más nítida y definida del laberinto a resolver. Posteriormente con estas imágenes se logró una de las partes primordiales de este tipo de proyectos, como es la toma de decisiones, mediante la programación adecuada, al vehículo móvil constituido por un par de motores y una sencilla estructura hecha de acrílico, se le asignaron parámetros de velocidad y giro. A continuación en la tabla siguiente se puede ver una comparativa de una imagen captada por el Kinect, con la imagen procesada en Matlab; y enseguida se muestra una imagen generada para conocer la profundidad de las paredes del laberinto, misma que sirvió para que el vehículo pudiera avanzar lo más controlada y centrada posible de acuerdo a los parámetros asignados mediante la programación, de la misma manera que toma de decisión.

Tabla. 1. Resultados de las imágenes obtenidas por Kinect y su procesamiento

	Camino con dos opciones	Camino cerrado	Camino vuelta a la izquierda	Camino vuelta a la derecha
Imagen Original				
Imagen procesada para obtener características				

En la Tabla 2 se muestran el promedio las características de una de las imágenes muestras que se utilizaron para clasificar los caminos. Las imágenes utilizadas para el entrenamiento y validación de la clasificación en la RNA fueron 20 por cada caso.

Tabla. 2. Características de los diferentes caminos

	Camino con dos opciones	Camino cerrado	Camino vuelta a la izquierda	Camino vuelta a la derecha
Centroide X	434.03842	405.52914	335.43630	412.03697
Centroide Y	399.64023	385.46123	391.25027	401.24996
Area	5284.00000	5507.00000	5542.00000	5681.00000
Perimetro	1724.90159	1820.69343	1810.90159	1805.20310
Varianza	0.00136	0.00125	0.00476	0.00145
Media	0.99920	1.06883	0.72584	1.02045
Skewness	0.26373	0.57552	-6.78708	0.55880
Kurtosis	54.50078	248.11606	364.47847	96.35338

Posterior a la aplicación de la RNA para la clasificación de los caminos, se obtiene una matriz de confusión como se muestra en la Tabla 3, lo que muestra que el algoritmo propuesto da un 100% de eficiencia en la toma de decisiones para los caminos.

Tabla. 3. Matriz de confusión

Clase	Camino con dos opciones	Camino cerrado	Camino vuelta a la izquierda	Camino vuelta a la derecha	Exactitud %
Camino con dos opciones	20	0	0	0	100
Camino cerrado	0	20	0	0	100
Camino vuelta a la izquierda	0	0	20	0	100
Camino vuelta a la derecha	0	0	0	20	100
		Tasa de éxito global			100

CONCLUSIONES

Se ha concluido un satisfactorio trabajo con un algoritmo capaz de clasificar las diferencias antes mencionadas entre características y los caminos para la correcta elección. La importancia de este trabajo va más allá con una probable aplicación a futuro en ciertos problemas específicos que se puedan presentar respecto a resolución de algoritmos, se ha podido hacer un método muy eficiente de llevar a cabo la tarea que se le ha asignado al vehículo programado con el Kinect, además de que es un campo de investigación y aplicación muy poco estudiado a día de hoy, por lo cual también se puede concluir que este puede ser el parteaguas para la posterior mejora e implementación de este tipo de algoritmos, con este tipo de elementos electrónicos que se puede encontrar de manera abundante en los hogares de personas que poseen un videojuego común y corriente, al cual se le han encontrado este y otro tipo de ventajas respecto a otro tipo de cámaras normales.

BIBLIOGRAFIA

JASON M. V. (2008). Técnicas de inteligencia artificial para la solución de laberintos de estructura desconocida. *Scientia et Technica* Año XIV, 39, 135-140.

JORDI A.C. (2012). Embedded low-power low-cost Camera Sensor based on FPGA and its applications in mobile robots. 2012 19th IEEE International Electronics, Circuits and Systems (ICECS), 10, 336-339.

RAMIREZ, J. (2011) "Redes neuronales artificiales para el procesamiento de imágenes, una revisión de la última década" *Revista de ingeniería eléctrica, electrónica y computación*, Vol. 9 No. 1. Consultada en http://www.itson.mx/publicaciones/rieeyc/Documents/v9/art2vf_redes_neuronales_artificiales_para_el_procesamiento_de_imagenes-una_revision_de_la_ultima_decada.pdf (fecha de consulta)

ESCALANTE, B. (2006) "Procesamiento digital de imágenes" en *Apuntes del curso impartido por el Dr. Boris Escalante Ramirez*, Consultada en <http://verona.fi-p.unam.mx/boris/teachingnotes/Introduccion.pdf> (fecha de consulta)

ROBLEDO, I. (2014) "Adquisición y Procesamiento de Datos de Sensores KINECT en Matlab" en *Introducción al Conjunto de Herramientas para Adquisición de Imágenes de Matlab* pp. 1-34. Consultada en http://www.depi.itchihuahua.edu.mx/irobledo/cursos/taller_kinect_matlab/taller_sesion3.pdf

CATTANEO, C. (2011) "Métodos de umbralización de imágenes digitales basados en entropía de shannon y otros" en *Mecánica Computacional Vol XXX*, pp. 2785-2805. Consultada en <http://www.cimec.org.ar/ojs/index.php/mc/article/viewFile/3951/3868>

DIAZ A. (2013) "Algoritmo de backtracking recursivo y no recursivo para la resolución de un laberinto y su aplicación en SDL" en *Trabajo final informática II UTN FRBB*, pp. 1-15. Consultada en http://www.academia.edu/4607412/Algoritmo_de_Backtracking_Recursivo_y_no_Recursivo_para_la_Resoluci%C3%B3n_de_un_Laberinto_y_su_Aplicaci%C3%B3n_en_SDL

MICRODUREZA DE ALEACIONES DE ALUMINIO TRATADAS EN ESTADO LÍQUIDO CON FUNDENTES

Manuel Esaí Ramírez Espinoza¹ y José Arturo Toscano Giles²

RESUMEN.

Se estudia el comportamiento de la micro-dureza de un material compuesto utilizando Aluminio (Al) en polvo puro como matriz y alúmina (Al_2O_3) en polvo como refuerzo. La cantidad de refuerzo se varió de 1, 5, 10, 15 y 20% en peso. La síntesis de los compuestos se llevó a cabo utilizando el proceso de metalurgia de polvos en atmósfera no controlada. Los compuestos obtenidos se ensayaron con un micro durómetro para analizar la variación en la la micro-dureza con el contenido de refuerzo presente en el compuesto. Así mismo se efectuaron metalografías en cada muestra de los compuestos para visualizar la constitución micro estructural del compuesto elaborado. Las pruebas fueron realizadas en los laboratorios del ITQ como parte del programa de verano de la ciencia 2016 con el apoyo del CONACyT.

ABSTRACT.

It studies the behavior of the micro-hardness of a composite material using aluminum (Al) as pure powdered matrix and alumina (Al_2O_3) powder as reinforcement. The amount of reinforcement was varied from 1, 5, 10, 15 and 20% wt. The synthesis of the compounds was carried out using the powder metallurgy process in uncontrolled atmosphere. The compounds were tested with micro hardness tester to analyze the variation in the micro hardness with reinforcement content present in the compound. Likewise microstructures were performed on each sample of the compounds to display the microstructural constitution of the compound prepared. The tests were carried out in the laboratories of ITQ as part of the summer program of science 2016 with the support of CONACyT.

Palabras clave: alúmina, micro-dureza, pulvimetalurgia, metalografía.

INTRODUCCIÓN.

Debido a la necesidad del ser humano por desarrollar nuevas técnicas y procedimientos se han elaborado materiales compuestos, es decir, la combinación de 2 o más materiales buscando mejorar las propiedades de estos. En este caso se elabora un material compuesto de un material cerámico (alúmina) y un material metálico (aluminio), también conocido como cermet.

Hay varias técnicas o procesos para realizar la unión de estos materiales, pero recientemente la técnica de metalurgia de polvos o pulvimetalurgia ha obtenido un gran auge, lo que ha propiciado que se busquen mejorar las propiedades de los materiales utilizando esta técnica que tiene la ventaja de no desperdiciar los materiales y que se tenga una precisión dimensional.

En este caso se pretende mejorar y/o estudiar la variación de la propiedad de micro dureza en un material metálico como es el aluminio combinándolo con ciertas cantidades de un material cerámico denominado alúmina a través de la metalurgia de polvos buscando con la importancia de conocer cuál es la cantidad más conveniente de alúmina en conjunto con el aluminio, para que posteriormente se estudie o desarrolle

¹ Instituto Tecnológico Superior de Monclova "Ejército Mexicano", Ing. Mecánica, Carretera 57 Km. 4.5, C.P 25701, Monclova, Coahuila. esai_2309@hotmail.com

² Instituto Tecnológico de Querétaro. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Av. Tecnológico s/n, Centro, C.P: 76000, Querétaro, Querétaro. jtoscano@mail.itq.edu.mx

con otras propiedades que serían de gran beneficio para el ser humano y su entorno. También es importante el uso de la preparación metalográfica para estudiar la microestructura y el comportamiento de esta dependiendo de las cantidades de aluminio y alúmina en cada muestra. Además de que se tendría cierto conocimiento respecto a una técnica que recientemente va surgiendo, pero que cada día avanza más y que en un futuro ayudará en el desarrollo de materiales compuestos porque permite mejorar las propiedades de cada material.

MÉTODOS Y MATERIALES.

El polvo de aluminio utilizado en este proyecto es 99.6% Al y de un tamaño de 3 micras, al igual que el polvo de alúmina. Se formaron varias muestras con distintos porcentajes de polvos de aluminio y de alúmina (1, 5, 10, 15 y 20% en peso) para ver la variación en cada una de ellas.

Por medio de una balanza se medían las cantidades en gramos que debía llevar cada muestra y por medio de un mortero se compactaban tanto el polvo metálico como la alúmina. Se elaboraron 5 muestras de cada porcentaje de alúmina, además de 5 muestras de polvo de aluminio solamente, dando un total de 30 muestras. Esto se logró utilizando una prensa marca Buehler Simplimet II a 8000 lb aproximadamente y con ello las muestras obtenían la forma de una pastilla (Ver figura 1). Posteriormente cada muestra se introdujo a una mufla marca Thermolyne a 800°C de temperatura durante 20 horas para la fundición de las muestras (Ver figura 2).



Figura 1.- Imagen de prensa marca Buehler Simplimet.



Figura 2.- Imagen de mufla Thermolyne a 800°C.

Para un mejor manejo de las muestras se utilizó una cortadora metalográfica y se montó en baquelita utilizando la prensa anteriormente mencionada, pero esta vez utilizando el auto calentador de la prensa, primero se introduce el compuesto y después la baquelita, luego se somete a presión y a una alta temperatura, posteriormente se deja enfriar y se saca la muestra de la prensa. Al término de esto, cada muestra pasa a lo que se conoce como desbaste en grueso, el cual consiste en desbastar de manera uniforme la superficie por medio de lijas, empezando por la de grano más grueso y concluyendo con la de grano más fino. En seguida se pasa al desbaste fino, en el cual se utiliza una pulidora metalográfica para poner en un disco giratorio un paño húmedo y un abrasivo la muestra. Se realizó la prueba de micro dureza en escala Vickers en cada muestra para obtener un promedio dependiendo de la cantidad de alúmina que contuviese cada muestra, esta medición se realizó en un durómetro marca Shimadzu (Ver figuras 3, 4 y 5) en la que se aplicaba una carga de 24.9949 gramos con un indentador de diamante en forma de pirámide cuadrada en el que se hace una marca en un tiempo de 15 segundos y por medio de las diagonales se hace el cálculo para obtener el valor de la dureza, esto se realiza con un aumento de 40X.



Figura 3.- Imagen de durómetro Shimadzu.



Figura 4.- Condiciones del durómetro.

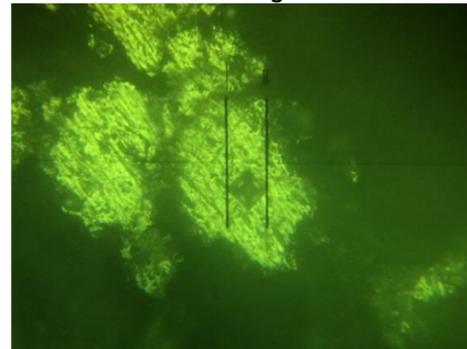


Figura 5.- Marca para realizar cálculos para la dureza.

Por último se procedió a utilizar el microscopio metalográfico para visualizar las muestras a distintos aumentos y ver la microestructura en cada muestra y su variación por su cantidad de alúmina, es decir, distinguir cada elemento del material compuesto.

RESULTADOS

Para la medición de micro dureza se hicieron 6 pruebas a cada muestra en distintas zonas y a partir de esto se calcula un promedio, el cual es el resultado final para cada muestra, con ello se compararon cada una de los resultados del durómetro (Ver tabla 1) seleccionando la de mejores características.

Tabla 1.- Resultados de dureza de cada muestra

Muestra	Dureza (HV)
100% Al	58.6
1% Al ₂ O ₃	72
5% Al ₂ O ₃	151
10% Al ₂ O ₃	91.3
15% Al ₂ O ₃	98.6
20% Al ₂ O ₃	49.1

Con base a las mediciones se obtiene que la muestra con mayor dureza es la de 5% de alúmina (Al₂O₃), pero a partir de ahí vuelve a disminuir, teniendo como punto máximo 151 HV

Después de realizar la preparación metalográfica, se pasó a ver las muestras en el microscopio metalográfico para ver la microestructura en distintas secciones de estas y a distintos aumentos para seleccionar las que tuvieran mejor visibilidad (Ver figuras de la 6 a la 13) para distinguir cada material y las imperfecciones que tienen las muestras para mejorar en futuros proyectos y/o estudios.

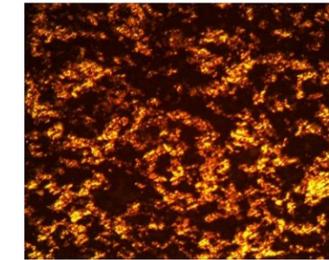


Figura 6.- Aluminio puro a 40x.

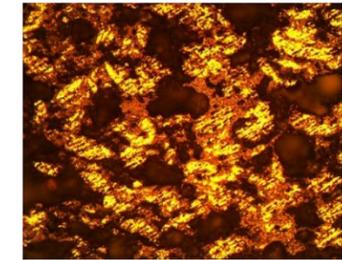


Figura 7.- Aluminio puro a 200x (1).

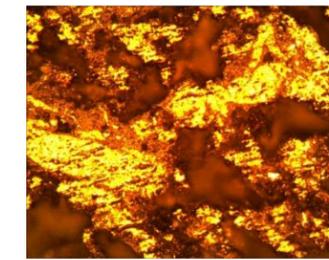
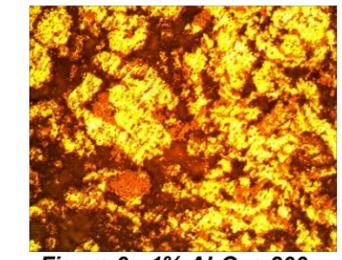
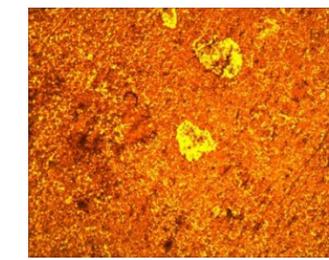
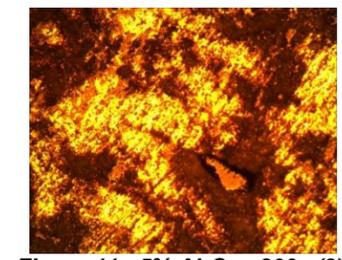
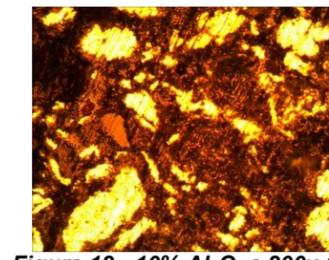
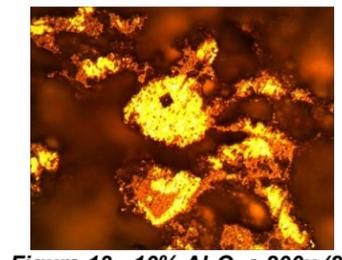


Figura 8.- Aluminio puro a 200x (2).

Figura 9.- 1% Al₂O₃ a 200x.Figura 10.- 5% Al₂O₃ a 200x (1).Figura 11.- 5% Al₂O₃ a 200x (2).Figura 12.- 10% Al₂O₃ a 200x (1).Figura 13.- 10% Al₂O₃ a 200x (2).

Con las ilustraciones se tiene que en algunas secciones hay porosidad, por lo que no se muestran claramente los elementos que componen las muestras, por lo que tal vez sea necesario aumentar la temperatura de fundición en la mufla o el tiempo dentro de esta de las muestras.

CONCLUSIONES

La metalurgia de polvos es una técnica sencilla que en un futuro tendrá grandes beneficios al permitir mejorar las propiedades al formar materiales compuestos, además de que no hay pérdida de ningún material utilizado y hay una gran precisión.

En cuanto al compuesto de matriz de aluminio y refuerzo de alúmina se determina que la muestra con más dureza es la que contiene 5% de alúmina (Al_2O_3) y que se aumenta considerablemente la dureza Vickers respecto a la de aluminio puro, además de que la dureza a partir de este 5% de alúmina vuelve a disminuir, lo que da a entender que este es el punto máximo y que si se sigue aumentando la cantidad de alúmina tal vez la dureza no aumente, sino al contrario disminuya. El estudio de metalografía muestra que para una mejor compactación matriz-refuerzo debe aumentar el tiempo o la temperatura de fundición debido a que se muestran porosidades lo que dificulta el estudio de las muestras. Esto servirá como base un para futuras pruebas y/o estudios de otras propiedades del cermet aluminio con alúmina que así como la dureza también puedan presentar mejoras para un mayor beneficio humano.

BIBLIOGRAFIA.

- Irissou, E., Legoux, J., Arsenault, B. (2007). "Investigation of Al- Al_2O_3 Cold Spray Coating Formation and Properties" en *Journal of Thermal Spray Technology*, Núm 5, Vol. 16, December, [pp. 661-668].
- C. A. Botero, E. Jiménez-Piqué, N. Salán, C. Baudín y L. Llanes (2009). "Nanoindentación de compuestos de Alúmina-10 vol. % Titanato de aluminio" en *Anales de Mecánica de la Fractura*, Núm. 26, Vol. 1, [pp. 45-50].
- K. Velavan and K. Palanikumar (2015). "Effect of Silicon Carbide (SiC) on Stir Cast Aluminium Metal Matrix Hybrid Composites" en *Applied Mechanics and Materials*, Vols. 766-767, [pp. 293-300].
- A. Shafiei-Zarghani, S.F. Kashani-Bozorg y A. Zarei-Hanzaki (2009). "Microstructures and mechanical properties of Al/ Al_2O_3 surface nano-composite layer produced by friction stir processing" en *Materials Science and Engineering: A*, Num. 1-2, Vol. 500, January, [pp. 84-91].
- S.A. Sajjadi, H.R. Ezatpour, y H. Beygi (2011). "Microstructure and mechanical properties of Al- Al_2O_3 micro and nano composites fabricated by stir casting" en *Materials Science and Engineering: A*, Num 29-30, Vol. 528, November, [pp. 8765-8761].

ANÁLISIS DE SISTEMAS HÍBRIDOS DE TECNOLOGÍA POWER TO GAS PARA ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA

Ana Elizabeth Ramírez Laguna¹ y Juan A. Ramírez Vázquez²

RESUMEN

Hoy en día no podemos depender solamente de las energías convencionales ya que la población y nuestro mismo modo de vida no lo permiten, es por eso que en base a las energías renovables se tiene como fin buscar una alternativa que nos permita variar la electricidad que es vertida en la red, queriéndose plantear un nuevo método de regulación mediante la operación comercial aunada de una central de carbón con captura en postcombustión, una central nuclear y una instalación power to gas. A través del diseño de la instalación híbrida y posteriormente un análisis económico y medioambiental, se evaluara la rentabilidad de las inversiones en esta tecnología y su capacidad de reducir las emisiones de dióxido de carbono en el consumo del mismo proceso de metalización. Debido al aumento de las horas de funcionamiento en la central de carbón, la propuesta no termina resultando viable al medio ambiente. Sin embargo, a largo y mediano plazo (2020-2030) pueden alcanzarse grandes beneficios en una instalación power to gas, se propone un como uso alternativo almacenar CO_2 y excesos de energía renovable.

ABSTRACT

Today we can not rely solely on conventional energy as people and our very way of life do not allow it, that is why based on renewable energies it aims to find an alternative that allows us to vary the electricity that is poured into the net, wanting to propose a new method of regulating commercial operation coupled by a coal plant with post-combustion capture, a nuclear power plant and power plant to gas. Through the design of the hybrid system and later an economic and environmental analysis, profitability of investments in this technology and its ability to reduce carbon dioxide emissions in the consumption of the same metallization process is evaluated. Due to increased operating hours at the coal plant, the proposal ends not proving feasible for the environment. However, long and medium term (2020-2030) can be achieved large profits in a gas power plant to an alternative use as proposed store excess CO_2 and renewable energy.

Palabras Clave: Almacenamiento de energía, metanización.

INTRODUCCIÓN

La convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático usa el termino cambio climático para hacer referencia únicamente al cambio de las condiciones del clima atribuidas directamente a la actividad humana que altera la composición atmosférica y se une a las variabilidad natural del clima dada en periodos de clima comparables.

¹ Universidad de Guanajuato División Ciencias de la Vida, Departamento de Ciencias Ambientales; ex Hacienda el Copal km 9 carretera Irapuato-Silao ap 311 CP. 36500 Irapuato, Gto., eli_an93@hotmail.com

² Universidad de Guanajuato División Ciencias de la Vida, Departamento de Ciencias Ambientales; ex Hacienda el Copal km 9 carretera Irapuato-Silao ap 311 CP. 36500 Irapuato, Gto., juan.ramirez@ugto.mx

Se llama efecto invernadero al proceso en el que los gases que componen la atmósfera, retienen el calor generado por la radiación solar, provocando que la temperatura de la Tierra aumente. Los gases de efecto invernadero (GEI) como el dióxido de carbono, metano y óxidos de nitrógeno se producen durante la quema de combustibles fósiles.

Algunos investigadores afirman que dicha combustión es la principal causa del cambio climático debido a que el 75 % es causado por la quema de estas fuentes energéticas y sólo el 25% proviene de la pérdida de vegetación y cambio de uso de suelo.

Aunado a esto, la contaminación atmosférica por las partículas principalmente atribuidas a la actividad industrial, limitan la llegada de radiación solar a la superficie terrestre y enfrían el planeta; considerando los factores que inciden, el balance energético del planeta se ve alterado. A partir de estudios realizados, se puede afirmar que la causa principal del cambio climático es el aumento de la concentración en la atmósfera de los gases de efecto invernadero (GEI), provocado por la acción del ser humano. De entre todos ellos, el CO₂, los NO_x y el CH₄ son los más influyentes.

El concepto Power to Gas crea una conexión adicional entre la red eléctrica y la red de gas natural, haciendo de esta última un almacenamiento energético para la electricidad sobrante en el sistema. La integración más simple de una planta de producción de metano renovable en el sistema eléctrico. Mediante hidrógeno molecular y dióxido de carbono se obtiene el metano que sería retornado a la red de gas natural, almacenado, o llevado a un ciclo combinado directamente. La procedencia del CO₂ puede ser cualquiera: aire atmosférico, gasificación de biomasa, residuos, industria, centrales de combustibles fósiles, etc. Por su parte, el hidrógeno se obtiene mediante la disociación del agua en un electrolizador que consumirá la electricidad que no se quiera vender en cada momento o que no sea necesaria en la red eléctrica. Cuanto mayor sea la regulación, más H₂ se producirá y más metano se obtendrá. Siempre van a entrar en juego la metanización y la electrólisis.

MARCO TEORICO

La metanización del CO₂ es un proceso exotérmico dado por la siguiente reacción global



Denominamos metanización al proceso de fermentación anaeróbica de los componentes orgánicos de los residuos. Dicha fermentación es producida por bacterias que se desarrollan en ambientes carentes de oxígeno, Figura 1. Durante el proceso de transformación de la materia orgánica (digestión) dichas bacterias producen un gas denominado por su origen biogás, el cual se compone fundamentalmente de metano (CH₄) y de dióxido de carbono (CO₂). Los porcentajes de participación de estos gases son variables y dependen de las condiciones fisicoquímicas en que se desarrolla la "digestión" de la materia orgánica. Los productos son principalmente metano y agua si se mantienen temperaturas relativamente bajas (200-250°C). Conforme la temperatura aumenta se inhibe la fase exotérmica, disminuyendo el CH₄ y el H₂O y aumentando los productos intermedios, CO y H₂, a la vez que empieza a existir CO₂ sin reaccionar.

La segunda fase de la metanización del CO₂ reduce el volumen un 53,6%, quedando por tanto favorecida frente a posibles reacciones secundarias cuando se aumenta la presión. El equilibrio se desplaza hacia la derecha obteniendo más metano y mejorando el proceso. Las condiciones deseadas para el proceso son temperaturas relativamente bajas y presiones altas.

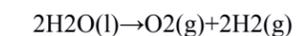


Figura 1. Reactor Anaeróbico del Sistema Híbrido.

Para obtener altos porcentajes de gas natural durante la metanización es recomendable trabajar a bajas temperaturas (por debajo de los 300°C) la reducción de los ocho electrones que componen los enlaces del dióxido de carbono, utilizando hidrógeno molecular se emplean catalizadores que favorezcan la ruptura de los enlaces, disminuyendo así la temperatura de operación necesaria. Los catalizadores hacen, además, de soporte físico para que interaccionen los reactivos. Cuando las moléculas de dióxido de carbono e hidrógeno se encuentran próximas al catalizador, difunden hacia su interior por diferencia de concentraciones.

Los reactivos quedan adsorbidos en una región activa del catalizador y reaccionan para producir metano y agua. Posteriormente son desadsorbidos y difunden hacia el exterior y escapan. El dióxido de carbono difunde dentro del material y se produce la reacción de desplazamiento inversa, dando como productos agua y CO ligado al sustrato (MgOCO). Después, este monóxido de carbono se metaniza mediante seis reacciones intermedias, obteniendo agua como producto en la primera de ellas. Las dos fases principales del proceso se mantienen, pero las transiciones parciales variarán de un catalizador a otro dependiendo de su composición y propiedades. Aquí entra en juego la investigación para encontrar el material idóneo que proporcione las mejores prestaciones.

El hidrógeno involucrado en la metanización se obtiene a partir de electrolizadores. Estos disocian la molécula de agua, mediante reacciones de oxidación-reducción, cuando se hace pasar una corriente eléctrica entre dos electrodos separados por un electrolito.



Pueden clasificarse según el tipo de electrolito, que es el medio por el que se conduce la carga de un electrodo a otro. El material empleado, así como su constitución física (líquida o sólida), determina las reacciones químicas que se producen en el cátodo y el ánodo.

MÉTODOS Y MATERIALES

La demanda de agua en el estado de Guanajuato ha provocado diversos problemas, como la escasez y contaminación de este recurso. El abatimiento de los mantos acuíferos y el cambio de la calidad del agua, por la incorporación de otros compuestos y elementos químicos, es una manifestación de la presión ejercida por la demanda de los sectores agrícola, pecuario, doméstico e industrial. La demanda de energía, es también un factor de presión sobre el planeta incidiendo en el calentamiento global y el cambio climático.

Se ha tomado como base la planta de tratamiento de aguas residuales de la División de Ciencias de la Vida, considerando el aprovechamiento del agua residual tratada y la producción de una parte de energía por medio de paneles fotovoltaicos.



Figura 2. Sistema de Producción de Agua, Metano y Energía.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En la Figura 2 se muestra el sistema de producción de agua metano y energía. Según los cálculos realizados, el reactor anaerobio y los paneles fotovoltaicos tienen potencial para producir 1.37 veces más cantidad de los requerimientos de la planta de tratamiento de aguas residuales.

La relación entre los diámetros y la velocidad de salida del flujo, son importantes para la generación de turbulencia. Con una velocidad muy baja, lo que obtendremos es que el flujo tenga un diámetro mayor a su salida y el porcentaje de gas reciclado sea menor, esto ocasionaría un efecto importante sobre la emisión de gases. Con base en el flujo isoterma, si la velocidad es muy alta para el caso de combustión, el flujo no logra quemarse hasta que la velocidad disminuye, en este lapso (la distancia entre el fuego y la tubería) podemos tener partículas de combustible emitidas a la atmósfera.

Con un diámetro de mayor dimensión, podemos tener un porcentaje más alto de turbulencia, la cual nos permitirá una mejor recirculación de aire caliente. Este diámetro se debe elegir con la cantidad de gas que se debe reciclar.

Una vez elegido el diámetro ideal, se debe tener la velocidad adecuada para tener un flujo inquemado en el exterior, lo cual permitirá menos consumo de energía y combustible, obteniendo con esto una mejor concentración de la temperatura.

BIBLIOGRAFIA

- [1] BARROS, V. (2005). El cambio climático global. ¿Cuántas catástrofes antes de actuar? Libros del Zorzal Editorial
- [2] PACHAURI, R. K. and REISINGER, A. (2007). *Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Switzerland. IPCC Editorial
- [3] PRIETO, I. (2009). "Reducción de emisiones contaminantes en grandes instalaciones de combustión". Consultada en

http://ocw.uniovi.es/pliguinfile.php/1015/mod_resource/content/1/1C_C12757_0910(fecha de consulta 16-07-2015).

[4] MANAHAN, E. (2007). *Introducción a la química ambiental*, México D.F.: Revertè UNAM Editorial

[5] CASTELLS, E. (2005). *Tratamiento y valorización energética de residuos*. Diaz de Santos Editorial

[6] RAFFOLEIRCA, E. (1999). "Software de simulación" en *UNMSN. Industrial data. Universidad Nacional Mayor de San Marco*.

[7] LEGRAND, M. (2008). Tesis doctoral "Estudio y caracterización de un quemador estabilizado por giro". España. pp. 201-276

MODELO Y SIMULACIÓN DEL RESORTE ELÉCTRICO PARA APLICACIONES DE CONTROL DE REDES INTELIGENTES

Ramírez López Gerardo¹ y Tapia Tinoco Guillermo²

RESUMEN

En este trabajo se presenta un modelo de simulación de una carga inteligente basado en el resorte eléctrico y su interacción con fuentes alternas de energía. Dicho modelo se implementó utilizando los bloques ya existentes en el software *Simulink* de Matlab. Se implementa una micro-red eléctrica monofásica así como la etapa de potencia y control de la carga inteligente integrada por el resorte eléctrico y una carga no crítica, así como la etapa de control de la misma. Se presenta un caso de estudio que permite observar el excelente desempeño del resorte eléctrico para compensar perturbaciones de voltaje en el nodo a controlar a partir de la compensación de potencia reactiva.

ABSTRACT

In this work is presented a simulation model of a smart load based on the electric spring concept. The model is implemented with the existing blocks in the simulink software. A single phase micro-grid, as well as the power and control stages of the smart load are developed. A study case is simulated for showing the excellent behaviour of the electric spring to mitigate voltage oscillations due to references changes and external perturbations.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, existen diferentes proyectos en el sector eléctrico que contribuyen a suministrar una parte de la carga demandada, por mencionar el uso de energías renovables como parques eólicos y centrales fotovoltaicas, que son conectadas y controladas por las compañías suministradoras ocasionando intermitencias y por lo tanto inestabilidad en el sistema, debido a esto se presenta un nuevo problema a resolver, el cual busca que la potencia generada siga a la demandada, por lo que se ve en la necesidad de buscar alternativas de solución, una de ellas son las redes inteligentes que mejoran el sistema eléctrico actual, contribuyen a la reducción de las emisiones de CO_2 , etc., permitiendo tener un control en tiempo real de sus parámetros importantes, como lo son el voltaje y la corriente en el nodo a controlar. Dicho control debe adaptarse a diferentes escenarios y cumplir las especificaciones del usuario. Las redes inteligentes o Smart-Grid's son una combinación del sistema eléctrico de potencia junto con el resorte eléctrico (es un nuevo dispositivo que es usado para modificar potencia real y reactiva).

Debido a esto, en este trabajo se presenta un modelo de simulación de carga inteligente en *Simulink* de Matlab, con el objetivo de analizar el comportamiento de la carga inteligente con la interacción de fuentes alternas de energía. El modelo se basa en la estructura del resorte eléctrico conformado por; un inversor de medio puente, el filtro *RLC* y la carga no crítica, de igual manera se implementó un

¹ Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Ingeniería Electromecánica, Carretera Irapuato-Silao Km. 12.5, El copal, Irapuato, Guanajuato, C.P. 36821, gerardo.ram.lo.03@gmail.com

² Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Ingeniería Electromecánica, Carretera Irapuato-Silao Km. 12.5, El Copal, Irapuato, Guanajuato, C.P. 36821, gutapia@itesi.edu.mx

controlador del resorte donde su principal objetivo es determinar la magnitud y ángulo de fase del mismo y de esta manera la acción de compensación o consumo de reactivos.

En investigaciones más recientes se tienen implementadas diferentes técnicas de control basadas en el resorte eléctrico para aliviar picos de demanda [1] o el encendido-apagado de cargas inteligentes [2].

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

En la Figura 1 (a) se muestra un diagrama de la carga inteligente. La salida del resorte se conecta en serie a una carga no crítica para formar la carga inteligente. Dicha carga debe de tolerar variación de voltaje sin provocar daños a la misma. La Figura 1 (b) muestra sus modos de operación del resorte eléctrico teniendo en cuenta que solo se procesa potencia reactiva. En ambos modos se puede observar que el voltaje V_o y la corriente I_o se encuentran perpendiculares, de ahí el consumo y la inyección de potencia reactiva, dependiendo de cuál sean los requerimientos del sistema para que V_s sea constante.

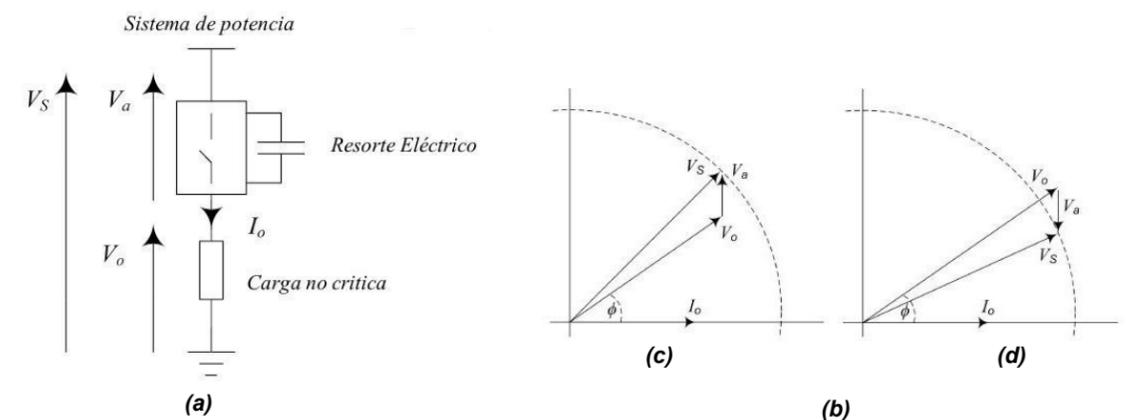


Figura 1. (a) Modelo equivalente de la carga inteligente, (b) Diagrama fasorial de la carga inteligente: (c) modo inductivo, (d) Modo capacitivo con carga inductiva [3].

MODELO DE SIMULACIÓN

En la Figura 2 se muestra el modelo de simulación implementado en *Simulink*. En dicha figura se muestra la carga inteligente integrada por un inversor de medio puente ($S1$, $S2$, $C1$, $C2$, $R4$ y V_{dc}), un filtro a la salida del inversor ($R1$, $L1$ y $C3$) y una carga no crítica ($R2$). La micro-red se conforma por una fuente de voltaje (V_f), dos líneas de transmisión (Z_{L1} y Z_{L2}). El subsistema ($F - REN$) simula una fuente alterna de energía cuyas terminales N y L representan el lado de neutro y línea, respectivamente. Se tiene una etapa de control que recibe como entradas el voltaje de referencia ($V_{C REF}$), el voltaje medido ($V_{C Medida}$) y a corriente en el resorte eléctrico ($I_{RE Medida}$) y como salida se generan los pulsos $S1$ y $S2$ que están asociados con la magnitud y ángulo de fase que proporciona el control del resorte eléctrico. Adicionalmente se tienen las etapas de medición que permiten visualizar los voltajes, corrientes y potencias de interés.

El subsistema de la fuente alterna de energía ($F - REN$) se muestra en la Figura 3 (a) y se representa por medio de una fuente controlable de corriente, donde recibe como señal a una onda sinusoidal y una señal

tipo escalón que permite modificar la magnitud y tiempo en el que opera la fuente de corriente. La resistencia en paralelo $R_5 = 1e6 \Omega$ se utiliza en paralelo con la fuente para evitar problemas de convergencia en la simulación. La Figura 3 (b) corresponde al diseño del controlador del RE, consta principalmente de dos partes principales, la primera de ellas se basa en medir la diferencia que existe entre V_C_{REF} y V_C_{Medido} . De la diferencia se genera una señal de error que es proporcionada a un controlador PI digital el cual determina la magnitud del voltaje del RE. A la salida del controlador la magnitud se limita a valores de entre ± 1 , esto con la finalidad de evitar saturación en el generador PWM. La segunda etapa utiliza un amarre de ángulo de fase por medio de un PLL cuya entrada es la corriente $I_{RE_{Medida}}$, posteriormente se modifica por un valor de $\pm 90^\circ$ a la salida del PLL dependiendo del signo de la acción de control, dando como resultado el voltaje del RE con un ángulo de fase de 90° con respecto a la corriente $I_{RE_{Medida}}$. Las ganancias utilizadas en el controlador PLL son las propuestas por el modelo de Simulink. Únicamente se cambió la frecuencia a la que se está reproduciendo la simulación (50 Hz). El controlador PI digital esta dado por la ecuación (1) y esta diseñado para operar a una periodo de muestreo de $T = 1/50$.

$$U(z) = K_p E(z) + K_i \frac{z}{z-1} E(z) \quad (1)$$

Donde: K_p es la ganancia proporcional y K_i la ganancia integral.

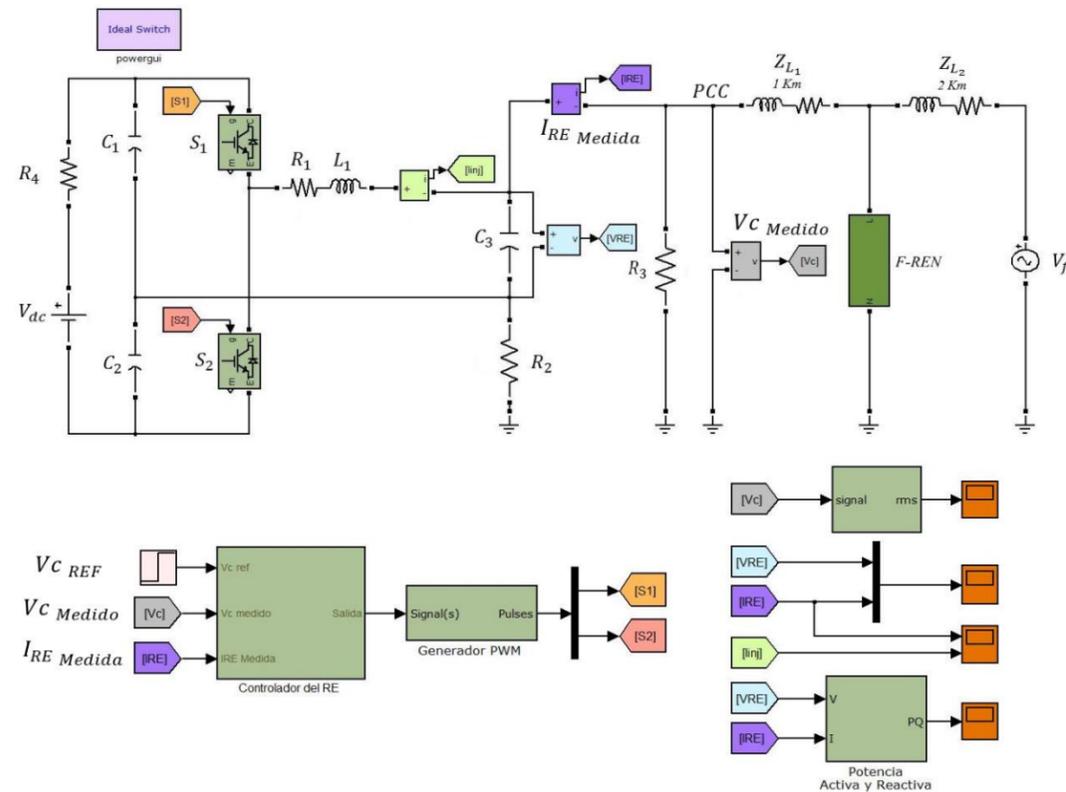


Figura 2. Modelo de simulación de la carga inteligente.

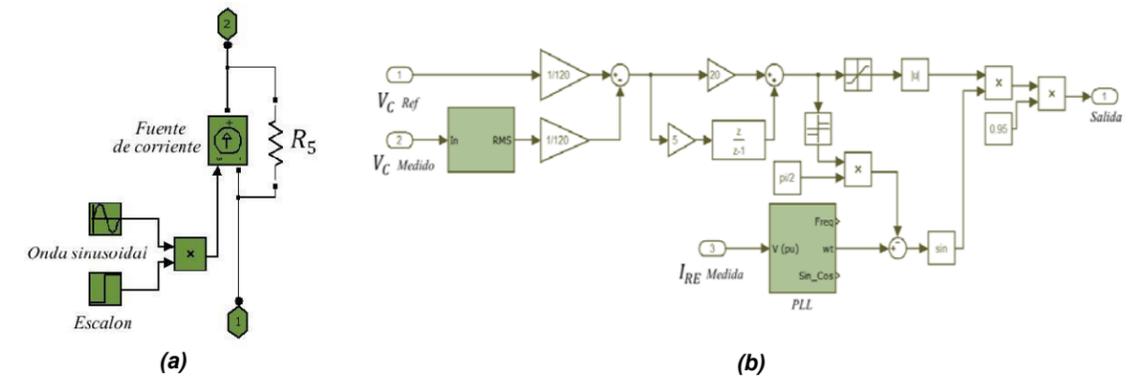


Figura 3. Subsistemas. a) Fuente alterna de energía, b) Etapa de control del resorte eléctrico.

CASO DE ESTUDIO

Tiene por objetivo demostrar el desempeño del modelo frente a cambios en el sistema dados por la fuente de corriente controlada, de igual manera mostrar diferentes parámetros del sistema con y sin resorte eléctrico. Los parámetros del sistema eléctrico de potencia, del subsistema $F - REN$ y del lazo de control se muestran en la siguiente Tabla:

Tabla 1. Especificaciones de simulación

Sistema y cargas		Circuito de potencia del resorte eléctrico	
Voltaje de fase nominal (V_f):	200 V_{ac} ; 50 Hz	Topología del inversor	Inversor monofásico de medio puente
Resistencia de la carga no crítica (R_2):	50.5 Ω	Frecuencia de conmutación	5 KHz
Resistencia de la carga crítica (R_3):	53 Ω	Voltaje en el bus de DC	400 V_{dc}
Líneas de transmisión		Capacitancia en el bus de DC	$C_1 = C_2 = 3000 \mu F$
Distancia	Resistencia (Ω)	Filtro de salida	
1 Km	0.05	Inductancia	500 μH
2 Km	0.1	Resistencia	0.01 Ω
		Capacitancia	13.2 μF

Para mostrar la eficiencia del resorte ante cambios de señal de referencia y perturbaciones externas se muestra una simulación de 5 seg. Inicialmente V_C_{REF} es ajustado a 119 en el intervalo de $0 < t \leq 2$ seg, y posteriormente cambia de referencia a 120 para $t \geq 2$ seg. En cuanto a la fuente controlada de corriente ($F - REN$), inyecta una magnitud de 10 cuando $t=3$ seg.

La Figura 4 muestra el comportamiento de V_C_{Medido} , en la cual se observa pequeñas perturbaciones al principio de la simulación, esto se debe al tiempo en que tarda en responder el controlador y adecuar los

valores medidos a los de referencia, se puede observar que en $0 < t \leq 2$ la magnitud del voltaje llega a estabilizarse a un valor de 119 y que de $t \geq 2$ el controlador adecua la la magnitud a 120 volts, no obstante el sub-sistema $F - REN$ inyecta corriente en $t = 3$ seg, observando que el controlador adecua perturbaciones de corriente y los corrige al nivel de referencia que se indica.

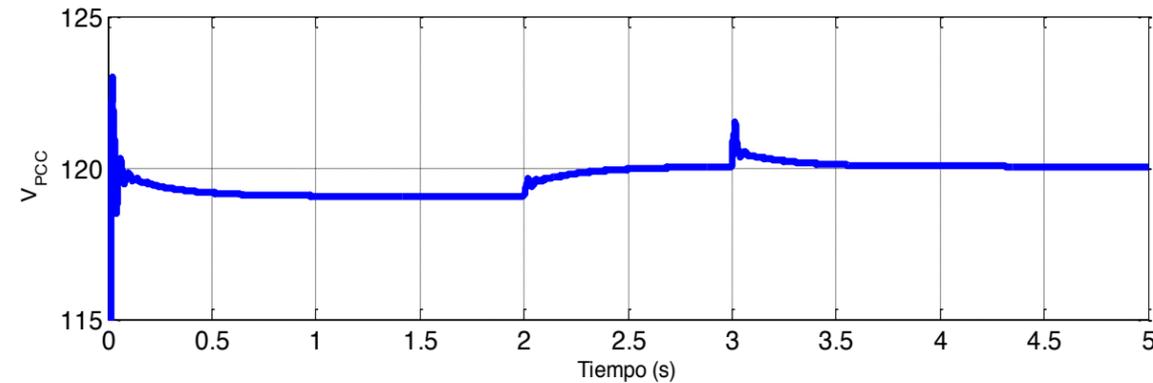


Figura 4. Voltaje en el nodo a controlar.

En la Figura 5 se muestra el comportamiento de las potencias activa y reactiva del resorte eléctrico. Nuevamente se observan pequeñas perturbaciones al inicio, de igual manera, esto se debe al tiempo que tarda en responder los controladores del resorte. En $0 < t \leq 2$ seg, se observa que la potencia activa es nula, esto se debe al adecuado funcionamiento del controlador del resorte ya que mantiene en cuadratura la corriente en la carga no crítica y el voltaje del resorte eléctrico, no obstante, existe consumo de potencia reactiva, ya que en este tiempo de simulación el voltaje de referencia es de 119, pero el voltaje medido es de 120 V, tal y como se muestra en la siguiente Figura. Por otro lado, cuando $2 \leq t \leq 3$ seg, el nivel de voltaje de referencia se ajusta a 120, no obstante el voltaje medido es ligeramente menor, por ello, el resorte eléctrico inyecta potencia reactiva, para $3 \leq t \leq 5$ seg, entra en acción la fuente alterna de energía o la inyección de corriente del sub-sistema $F - REN$, causando un incremento de voltaje, por ello el resorte eléctrico consume potencia reactiva para adecuar el voltaje al de referencia.

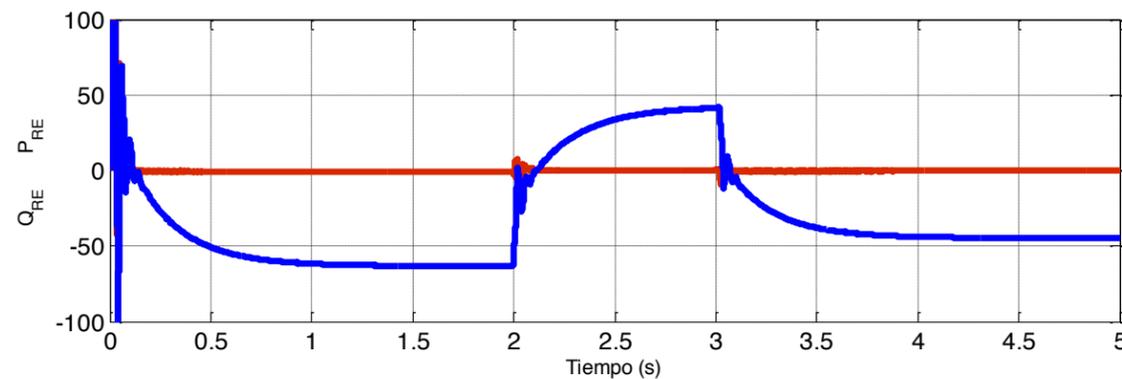


Figura 5. Potencia activa y reactiva del resorte eléctrico.

CONCLUSIONES

Resulta necesario tener un control cuando se tiene una red inteligente, así como se observó en este trabajo, ya que se pudo observar en el caso de estudio que el resorte eléctrico realiza los cambios correspondientes ante cambios de señal de referencia (V_{REF}) y ante perturbaciones producidas por la fuente alterna de energía, en este caso la magnitud del voltaje de $119 V_{RMS}$ a $120 V_{RMS}$. Otra característica importante que es necesario mencionar es que únicamente existe compensación y consumo de potencia reactiva, esto nos asegura un correcto funcionamiento del controlador PLL y por consiguiente mantener en cuadratura la corriente que circula por la carga no crítica y el voltaje en el resorte eléctrico.

REFERENCIAS

- [1] M. Pedrasa, T. D. Spooner, and I. F. MacGill, "Scheduling of demand side resources using binary particle swarm optimization," *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 24, no. 3, pp. 1173–1181, 2009.
- [2] F. Kienzle, P. Aho, and G. Andersson, "Valuing investments in multi-energy conversion, storage, and demand-side management systems under uncertainty," *IEEE Trans. Sustainable Energy*, vol. 2, no. 2, pp. 194–202, 2011.
- [3] C. K. Lee, B. Chaudhuri and S. Y. Hui, "Hardware and Control Implementation of Electric Springs for Stabilizing Future Smart Grid With Intermittent Renewable Energy Sources" *IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics*, Vol. 1, No. 1, March 2013.

DISEÑO DE INTERFAZ GRAFICA PARA CALCULO DE SISTEMAS DE TUBERIAS DE CLASE III

Francisco Javier Ramírez Morales¹ y Juan Pablo Razón González²

RESUMEN

Un sistema hidráulico para la distribución de agua debe de tener en cuenta dos cosas, la primera es el costo de los materiales del sistema y la segunda la energía requerida para que dicho sistema funcione de manera eficiente durante su operación a lo largo de su vida útil, además se conoce el flujo volumétrico que se desea. Ha de calcularse el tamaño de la tubería que se requiere para conducir un flujo volumétrico dado del fluido que en este caso se trabaja con agua como base. Se cuenta con una base de datos precargados en la interfaz del software Guide de Matlab[®]

Palabras Clave: tubería, sistema hidráulico, software

ABSTRACT

A hydraulic system for water distribution must take into account two things, the first is the cost of materials system and the second the energy required for the system to work efficiently during its operation throughout its lifetime also the volumetric flow to be known. It has calculated the size of the pipe that is required to drive a given fluid in this case working with water volumetric flow basis. It has a database pre-loaded software interface Matlab Guide[®]

Keywords: pipeline, hydraulic system, software

INTRODUCCIÓN

Los seres humanos han almacenado y distribuido el agua durante siglos. En la época en que el hombre era cazador y recolector el agua utilizada para beber era agua del río. Cuando se producían asentamientos humanos de forma permanente, estos siempre se producen cerca de lagos y ríos. Cuando no existen lagos y ríos las personas aprovechan los recursos de agua subterráneos que se extrae mediante la construcción de pozos. Cuando la población humana comienza a crecer de manera extensiva, y no existen suficientes recursos disponibles de agua, se necesita buscar otras fuentes diferentes de agua, y es aquí donde comenzaron a establecerse las principales formas y métodos de transporte de agua.

El tiempo que implica la solución de un sistema de tuberías de clase III usando métodos tradicionales es considerable si se compara a resolverlo mediante una aplicación computacional; por esta razón surge la necesidad de desarrollar una aplicación la cual ayude a resolver dichos sistemas en un menor tiempo de manera sencilla y que el usuario sin necesidad de tener conocimientos de programación contando solamente con conocimientos básicos de mecánica de fluidos para la interpretación de los resultados tenga al alcance una aplicación de fácil. Un sistema de tuberías de clase III es aquel que se desea conocer el tamaño de la tubería que conducirá cierto flujo volumétrico de un flujo dado, con una caída de presión específica como máxima debido a las pérdidas de energía.

¹Estudiante de Ingeniería Electromecánica del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Carretera Irapuato-Silao km 12.5, C.P: 36821, Irapuato, Guanajuato, azulyrojo_@hotmail.com

² Profesor del Departamento de Ingeniería Electromecánica del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Carretera Irapuato-Silao km 12.5, C.P: 36821, Irapuato, Guanajuato, jurazon@itesi.edu.mx

MÉTODOS Y MATERIALES

Este enfoque simplificado solo toma en cuenta la pérdida de energía debido a la fricción en la tubería, se supone que los puntos de referencia para la ecuación de la energía están en la tubería que va a diseñarse y a una distancia preestablecida. Entre ellos puede haber una diferencia de elevación. Sin embargo, debido a que el diámetro del flujo es el mismo en dos puntos de referencia, no hay diferencia en las velocidades o cargas de velocidades. Puede escribirse la ecuación de la energía y despejar la pérdida de energía (1):

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 - \frac{v_1^2}{2g} + h_L = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + Z_2$$

(1)
Pero $v_1=v_2$ entonces tenemos:

$$h_L = \frac{P_1 - P_2}{\gamma} + (Z_1 - Z_2)$$

(2)
Donde:

- h_L = Pérdida de energía
- P_1 = Presión del punto 1
- P_2 = Presión del punto 2
- Z_1 = Altura del punto 1
- Z_2 = Altura del punto 2
- γ =cantidad de peso específico

En un sistema de tuberías en serie, la pérdida total de energía es la suma de las pérdidas individuales menores más todas las pérdidas provocadas por la fricción. Al obtener este valor, se recopilan todos los demás datos precargados en el software y se introducen en la ecuación 3).

$$D = 0.66 \left[\epsilon^{1.25} \left[\frac{LQ^2}{gh_L} \right]^{4.75} + \nu Q^{9.4} \left[\frac{L}{gh_L} \right]^{5.21} \right]^{0.04}$$

Donde:

- D = Diámetro
- ϵ = Rugosidad del material
- L = Longitud de la tubería
- g = Gravedad
- h_L = Perdidas de energía
- ν = Viscosidad cinemática
- Q = Flujo volumétrico

El resultado es el diámetro más pequeño de flujo que puede usarse en una tubería, con el fin de limitar la caída de presión al valor que desea. Lo normal es que se especifique una tubería estándar u otro que tenga un diámetro interno tan grande como dicho valor limitante.

RESULTADOS

Al iniciar el programa este permite elegir el sistema de unidades que se desea elegir para hacer el análisis. Esto se puede llevar a cabo simplemente seleccionando entre alguno de los dos sistemas (sistema internacional, sistema ingles) como se muestra en la figura 1.

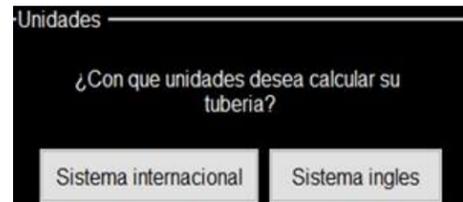


Figura 1 sistemas de unidades

Al elegir el sistema de unidades en el que se desea trabajar el programa te lleva a una nueva interfaz gráfica para así introducir algunos parámetros (longitud, diferencia de presión, cambio en las elevaciones y temperatura) como se muestra en la figura 2.

Sistema Internacional			Sistema Ingles		
Longitud	<input type="text"/>	Metros	Longitud	<input type="text"/>	Pies
Presion 1	<input type="text"/>	Kpa	Presion 1	<input type="text"/>	Psi
Presion 2	<input type="text"/>	Kpa	Presion 2	<input type="text"/>	Psi
Altura 1	<input type="text"/>	Metros	Altura 1	<input type="text"/>	Pies
Altura 2	<input type="text"/>	Metros	Altura 2	<input type="text"/>	Pies
Temperatura	<input type="text"/>	°C	Temperatura	<input type="text"/>	°F

Figura 2 sistemas de unidades

Las características de las tuberías tendrán un papel esencial en el caudal resultante tanto en escurrimientos a presión como a superficie libre.

Las tuberías ofrecidas en el mercado presentan diferentes condiciones de rugosidad (aún las tuberías de un mismo material pero fabricadas con diferente tecnología). Por lo tanto, las pérdidas de energía que sufrirá el fluido a lo largo del escurrimiento dentro de cada tubería será distinta, y así también lo será el caudal resultante (el caudal será menor cuanto mayor sea la rugosidad de las paredes).

Una vez llenados correctamente todos los espacios el programa te permite elegir entre varios tipos de material con el cual desea calcular su tubería como se muestra en la figura 3, aparece con un menú desplegable. Para el caso del acero comercial o soldado, al elegir esta opción se desplegara una ventana la cual dará la opción a elegir las opciones de Cédula 40 y Cédula 80.

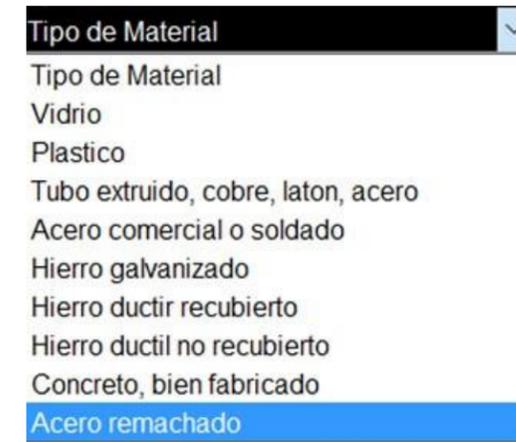


Figura 3 materiales para el diseño de tuberías

En el apartado para el caudal este se puede seleccionar dependiendo el sistema de unidades en el que se esté trabajando como se muestra en las figuras 4 y 5



Figura 4 Caudal en el sistema ingles



Figura 5 Caudal en el sistema internacional

Una vez llenado todos los datos de entrada requeridos por el programa y sin ningún campo vacío se presiona el botón de calcular en el cual, previamente se programaron dentro de la interfaz gráfica las ecuaciones 2 y 3, además se insertó también todos los valores que pueden tomar las tuberías sin necesidad de consultar una tabla de rangos. Por lo tanto en el espacio en blanco que se muestra en la figura 6, el programa mostrará el diámetro de la tubería adecuada para el diseño que el usuario desea.

Las tuberías se venden de acuerdo a su Diámetro Nominal, cuya definición depende de cada fabricante. Para algunos materiales el diámetro nominal es el diámetro interno de la tubería, para otros, generalmente los extrusivos, es el diámetro externo (por lo que el diámetro interno dependerá del espesor de las paredes, el cual a su vez varía con la resistencia ofrecida por la tubería a la presión interna) y para otros materiales el diámetro nominal no coincide ni con el interno ni con el externo.

Solo algunos materiales cuentan con tuberías de diámetro nominal o comercial esto quiere decir que mostrara un diámetro pero no es el diámetro real de la tubería sólo es una manera en la que se catalogan las tuberías. Por lo tanto el programa selecciona el diámetro superior comercialmente disponible para la tubería deseada ya que es difícil encontrar un diseño que se ajuste exactamente al diámetro que el usuario necesite o que el programa le arroje.

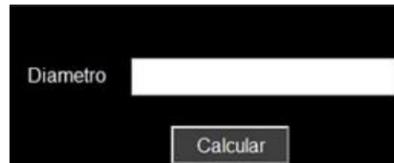


Figura 6 Botón para realizar el cálculo

CONCLUSIONES

El uso de una interfaz gráfica permite una interacción del usuario con el software para la selección de tuberías necesarias según sea sus aplicaciones específicas o necesidades del diseñador considerando los diferentes parámetros donde esta será instalada así como los materiales con las que está fabricada, donde estos parámetros juegan un papel importante para resolver mediante el método analítico la fórmula que nos permite determinar el diámetro interior o nominal necesarios para intercalar y buscar dentro de los valores comerciales para cada tamaño de tubería adecuado para el lugar donde esta se instalará.

BIBLIOGRAFIA

Libros

1. ROBERT L. MOTT; Mecánica de Fluidos 6° Ed., Pearson Prentice Hall.
2. CLAUDIO MATAIX; Mecánica de Fluidos y Maquinas Hidráulicas 2° Ed., Alfaomega Oxford.
3. VICTOR L. STREETER, E. BENJAMIN WYLIE Y KEITH W. BEDFORD; Mecánica de Fluidos 9° Ed., Mc Graw Hill.

COMPORTAMIENTO ELECTROQUIMICO EN MEDIO SALINO DEL MATERIAL COMPUESTO TiC/Al

Elsa Juliette Ramírez Romo¹ y Josefina García Guerra²

RESUMEN

La resistencia a la corrosión de la aleación Al-2024 reforzada con un 49% de partículas cerámicas de TiC, fue evaluada en un medio corrosivo de agua de mar sintética, empleando técnicas potenciodinámicas de polarización Tafel y espectroscopia de impedancia electroquímica (EIS). Para observar el efecto de la aplicación de un tratamiento térmico (T6), algunas probetas fueron sometidas a tratamiento térmico que consistió en un calentamiento a 530°C durante 150 min, enfriado en agua y seguido de un envejecido superficial a 190°C. Los resultados preliminares obtenidos muestran que el compuesto con y sin tratamiento térmico, mejora significativamente la resistencia a la corrosión en el medio corrosivo salino con respecto a la aleación (Al-2024) debido a la naturaleza catódica de las partículas de refuerzo de TiC y los intermetálicos presentes del tipo Ti-Al_x en la matriz.

ABSTRACT

The corrosion resistance of the Al- 2024 alloy reinforced with 49% of ceramic particles of TiC, was evaluated in a corrosive environment of synthetic sea water using techniques potentiodynamic polarization Tafel and electrochemical impedance spectroscopy (EIS). To observe the effect of applying a heat treatment (T6), some samples were subjected to heat treatment in heating at 530 ° C for 150 min, cooled in water and followed by a surface aged at 190 ° C. Preliminary results show that the composite with and without heat treatment significantly improves the corrosion resistance in saline media relative to the alloy (Al-2024) due to the cathodic nature of reinforcement particles TiC and intermetallic Ti - Al_x present in the matrix type.

Palabras clave: corrosión, tratamiento térmico

INTRODUCCIÓN

Anualmente se pierden miles de millones de pesos a nivel industrial (aeronáutica, automotriz y petrolera), debido al desgaste y degradación de materiales, por lo que se ha iniciado la búsqueda de materiales únicos que sean ligeros, resistentes al impacto, al desgaste abrasivo y a la corrosión. Principalmente se ha prestado atención a los materiales compuestos de matriz de aluminio y magnesio, por sus propiedades mecánicas y físicas, tales como: dureza, ductilidad, resistencia a la rotura, maleabilidad, resistencia a la fatiga, coeficiente de expansión térmica, conductividad térmica y resistencia a la corrosión.

Sin embargo la tendencia de estos materiales a presentar corrosión galvánica por la disimilitud de sus constituyentes, los hace candidatos para numerosas investigaciones, puesto que la presencia de ciertos

¹ Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Carretera 57Km 5, C:P 25710, Monclova, Coahuila., July.ploop@hotmail.com

² Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia, Carretera 57Km 5, C:P 25710, Monclova, Coahuila josefinagarciag@uadec.edu.mx

refuerzos hace que incremente la susceptibilidad a la corrosión. En este contexto K. K. Alaneme et al.(3) evaluó el comportamiento a la corrosión del material compuesto AA6063/Al₂O₃p en soluciones de 3.5 wt% NaCl, NaOH y H₂SO₄. Reportando que la resistencia a la corrosión del material Al(6063)—Al₂O₃ en los diferentes medios empleados sigue el siguiente orden. NaCl < NaOH < H₂SO₄.

MÉTODOS Y MATERIALES

La matriz empleada en este proyecto fue una aleación comercial de aluminio Al-2024. Como material de refuerzo se emplearon partículas de TiC de tamaño promedio de partícula de 1.2 μm. Se prepararon preformados en verde de polvos cerámicos de TiC con dimensiones de 6 x 1 x 1 cm y prensado uniaxial a una carga de 15 MPa. Posteriormente fueron parcialmente sinterizados a una temperatura de 1350 °C por un tiempo de 90 min., obteniendo preformas con una porosidad de 45-48%.

La aleación Al-2024 fue infiltrada empleando la técnica de infiltración sin presión externa a temperatura de 1200 °C y tiempo de 2 horas. Adicionalmente los compósitos TiC/Al-2024 obtenidos fueron sometidos a tratamiento térmico a temperatura de 530°C durante 150 min. y a 190 °C consecutivamente. Todos los procesos fueron llevados a cabo en atmósfera controlada de Argón. El comportamiento electroquímico de los compósitos en medio ácido (1M H₂SO₄), fue evaluado empleando las técnicas de espectroscopia de impedancia electroquímica (EIS) y curvas de polarización, en un rango de 10000 Hz a 0.01Hz a 10 mV, a condiciones de potencial de corrosión. Se utilizó una celda con arreglo de tres electrodos, como electrodo de referencia se empleó un calomel (+ 0.241V vs SHE), como electrodo auxiliar se empleó grafito y como electrodo de trabajo se empleó los sustratos de material compuesto TiC/Al-2024. El cambio microestructural, la morfología y el aspecto superficial de los compósitos fue evaluada por microscopía electrónica de barrido.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las curvas características de polarización anódica de la aleación Al-2024 y del material compuesto TiC/Al-2024 con y sin tratamiento térmico se muestran en la figura 1a y los datos obtenidos para estas curvas se listan en la tabla 2. Se puede observar que el proceso corrosivo del material compuesto y de la aleación consiste básicamente en la disolución activa de la matriz metálica. Las curvas no presentan características de pasividad, sin embargo los datos obtenidos muestran que la densidad de corriente I_{corr} y la velocidad de corrosión disminuye en los compósitos, especialmente en los que fueron sometidos a tratamiento térmico, puesto que se logra un desplazamiento de E_{corr} a valores más positivos así como la disminución significativa de la velocidad de corrosión (de 5 a 0.42 MPY). Claramente se observa que las curvas tienen un comportamiento similar ante la corrosión, la cinética de las reacciones anódica y catódica consiste básicamente en la disolución de la matriz metálica, controlado por la reducción de hidrógeno en la región catódica. Se observa que este tipo de materiales no pasivan la superficie, debido a la disimilitud entre el par cerámico-metal. Sin embargo se logra la disminución de la densidad de corriente hasta en un orden de magnitud de 1.4433×10^{-5} a 1.49×10^{-6} A/cm², lo que nos indica, que el efecto de las partículas de refuerzo de TiC y el efecto de envejecido artificial sobre las curvas de polarización es positivo, específicamente sobre la densidad de corriente anódica, ese efecto se atribuye principalmente a que durante el tratamiento térmico de los compósitos, algunas fases intermetálicas tales como CuAl₂ desaparecen por disolución en la matriz de aluminio (4), dando lugar a la presencia de intermetálicos tales como Ti₃Al, etc. Los cuales son de naturaleza catódica con respecto a la matriz metálica, generando un efecto benéfico que se verá reflejado en los parámetros evaluados. Tal comportamiento coincide con lo que ha reportado Gavali (5) en donde menciona que la densidad de corriente disminuye en condiciones de envejecido en un material compuesto TiC/Al-Cu. Por lo que se puede ver el comportamiento electroquímico de los materiales evaluados, los cuales presentan una microestructura heterogénea, en general depende del grado de segregación, de la morfología y la distribución de los precipitados y los intermetálicos presentes en el área expuesta al medio corrosivo.

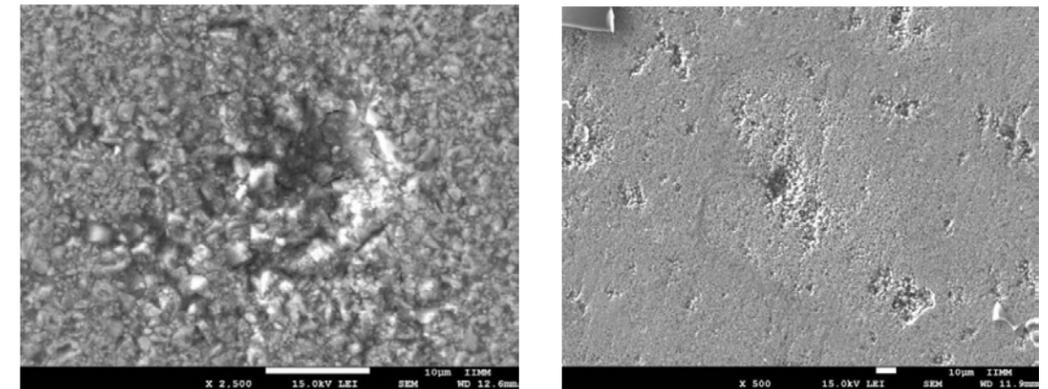
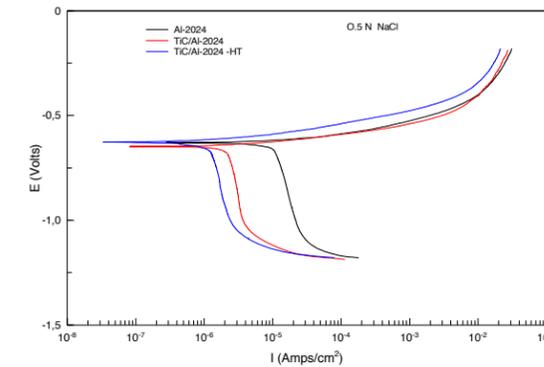


Figura 1 a) Curvas de polarización de los compósitos Al 2024/TiC , b y c) morfología de la superficie corroída del compuesto TiC/Al

Tabla 2 Parámetros electroquímicos Tafel para la aleación Al-2024 y el compuesto TiC/Al-2024 con y sin tratamiento térmico.

Muestras	E_{corr}	I_{corr}	β_c	β_a	CR MPY
Al-2024	-0.63058	1.4433×10^{-5}	3.532607	59.592	5.7805
TiC/Al-2024	-0.64866	2.9221×10^{-6}	2.0261×10^7	45.771	0.8336
TiC/Al-2024 -HT	-0.62812	1.49×10^{-6}	8.1816×10^6	50.867	0.4251

La figura 1b y 1c muestran imágenes SEM obtenidas de la superficie corrosiva del material compuesto Ti/Al-2024 con y sin tratamiento térmico en un medio salino. Se pueden observar grandes extensiones del material dañadas por corrosión localizada (picaduras). La disolución del aluminio (matriz), se observa claramente en la región anódica de las curvas Tafel. La mayoría de las picaduras se cubren con productos de la corrosión, es decir la presencia del material de refuerzo y de fases intermetálicas en la matriz de aluminio, contribuyen en gran proporción al incremento de la corrosión por picaduras como lo muestran las imágenes obtenidas por SEM (Figs 1b y 1c). Se observa que preferencialmente las picaduras comienzan en la interfase metal-cerámico, así como entre el micropar galvánico que se forma entre las fases intermetálicas conductoras y la matriz metálica. El diámetro de las picaduras oscila entre 15 y 20 μm, en las cuales se observa la completa disolución de la matriz metálica quedando solo las partículas cerámicas.

El efecto positivo del tratamiento térmico de envejecido en el comportamiento electroquímico de los compósitos TiC/Al-2024 es más evidente en los diagramas obtenidos por espectroscopia de impedancia (EIS). La figura 2 muestra los diagramas de Nyquist obtenidos para la aleación 2024 y el compuesto TiC/Al-2024 con y sin tratamiento térmico en una solución de agua de mar sintética. Del análisis cualitativo de los espectros de impedancia se observa un solo semicírculo con cierto grado de depresión, con una sola constante de tiempo. Además se observa un comportamiento capacitivo, que es atribuido a la presencia de óxidos sobre la superficie del compuesto. Sin embargo a pesar de su tendencia similar difieren en magnitud.

La evaluación cuantitativa de los espectros se llevó a cabo empleando un circuito equivalente tipo Randles, logrando obtener los parámetros electroquímicos mostrados en la tabla 3. Encontrando que la extrapolación de los diagramas en la región de baja frecuencia que el diámetro del semicírculo incrementa en los compósitos con y sin tratamiento térmico con respecto a la aleación monolítica. Este resultado implica que la velocidad de corrosión disminuye. Comprobando el efecto positivo del tratamiento térmico de envejecido sobre la resistencia a la corrosión de los compósitos.

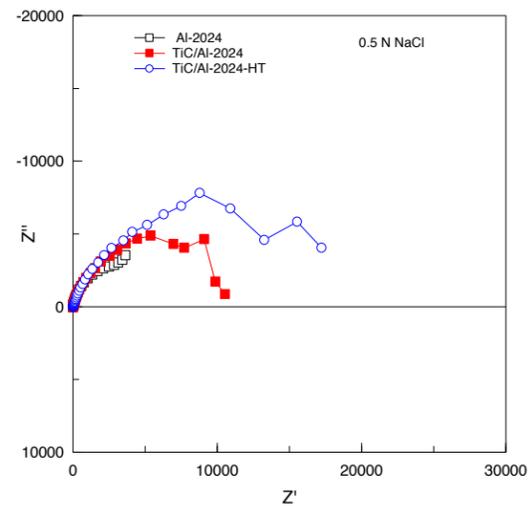


Figura 2 diagrama Nyquist de la aleación Al-2024 y del compuesto TiC/Al2024 con y sin tratamiento térmico.

Tabla 3 Parámetros electroquímicos EIS para la aleación Al-2024, y el compuesto TiC/Al 2024 con y sin tratamiento térmico.

Muestras	R_s	CPE	n	R_p
Al-2024	5.3	8.7593×10^{-5}	0.86511	7626
TiC/Al-2024	12.03	3.94477×10^{-4}	0.7735	13370
TiC/Al-2024 HT	14.25	0.0001984	0.79237	24128

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos del análisis de las curvas de polarización y la simulación de los espectros de impedancia confirman que la presencia de partículas cerámicas de TiC y el tratamiento térmico de envejecido, tienen un gran efecto en las propiedades electroquímicas del compuesto TiC/Al-2024, mejorando significativamente las propiedades de resistencia a la corrosión en un medio salino de pH neutro, puesto que aunque la superficie no se pasiva, el tratamiento térmico disuelve fases presentes tales

como (Al₂Cu) y disminuye la presencia de pilas activas de la superficie. De acuerdo a las imágenes SEM se observa que el mecanismo corrosivo es por picadura las cuales preferencialmente se forman en la interfase metal-cerámico.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Sheriff E. M & Su Moon P, electrochim., Acta, 51(7) (2006) 1313.
- 2) A. Contreras, C. A León, R. A.L Drew and E. Bedolla, Scripta Mater, 48 (2003), 1625.
- 3) K. K. Alaneme and M. O. Bodunrin, Journal of Minerals & Materials Characterization & Engineering 10 (12),(2011), 1153- 1165.
- 4) A. Albitar, A Contreras, E. Bedolla and R. Pérez, Composites 34A (2003) 249.
- 5) Gavgali Mehmet, Dikici Burak, Bedir Fevsi, Indian Journal of Engineering 14(2007), 303-308.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo económico recibido por el programa “18 Verano de la Ciencia de la Región Centro”. Así mismo agradecemos a la UMSNH por las facilidades otorgadas en el uso de infraestructura para la realización de este proyecto. .

BIOLOGÍA Y POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO Y DE BIORREMEDIACIÓN DE MICROALGAS NATIVAS DE MÉXICO

Miguel-Ángel Ramírez-Sánchez¹ y Alberto Ayala-Islas²

RESUMEN

Las microalgas del género *Euglena* son microorganismos particularmente abundantes en agua rica en nutrientes y materia orgánica, están presentes en casi todo el mundo, son casi exclusivas de agua dulce, también se pueden encontrar en el suelo y en lodos salinos. El presente trabajo se enfoca en la identificación de algas del género *Euglena* para su aislamiento a partir de cuerpos de agua naturales de México; la principal zona en la que se enfocó es la zona geotérmica de Los Azufres en el estado de Michoacán, ya que es una zona inestable, con clima cambiante que presenta una acidez muy alta (pH <3) y temperaturas elevadas, por lo que las características extremófilas de los microorganismos son de mucho interés. Estas características nos llevan a pensar que los organismos encontrados en esta zona pueden llegar a tener un potencial biotecnológico alto, tal es el caso del género *Euglena* que tienen gran trascendencia en países de primer mundo, dando lugar a una búsqueda exhaustiva de este grupo de microorganismos por su adaptabilidad y características de importancia en la industria desde la energética hasta la cosmética. Se realizaron dos muestreos en Los Azufres, de un total de dieciséis puntos seleccionados se obtuvieron cinco posibles candidatos que contuvieran estos, los cuales se sembraron en medio BBM líquido en tubos de ensaye. Se obtuvo crecimiento en tres de ellos para su posterior estudio. Teniendo como resultados el aislamiento de, posiblemente *Euglena mutabilis* de acuerdo a las características del punto de muestreo, su morfología y movimiento ameboideo.

ABSTRACT

Microalgae *Euglena* genus are particularly abundant in water rich in nutrients and organic matter also they are present in most of the world but they are almost exclusive to freshwater and they can also be found in saline soil and saline sludge. This work focuses on identifying algae of the genus *Euglena* to isolation from natural water bodies in Mexico; the main area which we focused on was the geothermal area of Los Azufres in the state of Michoacan, as it is an unstable area with changing climate that has very high acidity (pH <3) and high temperatures, so the extremophile characteristics of microorganisms are of great interest. These features lead us to believe that the organisms found in this area can have a high biotechnological potential, as in the case of the genus *Euglena* that have great significance in first world countries, leading to an exhaustive search for this group of microorganisms for its adaptability and characteristics of importance in the industry from energy to cosmetics. We performed two samples from Los Azufre of which we selected sixteen points and select five possible candidates which were cultivated in test tubes with liquid medium BBM. We obtained growth in three of them for further study. Results having as insulation possibly *Euglena mutabilis* according to the characteristics of the sampling point, his morphology and amoeboid movement.

Palabras Clave: Microalgas, *Euglena*, Azufres, BG-11, mutabilis.

¹ Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. Ingeniería Bioquímica, Alaska #144, Col. La Florida, C.P. 36554, Irapuato, Guanajuato, Teléfono (462)1150531. miguelramirezsan93@gmail.com

² Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. Departamento de Ingeniería Bioquímica, Carr. Irapuato-Silao km 12.5 C.P. 38821, Guanajuato, Irapuato, Teléfono (462) 6067900. alayala@itesi.edu.mx

INTRODUCCIÓN

Las microalgas son organismos con un sistema de obtención de energía autótrofa, ya que pueden realizar fotosíntesis, es decir, obtener energía luminosa y transformarla a energía química y, aún más impactante demuestran tener una eficacia en este proceso 3 veces superior a las plantas. La importancia de las algas está dada en base a que son buenos productores primarios de la cadena trófica, y están constituidas como las primeras formadoras de materia orgánica. El tamaño de las microalgas es muy variado, se puede hacer un estimado de entre 5-50µm en promedio, son de fácil captura y digestión por la mayoría de los organismos (González, 2005). Para el cultivo de las microalgas existen muchas condiciones que se deben de tomar en cuenta como son temperatura, intensidad luminosa, salinidad (algas marinas), nutrientes y pH, estas condiciones varían depende del alga estudiada, la mayoría de estos parámetros han sido estudiados en laboratorio y han ayudado a entender la condiciones óptimas para el desarrollo de las mismas.

En últimos días el nivel comercial, así como los grandes cultivos de microalgas y los fotobiorreactores tiene gran importancia para la producción de compuestos químicos con una alta pureza, como los son: biocombustibles, intercambiadores iónicos, biofertilizantes y carotenos; además que también se utilizan para el consumo humano y animal (Medina Jasso & al, 2012). *Euglena* es un género de protistas flagelados unicelulares. Especies de *Euglena* se encuentran típicamente en agua dulce y salada. A menudo son abundantes en las aguas interiores, en los que pueden crecer en número suficiente como para dar color a la superficie de los estanques y zanjas verdes, por ejemplo, *E. viridis* o incluso rojo, tal como *E. sanguinea* (Lee, 2016). Además que cuentan con orgánulos simple sensible a la luz que se le llama macha ocular (Sittenfeld & al., 2004)). *Euglena* poseen una mancha ocular de color rojo, que es un orgánulo compuesta de gránulos de pigmento de carotenoides.

La mancha roja se filtra la luz del sol que cae sobre una estructura ligera de detección en la base del flagelo, permitiendo que sólo ciertas longitudes de onda de la luz para llegar a él. Como la célula gira con respecto a la fuente de luz, la mancha ocular bloquea parcialmente la fuente, lo que permite la *Euglena* para encontrar la luz y se mueven hacia ella. Este proceso se conoce como phototaxis (Lee, 2016). El objetivo de este trabajo es demostrar la factibilidad de estudiar los microorganismos de Los Azufres, Michoacán para utilizarlos a nivel industrial.

METODOLOGIA

PRIMER MUESTREO.- para el muestreo se utilizaron tubos de 10 ml los cuales fueron lavados y posteriormente esterilizados con calor húmedo, además de utilizar frascos de 250ml y 1L los cuales fueron desinfectados con etanol y benzal; se designaron dieciséis puntos de muestra de los cuales se tomaba lecturas de pH (tiras de pH), temperatura, y coordenadas de cada zona (GPS). Las muestras de agua fueron tanto superficiales así como de sedimento y se almacenaron a temperatura ambiente hasta su llegada al laboratorio, posteriormente se almacenaban a 35°C hasta su posterior uso.

Los dieciséis puntos fueron designados ya que mostraban mayor abundancia de algas se etiquetaron adecuadamente y se almacenaron a temperatura ambiente. Tabla 1

Tabla1.- En esta tabla se muestra los puntos de muestreo y la nomenclatura de las etiquetas para la identificación de las muestras.

Los Azufres							
sitio	Temperatura °C	pH	Oxígeno disuelto	Latitud	Longitud	ALTURA	EUGLENA
A	34	5	1.7 ppm	19° 49.36' N	100° 40.02' O	2828 m	×
B	25	4	x	19°49.35' N	100° 40.03' O	2810 m	+
C	40	2	x	19° 49.35' N	100° 40.03' O	2804 m	×
D	43	5	2 ppm	19° 49.35' N	100° 40.08' O	2790 m	+
E	30	5	x	19° 49.35' N	100° 40.08' O	2817 m	+
F	38	5	x	19° 49.35' N	100° 40.1' O	2845 m	+
G	50	2	x	19° 49.34' N	100° 40.11' O	2845 m	×
H	33	9	4.62 ppm	19° 49.30' N	100° 40.18' O	2819 m	×
I	39	7	2.27 ppm	19° 49.29' N	100° 40.18' O	2821 m	×
J	48	7	2.22 ppm	19° 49.39' N	100° 40.17' O	2790 m	×
K	30	6	9.42 ppm	19° 49.30' N	100° 40.17' O	2790 m	+
Rincón De Parangueo							
Ap	50	11	0.9 ppm	20° 25.74' N	101° 14.86' O	1682 m	×
Bp	55	11	0.43 ppm	20° 25.74' N	101° 14.83' O	1682 m	×
Cp	50	10	x	20° 25.76' N	101° 14.84' O	1684 m	×
Dp	38	11	12.7 ppm	20° 25.84' N	101° 14.83' O	1680 m	×

SEGUNDO MUESTREO.- Para este muestreo se siguió la misma metodología que se realizó en el primer muestreo, solo disminuyeron las muestras tomadas ya que solo se realizaron muestreo en los puntos que se observaron *Euglenas* en el microscopio del laboratorio de operaciones unitarias del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. Teniendo 5 puntos en los cuales se tenía la certeza de encontrar *Euglenas mutabilis* de acuerdo a bibliografía consultada.

PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS.- Para la identificación de las muestras se utilizó un microscopio con objetivos 10X, 40X y 100X, además de tomar algunas fotografías con la cámara del microscopio de 2 Megapíxeles y con el software llamado Monitonic 2.0, ya identificadas se pasaba una dilución seriada en Medio BG-11 para posteriormente volver a observar al microscopio, para verificar el aislamiento de la *Euglena*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró una posible *Euglena mutabilis* de acuerdo a las observaciones en el microscopio y a la base de datos Algaebase, además de bibliografía consultada, ya que tenía diversas características similares a las *Euglenas* empleadas en otros trabajos las cuales presentaban movilidad similar al igual que características anatómicas similares. Se midieron las *Euglenas* con el software teniedo de una extensión de 31.0443 μm y 36.8397 μm como se puede notar en la Figura 1. Cabe destacar que estas posibles *Euglenas mutabilis* solo se lograron ver en los puntos que se muestrearon en Los Azufres, Michoacan.

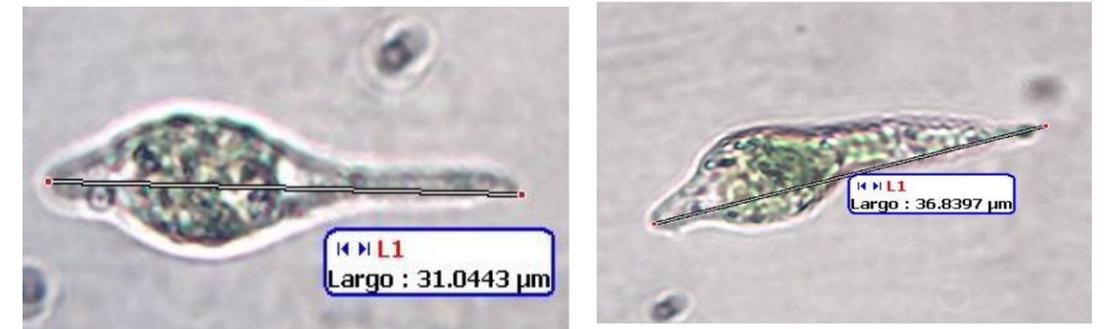


Figura 1.- Medición de la posible *Euglena mutabilis* con objetivo de 100X

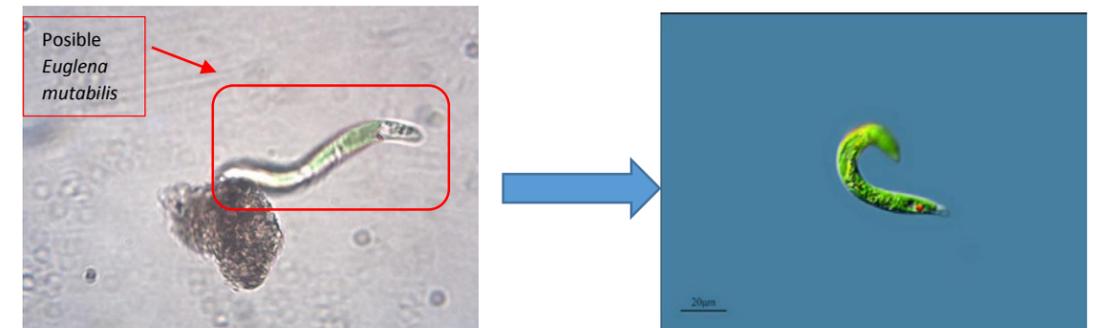


Figura 2.-comparacion de posible *Euglena mutabilis* con imagen obtenide ALGAEBASE.

CONCLUSIONES

Este proyecto tiene gran relevancia ya que estos microorganismos que se identificaron son muy atractivos para las empresas ya que las condiciones a las cuales se desarrollan son muy altas y te dan un alto rango de trabajo con temperaturas considerablemente extremas, además que da pie a seguir estudiando los microorganismos que se encuentran en esta zona geotérmica ya que pueden tener un gran valor para poder obtener diversos productos de interés industrial, hasta el momento solo se ha aislado una posible *Euglena mutabilis* pero se seguirá trabajando con las muestras para tratar de incrementar el número de aislados.

BIBLIOGRAFÍA

- ALGAEBASE. (30 de 07 de 2016). Obtenido de ALGAEBASE: <http://www.algaebase.org/>
- González, M. S. (2005). Aplicación e importancia de las microalgas en el tratamiento de aguas residuales. *UAM-I*, 66-69.
- Guiry, M. (30 de 07 de 2016). *algaeBASE*. Obtenido de algaeBASE: <http://www.algaebase.org/>
- Lee, M. (30 de 07 de 2016). *microbewiki*. Obtenido de microbewiki: https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Eugena_mutabilis#Euglena_mutabilis

Medina Jasso, A., & al, e. (2012). La importancia de las microalgas. *CONABIO*, 2-4.

Moreno, J., & al., e. (2012). Aspectos ecológicos y metodológicos del muestreo,. *Reduca*, 112-119.

Sittenfeld, A., & al., e. (2004). Una nueva especie de Euglena (Euglenozoa: Euglenales) aislada de ambientes extremófilos en las Pailas de Barro del Volcán Rincón de la Vieja, Costa Rica. *REVISTA DE BIOLOGÍA TROPICAL*, 27-30.

CONCRETO LIGERO

Juan Edgar Ramos Alfaro¹ y Luis Elías Chávez Valencia²

RESUMEN

Para construir una obra completamente agradable se debe tomar en cuenta un “confort térmico” que se definiría como un estado emocional y social 100% sano y así lograr un importante confort unifamiliar interno dando lugar a un ambiente térmico neutro. La norma ISO 7730 declara que el confort térmico “es una condición mental en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico”. Utilizar concretos ligeros con su resistencia térmica mejorada se reduciría el uso de energía, el uso de acondicionadores de aire disminuirá notablemente logrando un ahorro de energía eléctrica muy satisfactorio en el hogar.

Nuestro concreto ligero constaría de agregar perlita (poliestireno expandido) a la dosificación del concreto. Siendo la perlita un excelente aislante térmico.

ABSTRACT

To build a thoroughly enjoyable work should take into account a "thermal comfort" which is defined as an emotional and social state 100% healthy and achieve an important internal house comfort resulting in a neutral thermal environment. ISO 7730 states that the thermal comfort "is a mental condition in which expresses satisfaction with the thermal environment". Using lightweight concrete with improved thermal resistance energy use would reduce the use of air conditioners will decrease significantly achieving a saving electricity at home very satisfying.

Our lightweight concrete consist of adding perlite (expanded polystyrene) concrete dosing. It perlite being an excellent thermal insulator.

Palabras clave: Confort térmico, Concreto ligero, Resistencia térmica, Perlita (poliestireno expandido)

INTRODUCCIÓN

En estos últimos años se ha venido desarrollando el tema de la eficiencia energética en las viviendas, promoviendo el desarrollo sustentable en las ciudades y el control en el impacto ambiental, buscando disminuir el consumo de los recursos naturales renovables y los escasos no renovables.

La mezcla de grava, arena cemento y arena está regida por teorías establecidas desde el inicio del siglo 20 con los estudios del Dr. Duff Abrahams hasta nuestros tiempos con el método de diseño de concreto o proporciónamiento del A.C.I.

¹ Instituto Tecnológico De Monclova “Ejercito Mexicano”, Ingeniería Mecánica, Carretera 57 km 4.5, Unidad Tecnológica y Universitaria, 95245 Monclova, Coahuila. derek_fest@gmail.com

² Universidad de Guanajuato, División de Ingenierías; Calle Juárez No.77 Col. Centro C.P:36000, Guanajuato, Gto, lechavez@ugto.mx

Para ello, se mejoran técnicas y materiales para crear un concreto térmico ligero capaz de mantener sus propiedades mecánicas, logrando un mejor entorno familiar, edificaciones más económicas y accesibles, no olvidando los aspectos ambientales obteniendo viviendas sustentables para sí obtener un ahorro de energía.

La perla Pre-expandida de poliestireno de marca FANOSA es producto de la expansión primaria de pequeños granos de poliestireno puro en recipientes de operación continua alimentarios con vapor de agua bajo condiciones controladas de temperatura y presión; estas perlas contienen aditivos retardantes a la flama.

Ya que la perlita tiene es un buen aislante térmico, se implementara en la elaboración del concreto buscando mejoras las propiedades térmicas de este, esperando obtener cambios muy mínimos en las propiedades mecánicas del mismo, implementando pruebas experimentales de compresión y térmicas.

MÉTODOS Y MATERIALES

Análisis granulométrico de la grava

Se seca el material ya sea al aire a temperatura ambiente, o bien dentro de un horno a una temperatura inferior a 60° C, hasta conseguir pesadas consecutivas. A continuación, se deposita el material en la criba superior del juego de tamices, los que deberán encontrarse limpios y ordenados en forma decreciente hasta la criba.

Se hace vibrar el conjunto durante 5 a 10 minutos, tiempo después del cual se retira del vibrador y se registra el peso del material retenido en cada tamiz.

Tamices a utilizar (2", 1 1/2", 1", 1/2", 1/3", 3/8" y #4)

Análisis granulométrico de la arena volcánica

Se seca el material ya sea al aire a temperatura ambiente, o bien dentro de un horno a una temperatura inferior a 60° C, hasta conseguir pesadas consecutivas. A continuación, se deposita el material en la criba superior del juego de tamices, los que deberán encontrarse limpios y ordenados en forma decreciente hasta la criba.

Tamices a utilizar (#4, #8, #16, #30, #50 y #100)

Determinación del peso específico y porcentaje de absorción de la grava

Se deja saturando un mínimo de 6kg de grava durante 24 horas, al día siguiente se toma el lienzo de franela para quitar el exceso de agua de la grava; se procede a pesar una cantidad estimada de grava (200gr) luego se llena la probeta de agua hasta 500ml y se le agrega la cantidad de grava y se anotan los resultados obtenidos.

El contenido de grava se metió al horno durante 24 horas, pasadas las horas se procede a pesar la grava seca y se obtiene la absorción.

Determinación del peso específico y porcentaje de absorción de la arena volcánica

Se pesa aproximadamente 4kg de arena y la dejamos saturar durante 24 horas. Al día siguiente tomamos una cantidad considerable para realizar la práctica y la llevamos a la estufa para secarla. Después se le realiza la prueba del cono dándole pizonadas a cada tercio de llenado primero se dan 12, después 8 y en el último tercio 5. Se retira el cono y se anotan los resultados

Determinación del peso volumétrico seco suelto de los agregados pétreos (gruesos y finos)

El procedimiento de palear el agregado para llenar el recipiente y utilizar la compactación que alcance con la caída libre desde la pala, es utilizado para determinar el peso unitario suelto de agregados que tengan un tamaño máximo de 100 mm (4 pulgadas) o menos.

La operación consiste en llenar el recipiente hasta que rebose, utilizando una pala o cucharón, descargándose el agregado desde una altura que no exceda de 50 mm (2 pulgadas) sobre el borde del recipiente. Téngase el cuidado de prevenir hasta donde sea posible la segregación de las partículas de distintos tamaños que componen la muestra. Nivele la superficie del agregado con los dedos o con el enrasador.

Determinación del peso volumétrico seco compactado de los agregados pétreos (gruesos y finos)

Llene el recipiente hasta una tercera parte del total y nivele la superficie con los dedos. Varille la capa de agregado con 25 golpes igualmente distribuidos sobre la superficie. Siga llenando el recipiente hasta dos terceras partes del total y otra vez nivele y varille como en la capa inicial. Finalmente llene el recipiente hasta el rebosamiento y varille como en las anteriores capas. Nivele la superficie del agregado con los dedos o con un enrasador, procurando compensar las pequeñas salientes de las piezas de agregado con las depresiones debajo de la línea de enrase.

RESULTADOS

Granulometría de la grava

El material se preparó por cuarteo donde se requería una muestra de 5,000 gramos de peso aproximadamente al realizar la práctica se obtuvo que la prueba cumple con la mínima perdida de 1% de Material, obteniendo un Mayor número de material con un

$$TMA = 1''$$

Granulometría de la arena

El material utilizado para esta práctica se realizó por cuarteo donde se requería una muestra aproximada de 500 gramos de peso al realizar la práctica se obtuvo el

$$\text{Módulo de Finura Promedio} = 3.06$$

Quedando entre el rango del Módulo de Finura

$$2.3 < M.F. < 3.1$$

Peso específico y porcentaje de absorción de la grava

Después de haber realizado el procedimiento para calcular el peso específico y porcentaje de absorción para el agregado grueso se obtuvo lo siguiente:

$$\text{Peso específico} = 2.84 \text{ g/ml o cm}^3 \text{ \& \% Absorción} = 1.33 \%$$

Peso volumétrico seco suelto de la grava (agregado grueso)

Se obtuvo:

$$PVSS=2.78 \text{ gr/cm}^3 \text{ o } 2,784 \text{ Kg/m}^3$$

Peso volumétrico seco suelto de la arena volcánica (agregado fino)

Se obtuvo:

$$PVSS= 2.17 \text{ gr/cm}^3 \text{ O } 2,178 \text{ Kg/m}^3$$

Peso volumétrico seco compactado de la grava (agregado grueso)

Se obtuvo:

$$PVSS= 2.06 \text{ gr/cm}^3 \text{ O } 2,060 \text{ Kg/m}^3$$

Peso volumétrico seco compactado de la arena volcánica (agregado fino)

Se obtuvo:

$$PVSS= 2.27 \text{ gr/cm}^3 \text{ O } 2,271 \text{ Kg/m}^3$$

Dosificación

La dosificación de la Tabla. 1 debe obtener una resistencia de 150 Kg / cm²

Tabla 1. Dosificación para el total de 1 m³

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	17.70	Kilos
Arena	43.28	Kilos
Grava	68.72	Kilos
Agua	13.63	Litros
Perlita	4.483	Litros

Al mezclar todos los materiales deberán llenarse 18 cilindros que al endurecerse se tendrán que someter a pruebas de compresión a los 7, 14 y 28 días.

Nota: La mitad de los cilindros fueron llenados con la dosificación de perlita y los otros con dosificación sin perlita.

Prueba de cilindros a compresión

Tabla 2: Resultados de los cilindros a prueba de compresión.

Altura	Diámetro	Peso	Carga	Área	Resistencia
cm	cm	Kg	Kg	cm ²	Kg / cm ²

Prueba de Resistencia a 7 días					
Concreto ligero (perlita)					
30	15.1	12.248	30250	179.07	168.928
30	14.87	12.259	37125	173.66	213.78
30.1	14.85	12.273	29500	173.19	170.333
Promedio	30.033	14.837			184.347
Concreto convencional					
30	14.87	12.931	41625	173.66	239.693
31	14.87	12.9	31200	173.66	179.661
30	14.77	12.911	34750	171.33	202.825
Promedio	30.333	14.837			207.393

Prueba de Resistencia a 14 días					
Concreto ligero (perlita)					
30.5	14.63	12.294	37750	168.1	224.569
30.35	14.75	12.328	38500	170.41	225.926
30.15	14.7	12.408	39375	169.71	232.013
Promedio	30.333	14.687			227.503
Concreto convencional					
30.3	14.75	12.988	43125	170.87	252.385
30.2	14.65	12.909	41625	168.56	246.945
30.3	14.66	13.065	41250	168.79	244.387
Promedio	30.267	14.687			247.905

Prueba de Resistencia a 28 días						
Concreto ligero (perlita)						
	30	15.1	12.19	42170	179.07	235.494
	30.1	15.2	12.235	44170	181.45	243.428
	30	15.13	12.365	41490	179.79	230.769
Promedio	30.033	15.143				236.564
Concreto convencional						
	30.2	15.2	12.86	52510	181.45	289.391
	30	15.13	12.835	52340	179.79	291.117
	30.2	15.1	12.73	61170	179.07	341.598
Promedio	30.133	15.143				307.369

CONCLUSIONES.

Se concluye que los concretos ligeros son concretos de densidades menores a las de los concretos normales hechos con agregados comunes. La disminución de la densidad de estos concretos se produce por una presencia de vacíos en el agregado, en el mortero o entre las partículas de agregado grueso. Esta presencia de vacíos ocasiona la disminución de la resistencia del concreto, por lo que muchas veces la resistencia no es la condición predominante para los concretos, y en otros casos se compensa.

BIBLIOGRAFIA

Libros

Abrams Duff. The Design Of Concrete Mixtures. Lewis Institute, 1ª edición Chicago; 1918, pp 25.

Secretaria de Recursos Hidráulicos, Manual del concreto. Parte 1, Dirección De Proyectos y Departamento De Ingeniería Experimental, 13ª edición, México 1970; pp 148.

EXPERIENCIA DE USUARIO DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA ARQUITECTURA DE INFORMACIÓN

Marco Alberto Ramos Hernández¹ y Juan Luis Villa Cisneros²

RESUMEN

El avance de las Tecnologías de la Información en la actualidad, ha ido creciendo a medida que el Internet se vuelve más popular como una herramienta de uso diario. Dejó de ser un tema de curiosidad e Ignorancia para algunos, y así convertirse en una necesidad, pero hoy en día, todo este avance ha tenido una gran repercusión, el ser humano produce y consume a diario cantidades incuantificables de Información, mucha de esas cantidades, le resulta muy difícil procesar. El presente artículo tiene como propósito analizar cómo las Experiencias de Usuario y la Arquitectura de Información son una herramienta para adoptar, dado que son de ayuda al problema que presenta la sobrecarga de información.

ABSTRACT

The advance of the information technologies today, has grown as the Internet becomes more popular as a tool for daily use. It ceased to be a subject of curiosity and ignorance for some, and thus become a necessity, but today, all this development has had a great impact, human being produces and consumes daily unquantifiable amounts of information, a lot of those amounts, it is very difficult to process. This article aims to analyze how user experience and information architecture are a tool to adopt, given that they are of help to the problem presented by information overload.

Palabras Clave: Experiencias de Usuario, Arquitectura de Información.

INTRODUCCIÓN

Cada invención o investigación hecha en el campo de la Tecnología, se encamina a facilitar nuestra vida diaria, dando soluciones o respuestas a problemas que surgen conforme el avance tecnológico se incrementa. Es importante considerar que, si bien el avance de las tecnologías de la información ha aumentado, la invención o desarrollo de tecnologías son muy escasas, ante el alto crecimiento de la información. Ante este problema, lo que se necesita es un enfoque de estructuración, de manera que sea más fácil de encontrar y entender.

El término Arquitectura de la Información (AI) es un concepto utilizado en su forma más amplia para expresar el diseño, organización y distribución de los sistemas informáticos. Así, el uso de la Arquitectura de información puede ser usada como un lente para ayudar a los usuarios a buscar información. Si bien la AI es el área que se encarga de crear estrategias para el control de la información haciendo frente al incremento y saturación de los contenidos que se generan actualmente. (Louis Rosenfeld, 2015). El objetivo que se presenta en este trabajo de investigación hace referencia al vínculo que requieren dos disciplinas que se encargan de mejorar ciertos aspectos ante la sobrecarga de información, que es la Arquitectura de Información y el desarrollo de Experiencias de usuario. Un vínculo que se genera a partir de las exigencias del mundo, en donde todos merecemos procesar de una manera rápida y sencilla, a la información que previamente la AI hizo su trabajo, dando como resultado que cualquier usuario entienda e integre a su propio conocimiento.

¹ Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, Programa de Ingeniería en Computación; Mantequilla 401, Col. Centro, C.P: 98000, Zacatecas, Zacatecas, ismarccs@outlook.com

² Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, Programa de Ingeniería en Computación; Carr. Zacatecas-Guadalajara Km. 6, Ejido "La Escondida", Zacatecas, Mexico, Juan Luis Villa Cisneros, C.P: 98160, Zacatecas, Zacatecas, jlvilla@uaz.edu.mx

MARCO TEORICO

Hoy en día los profundos cambios de la ciencia en el siglo XX han originado una tercera revolución industrial: la de las nuevas tecnologías, que son fundamentalmente intelectuales. Esta revolución ha ido acompañada de un nuevo avance de la mundialización y ha sentado las bases de una economía del conocimiento, en la que éste desempeña un papel fundamental en la actividad humana, el desarrollo y las transformaciones sociales. (Tello, 2007).

La brecha digital (*digital divide*) es probablemente uno de los primeros conceptos con el que se inicia la reflexión alrededor del tema del impacto social de las tecnologías de información y comunicación. Una de las TIC que ha recibido la mayor atención en el último tiempo es el Internet. En rigor, Internet es bastante más que una plataforma tecnológica para el intercambio de información. (Tello, 2007).

Dicho avance ha ido creciendo a medida que el internet se vuelve más popular como una herramienta de uso cotidiano. El uso que representa hoy en día para los usuarios es bastante amplio, puesto que nos permiten automatizar las tareas que desarrollamos diariamente, cosa que sólo hasta hace unos años, se veía sólo en grandes industrias o corporativos. Se han puesto en marcha diferentes técnicas y usos que nos permiten aprovechar de una manera eficiente alguna parte de la información que éstas generan. (Alcalde, 2015) Los flujos de información son ahora amplios, diversificados, y accesibles. Pertenece a una era en donde las Tecnologías de la Información, son ahora nuestra herramienta de trabajo. Así mismo en el mundo, gracias a la revolución en la que estamos involucrados pasan de los archiveros y grandes bodegas, a tener grandes soportes de almacenamiento con toda la información que se genera. Puesto que los usuarios, hasta las grandes empresas no cuentan con herramientas capaces de procesar y procesar todo el contenido con el que cuentan y están generando a cada momento. (Alcalde, 2015).

La Arquitectura de Información es el área de práctica que ayuda a aliviar este problema. Mientras se trabaja con el diseño de entornos de Información que serán usados por los seres humanos, se tendrá la necesidad de crear herramientas y técnicas precisas que nos permitan estructurar toda esa información para que nos sea más fácil de encontrar y entender. El término de "Arquitectura de Información" fue originado por Richard Saul Wurman, en el que se basa en utilizar un diseño para hacer frente a la sobrecarga de información (Louis Rosenfeld, 2015).

Es importante reconocer que si bien el avance de las Tecnologías de la información ha aumentado la cantidad total de información disponible y ha hecho que más personas publiquen y tengan acceso a la información. La miniaturización de la electrónica, combinada con la adopción generalizada de las tecnologías de comunicación, ha dado lugar a una proliferación de dispositivos con los cuales los usuarios crean y acceden a ella. El exceso también ha dado pauta para la creación de nuevas tecnologías que tiene prometedoras propuestas, que ayudarán a los usuarios a organizar, buscar y hacer un mejor uso de la información (Louis Rosenfeld, 2015).

Cada vez más, las organizaciones que tienen que considerar como el usuario tendrá acceso a su información, en esto y muchos otros conceptos. Ellos quieren que estas experiencias sean consistentes y coherentes, independientemente de cómo y dónde se accede a la información. Por lo anterior, la Arquitectura de Información es la combinación de la organización, rotulación, y esquemas de navegación asociados a los sistemas de información, al igual que el diseño estructural de los espacios de información para facilitar las tareas y acceso intuitivo al contenido. El arquitecto de Información, tiene la función de clarificar la misión y visión del sitio, equilibrando las necesidades de los usuarios. Entre los beneficios que brinda la Arquitectura de la Información está el hecho de ubicar con mayor rapidez la información a la cual se está consultando, encontrarla con menor esfuerzo, establecer relaciones, además de reducir costos de mantenimiento y procesos de reingeniería. (Gonzalez, 2003).

De manera concreta, la Arquitectura de la Información es una disciplina que organiza conjuntos de información, permitiendo que cualquier persona entienda y los integre a su propio conocimiento, de forma menos compleja. Trata de diseñar, organizar, etiquetar y crear sistemas de navegación y búsqueda que ayuden a los usuarios encontrar y gestionar la información de una forma sencilla e intuitiva.

Según Darren Northcott en una publicación denominada "The Difference Between Information Architecture and UX Design", dice que una de las definiciones propuestas por diversos analistas, la Arquitectura de la información es "el arte y la ciencia de organización y etiquetado de sitios web, para apoyar la usabilidad", así mismo la Experiencia de usuario es "la forma en que una persona se siente al utilizar un producto, sistema o servicio". Esto incluye percepciones de una persona en aspectos prácticos como la utilidad, facilidad de uso y eficiencia de sistemas" (Abizanda, 2004).

El término de la experiencia de usuario se deriva de la expresión en inglés User Experience (UX). La norma ISO 9241-210 la define como "La percepción de una persona y las respuestas que resultan del uso previsto de un sistema o servicio.". La Experiencia de usuario depende de una variedad de factores, que envuelven al usuario. (González, 2013). La Experiencia de Usuario evalúa las interacciones de los usuarios y los productos tecnológicos con la finalidad de determinar una experiencia de gran calidad en la utilización de cualquier sistema. (Hassenzahl & Tractinsky, 2006).

De modo que la Experiencia de Usuario toma a la Arquitectura de información como una estructura que llevan a los usuarios garantizar el mayor aprovechamiento de la información, haciendo frente a la problemática que se tiene en torno al proceso y manejo de la información, que de una u otra manera sigue creciendo en nuestros días.

MÉTODOS Y MATERIALES

Durante el desarrollo del Verano Regional de la Ciencia se creó una metodología de estudio, en el que se accedió a materiales y recursos para su estudio. Usando una metodología explorativa, en donde se consultaron varios autores, artículos científicos referentes a los estudios relacionados con la Arquitectura de Información y las Experiencias de usuario. De igual manera se analizó profundamente desde el comienzo, los términos a los que se refiere AI y UX, percibiendo una visión constructiva acerca de lo que acontece al mundo actualmente con el desarrollo de las tecnologías de la información.

RESULTADOS

La Arquitectura de información y la Experiencia de Usuario son interdisciplinarias que se nutren de diferentes áreas del conocimiento. Siendo la Arquitectura de Información una base para tener una buena estrategia de Experiencia de Usuario.

Alguna de las áreas de la Arquitectura de Información y la Experiencia de Usuario se desglosa en las siguientes disciplinas.

El desarrollo de Experiencias de usuario al igual que la AI, pretenden revolucionar el mercado de las tecnologías de la información, al ofrecer un sinfín de opciones al usuario, en el que pueda adquirir de manera productiva toda la información que existe. Si bien no solo en los grandes corporativos en donde antes se aplicaban tecnologías de este tipo, ahora con los grandes avances que se tienen actualmente, la sociedad está evolucionando y así como evoluciona a pasos agigantados se requiere su pronta solución frente a la saturación de información que existe actualmente.

BIBLIOGRAFIA

Alcalde.L. (2015). *Visualización de la Información de los datos al conocimiento* (1ra. Ed.). UOC.

Louis Rosenfel, P.M. et al. (2015). *Information Architecture Fort he Web and Beyond* (4th. Ed.). O'Reilly.

Tello, Egdar (2007). "Las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) y la brecha digital: su impacto en la sociedad de México" en *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 4, n.º 2. [pp. 2-4]. UOC. Consultada en <http://www.uoc.edu/rusc/4/2/dt/esp/tello.pdf> (Fecha de consulta 08/07/2016).

Gonzalez, C. (2003). "Arquitectura de la Información: diseño e implementación." Retrived September 2013 en Ciencias de la Información INFOTECH: <http://eprints.rclics.org/8471/1/Arquitectura.pdf>

González, Daniel; Marcos, Mari Carmen (2013). "Responsive web design: diseño multidispositivo para mejorar la experiencia de usuario" en *Textos universitaris de biblioteconomia i documentació* n.º. 31. UOC. Consultada en <http://bid.ub.edu/es/31/gonzalez2.htm> (Fecha de consulta 02/08/2016).

Veronica Abizanda (2004). "Diferencia entre Arquitectura de Información y Diseño de UX" en *Arquitectura de Información, Experiencia de usuario: Torres Buriel Studio*. Consultada en <http://www.torresburriel.com/weblog/2014/09/10/diferencia-entre-arquitectura-de-la-informacion-y-diseno-de-ux/> (Fecha de consulta 10/08/2016).

Morville, Peter. (2004) *User Experience Design* (3ra Ed.) O'Reilly.

PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CON UN ENFOQUE DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL: SISTEMA JOB SHOP, EMPLEANDO EL TOOLBOX TORSCHÉ SCHEDULING EN MATLAB

Rangel González Dalia Gabriela¹ y Luis Fernando Villanueva Jiménez²

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó un análisis sistemático del proceso de producción bajo un enfoque de Inteligencia Artificial, para la asignación de recursos industriales disponibles del tipo Job Shop en una empresa dedicada a la fabricación de ventanas y puertas de aluminio. Dicho análisis fue realizado con la interacción del software MATLAB y haciendo uso del Toolbox TORSCHÉ Scheduling. La programación de la producción se ha considerado como un modelo de planificación determinístico. El objetivo de la investigación fue disminuir el tiempo de finalización de trabajos o makespan, para incrementar la utilización de las máquinas en un ambiente Job Shop con instancia de 5x5. Los resultados obtenidos son satisfactorios. Se presenta una comparación entre el programa de producción que la empresa llevaba a cabo y la propuesta realizada en este proyecto.

ABSTRACT

In this work, a systematic analysis of the production process with a focus on Artificial Intelligence for the allocation of available industrial resources job shop in a company dedicated to the manufacture of aluminum windows and doors was made. This analysis was performed using MATLAB software interaction and using the Toolbox TORSCHÉ Scheduling. The production scheduling has been considered a model of deterministic planning. The aim of the research was to reduce the completion time or makespan work to increase the use of machinery in a job shop environment instance 5x5. The results are satisfactory a comparison between the production program the company carried out and the proposal made in this project is presented.

Palabras clave: Job Shop, MATLAB, Inteligencia Artificial, tiempo de procesamiento, modelo determinístico, secuenciación de tareas, makespan, TORSHE Scheduling.

INTRODUCCIÓN

Con el paso de los años y el desarrollo de las nuevas tecnologías, se ha presentado la necesidad de dar solución a problemas combinatorios en aplicaciones industriales los cuales involucran planear y programar las actividades de un proceso de producción en un corto plazo. Un ejemplo es el problema combinatorio *Job Shop Scheduling*: programación de taller. El *Job Shop Scheduling* considera la fabricación de pequeños lotes de una gran variedad de productos, donde cada producto tiene una secuencia de tareas diferente tanto en las operaciones como en el flujo del proceso respectivo. En este proyecto se realiza una investigación documental-práctica. Se ha recurrido al Toolbox TORSHE Scheduling para Matlab (Kutil & Sucha, 2010), con el cual se realizó la planeación de la producción de un problema del tipo Job-Shop de instancia 5x5, en una empresa dedicada a la fabricación de ventanas y puertas de aluminio. Con la finalidad de evidenciar los resultados obtenidos se realizó una comparación

¹ Instituto Tecnológico Superior De Irapuato, Ingeniería Industrial, Carretera Irapuato - Silao km 12.5 Colonia El Copal, CP: 36555, Irapuato, Gto.

² Instituto Tecnológico Superior De Irapuato, Ingeniería Industrial, Carretera Irapuato - Silao km 12.5 Colonia El Copal, CP: 36555, Irapuato, Gto.

de la manera en la que la empresa llevaba a cabo la planeación de la producción (planeación empírica) contra el programa de producción obtenido por el Toolbox TORSHE Scheduling. Los resultados obtenidos son satisfactorios al utilizar el Toolbox TORSHE Scheduling. Se presenta una reducción significativa en cuanto a los tiempos de finalización “makespan” al igual que la reducción de tiempos de ocio en las estaciones de trabajo.

MARCO TEÓRICO

El término *job shop*, puede ser considerado actualmente como un concepto relativamente nuevo. (Osorio Juan Carlos, 2011). A su vez este se puede definir como: “*un conjunto de trabajos donde cada trabajo tiene su secuencia de operaciones las cuales se realizan en una de las máquinas durante un tiempo definido (tiempo de procesamiento)*”. (Osorio Gómez Juan Carlos, 2012)

La dimensionalidad del problema del *job shop* viene dada por $n \times m$, siendo n el número de trabajos y m el número de máquinas. El crecimiento exponencial del número de posibles soluciones hace que este problema sea reconocido como NP – hard (Sipper, 1998). En todos los problemas de programación de tareas se considera el número de trabajos y máquinas como finitos. (Edson, 2012). Usualmente el subíndice j se refiere al número de trabajo mientras que el subíndice i se refiere a la máquina. Si un trabajo requiere un número de pasos de procesamiento u operación, entonces el par (i,j) se refiere al paso de procesamiento u operación del trabajo j en la máquina i CITATION Pin10 \l 2058 | (1., 2010)}. Además, se puede definir el **Tiempo de procesamiento** (p_{ij}): que representa el tiempo de procesamiento del trabajo j en la máquina i .

Un problema de programación está descrito por la siguiente tripleta $\alpha|\beta|\gamma$. El campo α describe el entorno de la máquina y contiene solo una entrada. El campo β proporciona detalles de las características de procesamiento y restricciones, puede no tener entrada o una entrada o múltiples entradas. El campo γ contiene el objetivo a hacer minimizado y a menudo contiene una sola entrada. (1., 2010). Existen diversos problemas combinatorios para la programación de tareas, tales como: Open Shop (David, 2002), Flow Shop (Camilo, 2013) y el Job Shop. En este último cada trabajo es procesado en un conjunto de máquinas en un orden determinado, con un número específico de trabajos, máquinas, con un orden y durante un tiempo determinado (Eduardo, 2012).

Existen diversos métodos registrados en la literatura para dar solución a los problemas combinatorios del tipo Job-Shop, tales métodos se pueden dividir básicamente en métodos exactos y técnicas Meta heurísticas, siendo estas últimas las principales exponentes. Uno de los objetivos de esta investigación es hacer uso del Toolbox TORSHE Scheduling (Kutil & Sucha, 2010), por ser una alternativa reciente para tratar este tipo de problemas combinatorios. El Toolbox TORSHE Scheduling contiene una serie de algoritmos metaheurísticos que permiten tratar diferentes problemas combinatorios de programación de tareas. El LIST Scheduling (Lista a programar) (Mariana, 2011), es uno de los algoritmos metheurísticos precargados en TORCHE el cual está basado en métodos deterministas que trabajan asignando prioridades a las tareas de acuerdo a criterios prefijados, por tanto se consideran como una herramienta de gran relevancia, ya que gracias a ellos pueden ser resueltos problemas como el *job shop* complejo en un corto plazo, a su vez esto implica tener una mayor ventaja al momento de la toma de decisiones.

Durante este proyecto se llevó a cabo una investigación documental – práctica sobre las características del sistema de trabajo *job shop*. Para llevar a cabo la investigación se tomaron como referencia las siguientes consideraciones (Castrillón, 2008):

- Todos los trabajos están disponibles para iniciar su proceso en $t = 0$. (Fecha de liberación).
- Todas las máquinas se encuentran listas para su operación en $t = 0$. (Disponibilidad).
- Una máquina no podrá procesar más de una operación al mismo tiempo.
- Los tiempos de procesamiento de las operaciones son conocidos y determinísticos.

- El tiempo total de procesamiento para un trabajo j es la suma del tiempo de proceso de cada una de las operaciones que lo componen más los alistamientos.
- No se consideran tiempos de transporte para los trabajos entre una y otra máquina.
- Un trabajo solamente se considerará terminado en el momento en que sus operaciones hayan sido procesadas completamente.

MÉTODOS Y MATERIALES

Como parte fundamental del desarrollo de este proyecto se desarrolló un método adoptado a las necesidades encontradas para la implantación del proyecto. Dicho método se desarrolla a continuación considerando la interacción entre las variables a medir y mejorar, así como el uso del Toolbox.

1. Conocimiento sobre el proceso productivo.

Obtención de los tiempos de inicio y procesamiento, secuenciación de tareas y la utilización de las máquinas, para establecer condiciones en las que se desarrolla el problema. En la Tabla 1 se muestra los datos obtenidos.

Tabla 1: Secuencia y Tiempos de procesamiento

JOB	CLAVE	SECUENCIA	TIEMPO DE PROCESAMIENTO
1	VC2XXCM	1, 2,4 ,3, 5	38.11
2	VC2XXSM	1, 2, 4, 3, 5	30.00
3	VFO1H	1,3,2,4,5	30.45
4	VC3XOCMF	2,3,5,4,1	31.61
5	PC3OXCMF	1,2,3,5,4	17.27

2. Definición del Job Shop Scheduling.

Generar las matrices de ruta de operación, los trabajos y las máquinas. Para establecer relación entre la secuenciación de las tareas, los tiempos de procesamiento y la utilización de las máquinas.

Dado:

$$\text{Máquinas} = \{maq_1, maq_2, \dots, maq_m\}$$

$$\text{Trabajos} = \{Job_1, Job_2, \dots, Job_j\}$$

Mediante esta relación se hace una asignación fija a cada operación un intervalo de tiempo para ser efectuada.

Relación: [Operacion.Máquina.Trabajo.Tiempo]

Tabla 2: Ruta de Trabajo

JOB	RUTA DE TRABAJO				
1	O11(7)	O21(1)	O41(5)	O31(12)	O51(12)
2	O12(7)	O22(1)	O42(5)	O32(12)	O52(4)
3	O13(4)	O33(4)	O23(6)	O43(12)	O53(15)
4	O24(2)	O34(8)	O54(12)	O44(4)	O14(2)
5	O15(5)	O25(2)	O35(2)	O45(5)	O55(2)

Tabla 3: Conjunto de trabajos

JOB	CONJUNTO DE TRABAJOS				
1	O11	O21	O31	O41	O51
2	O12	O22	O32	O42	O52
3	O13	O23	O33	O43	O53
4	O14	O24	O34	O44	O54
5	O15	O25	O35	O45	O55

Tabla 4: Conjunto de máquinas

MÁQUINAS	CONJUNTO DE MÁQUINAS				
1	O11	O12	O13	O14	O15
2	O21	O22	O23	O24	O25
3	O31	O32	O33	O34	O35
4	O41	O42	O43	O44	O45
5	O51	O52	O53	O54	O55

Tabla 5: Conjunto de Tiempos de Procesamiento

TIEMPOS	CONJUNTO DE TIEMPOS DE PROCESAMIENTO				
1	O11(7)	O21(1)	O31(12)	O41(5)	O51(12)
2	O12(7)	O22(1)	O32(12)	O42(5)	O52(4)
3	O13(4)	O23(6)	O33(4)	O43(12)	O53(15)
4	O14(2)	O24(2)	O34(8)	O44(4)	O54(12)
5	O15(5)	O25(2)	O35(2)	O45(5)	O55(2)

3. Generar la secuencia de cada una de las máquinas con los trabajos a procesar.

La manera en como es programada la producción en la empresa se presenta en la figura 1; se puede apreciar la representación gráfica y por colores de los tiempos de procesamiento para cada una de las tareas que conforman los trabajos, por tanto, para el trabajo 1: color azul se lleva un tiempo de 59 minutos para su procesamiento, para el trabajo 2; color amarillo es necesario un tiempo de 42 minutos, para el trabajo 3; color rosa con un tiempo de 74 minutos, para el trabajo 4; color verde con un tiempo de 36 minutos y por ultimo para el trabajo 5; color morado representa un tiempo de 64 minutos, siendo estos tiempos bastante altos y que para la empresa representan un costo muy elevado.

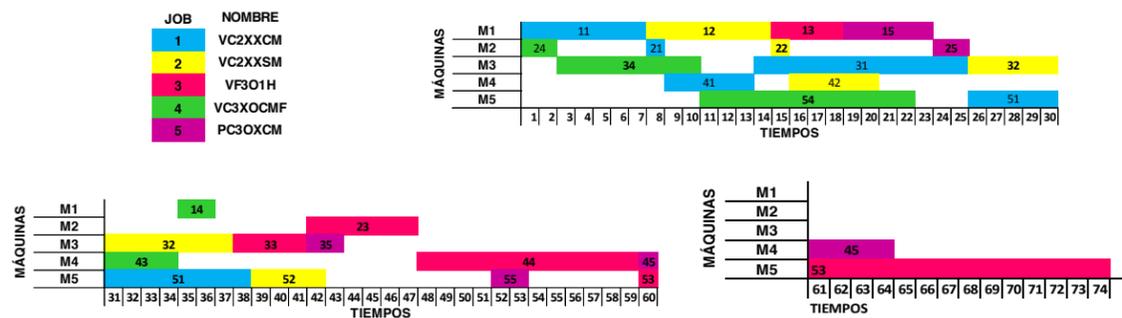


Figura 1: Tiempos de procesamiento

4. Implementación del TORSCHÉ en el entorno MATLAB, para la elaboración del programa que genere la planeación de la programación de los trabajos.

El TORSCHÉ fue empleado para declarar las tareas, los conjuntos de tareas o trabajos, las restricciones de precedencia, los tiempos de procesamiento y para llamar el algoritmo que resolviera el problema. Siguiendo la siguiente metodología.

- Se generaron las tareas con el tiempo de procesamiento propio de cada tarea y a su vez se le asigno la máquina en la que será procesada. [j1a=task ('j1a', 7,0,0,0,1)]. Este paso se realiza para cada una de las máquinas involucradas.
- Se nombraron los trabajos, o conjunto de tareas, esto fue hecho para cada uno de los 5 trabajos a resolver en este problema. [J1= [j1a, j2a, j3a, j4a, j5a]].
- Se crea la matriz de restricciones de precedencia para cada trabajo: prec1 = [0 0 0 0 0 0; 1 0 0 0 0 0; 0 0 0 0 0 0; 0 0 1 0 0 0; 0 0 0 0 0 0]
- Se crea el conjunto de matrices de precedencia de cada uno de los trabajos: prec = [prec1 prec2 prec3 prec4 prec5].
- Se da la orden de unir todos los trabajos en un conjunto para crear el programa que planifique la producción: T= taskset ([J1 J2 J3 J4 J5], prec).
- Se genera el conjunto de trabajos: J = job [T].
- 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.
- 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 (T, p, 5).
- Al final se genera la gráfica, para obtener el diagrama de Gantt que nos muestra la planificación de la producción: plot (TS).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La implantación del algoritmo LIST Scheduling (lista a programar) incluido en el Toolbox TORSCHÉ 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 máquinas se aprovechen al máximo, evitando tiempos ocios, sobrecarga en las mismas, la reducción de los tiempos de procesamiento, así como prever una secuenciación que cumpla con una interrelación entre la asignación de los recursos y el tiempo procesamiento de los trabajos.

En la corrida del programa generado se puede observar que el tiempo requerido para obtener una propuesta para la planeación de la producción para un problema de 5 trabajos con 5 máquinas empleadas es mínimo, con el uso del Toolbox TORSCHÉ Scheduling para el software Matlab, representando un tiempo de aproximado a 5 segundos. A continuación, se muestra la Figura 2, en la cual se presenta el diagrama de Gantt que nos proporciona Matlab con la secuencia de las tareas de acuerdo con los tiempos de procesamiento, la máquina o procesador involucrado y a su vez se puede observar la reducción del tiempo de finalización (makespan).

En esta figura la secuencia en la que deben llevar se a cabo cada una de las tareas para producir estos 5 trabajos, también se visualiza que se redujeron los tiempos de ocio de la maquinaria incrementando su utilización. A su vez representa el comportamiento de cada uno de los trabajos a realizar, es decir, la secuencia en la que cada tarea se llevara a cabo en las máquinas disponibles. Por ejemplo, para el trabajo 1: J1, conformado por: j1a, j2a, j3a, j4a y j5a, y a su vez las tareas sean realizadas para poder llevarse a cabo. Por tanto, con la aplicación de este algoritmo pasamos de un tiempo de finalización de 74 minutos para el término de estos trabajos a 29 minutos, representando casi una reducción en el tiempo del 60%. Además, se debe considerar que mediante este Toolbox los tiempos de ocio son mínimos para la maquinaria y por tanto una mayor utilización de la misma.

Por tanto, se puede concluir en esta figura se proporciona de manera gráfica y mediante colores la secuencia para cada trabajo, es decir, que para el trabajo 1; color azul marino representa un tiempo de 16 minutos, para el trabajo 2; color azul claro se tiene un tiempo de 16 minutos, para el trabajo 3; color verde-azul con un tiempo de 24 minutos, para el trabajo 4; color amarillo con un tiempo de 29 minutos y para el trabajo 5; color rojo con un tiempo de 29 minutos, además de la correspondiente simbología que denota cada tarea, es decir, para el trabajo 1 sus correspondientes tareas son denotadas como: j1a, j12a, j3a, j4a y j5a.

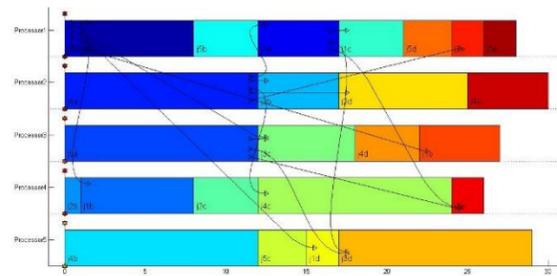


Figura 2: Diagrama de Gantt final

CONCLUSIONES

En este proyecto se realizó la planificación de la producción de 5 trabajos con diferentes secuencias de operación y 5 máquinas disponibles, mediante un enfoque de Inteligencia Artificial: Job Shop. Mediante el sistema de trabajo *job shop*, se obtuvo una propuesta del plan estratégico válido para completar todos y cada uno de los trabajos con sus respectivas tareas en el menor tiempo posible. Para esto se empleó el Software Matlab, por medio del cual se hizo uso del Toolbox TORSCHÉ Scheduling, en el que se recurrió al algoritmo: LIST Scheduling, empleando el comando `listsch`, que atiende el problema $P|prec|C_{max}$. Este algoritmo fue elegido debido a que involucraba todas las variables para este problema, es decir, se necesitaba de un algoritmo que implicara: El tiempo de procesamiento: P ; la secuencia o las restricciones de precedencia: $prec$; disminuyera el tiempo de finalización o *makespan*: C_{max} .

Mediante este algoritmo se obtuvo una propuesta en un tiempo aproximado de 4 segundos y el tiempo de finalización para los 5 trabajos pasó de 74 minutos a 29 minutos, por tanto, se puede concluir que con la aplicación de este algoritmo se obtuvo una reducción en el tiempo de finalización o *makespan* de casi el 60%, con lo que logramos una propuesta con resultados muy considerables. Con el uso de este algoritmo se puede hacer uso de sistemas de trabajo como el *Job Shop* para la planificación de la producción de los cuales se tienen contemplados como procedimientos complejos y tardados, y que implican un tiempo muy corto para la obtención de resultados, lo cual para las organizaciones representa una gran ventaja competitiva, así como la oportunidad de un mayor control en la asignación de sus recursos y por tanto un mejor aprovechamiento de los mismos que se puede visualizar en mejores ganancias para dicha organización.

BIBLIOGRAFÍA

- Arturo, R. T. (noviembre de 1999). Optimización genética de problemas SAT. Monterrey.
- Camilo, L. V. (2013). Metodología de programación de producción en flow shop híbrido flexible con el uso de algoritmos genéticos para reducir el *makespan*. aplicación en la industria textil. Colombia, Colombia.
- Castrillón, O. T. (2008). Modelo para la programación de la producción en ambientes Job Shop bajo un enfoque jerárquico. Trabajo de grado presentado en la Universidad del Valle - Cali.
- David, L. d. (2002). On Scheduling Models. San Cristobal de la Laguna, Tenerife, España.

- Domínguez Machuca, J. A. (1995). *Dirección de las operaciones-Aspectos estratégicos en la producción y los servicios*. España: McGraw Hill.
- Edson, F. Q. (2012). Agentes Inteligentes: el siguiente paso en la Inteligencia Artificial. *Relayc*, 37-42.
- Eduardo, M. D. (2012). Optimización de la programación (scheduling) en Talleres de Mecanizado. Madrid, España.
- Jain, A. S. (1998). *A state of the art review of job shop scheduling techniques*. Dundee, Scotland.
- Kutil, M., & Sucha, P. (2010). *TORSCHÉ Scheduling Toolbox for Matlab*. Prague.
- L., P. M. (2010). *Scheduling, Theory, Algorithms, and Systems*. London: Springer.
- Lopez, O. I. (2009). A multi-agent system to construct production orders by employing an expert system and a neural network. *Expert Systems with Applications*, 2937-2946.
- Mariana, B. D. (2011). Minimización de costos y retrasos en la programación de la secuencia de despegues y aterrizajes en una pista. México.
- Osorio Gómez Juan Carlos, C. M. (2012). Modelo de programación jerárquica de la producción en un Job Shop Flexible con interrupciones y tiempo de aislamiento dependientes de la secuencia. *Ingeniería e investigación*, 72-79.
- Osorio Juan Carlos, L. D. (2011). Job Shop Scheduling. *Revista de Ingeniería Universidad de Medellín*, 113-127.
- Sipper, D. B. (1998). *Planeación y control de la producción*. México: McGraw Hill.

POTENCIAL DE BIORREMEDIACIÓN DE MICROALGAS NATIVAS DE MÉXICO

Damaris Xiomara Razo Rodríguez¹ y Alberto Ayala Islas²

RESUMEN

En este proyecto se desarrolló el análisis y la evaluación del funcionamiento del proceso de un CBR instalado en el ITESI para el mejoramiento de los sistemas de tratamiento secundario. Una característica importante es la utilización de microalgas, con ello se promueve la clarificación de las aguas. Se preparó un inóculo de algas nativas y se utilizaron nutrientes específicos. Además, se realizó un tratamiento al aire libre en un estanque abierto (Open pond) con inóculo de microalgas nativas del equipo CBR, pasados algunos días, el estanque presentó un alto crecimiento de microalgas; se midieron parámetros físico-químicos; se hicieron pruebas para la determinación de nitrógeno, fósforo y demanda química de oxígeno, DQO, dichos parámetros fueron disminuyendo considerablemente conforme el paso el tiempo.

ABSTRACT

In this project we develop the analysis and evaluation of process performance of a CBR installed on the ITESI to improve secondary treatment systems. An important feature is the use of microalgae, thereby clarifying the water is promoted. An inoculum of native algae was prepared and specific nutrients were used. In addition, an outdoor treatment was conducted in an open pond and added an inoculum of native microalgae the CBR team, after a few days, the pond had a high growth of microalgae; physico-chemical parameters were measured; tests for the determination of nitrogen, phosphorus and chemical oxygen demand COD were made, these parameters were decreased significantly as the passage of time.

Palabras Clave: microalgas, aguas residuales, CBR, tratamiento secundario.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se han reportado muchas aplicaciones biotecnológicas en el uso de micro-algas para el tratamiento de aguas residuales municipales e industriales subrayando el carácter sostenible de este método alternativo, debido a las muchas ventajas resultantes de metabolismo de las células de micro-algas. Se sabe que las algas están presentes tanto en sistemas de aguas residuales, agrícolas, industriales y urbanas; debido a esto están continuamente generando oxígeno, debido a la fotosíntesis, para todos aquellos microorganismos heterótrofos capaces de degradar la materia orgánica presente en el agua, dentro de esos procesos los compuestos inorgánicos también pueden ser tratados mediante fotólisis.

Entre algunos usos que se les han dado a las algas para el tratamiento son con las lagunas algales de alta tasa; con estas, se tratan las aguas y se reducen algunos contaminantes de ellas y, en algunas otras, se reduce la concentración de materia orgánica como de otros contaminantes inorgánicos.

Las aguas residuales contienen alta concentración de fósforo y nitrógeno (10-100 mg / L en las aguas residuales municipales y más de 1000 mg / L en la agricultura efluentes). La liberación de exceso de fósforo y nitrógeno podría causar la interrupción de los ecosistemas acuáticos y la eutrofización si el N y P en aguas residuales no son disminuidos adecuadamente. Sin embargo, las aguas residuales que contiene

¹Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Ingeniería Bioquímica, Ternera #236, Col. Ganadera, C.P. 36555, Irapuato, Guanajuato, Teléfono, (462) 6237310, damaris.razo@gmail.com

² Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Departamento de Ingeniería Bioquímica, Carretera Irapuato-Silao Km 12.5, C.P 38821, Irapuato, Guanajuato, Teléfono (462) 6067900, alayala@itesi.edu.mx

alta concentración de estos parámetros pueden ser utilizados como unos excelentes nutrientes con bajos costos para el cultivo de microalgas. Las microalgas pueden captar nutrientes de las aguas residuales y producen biomasa para biocombustibles, por ejemplo. Los nutrientes de las aguas residuales, tales como nitrógeno y fósforo deben ser eliminados antes de la descarga a ambientes acuáticos naturales, y se pueden eliminar en la fotosíntesis de micro-algas por la absorción de la biomasa. Por lo tanto, las aguas residuales ya han sido utilizadas para cultivo de micro-algas, pero el propósito principal se centró en la eliminación de nutrientes.

MÉTODOS Y MATERIALES

Materiales

- Fotómetro Multiparámetro HANNA de sobremesa para aplicación de aguas residuales.
- Termo- reactor HANNA HI 839800
- Viales para la determinación de los diferentes parámetros físicoquímicos
- Bayfolan®

Se comenzó a trabajar con el CBR, se añadió un inóculo de algas y se enriqueció con Bayfolan® y, pasado un tiempo (1 semana) se observó el crecimiento de biomasa impregnados en los discos.

En un estanque abierto (Open pond) se hizo primero un inóculo de microalgas nativas que ya se encontraban en los CBR y se utilizó nuevamente el Bayfolan®, pasados algunos días, el estanque presentó un alto crecimiento de microalgas; se le añadieron 200 litros de agua residual proveniente de la planta tratadora del ITESI y se tomaron muestras cada tercer día para saber si es que había un cambio con el paso del tiempo.

Los métodos para la determinación de P, N y DQO ya están establecidos en el Fotómetro Multiparámetro, por lo tanto se siguió el manual del equipo y se indican a continuación.

Determinación de fósforo Rango alto 0 a 100 mg/L

Adaptación del método Acido Vanadomolibdofosfórico de Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th edition, 4500-P C. Una difestión de persulfato convierte las formas orgánicas e inorgánicas condensadas de los fosfatos en ortofosfatos. A continuación la reacción entre las orto-fosfatos y los reactivos origina una coloración amarilla en la muestra.

Determinación de demanda química de oxígeno DQO Rango medio 0 a 1500 mg/L Adaptación del método 410.4 aprobado por USEPA para a determinación de DQO en aguas superficiales y aguas residuales. Los compuestos orgánicos oxidables reducen el ión dicromato (naranja) a ión cromo (verde). Se determina la cantidad de ión cromo formado.

Determinación de nitrógeno

Método ácido cromotrópico Una digestión de persulfato convierte todas las formas de nitrógeno en nitrato. Entonces la reacción entre el nitrato y los reactivos originan una coloración amarilla en la muestra.

RESULTADOS

Se tomaron muestras cada tercer día, después de que se añadió los 200 litros de agua residual para determinar los parámetros físicoquímicos y como era su cambio con el tiempo.

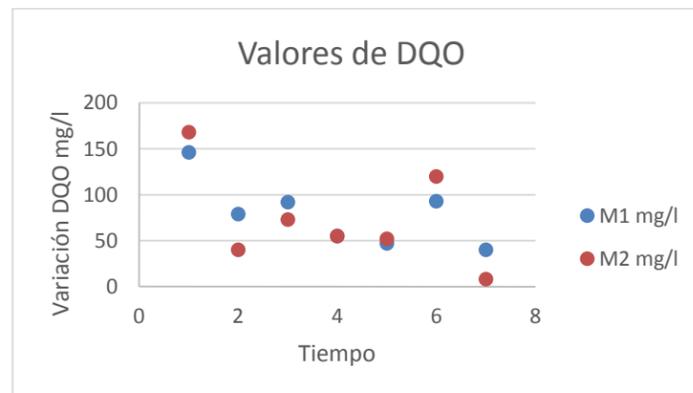
Cuando se iban recolectando las muestras se hacían los experimentos con ayuda del reactor y fotómetro multiparámetro HANNA y cada una de las muestras se hacían por duplicado.

Los resultados obtenidos de DQO se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Valores obtenidos de DQO respecto al tiempo

Muestra Días	M1 mg/l	M2 mg/l
0	146	168
3	79	40
6	92	73
9	55	55
12	47	52
15	93	120
18	40	8

De acuerdo a los datos de DQO que se obtuvieron indican la disminución casi constante debido que la muestra se tomaba cada tercer día, excepto con la muestra en que presentó un incremento en los valores esto pudo deberse a que el día que se tomó la muestra no se homogeneizó el agua por lo que hubo ese margen de error, que se puede apreciar en la Figura 1.

**Figura 1. Variación del DQO con respecto al tiempo**

Resultados obtenidos para fósforo

Al igual que para DQO, el análisis para la determinación de la presencia de fósforo se hizo por duplicado y de acuerdo a la muestra de agua residual que proviene de la Planta tratadora del ITESI se puede observar que sus valores son muy pequeños. Tabla 2.

Tabla 2. Resultados obtenidos de fósforo con respecto al tiempo

Muestra Días	M1 mg/l	M2 mg/l
0	7.5	8.4
12	0.03	0.06
15	0.06	0.21
18	0	0

Los datos obtenidos en la tabla 2 muestran como fue disminuyendo el fósforo con respecto a los días, se puede notar que las microalgas son de gran ayuda para la disminución de este parámetro, los valores se pueden apreciar en la Figura 2

**Figura 2. Disminución del fósforo con respecto al tiempo**

Resultados obtenidos para el nitrógeno

Para la determinación de nitrógeno se trabajó por duplicado al igual que para los otros parámetros ya mencionados anteriormente, obteniendo los valores presentados en la Tabla 3.

Tabla 3. Disminución de nitrógeno con respecto al tiempo

Muestra Días	M1 mg/l	M2 mg/l
0	16.6	16.3
3	11.6	11.2
6	10.7	9.7
12	0.3	0.2

La disminución del nitrógeno fue muy notoria debido a que a partir de la muestra 9 y hasta a 18 no pudieron leerse en el fotómetro multiparámetro, pues indicaba una baja concentración, por lo tanto era más claro que el blanco y debían hacerse nuevamente, por lo que para realizar otra vez el análisis se tomó la muestra más concentrada y a partir de ahí se hizo el experimento y los datos fueron que se obtuvieron fueron muy pequeños, en la Figura 3. Se aprecia la disminución drástica también de nitrógeno. Figura 3.

**Figura 3. Disminución de nitrógeno con respecto al tiempo**

De acuerdo a todos los datos de cada uno de los parámetros físicoquímicos se hizo un promedio, ya que se trabajó por duplicado para que los valores arrojados se pudieran interpretar de una forma más clara y así tener un valor más exacto. Tabla 4.

Tabla 4. Promedio de los diferentes parámetros fisicoquímicos

Muestra	DQO	Nitrógeno total	Fósforo
1	157	16.4	7.9
2	60	11.4	-
3	83	10.2	-
4	55	-	-
5	50	0	0.04
6	107	0	0.13
7	24	0	0

CONCLUSIONES

Con los resultados previamente obtenidos podemos aseverar que las microalgas son potencialmente un medio de biorremediación de aguas residuales urbanas con un gran futuro de investigación y perfeccionamiento, posiblemente un gran paso hacia la aplicación de estas técnicas que aún no han sido explotadas como algunas otras, en las que se utilizan consorcios de bacterias o protozoarios.

BIBLIOGRAFIA

Artículos

- Abeliovich, A. (2004). "Water Pollution and Bioremediation by Microalgae. Water Purification: Algae in wastewater Oxidation Ponds. *Microalgal Culture Biotechnology and Applied Phycology*, 566.
- C.-G. Lee. (1999). Calculation of light penetration depth in photobioreactors, . *Biotechnol. Bioprocess Eng.*, 78-81.
- E. Molina Grima, F. F. (1999). Photobioreactors: light regime, mass transfer, and scaleup, . *J. Biotechnol.*, 231-247.
- J. H. Writer, L. B. (2011). Biodegradation and attenuation of steroidal hormones and alkylphenols by stream biofilms and sediments. *Environmental science & technology*, 4370-6.
- J.M.S. Rocha, J. G. (2003). Growth aspects of the marine microalga *Nannochloropsis gaditana*, . *Biomol. Eng.*, 237-242.
- O. Hammouda, A. G.-R. (1995). Microalgae and wastewater treatment. *Ecotox Environ*, 31,205-210.
- P. M. Bradley, L. B. (2009). Biodegradation of 17-beta-estradiol, estrone and testosterone in stream sediments. *Environmental science and technology*, 1902-10.
- Pittman, K. J. (2011). The potential of sustainable algal biofuel production using wastewater. *Bioresour. Technology*, 17-25.
- R.M. Knuckey, M. B. (2006). Production of microalgal concentrates by flocculation and their assessment as aquaculture feeds. *Aquacult. Eng.*, 300-313.
- Su, Y. M. (2011). Municipal wastewater treatment and biomass accumulation with a wastewater-born and settleable algal-bacterial culture. 51-58.

ANÁLISIS DE RADIACIÓN EN ESPACIOS PÚBLICOS DE SALTILLO COAHUILA

Reyna López Ana Arely¹ y Molar Orozco María Eugenia²

RESUMEN

El presente trabajo pretende identificar el nivel de radiación solar en espacios públicos en horarios críticos, en base a la Organización Mundial de Salud, se realizó un trabajo de campo y monitoreo de la estación meteorológica, en Saltillo, Arteaga y Ramos Arizpe de Coahuila seleccionando dos espacios de cada uno, los resultados muestran que la intensidad de rayos ultravioleta varía dependiendo de las condiciones meteorológicas y el entorno, y que tanto los elementos naturales y artificiales pueden proteger de la radiación solar a un nivel cero o bajo, siendo un área de oportunidad a la hora de crear o diseñar espacios públicos y reconsiderar no contar o eliminar elementos de protección en espacios públicos amplios.

ABSTRACT

The present work pretends to identify the level of solar radiation in public spaces at critical times based in the OMS. Fieldwork and monitoring of the weather station was performed in Saltillo, Ramos Arizpe and Arteaga, Coahuila in which two spaces of each one were select. The results shows that the UV intensity varies depending on weather conditions and the environment and that natural and artificial elements can protect from solar radiation to a zero or low level, which is an area of opportunity when creating or designing public spaces reconsidering to not count or eliminated this elements of protection in that public spaces.

Palabras Clave: espacio público, radiación solar, elementos de protección.

INTRODUCCIÓN

Se ha observado que en los espacios públicos principalmente en plazas, por el concepto de modernidad se han empezado eliminar árboles o sustituirlos por elementos estéticos, siendo esto un error. Para que haya comodidad dentro del espacio urbano, el diseñador debe especificar la latitud en que se encuentra la ciudad donde está la plaza para de ahí analizar, de forma cuidadosa, las trayectorias solares en cada estación del año, de modo particular en verano, en climas tropicales, y otoño e invierno en climas desérticos y de montaña (Bazart, 2008).

Lo importante de estas trayectorias solares es determinar los grados de inclinación, horizontal y vertical del rayo solar en estaciones críticas y en horas extremas para buscar la adecuada protección natural (árboles, arbustos) o artificial (pérgolas, porticado, techumbres). La protección contra el sol y el calor tiene un papel importante para la mayoría de los países, principalmente durante el periodo de verano; en algunos casos es completamente distinto.

De acuerdo lo expuesto, se pretende analizar el nivel de radiación en los espacios públicos siendo parte del estudio sobre el nivel de confort y el comportamiento térmico de las superficies horizontales en espacios públicos de la ciudad de Ramos Arizpe, Saltillo y Arteaga.

¹Universidad Autónoma de Coahuila Unidad Saltillo, Facultad de Arquitectura Campus Arteaga; Boulevard Fundadores Km 13, C.P: 00000, Arteaga, Coahuila, arelylu47@hotmail.com

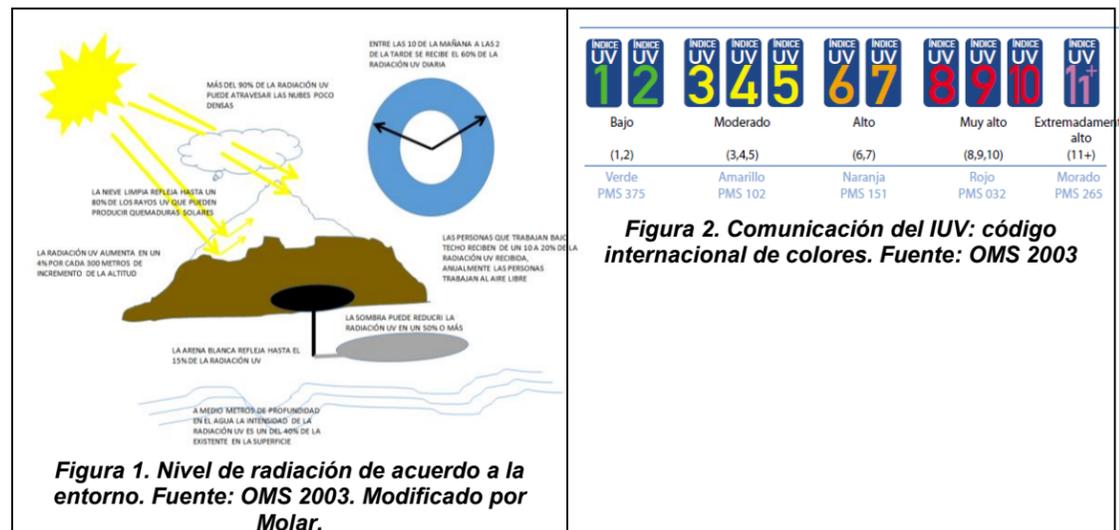
²Universidad Autónoma de Coahuila Unidad Saltillo, Facultad de Arquitectura Campus Arteaga; Boulevard Fundadores Km 13, C.P: 00000, Arteaga, Coahuila, mariamolar@uadec.edu.mx

MARCO TEORICO

La superficie de la ciudad suele tener un carácter complejo, consistente en un mosaico de distintos materiales de superficie. La variación diurna y anual de la intensidad de la radiación solar UV, está determinada por parámetros astronómicos, geográficos, a mayor altitud aumenta por eso es menor a nivel del mar, condiciones atmosféricas y por actividades humanas que alteran las condiciones naturales de la atmósfera. La intensidad de la radiación solar varía según la hora del día y la época del año.

Durante las primeras horas de la mañana y al atardecer, la radiación solar cae de manera casi horizontal sobre el punto de incidencia. Otros factores que influyen en la intensidad de la radiación solar son la refracción en paredes y asfalto, y la reflexión de los cristales de edificios. La hierba refleja al menos un 10% de la radiación incidente, la nieve reciente puede reflejar hasta un 80% de la radiación UV; la arena seca de la playa, alrededor de un 15%, y la espuma del agua del mar, alrededor de un 25%.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) indica que la intensidad de la radiación UV es máxima cuando no hay nubes, pero puede ser alta incluso con nubes. La dispersión puede producir el mismo efecto que la reflexión por diferentes superficies, aumentando la intensidad total de la radiación UV, figura 1. El Índice UV es una medida de la intensidad de la radiación UV en la superficie terrestre y se expresa como un valor superior a cero, cuanto más alto es este valor, mayor es la probabilidad de sufrir lesiones cutáneas u oculares (SEDEMA). La OMS define una escala para el Índice UV que va de 1 a 11+, figura 2, en algunas ciudades, se utiliza el valor de 0 para referirse a la ausencia de radiación. El IUV se dirige especialmente a los grupos de población vulnerables y con exposición alta, como los niños y los turistas.



Avilio Méndez Flores (2011) comenta, de acuerdo con estudios científicos recientes, se ha demostrado que los rayos IR-A tienen efectos nocivos sobre la piel por su capacidad de penetrar hasta la capa más profunda, la hipodermis produciendo un foto envejecimiento prematuro con importantes efectos nocivos sobre la salud, a largo plazo. Un tiempo normal de exposición al sol es de 30 minutos. Cuanto más alto esté el sol en el cielo, más intensa es la radiación UV. SEDEMA señala que las horas de mayor intensidad son de las 11:00 a las 16:00 h, cuando el sol alcanza su máxima altura en el cielo, alrededor del mediodía solar durante los meses de verano. Cuanto más cerca del ecuador, más intensa es la radiación UV.

MÉTODOS Y MATERIALES

Se realizó un trabajo documental y de campo de forma transversal.

- Selección de los lugares de estudio con la condicionante de contar con equipamiento y tener importancia local
- En base a datos meteorológicos ubicar los meses con mayor radiación solar
- Para registrar el índice de radiación solar, se empleó un reloj aportado por la Secretaría del Medio Ambiente de Coahuila en base a la categoría empleada por la OMS, el horario de trabajo de campo fue de las 9:00 a las 14:00 hs.
- Registro de datos meteorológicos en los días de medición, del Servicio Meteorológico Nacional de CONAGUA (EMAS)
- Aplicación de encuesta a los usuarios del espacio, con 26 reactivos, de los cuales para este análisis en particular solo se tomaron en cuenta cinco. La Muestra no fue representativa, pero da una idea de acuerdo a los datos obtenidos en las mediciones y de la estación meteorológica
- Realización de croquis del recorrido solar en verano para cada uno de los espacios públicos, en base al programa SunEarthTool.com

RESULTADOS

Para el trabajo se procedió a identificar los meses con mayor irradiación solar, tabla 1. Se comprobaron que Junio y Julio seguido del mes de mayo y agosto tienen mayor irradiación solar, en base se a esto se trabajó a finales del mes de junio, cabe indicar que no se encontró información de Ramos Arizpe y Arteaga pero al ser ciudades próximas se consideró una situación similar a Saltillo. Se trabajó en dos espacios de cada ciudad. En Saltillo la Plaza de Armas y La Alameda, en Arteaga la Plaza principal y Alameda, por último Ramos Arizpe la Plaza principal y el Parque Venustiano Carranza, este último es debido a que la Alameda no cuenta con equipamiento y no es segura. Los lugares seleccionados cuentan con equipamiento en sus proximidades y son espacios conocidos por la ciudadanía.

Tabla 1. Irradiación solar para Saltillo

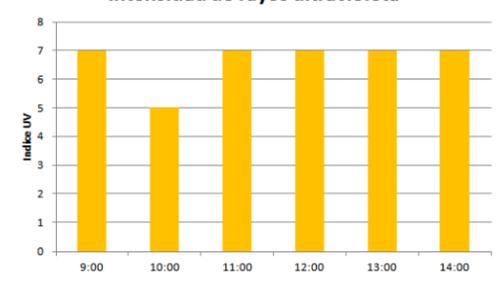
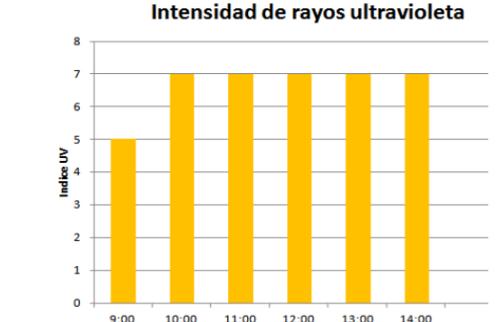
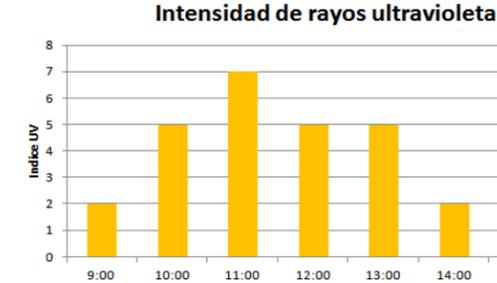
ESTADO	CIUDAD	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MIN	MAX	MEDIO
Coah.	Saltillo	3.8	4.2	4.8	5.1	5.6	5.9	5.9	5.6	5.2	4.4	3.6	3.3	3.3	5.9	4.8

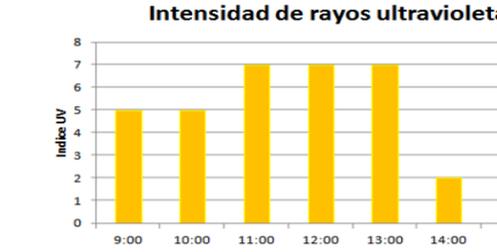
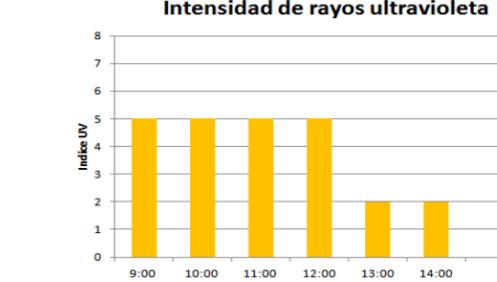
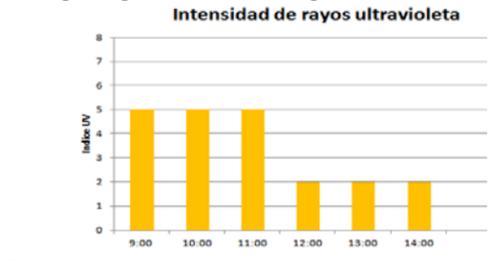
Fuentes: Actualización de los Mapas de Irradiación Global solar (kWh/m²) en la República Mexicana (R. Almanza S. E. Cajigal R., J. Barrientos A. 1997) Reportes de insolación de México. Southwest Technology Development Institute, NMSU, 1999

Se analizaron los resultados de las encuestas y mediciones obteniéndose la siguiente información, tabla 2. Cabe indicar que se realizó el croquis del recorrido solar de cada espacio pero no se pudieron anexar al documento.

Tabla 2. Información de cada espacio público

La Alameda en Saltillo	La mayoría frecuenta el lugar desde hace más de 10 años y otros hace menos de un año, un gran porcentaje la visita por la mañana y su estancia es menos de una hora, máximo dos. Se observa que más del 40 por ciento la visitan de forma ocasional y más del 20 por ciento es muy frecuente. Más del 40 por ciento viene a sentarse y relajarse, otros que sus hijos jueguen
------------------------	---

<p>Intensidad de rayos ultravioleta</p>  <p>Condiciones del cielo parcialmente nublado la mayoría del tiempo</p>	<p>o bien a convivir, y el 30 por ciento solo es de paso. El 40 por ciento señala que la radiación es agradable o fuerte y menos del 10 por ciento la considera muy fuerte, respecto al lugar de estancia más del 50 por ciento considera que busca la sombra y más del 20 por ciento un lugar tranquilo.</p> <p>La intensidad de rayos ultravioleta en el espacio se mantuvo en un rango alto entre las 11:00 a las 14:00h, incluso a las 9h, en las otras horas tuvo un rango moderado, tal como lo señalan los autores las horas críticas fueron entre las 11 a las 14hs, que fue bajando por el cambio del clima de sol a lluvia.</p>
<p>Plaza de Armas en Saltillo</p> <p>Intensidad de rayos ultravioleta</p>  <p>Condiciones del cielo parcialmente nublado la mayoría del tiempo</p>	<p>Más del 40% lo visita ocasionalmente, la mayoría son personas de la tercera edad o personas que trabajan y toman un descanso, el 20% señala que lo usa frecuentemente. Las actividades son variadas, más del 30% es de paso, el otro para relajarse, menos del 30% para sentarse y convivir. Respecto a la percepción de radiación el 50% indica que es fuerte y poco más del 20% muy fuerte, por lo que la necesidad más demandada en el espacio es la sombra para poder estar en el sitio.</p> <p>En este espacio la intensidad de rayos ultravioleta fue alta, de las 10:00 a las 14:00h, la primera hora tuvo un rango moderado, después de las 14h disminuyo debido a que las condiciones climatológicas cambiaron de sol a lluvia.</p>
<p>La Alameda en Arteaga</p> <p>Intensidad de rayos ultravioleta</p>  <p>Condiciones del cielo parcialmente nublado la mayoría del tiempo</p>	<p>Se observa que el 50% frecuenta el lugar, principalmente por la mañana, y un poco más del 20% de forma muy frecuente. Las principales actividades es relajarse con un 50% al escuchar el agua de la acequia, más del 30% lo usa de paso o para realizar ejercicios, principalmente por la mañana. De acuerdo a la percepción de radiación casi el 70% indica que es fuerte y menos del 10% que es muy fuerte, es por eso que al seleccionar el lugar la primera prioridad es buscar la sombra con más del 50%, más del 20% lo busca por ser tranquilo y más del 10% porque sea fresco.</p> <p>La hora más crítica fue a las 11:00h, las otras mantenían un rango de moderado a bajo, debido a que se cuenta con abundante espacio protegido por árboles, cabe indicar que las mediciones bajo sombra del nivel de intensidad de rayos era de 0 a 1, ya que las hojas permitían pasar un bajo porcentaje de sol, esto sucedió en todos los espacios bajo sombra incluso bajo un elemento artificial.</p>

<p>Plaza principal en Arteaga</p> <p>Intensidad de rayos ultravioleta</p>  <p>Condiciones del cielo parcialmente nublado la mayoría del tiempo</p>	<p>La visita es muy frecuente al lugar siendo un poco más del 40%, siendo ocasional con un poco más del 10%. Más del 50% lo usa de paso, más del 20% para relajarse o hacer ejercicio. El 50% señala que percibe fuerte la radiación, más del 20% resalta que es muy fuerte, es por eso que más del 60% seleccionan un lugar con sombra, más del 10% lo busca por ser fresco y el resto por ser tranquilo o ver gente.</p> <p>A las 9:00, 10:00h la intensidad fue moderada, de las 11:00 a las 13:00h h subió a alto y a las 14:00h el rango descendió a bajo.</p>
<p>Parque Venustiano Carranza en Ramos Arizpe</p> <p>Intensidad de rayos ultravioleta</p>  <p>Condiciones del cielo parcialmente nublado la mayoría del tiempo</p>	<p>Se observa que más del 40% lo visita de forma ocasional, más del 15% lo visita de forma muy frecuente. Más del 30% señala que lo visita para relajarse, más del 15% para realizar ejercicios y menos del 10% lo usa de paso o para ir a jugar. Más del 30% señala que percibe la radiación fuerte, el 25% que es muy fuerte, debido a esto se observa que la selección del lugar para sentarse prioritariamente es por la sombra con más del 90%.</p> <p>De las 9 a las 12:00h se registró un rango moderado y en las dos últimas horas fue bajo el nivel de intensidad de rayos ultravioleta.</p>
<p>Plaza principal de Ramos Arizpe</p> <p>Intensidad de rayos ultravioleta</p>  <p>Condiciones del cielo parcialmente nublado la mayoría del tiempo</p>	<p>Un poco más del 40% comenta que visita de forma ocasional el espacio y menos del 10% de forma frecuente. En este espacio el 50% lo usa de paso y más del 40% para relajarse, se puede apreciar que son personas de la tercera edad y familias. La percepción de la radiación es muy fuerte con más del 40%, vinculado por que la razón de selección del lugar por la sombra con más del 90%.</p> <p>La intensidad del lugar fue moderado de las 9:00 a las 11:00 h, después de las 12:00 a las 14:00h el nivel se mantuvo bajo.</p>

CONCLUSIONES

Todas las plazas cuentan con árboles, aunque en la Plaza de Armas de Saltillo sus especies son pocas y la copa de los árboles no ayuda a proteger de la radiación solar en las horas más críticas en temporada de verano. Las variantes de los niveles de radiación es distinta debido a las condiciones ambientales y su entorno, pero son similares estando bajo sombra ya sea artificial como natural.

Se encontraron áreas de oportunidad, que debe considerarse a conciencia el analizar el recorrido del sol para ubicar de forma estratégica las bancas respecto a la sombra, ya sea con elementos naturales o artificiales, tomando en consideración la forma de la copa de los árboles, para lograr mayor tiempo de

sombra principalmente de las 10 a las 14:00hs en periodos de verano. La ventaja del uso de vegetación es su bajo mantenimiento respecto a reposición de materiales y que puede servir tanto en invierno o verano en caso de hojas caducas o bien estratégicamente emplear hojas perenes, en contraste con un elemento artificial.

BIBLIOGRAFIA

ALMANZA, CAJIGAL, R. S. E. & BARRIENTOS, J. (1997). *Actualización de los Mapas de Irradiación Global solar en la Republica Mexicana*, Reportes de insolación de México. 1999. Southwest Technology Development Institute, NMSU.

BAZANT, J. (2008). *Espacios Urbanos. Historia, Teoría y Diseño*, Primera edición, México, D.F: Limusa S.A DE C.V.

CORSO, J. M. (2010). *Construcción de un modelo urbano a partir de la Tecnología de escáner láser terrestre, enfocado al análisis de la radiación solar*, Tesis doctoral del Departamento De Construcciones Arquitectónicas I, Escuela Técnica Superior De Arquitectura Universidad Politécnica de Cataluña Barcelona.

GIOVANI, B. (1981). *Man, climate and architecture, second edition*, London: Applied science publishers, pp. 106 a 113.

LANDSBERG, H. E. (1981). *The urban climate*, Nueva York: Academic Press.

MÉNDEZ, A. (21-JUNIO-2011). "Rayos ultravioleta". Consultado en <http://blog.ciencias-medicas.com/archives/1423> (03-07-2016).

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). (2003). "Índice UV solar mundial. Guía práctica". Organización Mundial de la Salud, Organización Meteorológica Mundial, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Comisión Internacional de Protección contra la Radiación no Ionizante. Accesible (PDF). Consultado en <http://www.who.int/uv> (03-07-2016).

SEDEMA. "Índice de radiación ultravioleta". CDMX. Sistema de monitoreo atmosférico. Consultado en <http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php?opc='ZaBhnmI=&dc='aA=='> (03-07-2016).

DISEÑO DEL CONTROL DE UNA MAQUINA CNC BASADO EN MICROCONTROLADOR

Edgar Adrián Ríos Rodríguez¹ y Heber Bernabé Pérez Márquez²

RESUMEN

En el artículo se describe el diseño de un control para una máquina de CNC basado en un microcontrolador que permite realizar los movimientos de la máquina manualmente, con la finalidad de darle un uso didáctico en el desarrollo de aplicaciones de automatización. El dispositivo encargado de manipular el control es un joystick utilizado comúnmente en los juegos de video, el control se programó en un microcontrolador PIC16f887 controlando tres motores a pasos con su respectivo driver. Para verificar el buen funcionamiento del dispositivo se utilizó software de simulación, la programación del dispositivo se realizó en lenguaje C y se implementó el dispositivo para realizar pruebas de funcionamiento en laboratorio.

ABSTRACT

The design of a control is described for a CNC machine based on a microcontroller that allows the machine movements manually in order to give an educational use in developing automation applications. The device responsible for manipulating is a joystick control, commonly used in video games, control algorithm is programmed in a PIC16F887 microcontroller controlling three stepper motors with their respective driver. To check the proper operation of the device simulation software was used, device programming was write in C language and the device is implemented for laboratory performance tests.

Palabras claves: CNC, Microcontrolador, Control, joystick.

INTRODUCCION

Desarrollo Histórica de la máquina de Control Numérico

Los primeros equipos de CNC con electrónica de válvulas (Bulbos), relés y cableados, tenían un volumen mayor que las propias máquinas-herramientas, una programación manual en lenguajes máquina muy complejo y lenta de programar. Puede hablarse de cuatro generaciones de máquinas de control numérico de acuerdo con la evolución de la electrónica utilizada.

Válvulas electrónicas y relés (1950), Transistores (1960), Circuitos integrados (1965), y Microprocesadores (1975).

La máquina de control numérico es utilizada para crear piezas comúnmente de aluminio para uso industrial, estas máquinas son controladas por PLC (Controlador Lógico Programable), y programadas con lenguaje llamado diagrama de contactos o listados de instrucciones. En ocasiones para los estudiantes es complicado aprender estos tipos de programación porque en realidad no tienen una idea

¹ Ingeniería Electrónica, Instituto Tecnológico Superior de Monclova "Ejército Mexicano", Carretera 57 km 4.5, CP:95245 Monclova, Coahuila, edgarrdzz@hotmail.com

² Coordinación de Ingeniería Electrónica, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Carretera Irapuato – Silao km 12.5, CP:36821, Irapuato, Guanajuato, Teléfono(462)6067900, heperez@itesi.edu.mx

muy clara de cómo es que funciona físicamente la máquina herramienta, por lo que se desarrolló este proyecto con el propósito de que observen y aprendan cómo funciona la herramienta de un modo manual, los movimientos de los diferentes dispositivos y promuevan el desarrollo de dispositivos de control automático para las mismas.

MARCO TEORICO

Motores a pasos (Stepper motors)

La característica principal de estos motores es el hecho de poder moverlos un paso a la vez por cada secuencia de pulsos que se le aplique. Este paso puede variar desde 90° hasta pequeños movimientos de tan solo 1.8° , es decir, que se necesitarán 4 pasos en el primer caso (90°) y 200 para el segundo caso (1.8°), para completar un giro completo de 360° .

Estos motores poseen la habilidad de poder quedar enclavados en una posición o bien totalmente libres. Si una o más de sus bobinas está energizada, el motor estará enclavado en la posición correspondiente y por el contrario quedará completamente libre si no circula corriente por ninguna de sus bobinas. Existen dos tipos de motores paso a paso de imán permanente: Bipolares y Unipolares. Este último es el que elegimos para realizar este proyecto.

Unipolar: Estos motores suelen tener 6 o 5 cables de salida, dependiendo de su conexión interna (ver figura 2). Estos se caracterizan por ser más simples de controlar. En la figura 4 podemos apreciar un ejemplo de conexión para controlar un motor paso a paso unipolar mediante el uso de un ULN2803, el cual es un arreglo de 8 transistores tipo Darlington capaces de manejar cargas de hasta 500mA. Las entradas de activación (Activa A, B, C y D) pueden ser directamente activadas por un microcontrolador.

Secuencias para manejar motores paso a paso unipolares

Existen tres secuencias posibles para este tipo de motores, las cuales se detallan a continuación. Todas las secuencias comienzan nuevamente por el paso 1 una vez alcanzado el paso final (4 u 8 según el caso). Para revertir el sentido de giro, simplemente se deben ejecutar las secuencias en modo inverso.

Secuencia Normal: Esta es la secuencia más usada y la que generalmente recomienda el fabricante. Con esta secuencia el motor avanza un paso por vez y debido a que siempre hay al menos dos bobinas activadas, se obtiene un alto torque de paso y de retención.

PASO	Bobina A	Bobina B	Bobina C	Bobina D	
1	ON	ON	OFF	OFF	
2	OFF	ON	ON	OFF	
3	OFF	OFF	ON	ON	
4	ON	OFF	OFF	ON	

Figura 1. Secuencia Normal para motores a pasos unipolares

Secuencia del tipo medio paso: En esta secuencia se activan las bobinas de tal forma de brindar un movimiento igual a la mitad del paso real. Para ello se activan primero 2 bobinas y luego solo 1 y así sucesivamente. Como vemos en la tabla la secuencia completa consta de 8 movimientos en lugar de 4.

PASO	Bobina A	Bobina B	Bobina C	Bobina D	
1	ON	OFF	OFF	OFF	
2	ON	ON	OFF	OFF	
3	OFF	ON	OFF	OFF	
4	OFF	ON	ON	OFF	
5	OFF	OFF	ON	OFF	
6	OFF	OFF	ON	ON	
7	OFF	OFF	OFF	ON	
8	ON	OFF	OFF	ON	

Figura 2. Secuencia a Medio Paso para motores Unipolares

MÉTODOS Y MATERIALES

Para poder determinar los materiales que se utilizaron en este proyecto se realizó investigaciones acerca de las diferentes secuencias de activación de las bobinas de los motores a pasos unipolares, otra investigación realizada fue acerca de los puertos ADC del microcontrolador esto para leer el voltaje que entrega el potenciómetro y así poder determinar alguna rutina. También se tomó en cuenta el cálculo de la resolución para determinar el número binario correspondiente al valor de los límites que se asignaron en el potenciómetro del joystick.

Los materiales que se utilizaron para este proyecto son motores a pasos unipolares de 5v con caja de engranes para tener mayor fuerza de torque en los movimientos (en los pasos), también utilizamos un microcontrolador PIC16f887 que cuenta con 4 puertos completos de 8 bits de entrada o salida, puertos ADC (convertidor de analógico a digital), estos puertos fueron conectados al joystick que está conformado por dos potenciómetros y un push button, otros componentes utilizados fueron 3 push button para el botón de home y los límites respectivos de cada eje, así como 4 resistencias de 10 kΩ.

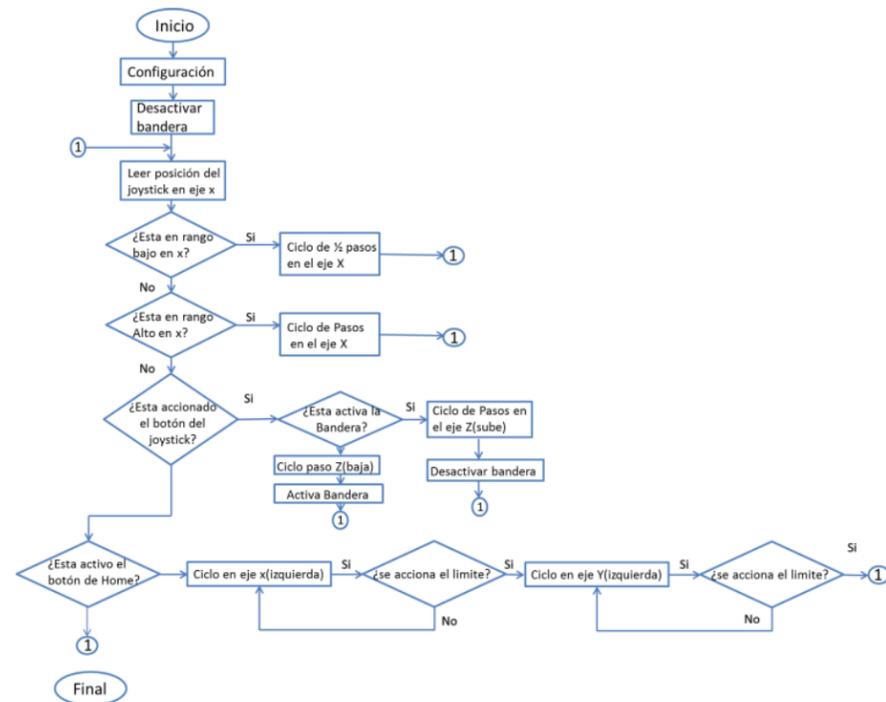


Figura 3. Diagrama de flujo de control del CNC

RESULTADOS

En la **Figura 3** se muestra el diagrama de flujo del dispositivo de control que funciona de la siguiente manera; Para el manejo del joystick se consideró la posición central como apagado, también se implementaron algunos límites como: medio alto, alto, medio bajo y bajo. En los límites de medio alto y medio bajo se utilizó la secuencia de $\frac{1}{2}$ pasos, y en los límites alto y bajo se utilizó la secuencia de pasos completos para tener una mayor velocidad de giro del motor. El botón del joystick mueve el eje en Z a una distancia determinada (hacia abajo y arriba).

Por último se implementó el botón de home, que hace que regresen todos sus ejes a su posición inicial, desplazando el eje en X hasta encontrar su límite, posteriormente se desplaza el eje Y de igual forma hasta encontrar su límite físico.



Figura 4. Medición de Giro del motor a pasos

En la **Figura 4** podemos observar cómo se hicieron las mediciones de las secuencias de activación de las bobinas de los motores a pasos. En la secuencia de $\frac{1}{2}$ paso según la **figura 1** el motor gira por ciclo $\frac{1}{2}^\circ$ y en la secuencia de pasos completo gira 1° según la secuencia de la **figura 2**.



Figura 5. Circuito de control completo

En la **figura 5** se presenta el circuito de control terminado donde podemos observar el joystick, que es el encargado de enviar las señales de control al microcontrolador, también podemos observar los tres motores a pasos que corresponden a los tres ejes del CNC, por último el botón de home así como sus dos límites que están representados con push button.

CONCLUSION

Durante el desarrollo de la investigación se hizo el diseño del algoritmo de control del CNC, mediante el software, Proteus 8 se realizó el diagrama y simulación del control, y con el MikroC se realizó la programación en lenguaje C para el microcontrolador, para ello se investigó acerca de las diferentes secuencias de activación de los motores a pasos, así como los comandos o códigos necesarios para la programación del control. Una vez terminado el diseño y simulación de sistema, se hicieron pruebas en el Taller de Electrónica donde se comprobó que su funcionamiento fuera el correcto tanto para el manejo del joystick como para el botón de home.

Derivado de este proyecto como trabajo futuro se podrá hacer modificaciones en el dispositivo de control adaptando como señales de entrada o control una computadora comunicada por puerto serial.

BIBLIOGRAFIA

Artículos en línea

- TODO ROBOT . (2014). Tutorial sobre Motores Paso a Paso (Stepper motors). 16 de junio del 2016, de la web Android Sitio web: <http://www.todorobot.com.ar/tutorial-sobre-motores-paso-a-paso-stepper-motors/>
- Edgar Guces. (Publicado el 3 may. 2012). Motor paso a paso con pic16f877a, programado en Mikro C. 9 de junio del 2016, de Youtube Sitio web: <https://www.youtube.com/watch?v=JaWqP8HtrOU>
- MCNC. (LUNES, 23 DE AGOSTO DE 2010). Historia y evolución del CNC. 03 de julio del 2016, de Blogger Sitio web: <http://mcnc11.blogspot.mx/2010/08/historia-y-evolucion-del-cnc.html>

ANÁLISIS CINEMÁTICO Y DINÁMICO DE UN MECANISMO DE THEO JANSEN

Abraham Rivera Garcia¹ y Alejandro Tadeo Chavez²

RESUMEN

El estudio de mecanismo multipatas corresponde al autor llamado Theo jansen. Theo Jansen se dedica a crear vida artificial mediante el uso de algoritmos genéticos utilizando altos grados de arte e ingeniería puesto en acción de una forma continua y ensamblada en un mecanismo. Se determina un criterio de aptitud es insertado en el algoritmo; Theo selecciona como criterio que sobrevivan en la playa moviéndose entre las fronteras de arena húmeda cerca al mar y arena seca en el límite con las dunas. Aquellos diseños que tengan el mejor rendimiento en la tarea, dentro de una simulación del entorno, serán hibridados y probados otra vez. Con el tiempo emergen diseños complejos. Theo Jansen utilizada una forma muy compleja pero artística de usar tubos para su creación de esculturas con movimiento las cuales llevan por nombre como maquinas caminantes las cuales pueden ser desplazadas en la arena.

ABSTRACT

The study multipatas mechanism for the author named Theo Jansen. Theo Jansen is dedicated to creating artificial life by using genetic algorithms using high levels of art and engineering put into action in a continuous manner and assembled into a mechanism. fitness criteria is inserted in the algorithm is determined ; Theo selected as a criterion to survive on the beach moving between the borders of wet sand near the sea and dry sand at the edge of the dunes. Those designs that have the best performance on the task, within a simulation environment will be annealed and tested again. Eventually emerge complex designs. Theo Jansen but used a very complex art form using tubes for creating sculptures with movement which are named as walkers machines which can be displaced in the sand

Palabras Clave: Mecanismo, Locomoción, Paso.

INTRODUCCION.

Los mecanismos caminantes se pueden encontrar en casi cualquier lado solo que se asimilan de una forma totalmente diferente, por sus dimensiones las cuales son creadas para tener una estabilidad en cuanto a los movimientos articulados de cada pata presente al momento de darse cuenta de cómo es que funciona dicho mecanismo de patas. El mecanismo de patas es mostrado con mucha ingeniería, pues posee una amplia gama de ángulos y matemáticas en cada una de las partes de dicho mecanismo y así se puede trabajar de una mejor manera.

MARCO TEORICO.

Theo Jansen es un “ingeniero-escultor”. Que realiza “robots-esculturas” que se mueven gracias al poder del viento. Theo consiguió imitar el andar de los animales partiendo del movimiento de una rueda y unas

¹ Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Ingeniería en Mecatrónica; Carretera Irapuato - Silao km 12.5, El Copal, C.P:36821, Irapuato, GTO, abram_fus13@hotmail.com.

² Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Ingeniería en Mecatrónica; Carretera Irapuato - Silao km 12.5, El Copal, C.P:36821, Irapuato, GTO.

pocas articulaciones simples, así creo una de las máximas síntesis mecánicas que se han logrado para imitar un movimiento tan complejo y natural como el andar de un caballo.

Sus “robots-esculturas” o esculturas cinéticas, como el las llama, aprendieron sus primeros pasos en las playas holandesas donde el clima lluvioso y ventoso es algo de todos los días. El supo aprovechar estas condiciones para realizar sus robots sin sensores o partes electrónicas, sino con Tubos, botellas y cinta adhesiva. Aunque usted no lo crea Theo Jansen solo trabaja con elementos reciclados.

En este compendio la búsqueda acerca de la locomoción mediante el uso de vehículos caminantes ha sido tema de interés por muchos años, ramas de la biología y otros científicos han tratado de unir el movimiento relacionado con animales caminantes y la ingeniería mediante la creación de vehículos mecánicos que imiten su majestuoso movimiento.

Ya lo menciona [9] en su apartado de estudios de la marcha acerca de los primeros trabajos que iniciaron la antorcha siendo el primero E. J. Marey quien inventó un dispositivo de grabación neumática en la década de 1870 el cual mediante sensores y con la ayuda de una pluma en una grabadora de relojería [Marey, 1874] le permitió grabar diferentes patrones en diferentes posturas utilizando sujetos de prueba. No menos importante Eadweard Muybridge que mediante el uso de cámaras que permitía tomar fotos a alta velocidad consiguió tener una colección de fotos sobre movimientos de caballos durante su marcha esto solo fue el comienzo de una gran carrera larga llegando a trabajo como los de [por ejemplo,

Collins y Stewart, 1993a, b, Collins y Richmond, 1994]; neurocientíficos empezaron a estudiar la estructuras que controlan la locomoción [por ejemplo, Grillner, 1985], y en robótica han tratado de emularla capacidad, así como la encarnación de sus teorías de la inteligencia en robots con patas [por ejemplo, Raibert,

1988, Brooks, 1989]; o también lo expuesto en [10] con "El romance de los Tres Reinos ", escrito sobre los eventos alrededor de 200 D.C al final de la dinastía Han. En 1663, Robert Hooke, de la Real Sociedad de Londres, evaluó un carrito con las piernas lugar de ruedas.

METODOS Y MATERIALES.

Se realizó la investigación del mecanismo de Theo Jansen y se logró saber que cuenta con cálculos integrados en cada uno de sus partes las cuales son en este caso un mecanismo de 4 patas, las cuales fueron analizadas para su realización. En este caso utilizamos un software llamado SolidWorks para su realización de dicho mecanismo como primer punto se proponen las dimensiones para su ensamblaje.

Sólido	Nº de nudos	Nudos
Bancada	2	O - C
1	2	O - A
2	2	A - B
3	3	B - C - D
4	2	D - F
5	2	C - E
6	2	A - E
7	3 (2 en maqueta)	E - F (- G)

Ilustración 1 Mecanismo de Theo Jansen estructura propuesta

Tabla 1 Dimensiones propuesta para la realización del mecanismo.

PARTE	DIMENSIONES PROPUESTAS	ESPELOR PROPUESTO
Bancada (O-C)	108mm	3mm
Parte (O-A)	50mm	3mm
Parte (A-B)	130mm	3mm
Parte (B-C-D)	(100-100) mm	3mm
Parte (D-F)	130mm	3mm
Parte (C-E)	115mm	3mm
Parte (A-E)	203mm	3mm
Parte (F-E-G)	(100-150)mm	3mm

También es importante decir que el material contemplado para su elaboración fue MDF en forma desglosada la primera parte de la investigación se realizó la elaboración de cada una de las partes que conforman la estructura para así posteriormente realizar la simulación en ADAMS siendo este la principal función del programa debido a su facilidad para realizar un análisis dinámico y obtención de datos posterior a la simulación dinámica se procede a realizar la elaboración del análisis de energías utilizando EXEL para la administraciones los datos así como su interpretación.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos fueron los siguientes a grosso modo cada paso desde el ensamblaje en SOLIDS work hasta energías llevo una continuación es decir para poder pasar a la siguiente etapa se necesito obtener resultados aceptables en la anterior.

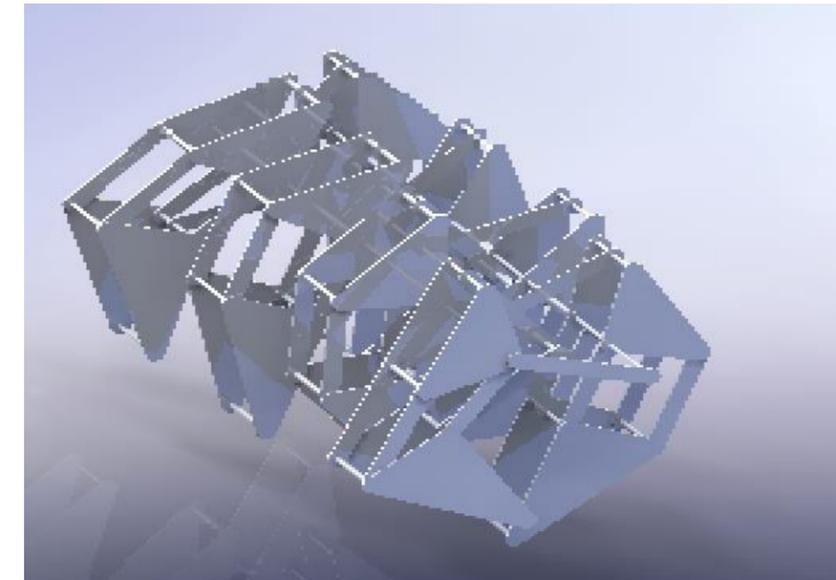
Resultados SOLID works

Tabla 2 Dimensiones propuestas para el mecanismo.

PARTE	DIMENSIONES PROPUESTAS	ESPELOR PROPUESTO	PARTE	DIMENSIONES PROPUESTAS	ESPELOR PROPUESTO
Bancada (O-C)	108mm	3mm	Bancada (O-C)	75mm	3mm
Parte (O-A)	50mm	3mm	Parte (O-A)	25mm	3mm
Parte (A-B)	130mm	3mm	Parte (A-B)	130mm	3mm
Parte (B-C-D)	(100-100) mm	3mm	Parte (B-C-D)	(100-100) mm	3mm
Parte (D-F)	130mm	3mm	Parte (D-F)	130mm	3mm
Parte (C-E)	115mm	3mm	Parte (C-E)	115mm	3mm
Parte (A-E)	203mm	3mm	Parte (A-E)	150 mm	3mm
Parte (F-E-G)	(100-150)mm	3mm	Parte (F-E-G)	(100-150)mm	3mm

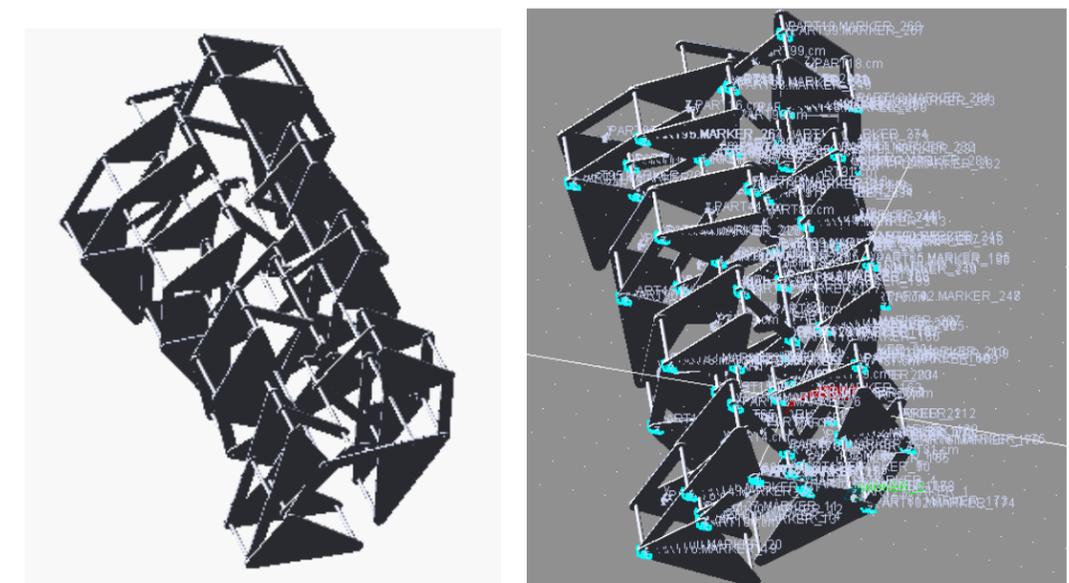
Tabla 3 Dimensiones finales del mecanismo

Siendo el mecanismo final el siguiente.

**Ilustración 2 Modelado final del mecanismo en Solid Works**

Resultados ADAMS

Como segunda etapa se propuso el análisis dinámico en ADAMS el cual fue desde la implementación de las revolutas que actuaran en el mecanismo siendo importante recalcar que en esta parte se consideró el material y las fuerzas que actúan sobre el mecanismo siendo la gravedad la principal fuerza presente en el mismo en los cuales los resultados fueron los siguientes.

**Ilustración 3 Simulación final en Adams**

Análisis de energías

La última etapa fue la elaboración del análisis de energías utilizando EXCEL para la interpretación de datos obtenidos en el análisis.

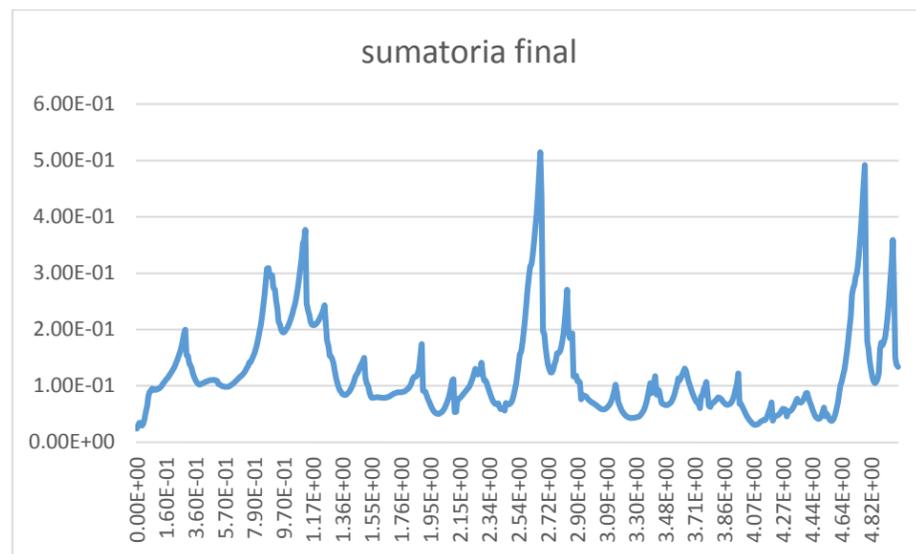


Ilustración 4 Gráfica final obtenida en base al análisis de energías

Siendo el pico máximo $5.15 \text{ E-}1$ y el pico mínimo $2.39 \text{ E-}2$ con una diferencia de $4.91 \text{ E-}1$ se puede concluir que el modelo presenta inestabilidad que analizando los resultados así como el modelos se obtiene que el diseño propuesto durante el ensamblaje resultó inadecuado debido a la falta de simetría del mismo el cual fue la principal causa de los resultados obtenidos.

CONCLUSIONES

La estancia en la institución fue satisfactoria para el conocimiento acerca del análisis dinámico y cinemático en mecanismos así como el correcto uso de los software de simulación.

BIBLIOGRAFIA

1. Freyr Hardarson,(2002). Stability analysis and synthesis of statically balanced walking for quadruped robots (tesis doctoral). Royal Institute of Technology , Estocolmo Suecia, [pp.13-14]
2. Richard Reeve,(1999) Generating walking behaviours in legged robots (tesis doctoral).Univerdidad de Edinburgh, Escocia.
3. R.P. Williams,l-w Tsai,s. Azarm ,(1991) design of crank and rocker driven pantograph : a leg mechanism for the university of marylands 1991 walking robot(reporte de investigacion).univerdidad de marylands,u.s.

ANÁLISIS DE SEÑALES RESPIRATORIAS PARA LA DETECCIÓN DEL SÍNDROME DE APNEA DEL SUEÑO

Fernanda Elizabeth Rivera Zamora¹ y Guillermina Guerrero Mora²

RESUMEN

En el presente proyecto se realiza el procesamiento de dos señales respiratorias para llevar a cabo una detección automática del Síndrome de Apnea-Hipopnea del Sueño (SAHS). La primera señal es la medición directa del flujo de aire nasal obtenida mediante una polisomnografía completa y la segunda señal extraída de forma indirecta a través de un sensor no obstructivo. Se analiza una base de datos de 24 pacientes adultos, los resultados obtenidos en la clasificación entre las categorías SAHS positivo/SAHS negativo son comparados con los obtenidos del análisis clínico de la polisomnografía completa. Se obtuvo un 86.67 % de precisión para la señal de flujo directa, mientras que para la medición indirecta se obtuvo 80% de precisión.

ABSTRACT

In this project, we present the processing of two respiratory signals looking for an automatic diagnosis of sleep apnea-hypopnea syndrome (SAHS). The first respiration signal is the direct measure of nasal airflow obtained from a complete polysomnography, the second signal consist in an indirect measurement obtained from a non-obstructive sensor. A database based on the information of 24 patients was analyzed, the classification among positive and negative SAHS was compared with the results from the polysomnography. 86% of accuracy was obtained from the straightforward signal and 80% for the indirect one.

Palabras clave: Síndrome de Apnea-Hipopnea del Sueño (SAHS), Índice de Apnea-Hipopnea (IAH), Polisomnografía (PSG), Colchón Sensorizado (PBS).

INTRODUCCIÓN

El Síndrome de Apnea-Hipopnea del Sueño (SAHS) se caracteriza por el cese o reducción repetitiva del flujo de aire en las vías superiores durante el sueño. Las apneas se describen como aquellos eventos con una duración mayor a 10 segundos, en los cuales se presenta el cese de la respiración. Por otro lado, el término hipopnea se utiliza para identificar aquellos eventos donde la amplitud respiratoria se reduce significativamente provocando una caída en la saturación de oxígeno en sangre $\geq 4\%$ (AASM, 1999). Uno de los principales síntomas comúnmente observables en personas con este padecimiento es la falta de descanso o hipersomnolencia durante el día. El SAHS se asocia a factores como: obesidad, ronquidos, diabetes, hipertensión, entre otras.

Para el diagnóstico clínico del SAHS y el análisis del sueño se lleva a cabo un estudio denominado Polisomnografía (PSG). En la PSG se registran y monitorean durante una noche de sueño señales fisiológicas como: electroencefalografía (EEG), electrocardiografía (ECG), electromiografía (EMG) de mentón, electrooculografía (EOG), micrófono para ronquido, bandas en tórax y abdomen para registrar esfuerzo respiratorio (pletismografía inductiva respiratoria, RIP), pulsioximetría, sensores de flujo oronasal, entre otros. Estas señales son analizadas manualmente para identificar apneas e hipopneas, las cuales se contabilizan para obtener el Índice de Apnea-Hipopnea (IAH) —el número de eventos, apneas más hipopneas por hora de sueño. El criterio actualmente aceptado define las categorías leve, moderado y severo con $5 \leq \text{IAH} < 15$, $15 \leq \text{IAH} < 30$, $\text{IAH} \geq 30$, respectivamente (AMERICAN ACADEMY OF SLEEP MEDICINE , 1999).

¹ Universidad Autónoma de Aguascalientes Campus Sur. Av. Prolongación Mahatma Gandhi 6601, Ejido Arellano, C.P. 20340, Aguascalientes, Ags., México, lizziefery@hotmail.com

² Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Media, U.A.S.L.P. Carretera Rioverde-San Ciró, Km. 4 Ejido Puente del Carmen C.P. 79617; Rioverde, S.L.P., México, guillermina.guerrero@uaslp.mx

Aunque la PSG es el método estándar, resulta ser un estudio de costo elevado e incómodo para el paciente debido a la cantidad de sensores necesarios. Además, el análisis de las señales de dicho estudio se realiza en la mayoría de los casos de forma manual, lo cual lo hace un procedimiento laborioso.

En este proyecto se aplican distintas técnicas de procesamiento de señales tanto a la medición de flujo de aire nasal como a la señal respiratoria obtenida de manera indirecta de un sensor no obstructivo denominado PBS. El PBS (*pressure bed sensor*) es un colchón sensorizado diseñado en el Centro de Investigación Técnica de Finlandia (VTT), y consta de 8 sensores de presión. El PBS proporciona 8 señales relacionadas a los movimientos mecánicos del cuerpo, de las cuales se extraen señales como respiración y frecuencia cardíaca. La señal respiratoria lleva la principal evidencia del SAHS, por lo cual en este trabajo se realiza el procesamiento de dos señales respiratorias para llevar a cabo una detección automática. La primera señal es la medición directa del flujo de aire nasal obtenida mediante una polisomnografía completa y la segunda señal extraída de forma indirecta a través del PBS. Para lo anterior, se extraen 9 características espectrales y 3 características no lineales, y después de un proceso de selección, las características más significativas alimentan un discriminante cuadrático. Se analiza una base de datos de 24 pacientes adultos, buscando una clasificación entre las categorías SAHS positivo/ SAHS negativo. Los resultados de la clasificación son comparados con los obtenidos del análisis clínico de la polisomnografía completa.

MARCO TEÓRICO

1) Selección de características

La selección de características se realiza para reducir la dimensión de los datos, seleccionando un subconjunto con las características más importantes, las cuales puedan dar un buen desempeño en la clasificación. Los algoritmos de selección de características pueden ser agrupados en dos categorías: los métodos de filtrado y los envoltentes o *wrappers*. Los métodos de filtrado se enfocan en la evaluación y selección de subconjuntos de características sin involucrar el algoritmo de clasificación empleado. Los métodos envoltentes sí involucran el desempeño del algoritmo y así evalúan los datos para generar un subconjunto óptimo de características, aunque por su función este método llega a ser más lento que el de filtrado dependiendo del clasificador empleado.

2) Análisis discriminante

El análisis discriminante es aplicado como un método estadístico de clasificación. Este análisis es una técnica estadística que diferencia a los grupos bajo estudio y determina cuáles de sus características son necesarias para alcanzar la mejor clasificación posible. El objetivo principal del análisis discriminante es hallar una relación lineal entre las variables que mejor permitan diferenciar a los grupos. El clasificador puede representarse en términos de un conjunto de funciones discriminantes $g_i(x)$, $i = 1, 2, \dots, k$, donde k es el número de clases. Considerando a x como una variable aleatoria cuya distribución depende de la clase a la que pertenece. El clasificador asigna la observación x a la clase ω_i si $g_i(x) > g_j(x)$; para toda $j \neq i$.

3) Validación Cruzada

La validación cruzada es una técnica de evaluación empleada para conocer el desempeño de un algoritmo de clasificación y garantizar que es independiente del conjunto de datos utilizado. Lo anterior se logra dividiendo el conjunto de datos, en donde un subconjunto se empleará para el entrenamiento del algoritmo y el subconjunto restante será de prueba. Existen distintas técnicas: la validación cruzada de k iteraciones o *k-fold cross-validation*, (donde los datos se dividen de manera aleatoria en k subconjuntos y uno es dejado fuera en cada iteración) y *holdout* (en el cual k observaciones se dejan fuera en cada paso). *Leave one out* o validación cruzada dejando uno fuera es un técnica de tipo *k-fold* donde se emplea un único dato de prueba. La validación cruzada evita la pérdida de datos y obtiene resultados robustos en presencia de muestras de tamaño reducido.

MÉTODOS Y MATERIALES

En el presente proyecto se trabaja con una base de datos de 24 pacientes adultos de entre 48 y 68 años, que contiene tanto las señales de una polisomnografía completa como las señales extraídas del PBS. El análisis propuesto busca detección automática del SAHS analizando solo la señal respiratoria, en este caso se explora la proveniente del PBS y la señal de flujo de aire nasal de la PSG.

Partiendo de la señal respiratoria, se aplica un filtrado pasa-bajas de tipo Butterworth con una frecuencia de corte de 1.2 Hz buscando reducir el ruido y otras componentes que puedan causar distorsiones en la señal y por ende en los resultados. Una vez filtrada la señal se normaliza en el rango $[-1,1]$ dividiéndola entre su valor máximo. Después este preprocesamiento, la metodología implementada en el software MATLAB se ilustra en la Figura 1. La primera etapa consiste en la extracción de características, en la cual se extraen 9 características espectrales y 3 características no lineales de la señal respiratoria. A continuación se lleva a cabo una etapa de selección de las características más significativas con las cuales finalmente se alimenta a un discriminante cuadrático.

1) Extracción de características

Para cada uno de los pacientes en la base de datos se extraen 9 características espectrales y 3 características no lineales que se describen a continuación.

a) Análisis Espectral

Para el análisis espectral se emplea el método Welch para obtener la densidad de potencia espectral (PSD) de la señal respiratoria. La señal PSD se normaliza (PDSn) dividiendo la amplitud de cada componente de frecuencia entre la potencia total. En la Figura 2 se muestra el espectro de frecuencia para un paciente sano y uno con SAHS, se puede observar una banda de frecuencias interés para los pacientes enfermos, la cual se encuentra entre 0.01 y 0.05 Hz que no se presenta en los pacientes sanos. La Figura 3 muestra una comparación de la señal PSD en la banda de frecuencias 0.01 a 0.05 Hz que denominaremos BW, se observa que la señal perteneciente a un paciente con SAHS presenta una amplitud considerablemente mayor en comparación con la señal de un paciente sin SAHS.

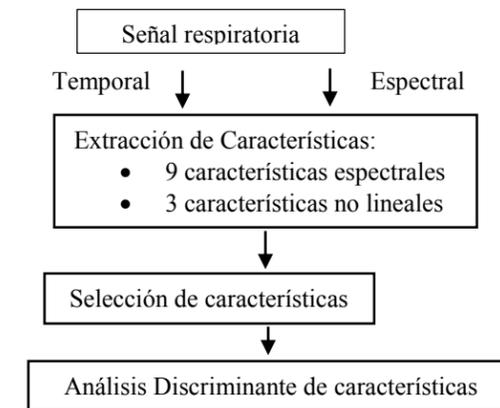


Figura 1. Diagrama a bloques de la metodología implementada para el análisis de la señal de AF.

Para la caracterización espectral del SAHS se extraen las siguientes características sobre la banda BW: amplitud mínima (mA), amplitud máxima (MA), los primeros 4 momentos estadísticos (Mf1-Mf4), frecuencia mediana (MF), entropía espectral (SpecEn) y distancia Wooters (DW).

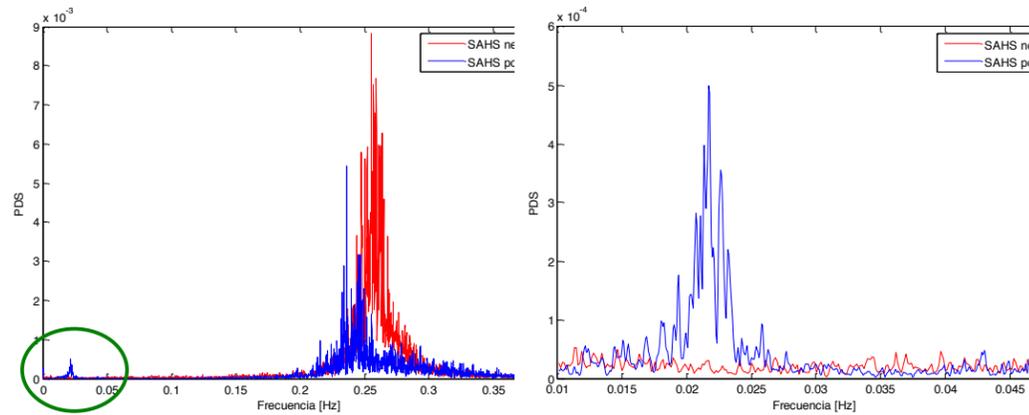


Figura 2. Densidad de potencia espectral de la señal de flujo de aire nasal para un paciente SAHS positivo y un paciente SAHS negativo.

Figura 3. Banda de frecuencias de 0.01 a 0.05 Hz para un paciente SAHS positivo y un paciente SAHS negativo.

La mA y MA se obtuvieron como el punto mínimo y máximo, vistos como la ocurrencia mínima y máxima de eventos apneicos. Los primeros cuatro momentos estadísticos, media (Mf1), desviación estándar (Mf2), asimetría (Mf3) y curtosis (Mf4), proporcionan información acerca de cómo se distribuyen los datos respecto de la media. En base al valor obtenido de la asimetría, es observable que aumenta en la BW de los pacientes con grado severo y moderado de SAHS; así como en el caso de la MF, mientras más pequeño sea dicho valor, más distribuido está el espectro en frecuencias pequeñas. Para las demás características espectrales se toma como base su definición básica y por ende un modo de emplearlos.

La distancia Wooters (DW) es una medida de desequilibrio que asigna valores cercanos a 1 cuando el espectro está condensado en una banda estrecha de frecuencias y cercanos a 0 cuando las componentes espectrales están distribuidas (Wooters, 1981). Por otro lado, la SpecEn proporciona una manera de cuantificar que tan plano es el PSDn, lo cual arrojará valores de para identificar la irregularidad del mismo en el dominio del tiempo. Los valores bajos implican un espectro distribuido en una banda de frecuencias estrecha, lo cual está asociada a una menor irregularidad (Gutiérrez-Tobal *et al*, 2015; Poza *et al*, 2007). Se observa un espectro más plano en la BW de a medida que la severidad del SAHS decrece. Para pacientes sin SAHS o SAHS leve, se esperan valores altos de SpecEn.

b) Análisis No Lineal

Debido a la complejidad y variabilidad de las señales respiratorias dependiendo de cada paciente y del grado de severidad de SAHS que presentan el análisis espectral se complementa mediante la obtención de tres características en el dominio del tiempo: Medida de Tendencia Central (CTM), *Sample Entropy* (SampEn) y *Lempel-Ziv Complexity* (LZC).

CTM es una medida de la variabilidad de una señal dada $x[n]$ en base a sus diferencias de primer orden $x[n+2] - x[n+1]$ y $x[n+1] - x[n]$ (Abásolo *et al*, 2006; Cohen *et al*, 1996). Estas diferencias se grafican y la CTM se calcula como la proporción de puntos en la gráfica que caen dentro de un círculo de radio ρ , que actúa como parámetro de diseño. Los valores de CTM oscilan entre 0 y 1, los valores más altos corresponden a puntos más concentrados alrededor del centro de la gráfica, que indica un menor grado de variación de la señal. Por lo tanto, se esperan que los valores CTM se reduzcan con las presencia del SAHS. La selección del parámetro ρ , se llevó a cabo calculando CTM para distintos valores de radio y mediante un análisis de varianza (ANOVA) entre pacientes con SAHS o sin SAHS se eligió $\rho = 0.05$.

LZC estima la complejidad de una secuencia finita de símbolos (Abásolo *et al.*, 2006). Po lo cual, utilizando el valor de la mediana de la señal respiratoria como umbral (Td), se convirtió la señal temporal en una secuencia binaria mediante la siguiente regla de decisión:

$$X(i) = \begin{cases} 0 & \text{si } x(i) < Td \\ 1 & \text{si } x(i) \geq Td \end{cases} \quad (1)$$

Finalmente, la MSE es un método para medir la complejidad de series de tiempo finitas (Costa *et al*, 2002). Esta herramienta se aplica comúnmente a conjuntos de datos de naturaleza fisiológica y es una mejora de lo que se conoce como *Sample Entropy*, la cual mide la irregularidad o complejidad de las series temporales. Se cuantifica la similitud que tiene una secuencia de datos consecutivos dentro de la serie y que coinciden con otro conjunto de la misma longitud, denotando dicha longitud como m y con una tolerancia r . Al igual que para CTM, para la selección de m y r , se realizó calculando MSE para distintos valores de estos parámetros y seleccionando mediante un ANOVA aquellos que muestran el menor p -value o valor p , entre pacientes con y sin SAHS. Los valores óptimos fueron $m=3$ y $r=0.25*SD$, donde SD es la desviación estándar de la serie de tiempo.

2) Selección de características

Partiendo de una matriz con 12 características para cada uno de los 24 pacientes en la base de datos, la siguiente etapa consiste en la selección de características. Dicha selección se llevó a cabo utilizando un método de filtrado a través de la función *rankfeatures* de MATLAB, la cual ordena las características en forma decreciente, de la más significativa a la menos significativa, aplicando una medida estadística para asignar una puntuación a cada una. En este caso *rankfeatures* ordenó las 12 características aplicando como criterio de separabilidad entre clases (SAHS positivo-SAHS negativo) una prueba *t student* (t-test). La t-test se usa para determinar si dos conjuntos de datos son significativamente diferentes uno del otro.

3) Clasificación

Para la detección automática entre pacientes con SAHS positivo y SAHS negativo se llevó a cabo un análisis discriminante utilizando las 8 características más importantes (obtenidas en la etapa anterior). Para dicho análisis se utilizó una función discriminante de tipo cuadrático.

RESULTADOS

La metodología descrita en la sección anterior se implementó sobre la señal respiratoria extraída del PBS, así como a la medición directa de flujo de aire nasal, a manera de comparación. Para evaluar el desempeño del clasificador y asegurar que los resultados son independientes del conjunto de características usado, se empleó la técnica de validación cruzada *leave-one-out*. Los resultados de la clasificación son comparados con los obtenidos del análisis clínico de la polisomnografía completa. El algoritmo mostró una clasificación del 86.67% obtenida de la señal de flujo de aire nasal mientras que la señal respiratoria del PBS arrojó un 80% de pacientes correctamente diagnosticados.

CONCLUSIONES

En este trabajo se investiga una metodología de ayuda para diagnóstico del SAHS. En dicha metodología la única fuente de información relacionada con el SAHS es la señal respiratoria, de la cual se extrajeron características espectrales y no lineales. Se explora una señal respiratoria obtenida de manera indirecta, no obstructiva, como lo es la señal extraída del PBS. A su vez se analiza la medición directa de flujo de aire nasal a manera de comparación. Los resultados arrojados por la señal indirecta del PBS se comparan con los obtenidos mediante el enfoque tradicional (algoritmos basados en la detección de los eventos) (DE ALMEIDA, F. R., 2006; RAGETTE, R., 2010). También son comparables con la clasificación binaria realizada por GUTIÉRREZ-TOBAL (2016), en la cual se extrae el mismo conjunto de características de la señal de flujo de aire nasal pero se utilizan herramientas de selección y clasificación más sofisticadas que las empleadas aquí. Con el conjunto de características extraídas el discriminante cuadrático mostró una clasificación similar a la obtenida por el AdaBoost o *adapting boosting* un algoritmo de clasificación que utiliza múltiples iteraciones para generar un algoritmo de aprendizaje fuerte mediante la adición algoritmos de aprendizaje débiles.

Dada la longitud de las series de tiempo analizadas, una desventaja de la metodología presentada respecto al enfoque detección de eventos en el aumento considerable del tiempo de procesamiento requerido, principalmente por algoritmos para el cálculo de las características no lineales. Como trabajo futuro se plantea la clasificación de los pacientes en las categorías correspondientes a los distintos grados de severidad.

BIBLIOGRAFÍA

Libros

FLORES, R., FERNÁNDEZ, JM. (2008). Las redes neuronales artificiales. España: Netbiblio.

Artículos

ABÁSULO, D., HORNERO R., GÓMEZ C., GARCÍA M., LÓPEZ M. (2006). Analysis of EEG background activity in Alzheimer's disease patients with Lempel-Ziv complexity and Central Tendency Measure, 7-9.

BERRY RB., BUDHIRAJA R., GOTTLIEB DJ., GOZAL D., IBER C., KAPUR VK., MARCUS CL., MEHRA R., PARTHASARATHY S., QUAN SF., REDLINE S., STROHL KP., DAVIDSON SL., TANGREDI MM. (2012). Rules for scoring respiratory events in sleep: update of the 2007 AASM manual for the scoring of sleep and associated events, 8,597-619.

COSTA, M., GOLDBERGER, A.L., PENG, CK. (2002) Multiscale entropy analysis of complex physiologic time series. 89.

FLEMONS, W., BUYSSE, D., REDLINE, S., OACK, A., STROHL, K., WHEATLEY, J., YOUNG, T., DOUGLAS, N., LEVY, P., MCNICOLAS, W., FLEETHAM, J., WHITE, D., SCHMIDT-NOWARRA, W., CARLEY, D., ROMANIUK, J. (1999). Sleep-Related Breathing Disorders in Adults: Recommendations for Syndrome Definition and Measurement Techniques in Clinical Research, 22 (5), 667-672.

GUTIERREZ, GC., GÓMEZ, J., ALVAREZ, D., DEL CAMPO, F., HORNERO, R. (2012). Estudio de bandas espectrales de interés en la señal de flujo aéreo para ayudar en el diagnóstico del síndrome de la apnea hipopnea del sueño, 1,2.

GUTIÉRREZ-TOBAL, G. C., Alvarez, D., del Campo, F., & Hornero, R. (2016). Utility of AdaBoost to detect sleep apnea-hypopnea syndrome from single-channel airflow. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 63(3), 636-646.

RAGETTE, R., WANG, Y., WEINREICH, G., & TESCHLER, H. (2010). Diagnostic performance of single airflow channel recording (ApneaLink) in home diagnosis of sleep apnea. Sleep and Breathing, 14(2), 109-114.

de Almeida, F. R., Ayas, N. T., Otsuka, R., Ueda, H., Hamilton, P., Ryan, F. C., & Lowe, A. A. (2006). Nasal pressure recordings to detect obstructive sleep apnea. Sleep and Breathing, 10(2), 62-69.

WOOTERS WK. Statistical distance and Hilbert space. (1981). *Physical Review D*, 23, 357-362.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA MANUFACTURA DEL PET RECICLADO

Robles Romero José de Jesús¹ y Alondra Anahí Ortiz Verdín²

RESUMEN

En la actualidad la sociedad ha comenzado a generar conciencia del impacto que ocasiona la inadecuada disposición de los desechos que generamos, sin duda alguna un claro ejemplo, son las actividades que se realizan para fomentar el reciclaje de los polímeros, tal es el caso del PET (Poliétilentereftalato). En esta investigación bibliográfica se describen las principales causas que originaron un incremento en su producción, además de destacar los beneficios que ofrece al medio ambiente mediante la reutilización del PET. Por otro lado se exponen los principales problemas a los que se enfrentan las empresas que manufacturan este tipo de materiales y finalmente se enuncian algunas labores en las que es factible la utilización del PET reciclado.

ABSTRACT

Nowadays the society did awareness of the impact caused by the improper disposal of waste we generate, undoubtedly a clear example are the activities undertaken to Promote recycling of polymers , Such is the case of PET Polyethylenterephthalate) . This bibliographical research describe the main causes that led to an increase in production, while highlighting the benefits to the environment by reusing the PET. On the other hand the main problems that face the manufacture companies these materials and finally give to know several work in which recycled PET is feasible.

Palabras Clave: Reciclar, Manufactura, Factibilidad.

INTRODUCCIÓN

La versatilidad del plástico permite su incorporación a cualquier proceso productivo o producto final, razón por la cual es innegable que en la actualidad el mercado de los productos plásticos tiene un lugar sobresaliente en el conjunto de la economía. Actualmente es común observar a nuestro alrededor que la mayoría de las cosas se han obtenida a partir de los polímeros o al menos una parte de estos.

Un polímero es un compuesto que consiste en moléculas de cadena larga, cada molécula está hecha de unidades repetitivas que se conectan entre sí. La palabra se deriva de los vocablos griegos poly, que significa muchos, y meros (que se contrae a mero), que es parte. La mayoría de los polímeros se basan en el carbono, y por ello se les considera productos químicos orgánicos, este tipo de materiales se obtienen mediante un proceso llamado polimerización, es decir, creando grandes estructuras moleculares a partir de moléculas orgánicas, en la tabla 1, se muestran las ventajas y desventaja comerciales de los polímeros.

¹ Universidad Politécnica de Querétaro, Ingeniería en Tecnologías de Manufactura; Carretera Estatal 420 S/N, El Marqués, C.P: 76240, Querétaro, Querétaro, 014014588@upq.edu.mx

² Universidad Politécnica de Querétaro, Ingeniería en Tecnologías de Manufactura; Carretera Estatal 420 S/N, El Marqués, C.P: 76240, Querétaro, Querétaro, alondra.ortiz@upq.mx

Tabla 1. Ventajas y desventajas comerciales de los polímeros.

Ventajas		Desventajas	
1.	Es posible dar forma a los plásticos al moldearlos, ya que son muy compatibles con el procesamiento de forma neta.	1.	Resistencia baja en comparación con los metales y cerámicos.
2.	Posee baja densidad en comparación a los metales y cerámicos, buena relación de resistencias a peso de ciertos polímeros, resistencia elevada a la corrosión y baja conductividad eléctrica y térmica.	2.	El módulo de elasticidad o rigidez es baja en los elastómeros.
3.	Requieren menos energía para producirse.	3.	La temperatura de uso se limita debido a la suavización de los termoplásticos y a la degradación de los termofijos y elastómeros.
4.	Ciertos plásticos compiten con el vidrio ya que son traslucidos o transparentes.	4.	Ciertos polímeros se degradan si se exponen a la luz solar y a otras formas de radiación.
5.	Se emplean mucho en materiales compuestos.	5.	Presentan propiedades visco elásticas lo que puede ser una limitación en aplicaciones de cojinetes para cargas.

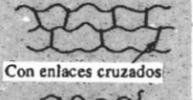
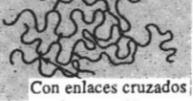
Comportamiento	Estructura general	Diagrama
Termoplástico	Cadenas lineales flexibles	
Termoestable	Red rígida tridimensional	 Con enlaces cruzados
Elastómero	Cadenas lineales con enlaces cruzados	 Con enlaces cruzados

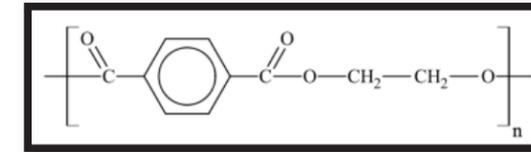
Figura 1. Comparación de las tres clases de polímeros.

Dentro del grupo de termoplásticos se encuentra el tereftalato de polietileno (PET), ya que al ser calentado a temperaturas elevadas se comporta de una manera plástica y dúctil, favoreciendo que se recicle con facilidad (Figura 2).

Polímero representativo:	Tereftalato de polietileno (C ₂ H ₄ -C ₈ H ₄ O ₂) _n	Elongación:	200%
Símbolo:	PET	Gravedad específica:	1.3
Método de polimerización:	Etapas (condensación)	Temperatura de transición al vidrio:	70 °C (158 °F)
Grado de cristalinidad:	Amorfo a 30% cristalino	Temperatura de fusión:	265 °C (509 °F)
Módulo de elasticidad:	2 300 MPa (325 000 lb/in ²)	Participación aproximada en el mercado:	Alrededor de 2%
Resistencia a la tensión:	55 MPa (8 000 lb/in ²)		

Figura 2. Características del PET que favorecen a su importancia comercial.

El PET es un tipo de materia prima plástica derivada del petróleo, correspondiendo su fórmula a la de un poliéster aromático (figura 3). Su denominación técnica es Polietileno Tereftalato o Politereftalato de etileno. Las propiedades físicas del PET y su capacidad para cumplir diversas especificaciones técnicas han sido las razones por las que el material haya alcanzado un desarrollo relevante en la producción de fibras textiles y en la producción de una gran diversidad de envases, especialmente en la producción de botellas, bandejas, flejes o zunchos y láminas (Tabla 2).

**Figura 3. Fórmula química desarrollada del PET.****Tabla 2. Propiedades y características del PET.**

Propiedades	Características
<ul style="list-style-type: none"> • Cristalinidad y transparencia. • Buen comportamiento frente a los esfuerzos permanentes. • Alta resistencia al desgaste. • Muy buen coeficiente de deslizamiento. • Buena resistencia química. • Muy buena barrera a CO₂, aceptable barrera a O₂ y humedad. • Totalmente reciclable. • Alta rigidez y dureza. • Superficie barnizable. • Buenas características eléctricas y dieléctricas. • Aprobado para el su uso en productos que deban estar en contacto con productos alimenticios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Esterilización: Resiste esterilización química con óxido de etileno y radiación gamma. • Cristalización: Permite lograr resistencia térmica para utilizar bandejas termoformadas en hornos a elevadas temperaturas de cocción. • Biorientación: Permite lograr propiedades mecánicas y de barrera con optimización de espesores.

Tabla 3. Información específica del PET.

Datos técnicos	Valores de Permeabilidad		
Valor límite de la viscosidad medido en ácido dicloroacético	1.07	Oxígeno 23°C, 100% RF	2
Punto de fusión °C	Aprox. 252/260	Nitrógeno 23°C, 100% RF	9
Acetaldehído	Ppm < 1	Permeabilidad al vapor de agua	0.9
Contenido en grupos carboxílicos	mval/kg 20	Dióxido de carbono	5.1
Densidad aparente [g/cm ³]	0.85		

Las propiedades y características mencionadas anteriormente (Tabla 2 y 3) propician que su utilización sea mayor ya que cada día se busca que las cosas sean más ligeras y además de esto cumplan con el objetivo de manera eficiente para el que fueron creados.

La principal actividad en el cual se emplea el PET es en la elaboración de botellas para bebidas, el tiempo que tarda en degradarse una botella es aproximadamente de 100 a 150 años en promedio. Ante tal motivo es de vital importancia darle la adecuada disposición para reciclarlas ya que de lo contrario serán más grandes los problemas ambientales que se generen. El reciclado es el reproceso de los materiales, en este caso del PET, para acondicionarlos con el propósito de integrarlos nuevamente a un ciclo productivo como materia prima.

De acuerdo con el informe 2015 de ECOCE, México es líder de América en el acopio y reciclaje de residuos de envases de PET post-consumo, por encima de Brasil, Canadá y E.U.A respectivamente (Figura 4). Durante 2015, se recuperaron 364 mil toneladas, lo que representa el 50.4% del consumo aparente nacional. Asimismo, se reporta una creciente Industria Recicladora Mexicana que demandó más residuos de PET para su reciclaje, pasando de 191 mil toneladas (46%) en 2014, a 218 mil toneladas (60%) en 2015 (Figura 5).

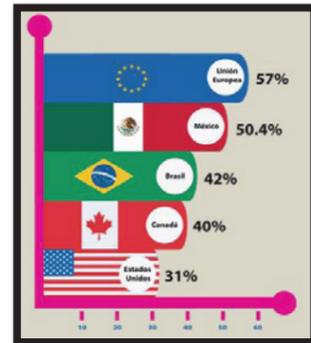


Figura 4. Lugares en los que se posicionan los países que acopian y reciclan PET a nivel mundial.

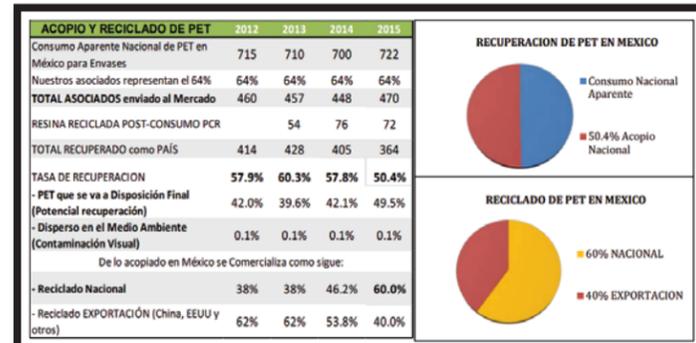


Figura 5. Comparación del acopio y reciclado de PET en los últimos años.

MÉTODOS Y MATERIALES

Para la elaboración de este trabajo se realizó una investigación bibliográfica sobre la factibilidad del reciclado del PET. El PET se puede reciclar de tres formas las cuales se describen a continuación y se muestran las ventajas que ofrece cada uno (Tabla 4):

1. **Mecánico:** Es la técnica más utilizada en la actualidad, esta consiste en la molienda, separación y lavado de los envases. Las escamas resultantes de este proceso se pueden destinar en forma directa, sin necesidad de volver a hacer pellets, en la fabricación de productos por inyección o extrusión. (Figura 6).
2. **Químico:** A diferencia del primero, implica cambios en la estructura química del material, se basa en una reacción química específica, que permite utilizar el desecho plástico como fuente de materia prima, no sólo para producir nuevamente el material original (como material virgen), sino producir otros materiales con diferentes características (Figura 7).
3. **Energético:** Consiste en aprovechar el calor liberado al quemar el PET en forma de energía. El PET es un polímero que está formado sólo por átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno, por lo cual al ser quemado produce sólo dióxido de carbono y agua ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$) con desprendimiento de 6,3 Kcal/Kg. Esto es posible ya que durante su fabricación no se emplean aditivos ni modificadores, por lo que su combustión no provoca las emisiones de ningún gas tóxico (Figura 8).

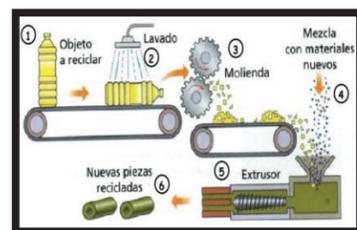


Figura 6. Reciclado Mecánico.



Figura 7. Reciclado Químico.

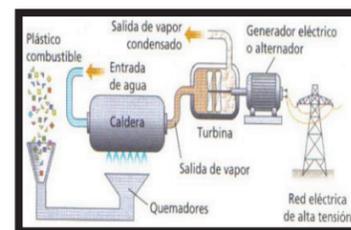


Figura 8. Reciclado Energético.

Tabla 4. Ventajas de cada uno de los tipos de reciclaje.

Reciclaje Mecánico	Reciclaje Químico	Reciclaje Energético
<ul style="list-style-type: none"> • Se requieren inversiones moderadas. • Al realizar el proceso no conlleva contaminación del medio ambiente • Producto de mayor valor agregado. • Existe mercado para el material molido 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Muy competitivo económicamente.</i> • <i>No selección o lavado previo.</i> • <i>No eliminación de tapas o etiquetas necesarias.</i> • <i>Ácido Tereftálico y Ethyleneglycol vendibles directamente a las industrias químicas o utilizadoras especializados.</i> • <i>Se puede producir un producto PHT (Polyhidroxietilitereftalato). Que puede ser utilizado directamente para la producción de botellas PET.</i> • <i>Plantas convencionales de reciclaje se pueden adaptar a este proceso.</i> • <i>Botellas con estratificación de capas bloqueantes para oxígeno son tratados sin problema.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Las metas son ambientales y sociales, su beneficio se mide con el mejoramiento de la calidad de vida de toda la comunidad.</i>

RESULTADOS

Se han identificado cinco problemas principales en el reciclaje del PET:

1. Recolección, selección y almacenamiento: Una tonelada de este material contiene en promedio 2000 botellas.
2. Volumen requerido para que sea factible la operación: Tomando como referencia el dato anterior se necesita procesar 2 mil toneladas de materia prima por año para que sea rentable.
3. Inexistencia de capacidad instalada para reciclar: Falta de equipos nuevos que agilicen el proceso.
4. Inexistencia de mercados de usuarios finales para el material reciclado: Es indispensable identificar los mercados potenciales para distribuir el producto una vez concluido el proceso.
5. Falta de consentimiento de los posibles usuarios finales sobre como poder utilizar este material recuperado.

Principales actividades en las que se utiliza el PET reciclado:

- Una gran variedad de bienes caseros, desde juguetes hasta tapas para aerosoles.
- Producción de fibra para ropa, bases de alfombras, cuerdas, velas de barcos.
- Envases no sanitarios, tanto en forma de botella como extruidos.
- Geotextiles, materiales de aislamiento y borra de relleno para sacos de dormir, cojines y chamarras.
- Usarlo con otros materiales, por ejemplo con la fibra de vidrio, este material compuesto se utiliza para procesos de inyección-moldeo.
- Actualmente se realizan estudios de la viabilidad del uso de residuos PET combinado con el hormigón para mejorar su resistencia.

CONCLUSIONES

Es factible llevar a cabo el proceso de reciclado del PET siempre y cuando tomen en cuenta las acciones correspondientes para poder resolver los problemas antes mencionados, además de tener claro el que tipo mercado en el que se pretende incursionar para poder elegir el proceso de reciclado más adecuado a las metas que persigue. Sin duda alguna esto impactara de forma positiva en el medio ambiente ya que se estarán utilizando la mayor parte de residuos generados en otras actividades aun funcionales.

BIBLIOGRAFÍA

- Allahyari, H. (Febrero de 2016). *Feasibility study of waste Poly Ethylene Terephthalate (PET) particles as aggregate replacement for acid erosion of sustainable structural normal and lightweight concrete*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/297892684_Feasibility_study_of_waste_Poly_Ethylene_Terephthalate_PET_particles_as_aggregate_replacement_for_acid_erosion_of_sustainable_structural_normal_and_lightweight_concrete
- Askeland, D. R. (1998). *Ciencia e Ingeniería de los Materiales*. México: International Thomson Editores.
- ECOCE. (s.f.). Obtenido de Informe del 2015: <http://www.ecoce.mx/>
- Groover, M. P. (2007). *FUNDAMENTOS DE MANUFACTURA MODERNA*. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. .
- Manejo y reciclaje de los residuos de envases y embalajes*. (1993). México: SEDESOL.
- N, M. J., J, M. E., & M, J. V. (21 de 07 de 2016). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA MANUFACTURA DE EMPUÑADURAS DE PET RECICLADO*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=73020063002>
- Orgánica, D. Q. (s.f.). *Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales* . Obtenido de <http://www.eis.uva.es/~macromol/curso05-06/pet/portada%20complementos.htm>

ESTRUCTURA DIGITAL CON ARQUITECTURA FPGA MULTI-PLATAFORMA PARA EL DESARROLLO DE TRANSFORMACIONES ESPACIALES DE PUNTO

Pedro Enrique Rocha Ríos¹ y José Ángel Colín Robles²

RESUMEN

Este artículo contiene el método más popular para la solución de la cinemática de robots manipuladores basado en la transformación de puntos mediante el uso de transformaciones homogéneas. Dicho método es implementado en FPGA (*Field Programmable Gate Array*) usando la SPARTAN-3E Starter Kit de Xilinx y tres decodificadores ópticos incrementales como las entradas angulares. Para efectos de simulación y prueba se consideran sistemas de coordenadas con orígenes coincidentes, sin embargo, la arquitectura en FPGA está diseñada para considerar sistemas de coordenadas con orígenes distintos. El puerto serial RS-232 que tiene la tarjeta SPARTAN-3E se usa para la comunicación con una computadora personal que muestra en Matlab la posición y orientación de un vector unitario con respecto a un sistema de coordenadas fijo.

ABSTRACT

This paper contains the most common method for the solution of direct kinematic of robot arms based on point transformation using homogeneous transformations. This method is implemented in FPGA (Field Programmable Gate Array) through SPARTAN-3E Starter Kit Board of Xilinx and three incremental encoders as angular input variables. Are considered three coordinate frames with common origin, but nevertheless, the FPGA architecture is designed to consider coordinate frames with different origins. To purposes of simulation and testing are considered common origins. The Spartan-3E Starter Kit Board has a RS-232 serial port which is used for communication with personal computer that shows in Matlab the position and orientation of an unit vector with respect to a fixed coordinate frame.

Palabras Clave: transformación de punto, transformaciones homogéneas, FPGA, robótica, puerto serial RS232.

INTRODUCCIÓN

La aplicación de robots manipuladores industriales, y de otros sistemas de control, requieren de la correcta medición de diversos parámetros (desplazamiento, temperatura, presión, velocidad lineal/angular, aceleración, fuerza, torque, humedad, proximidad, etc.), los cuales se detectan con sensores. El aumento en la integración y reducción de costos en circuitos electrónicos, la tecnología de semiconductores y de la fabricación de micro-estructuras mecánicas ha llevado a nuevos desarrollos en la tecnología de sensores que combinados con herramientas de diseño moderno de sistemas digitales (lenguajes descriptivos de circuitos) permiten la realización de sistemas capaces de agregar funciones a un sistema de control para generar una correcta representación de una cantidad detectada. Por ejemplo, la detección inteligente (smart sensing, en inglés) consiste en incluir funciones a un controlador, donde dichas funciones van más allá de las necesarias por el controlador mismo, para la generación de una correcta interpretación de una cantidad detectada. Rodríguez-Donate et al. (2010), presentan un novedoso smart-sensor para estimar la dinámica

¹ Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Departamento de Ingeniería Mecatrónica; Carretera Irapuato-Silao Km 12.5, Colonia El Copal, C.P; 36821, Irapuato, Guanajuato, pedrorocha1294@gmail.com

² Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Departamento de Ingeniería de Sistemas Automotrices; Carretera Irapuato-Silao Km 12.5, Colonia El Copal, C.P: 36821, Irapuato, Guanajuato, joseangel.colin@itesi.edu.mx

de movimiento, inclinación y vibración en robots manipuladores industriales, basado en decodificador óptico y un acelerómetro de tres ejes. La estimación se lleva a cabo en línea usando un FPGA. Rodríguez-Donate et al. (2011), presentan una red de smart-sensor para estimar la cinemática directa de un robot manipulador industrial. Colín-Robles et al. (2015), presentan una plataforma de instrumentación para mecanismos tipo R (de revoluta) con fines didácticos de hasta seis grados de libertad siguiendo la filosofía de diseño de smart-sensor, sin embargo, dicha publicación solo se limita a la lectura de 6 decodificadores ópticos como parte de las variables de entrada que corresponden a posiciones articulares de los movimientos de los eslabones, estas lecturas son prueba del funcionamiento de la instrumentación, el siguiente paso es tener por ejemplo la cinemática directa de un robot manipulador implementada en Matlab o en FPGA que se encargue de convertir las cuentas de los decodificadores ópticos en radianes y aplicar las ecuaciones de la cinemática directa para mecanismos de hasta 6R. Colín-Venegas et al. (2013), presentan una plataforma para la enseñanza práctica de la robótica en sistemas articulados, un brazo de 3 grados de libertad dados por 3 revolutas (3R) se usa como mecanismo para el cálculo de su cinemática directa implementada en Matlab, el FPGA se limita también solo a la lectura y envío vía RS-232 de las cuentas de los 3 decodificadores ópticos hacia Matlab. La diferencia entre (Colín Robles et al., 2015) y (Colín Venegas et al., 2013) es la instrumentación aplicada, por ejemplo en (Colín Robles et al., 2015) se cuenta con un diseño en la instrumentación que sigue la filosofía de diseño de un smart-sensor, donde el FPGA puede contribuir con un nivel de inteligencia en las aplicaciones mecatrónicas. En el presente trabajo se presenta el método más popular para la solución de la cinemática de robots manipuladores basado en la transformación de puntos mediante el uso de transformaciones homogéneas. Dicho método es implementado en FPGA usando la SPARTAN-3E Starter Kit de Xilinx y tres decodificadores ópticos incrementales son usados para medir las posiciones articulares. El FPGA no solo se limita a la lectura de los decodificadores ópticos, también se encarga de procesar dicha información aplicando el método de transformaciones homogéneas. El resultado de dicho procesamiento se envía vía RS-232 a Matlab para la exhibición de los resultados.

MARCO TEÓRICO

La manipulación de piezas llevada a cabo por un robot manipulador implica el movimiento espacial de su efector final (herramienta). Por lo tanto, es necesario conocer la posición y orientación del efector final con respecto a la base del robot. El modelo cinemático directo de un robot, describe la relación entre la posición articular q y la localización (posición y orientación) v del efector final del robot, (Siliciano, & Khatib, 2008; Angeles, 2007; McCloy, & Harris, 1993, López-Cajún, & Ceccarelli, 2008; Kelly, R., & Santibáñez, 2003; Ollero-Baturone, 2001). Se aprecia la necesidad de conocer la relación geométrica entre varios cuerpos que conforman a un robot. Estas relaciones se establecen por medio de sistemas de coordenadas atados a cada cuerpo (Denavit, & Hartenberg, 1955; Maxwell, 1951). Los orígenes de los sistemas de coordenadas pueden ser coincidentes o con orígenes diferentes.

Matriz de rotación

Una matriz de rotación puede ser definida como una matriz de transformación que opera sobre un vector v en un espacio tridimensional euclidiano que mapea sus coordenadas en un sistema de coordenadas rotante $f'(x', y', z')$ atado al cuerpo rígido a un sistema de coordenadas fijo $f(x, y, z)$. En la Figura 1 se muestra el sistema de coordenadas fijo y el sistema de coordenadas rotante.

Se busca una relación que mapea las coordenadas en un sistema de coordenadas rotante $f'(x', y', z')$ atado al cuerpo rígido a un sistema de coordenadas fijo $f(x, y, z)$. Dicha relación viene dada por

$$[v]_f = Q[v]_{f'} \quad (1)$$

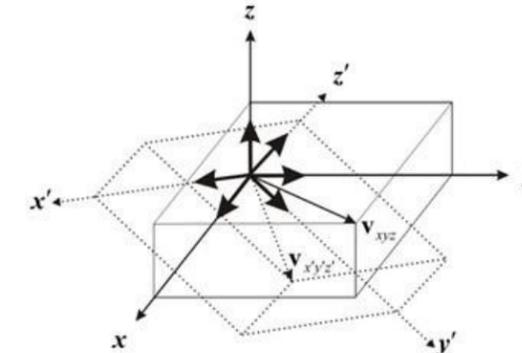


Figura 1. Sistema de coordenadas fijo $f(x, y, z)$ y rotante $f'(x', y', z')$.

Matriz de transformación homogénea

En robótica es importante tener una relación que nos proporcione traslación y rotación, una matriz de rotación no proporciona información sobre la traslación entre sistemas de coordenadas en el espacio euclidiano. Dicha relación se le conoce como la matriz de transformación homogénea, la cual está dada por

$$\{T\}_f = \{T\}_{xyz} = \begin{bmatrix} Q & [b]_f \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Seguindo una analogía con la ecuación 1), se tiene la siguiente relación.

$$\{v\}_f = \{T\}_f \{v\}_{f'} \quad (3)$$

Composición de matrices de transformación homogénea

Las matrices de transformación homogénea pueden ser multiplicadas juntas para obtener una matriz de transformación homogénea compuesta. Es decir, cuando se componen matrices homogéneas para describir diversos giros y traslaciones consecutivos sobre un determinado sistema de coordenadas. La multiplicación matricial no es conmutativa, hay que tener cuidado en el orden en el cual se multiplican dichas matrices. Por ejemplo, la matriz de transformación homogénea compuesta que represente una rotación de un ángulo β alrededor del eje z y una traslación a , seguida por una rotación de un ángulo α alrededor del eje y y una traslación b , seguida por una rotación de un ángulo θ alrededor del eje x y una traslación c , está dada por la siguiente matriz resultante que representa la secuencia de movimientos anteriores en la ecuación 4). La Figura 2 muestran las rotaciones con respecto al eje x , eje y y eje z .

$$\{v\}_f = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & c_x \\ 0 & \cos\theta & -\sin\theta & c_y \\ 0 & \sin\theta & \cos\theta & c_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos\alpha & 0 & \sin\alpha & b_x \\ 0 & 1 & 0 & b_y \\ -\sin\alpha & 0 & \cos\alpha & b_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos\beta & -\sin\beta & 0 & a_x \\ \sin\beta & \cos\beta & 0 & a_y \\ 0 & 0 & 1 & a_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_{x''} \\ v_{y''} \\ v_{z''} \\ 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

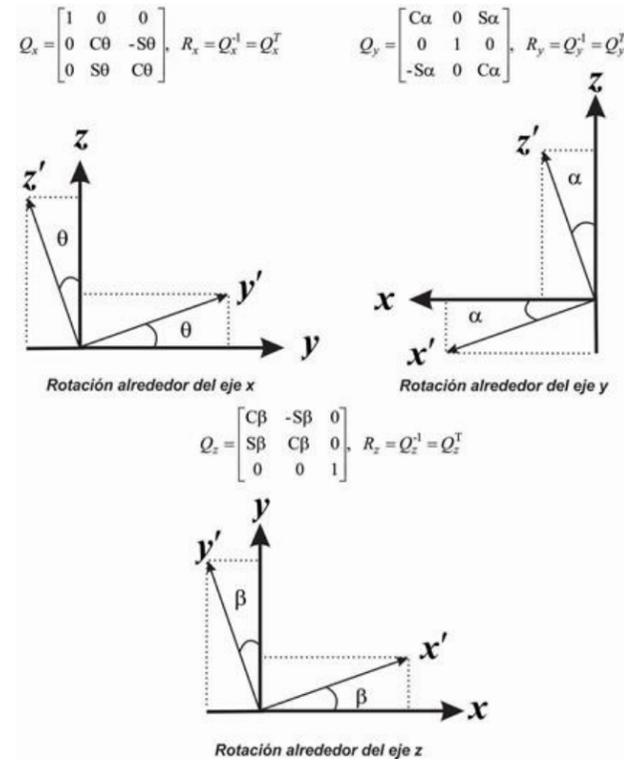


Figura 2 Rotaciones respecto al eje x, eje y y eje z

La ecuación 4) representa la relación que mapea las coordenadas en un sistema de coordenadas rotante $f'''(x''', y''', z''')$ atado al cuerpo rígido a un sistema de coordenadas fijo $f(x, y, z)$. Por lo tanto, las coordenadas homogéneas del vector $[v]_{f''}$ mapeadas al vector $[v]_f$ quedan definidas por la siguiente relación

$$\{v\}_f = \{T\}_{f'} \{v\}_{f''} \tag{5}$$

MÉTODOS Y MATERIALES

Teniendo una implementación de una arquitectura digital basada en FPGA con entradas y salidas físicas y actualizables en tiempo real, se hace necesaria una interfaz de comunicación y que soporte las especificaciones con las que se implementa la arquitectura en el FPGA, para tal motivo una vez implementada la arquitectura se construyen circuitos auxiliares a ésta que permiten la realización de las pruebas requeridas para la verificación del correcto funcionamiento del conjunto.

El protocolo de comunicación que se selecciona tanto para el envío de instrucciones relacionadas al movimiento físico del sistema como para la lectura de los resultados calculados por la arquitectura es el estándar RS-232 por su flexibilidad para interconectar los sistemas.

En base a la teoría de transformación homogénea, se crea e implementa la arquitectura en FPGA que consta de una serie de bloques programados en lenguaje descriptivo VHDL (*VHSIC Hardware Description Language*) para interpretar y procesar la información de entrada de decodificadores ópticos de entrada angular, se usa dicha información con datos programados internamente que sirven como una ROM (*Read*

Only Memory) para el cálculo de la posición de un punto con respecto a un sistema de coordenadas fijo, en este caso para el efector final y la base del robot; podemos ver en la

Figura 3 los componentes que conforman dicha arquitectura.

En base a esta arquitectura se conectan a las entradas AB, CD y EF que serán las señales de 3 decodificadores ópticos digitales, contamos con una máquina de estados que estará en sincronía para el cálculo de la posición del efector final de acuerdo a la matriz de transformación de la ecuación 4), esto usando un multiplicador iterativo que multiplica el vector $\{v\}_{f''}$ con la transformación homogénea correspondiente al movimiento de rotación en torno al eje z, después el resultado se multiplica con su transformación correspondiente a la rotación sobre el eje y y finalmente con el eje x.

Dicha máquina de estados toma los valores de inicio que da el decodificador-contador como un inicio (STR) cuando existe un cambio de posición detectado por dichos decodificadores. Todos los datos serán usados con un formato 4.12 para hacer dichas operaciones. La máquina de estados se presenta en la Figura 4.

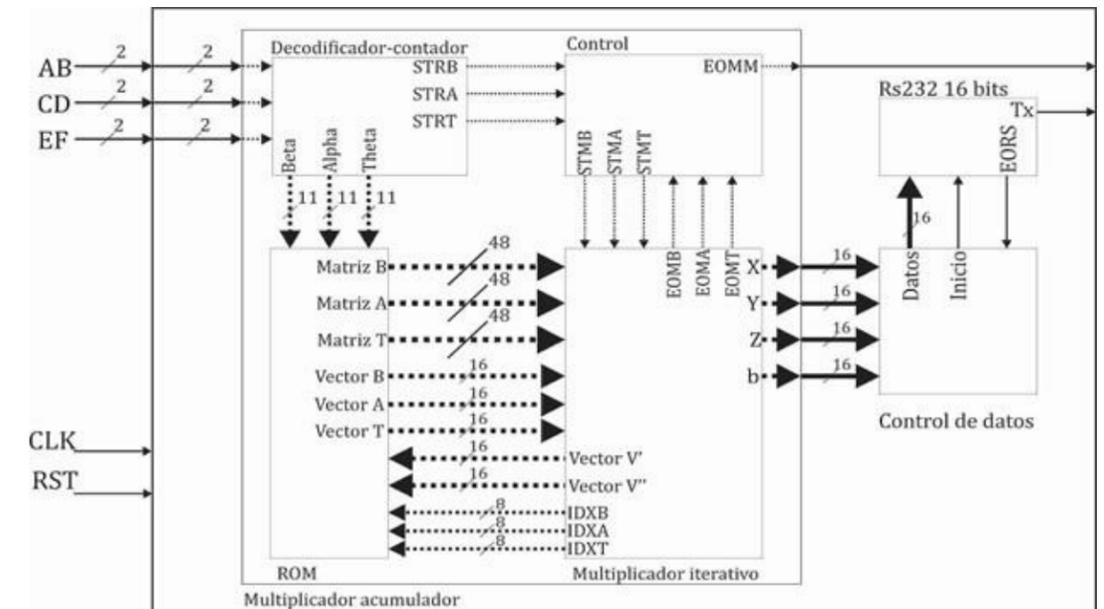


Figura 3 Diagrama de bloques de la arquitectura general

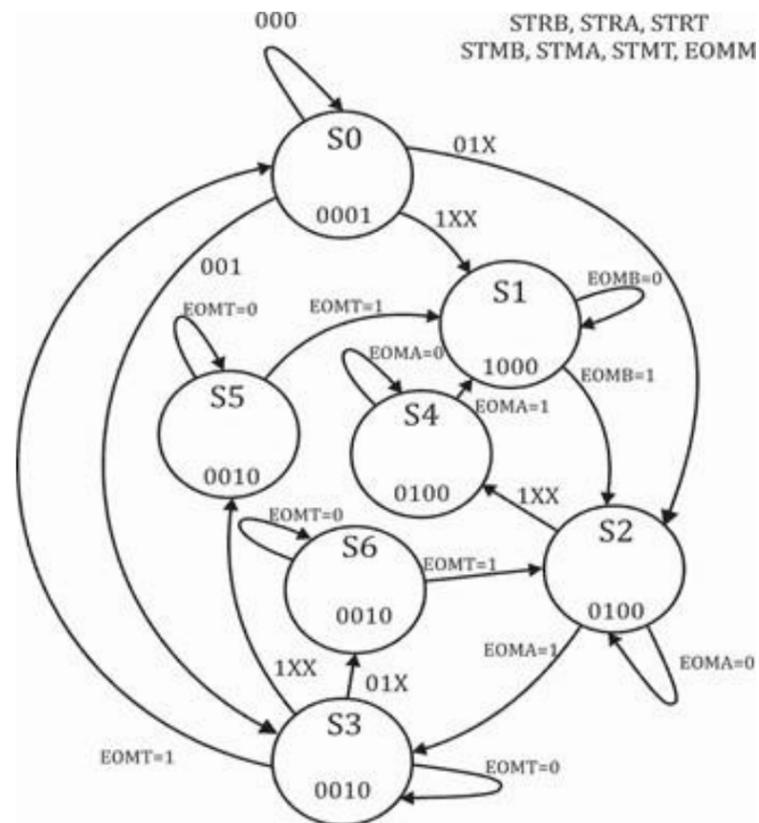


Figura 4 Máquina de estados de inicio de multiplicador iterativo

Como la naturaleza del fenómeno bajo estudio involucra un movimiento angular físico en ángulos conocidos, el aditamento electrónico que se pone en práctica para este requisito es el servo motor de tipo hobby que, haciéndose necesarios 3 de estos decodificadores para cubrir las necesidades de la plataforma, comandados por un microcontrolador de gama media, específicamente el PIC16F877A de Microchip por contar con las características suficientes para realizar dicha tarea. Dichos servomotores son acoplados con los decodificadores ópticos.

Lo primero a destacar hasta esta parte es la necesidad de adaptar los niveles de voltaje de entrada y salida para los diferentes elementos mencionados que conforman el sistema, siendo necesarios dos tipos de adaptadores de nivel de voltaje, el primer en la etapa de la comunicación para convertir del nivel que se maneja en el estándar RS-232 al TTL utilizado por los microcontroladores, y el segundo para adaptar el voltaje obtenido de la salida digital de los decodificadores que es TTL a una entrada de tipo LVTTTL.

El ensamblaje del conjunto se realiza en una base de madera sólida de manera que es mecánicamente estable y fácil de manipular. El conjunto completo funcional se muestra en la Figura 6, además el diagrama se muestra en la Figura 5

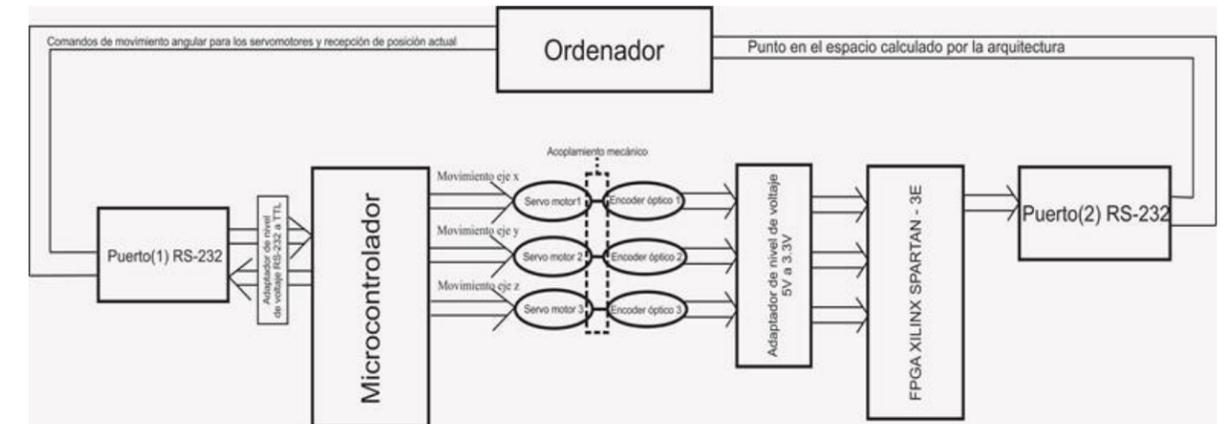


Figura 5 Diagrama de banco de pruebas

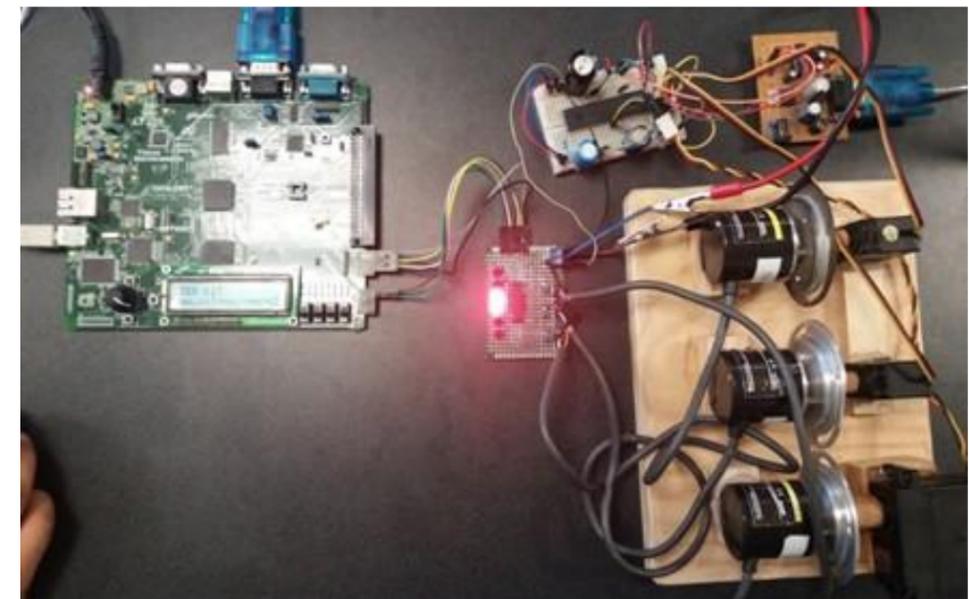


Figura 6 Sistema electrónico para pruebas de la arquitectura implementada en el FPGA

RESULTADOS

Para las pruebas realizadas los valores de entrada serán para un vector $[v]_r^n$ con los valores (1, 0, 0) y considerando que no existe traslación en ninguna de sus rotaciones, esto para una mejor visualización de los resultados, cabe mencionar que la arquitectura está implementada para que calcule un número n de rotaciones y traslaciones. El FPGA nos da los valores a través del puerto serial RS232 en el mismo formato antes mencionado 4.12 y son interpretados y mostrados en el software Matlab, para ello tomamos un modelo de transformación ideal que será simulado en el mismo para que así podamos contrastar dichos resultados, los resultados y simulaciones se dan en la Figura 7,

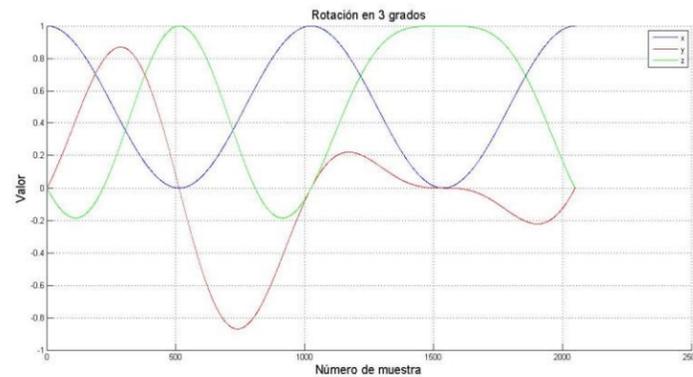
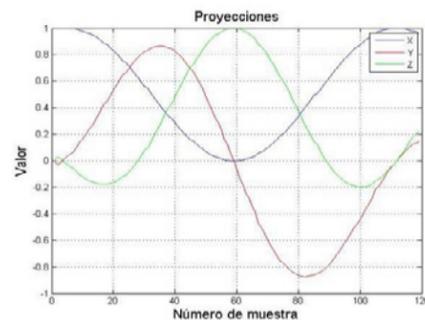
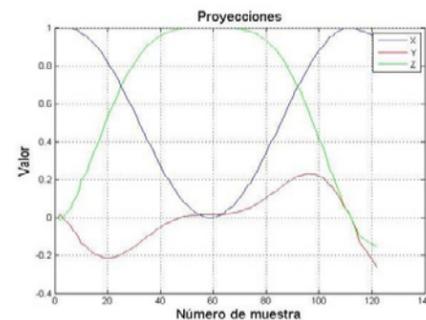
Figura 8 y
Figura 9.

Figura 7 Simulación de giro para los ejes de manera simultánea

Figura 8 Prueba del dato calculado por el
FPGA en sentido anti-horario rotando de
manera simultáneaFigura 9 Prueba del dato calculado por el
FPGA en sentido horario rotando de manera
simultánea

Podemos ver que los giros corresponden a la simulación, en el caso de la Figura 9 corresponde al sistema girado en el sentido contrario, por lo que se debe contrastar con la simulación tomando en cuenta el lado derecho de la gráfica e invirtiendo el sentido de giro, en tal caso corresponde con esa gráfica.

Así pues tomando en cuenta estos movimientos podemos ver cómo se comporta dicho punto en el espacio, podemos ver en la Figura 10 la simulación de tal caso y en la figura 11 y 12 sus gráficas correspondientes a las pruebas tomadas.

Podemos ver que dichos resultados corresponden a los esperados en la simulación, cada una de las gráficas corresponde a la mitad de la rotación total del decodificador óptico incremental, por lo que las lecturas y las operaciones realizadas por el FPGA son acordes a lo que representan en el espacio. Con esto transformamos entradas de tipo angular interpretando las señales del decodificador óptico a valores con referencia a un sistema de coordenadas fijo.

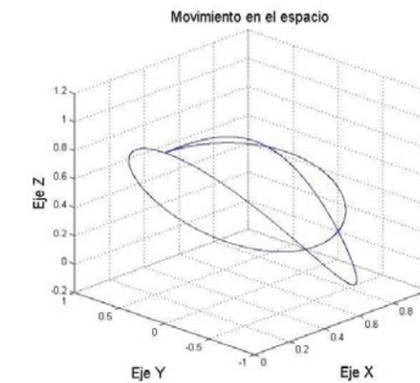
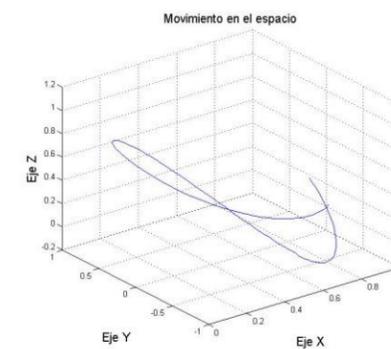
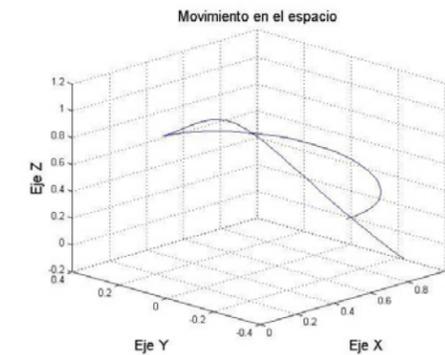


Figura 10 Simulación del movimiento del punto en el espacio cuando sus 3 ejes de rotación giran de manera simultánea.

Figura 11 Resultado del movimiento del
espacio en sentido anti-horario para los tres
ejes de manera simultánea.Figura 12 Resultado del movimiento del
espacio en sentido horario para los tres ejes de
manera simultánea.

CONCLUSIONES

Con esto podemos decir que a través del FPGA se interpretan y calculan los datos de entrada con valor angular de un decodificador óptico para conocer la posición de un sistema euclidiano con respecto a un marco de referencia de coordenadas fijo, esto se puede usar para aplicaciones de robótica y al ser un sistema con lenguaje de programación como es VHDL lo convierte en un sistema general y flexible multiplataforma para el conocimiento de alta precisión de un punto en el espacio, la arquitectura queda de una manera general para n operaciones de rotación y traslación posibles.

BIBLIOGRAFÍA

Libros

- SILICIANO, B., y KHATIB, O. (2008). *Springer Handbook of Robotics*, Berlín: Springer-Verlag.
 ANGELES, J. (2007). *Fundamentals of Robotic Mechanical System, Theory, Methods and Algorithms*, (3ª ed.) Springer.
 MCCLOY, D., & HARRIS, D. M. (1993). *Robótica, una introducción*, Limusa.

LÓPEZ-CAJÚN, C. S., & CECCARELLI, M. (2008). *Mecanismos: Fundamentos cinemáticos para el diseño y optimización de maquinaria*, Trillas.

KELLY, R., & SANTIBÁÑEZ, V. (2003). *Robótica Automática: Control de Movimientos de Robots Manipuladores*, Pearson Prentice-Hall.

OLLERO-BATURONE, A. (2001). *Robótica: Manipuladores y robots móviles*, Marcombo S.A.

Artículos de revista

RODRÍGUEZ-DONATE, C., MORALES-VELÁZQUEZ, L., OSORNIO-RÍOS, R. A., HERRERAA-RUIZ, G., & ROMERO-TRONCOZO, R. J. (2010). "FPGA-Based Fused Smart Sensor for Dynamic and Vibration Parameter Extraction in Industrial Robot Links" en *Sensors*, Núm. 10, [pp. 4114-4129].

RODRÍGUEZ-DONATE, C., OSORNIO-RÍOS, R. A., RIVERA-GUILLEN, J. R., & ROMERO-TRONCOZO, R. J. (2011). "Fused Smart Sensor Network for Multi-Axis Forward Kinematics Estimation in Industrial Robots" en *Sensors*, Núm 11, [pp. 4335-4357].

COLÍN-ROBLES, J. A., LARA-GONZALEZ, J., COLÍN-VENEGAS, J., & TORRES-JIMÉNEZ, J. (2015). "Plataforma didáctica de instrumentación para mecanismos tipo R" en *CICA*, Núm 4, Vol. 2, Septiembre, [pp. 701-711].

COLÍN-VENEGAS, J., MOSQUEDA-MORENO, E. A., COLÍN-ROBLES, J. A., & RAMÍREZ-DURÁN, E. (2013). "Brazo RRR didáctico con adquisición de datos por FPGA" en *memorias del XIX congreso internacional anual de la SOMIM*, Septiembre, [pp. 516-522]

DEMOSTRAR LA VIABILIDAD EN LA AUTOMATIZACIÓN MECÁNICA DE UNA MAQUINA FORJADORA DE TRAPEADORES, MEDIANTE UN ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

Bryan Alejandro Rodríguez¹ y Miguel Ángel Alvarado Díaz²

RESUMEN

En el presente documento se muestran los métodos de estudio del trabajo empleados para lograr el análisis de la operación de una máquina forjadora de trapeadores, con el fin de determinar si la automatización de esta misma representa resultados significativos que ayuden a aumentar su capacidades productivas, considerando los factores humanos y mecánicos que influyen en la puesta en marcha de la máquina durante una jornada de trabajo, haciendo uso del análisis experimental a base de mediciones y modificaciones físicas y mecánicas, se logra su puesta en punto y la corrección de factores que ocasionaban disminución de la producción debido a fallas en los mecanismos de la máquina mientras esta se encuentra en operación.

ABSTRACT

This document shows the work study methods used to achieve the analysis of a mop forging machine operation, in sights of determinate if the automation of the machine represents significative results that helps to increase its productive capacities, considering the human and mechanical factors that influence in the machine start up during a working day, making use of the experimental analysis with physical and mechanical measures and modifications, is possible to reach a good starting point and the correction of the factors that used to cause the production decrease due to machine mechanisms failures while it's operating.

Palabras Clave: Trabajo, análisis, máquina, trapeadores, modificaciones.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio parte de la identificación de la necesidad de la optimización de tiempos del proceso de forja de trapeadores en la empresa "AJM Productos de Limpieza", dónde se cuenta con una máquina de funcionamiento puramente mecánico y manual, causa por la cual se considera que los tiempos de producción entre cada pieza pueden disminuir si ese automatiza el mecanismo de rotación de la máquina, con lo cual también se beneficiaría al operador pues algunos los movimientos se evitarían, reduciendo así la fatiga y cansancio de la jornada de trabajo.

Para llevar a cabo este estudio se realizan diversos análisis con herramientas diseñadas para el estudio del trabajo, los cuales facilitan la comprensión de los factores que intervienen en los procesos y la importancia de la correcta ejecución de las tareas para la obtención de resultados positivos.

Dentro de los objetivos esperados se tienen los siguientes:

- Dimensionar la máquina y hacer los ajustes pertinentes para que opere en óptimas condiciones.

¹Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. Ing. Logística. Carretera Irapuato - Silao km 12.5 Colonia El Copal. bryan-rodriguez@outlook.com

²Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. Ing. Logística. Carretera Irapuato - Silao km 12.5 Colonia El Copal Miguel.alvarado@itesi.edu.mx

- Desarrollar y analizar información obtenida por el estudio de tiempos y movimientos a la máquina forjadora.
- En base a la información obtenida del estudio de tiempos y movimientos, hacer una simulación en PROMODEL con esos parámetros.
- Hacer una simulación con la propuesta de automatización, incluyendo parámetros nuevos.
- Comparar las simulaciones obtenidas en PROMODEL y en base a ello dictaminar la viabilidad del proyecto.

MÉTODOS Y MATERIALES

El estudio parte del análisis de los componentes de la máquina y de la identificación de los componentes que requieren mantenimiento o ajuste, con el objetivo de contar con las mejores condiciones mecánicas de esta para llevar a cabo el estudio de los procesos de la mejor manera posible. Se realizaron actividades de mantenimiento como la limpieza de los componentes y engranes de la máquina con el fin de volver a engrasarlos para facilitar el funcionamiento de la misma durante el estudio.

Durante este proceso se presentó un problema con la cadena que transmite el movimiento al eje con el cual se realiza la función principal de la máquina para ajustar el alambre a los trapeadores. Mediante la toma de mediciones y la comparación entre distancias entre ejes y engranes se detectó un desfase de diez centímetros del engrane superior con respecto del inferior, lo que provocaba que la cadena cayera continuamente durante los procesos de producción, lo cual representaba tiempos perdidos en realizar el ajuste, por lo cual fue necesario nivelar los engranes y fijar la cadena a la misma distancia respectivamente y asegurar cada engrane con mayor presión en los tornillos para evitar posibles desplazamientos no deseados en el futuro.

Una vez con la máquina en óptimas condiciones se comenzó a operar y tomar videos con el propósito de analizar los tiempos de cada proceso, así como para el estudio de la interacción del operario con la máquina, material y herramienta requerida para el proceso.

Se presentan fotografías del estado de la máquina donde se puede apreciar que los ajustes que eran necesarios para su puesta en marcha, como los ajustes en la cadena y engranes.

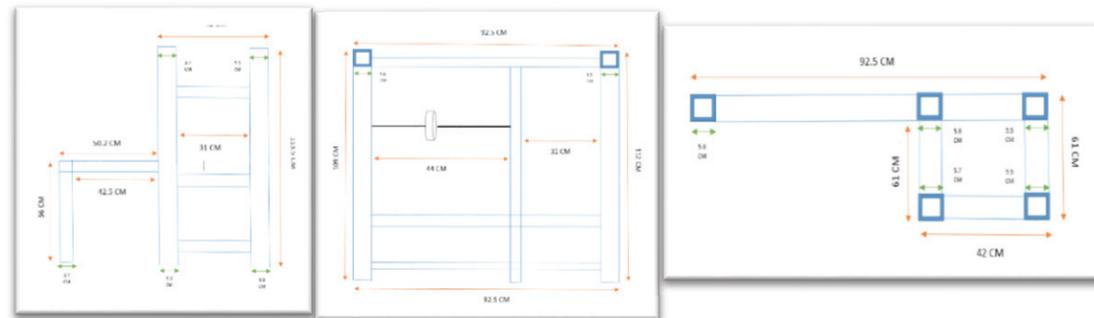


Figura 1. Vistas y dimensiones de la Máquina Forjadora (frontal, posterior y superior).



Figura 2. Mecanismos ajustables de la Máquina Forjadora.

Con el objetivo de realizar un estudio objetivo y real se realizaron en tiempo real ejecuciones de la operación de la máquina y la producción de los trapeadores con todos los materiales y herramientas requeridas, para lo cual se tomaron tiempos totales y videos de cada operación para facilitar el análisis individual de cada elemento del proceso.

En las siguientes fotografías se muestran algunas evidencias de los procesos de forja de trapeadores, de los cuales se tomaron las muestra de tiempos y movimientos.



Figura 3. Ilustraciones del Proceso de Forjado.

Con el empleo de herramientas de análisis para el estudio de tiempos y movimientos es posible analizar la interacción de los elementos que participan en el sistema, a continuación se muestra en la figura 2. El diagrama correspondientes al análisis bimanual, en el cual se representa la interacción del operario con la maquinaria y su correlación con respecto al tiempo en orden de segundos con cada una de sus extremidades que intervienen en una parte del proceso para accionar algún mecanismo de la máquina, cada actividad se describe del lado izquierdo de cada columna. Posteriormente se presenta en la figura 3. El diagrama hombre máquina, este diagrama nos permite percibir gráficamente los tiempos activos de cada elemento, los cuales se representan con los espacios sombreados.

DIAGRAMA BIMANUAL							
PROYECTO: ENSAMBLE DE TRAPEADORES				FECHA:			
PRODUCTO: TRAPEADORES				MÉTODO DE TRABAJO: MANUAL-MECÁNICO			
UNIDAD DE ANÁLISIS:				ELABORADO:			
				APROBADO:			
MANO IZQUIERDA	SÍMBOLOS	SÍMBOLOS	MANO DERECHA	PIERNA IZQUIERDA	SÍMBOLOS	SÍMBOLOS	PIERNA DERECHA
TOMAR PALO	◀	▶	TOMAR PALO	◀	▶		
COLOCAR PALO EN PRENSA	◀	▶					ABRIR PRENSA
							CERRAR PRENSA
TOMAR CLAVO	◀	▶					
COLOCAR CLAVO	◀	▶					
SUJETAR CLAVO	◀	▶	TOMAR MARTILLO				
TOMAR ALAMBRE	◀	▶	MARTILLAR				
GIRAR ALAMBRE EN CLAVO 1 VEZ	◀	▶	TOMAR ALAMBRE				
			TOMAR ALAMBRE				
			GIRAR DOS VECES ALAMBRE EN CLAVO				
							ROTAR DOS VECES
TOMAR MATERIAL DEL LADO	◀	▶					
			SUJETAR EXTREMO DERECHO DEL MATERIAL POR DEBAJO DEL ALAMBRE				
CENTRAR MATERIAL EN ALAMBRE	◀	▶	CENTRAR MATERIAL EN ALAMBRE				
SUJETAR MATERIAL	◀	▶	SUJETAR MATERIAL				
			UNIR EXTREMO DERECHO DEL MATERIAL CON EL IZQUIERDO				ROTAR EJE HASTA CUBRIR EL PALO CON EL MATERIAL
SUJETAR EXTREMO IZQUIERDO DEL MATERIAL	◀	▶					
TOMAR CLAVO	◀	▶	GUIAR ALAMBRE PARA FORMAR CEBOLLA				ROTAR EJE HASTA FORMAR CEBOLLA
COLOCAR CLAVO	◀	▶					
SUJETAR CLAVO	◀	▶					
			TOMAR MARTILLO				
			MARTILLAR				
			ENROLLAR CABLE EN CLAVO				
			TOMAR PINZAS				
			CORTAR CABLE				
			TOMAR MARTILLO				
			MARTILLAR				
							ABRIR PRENSA
SACAR TRAPEADOR	◀	▶	SACAR TRAPEADOR				CERRAR PRENSA

Figura 4. Diagrama bimanual.

Diagrama Hombre Máquina					
OPERARIO			MÁQUINA		
1	COLOCAR PALO	6,2	ABRIR PRENSA	6,2	
2	COLOCAR CLAVO	3			
3	CLAVAR	6,6			
4	FIJAR ALAMBRE	27,8			
5	GIRAR PALO	15,6	GIRAR EJE	15,6	
6	TOMAR MATERIAL	19,2			
7	SUJETAR MATERIAL EN ALAMBRE	14,6			
8	ENROLLAR MATERIAL EN PALO	35,2	GIRAR EJE	35,2	
9	FORMAR CEBOLLA	78,2	GIRAR EJE	78,2	
10	COLOCAR CLAVO	8,6			
11	CLAVAR	8,2			
12	ENROLLAR ALAMBRE EN CLAVO	18,4			
13	CLAVAR	16			
14	RETIRAR	3,4	ABRIR PRENSA	3,4	

Figura 5. Diagrama Hombre - Maquina.

Se realizaron 5 muestras mediante el uso de grabaciones en video, de las cuales posteriormente se analizaron para extraer los tiempos de cada actividad, se concentraron los resultados en una tabla y se obtuvieron promedios de cada tarea y por proceso, para determinar un Tiempo observado promedio, así como las desviación estándar de los tiempos totales de las muestras, estos datos servirán como base para el establecimiento de tiempos estándares más adelante.

OPERACIÓN	VIDEO 1	VIDEO 2	VIDEO 3	VIDEO 4	VIDEO 5	PROMEDIO (SEG)
COLOCAR PALO	15	5	4	4	3	6,2
COLOCAR CLAVO	7	2	3	1	2	3,0
CLAVAR	9	4	4	4	12	6,6
FIJAR ALAMBRE	20	15	33	25	46	27,8
GIRAR PALO	15	12	20	13	18	15,6
TOMAR MATERIAL	36	26	9	10	15	19,2
SUJETAR MATERIAL EN ALAMBRE	40	12	6	4	11	14,6
ENROLLAR MATERIAL EN PALO	28	28	30	39	51	35,2
FORMAR CEBOLLA	77	81	82	60	91	78,2
COLOCAR CLAVO	8	16	7	6	6	8,6
CLAVAR	7	8	9	6	11	8,2
ENROLLAR ALAMBRE EN CLAVO	29	23	21	7	12	18,4
CLAVAR	11	10	5	22	32	16,0
RETIRAR	4	5	4	2	2	3,4
TOTAL DE TIEMPO POR PROCESO (MIN)	5,10	4,12	3,95	3,38	5,20	4,35

TIEMPO OBSERVADO PROMEDIO	
DESV. EST.	TIEMPO ESTÁNDAR PROMEDIO DE ENSAMBLE DE TRAPEADORES
0,78	4,35

Figura 6. Muestreo de tiempos en el Proceso de Ensamble.

Para la fijación del ritmo de trabajo se cuenta con una tabla con valores predefinidos los cuales se designan de acuerdo a la observación del analista, tras el estudio de las muestras se determinó un ritmo de 90 que se considera lento, para encontrar el factor del ritmo de trabajo se tiene que dividir el valor definido entre 100, este resultado se presenta en la figura 7.

Ritmo de Trabajo
120 - Acelerado
115 - Rápido
110 - Optimo
105 - Bueno
100 - Normal
95 - Regular
90 - Lento
85 - Muy Lento
80 - Deficiente

VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO
F.V. = 0,9

Figura 7. Parametros para fijacion del ritmo de trabajo.

Para lograr el establecimiento del tiempo estándar para el proceso se hace uso del sistema de valoración Westinhouse el cual cuenta con valores definidos los cuales incluyen cantidades negativas y positivas en los rubros de habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia, los cuales son elegidos por el analista de acuerdo a sus observaciones durante el estudio, posteriormente se realiza una sumatoria y se le agrega un número uno, lo que da como resultado el factor de actuación del operador en el proceso, como se muestra en la figura 8.

HABILIDAD	E2	-0,01
ESFUERZO	C1	0,05
CONDICIONES	D	0
CONSISTENCIA	C	0,01
SUMA ALGEBRAICA		0,05
FACTOR DE ACTUACION		1,06

Figura 8. Sistema de valoración Westinghouse.

Una vez obtenido el factor de actuación, se procede a calcular el tiempo normal que es el resultante de multiplicar el tiempo observado por el factor de valoración del ritmo de trabajo obtenido previamente, en seguida es necesario calcular los tiempos suplementarios, que son aquellos que consideran los factores de influencia en el personal, tales como las necesidades personales, la fatiga y algunos otros eventos especiales, a los cuales se les asigna un porcentaje de acuerdo a las observaciones del analista, se obtiene una sumatoria, en este estudio los tiempos suplementarios representan un 20% del tiempo de trabajo del operador, como se muestra a continuación.

TIEMPO NORMAL	
T.O. x F.V. =	3,915

TIEMPOS SUPLEMENTARIOS	
NECESIDADES PERSONALES	5%
FATIGA	10%
ESPECIALES	5%

Figura 9. Obtencion del tiempo Normal y tiempos Suplementarios.

Finalmente para la obtención del tiempo estándar se aplica una fórmula donde el tiempo normal obtenido previamente es dividido entre la resultante de el número uno menos el porcentaje de los tiempos suplementarios expresados en decimales, en el caso de este estudio el tiempo estándar para el proceso de forja de trapeadores es de 3.26 minutos por pieza.

TIEMPO ESTÁNDAR	
T.S. = T.N. / (1 - % T _{trabajo}) =	3,2625

Figura 10. Calculos para obtencion del tiempo Estandar.

RESULTADOS

Con los resultados obtenidos del análisis de tiempos de operación de la máquina y el contraste con las simulaciones de la automatización en PROMODEL se obtuvo un tiempo estándar para la producción manual de 3.26 minutos por unidad lo que significa que en una jornada de 8 horas y con un precio por trapeador de \$26.00 se puede deducir la siguiente proyección entre el método actual y la propuesta de automatización.

	Tiempo de producción unitario (min)	Jornada laboral (hrs)	Unidades producidas al día	Unidades producidas al mes	Precio de venta unitario	Estimación de Venta mensual
Proceso Manual	3,26	8	147	4410	26	114660
Proceso Automatizado	1,17	8	410	12300	26	319800

Figura 11. Tabla comparativa de factores entre metodo manual y automatizado de la maquina Forjadora.

Como se observa en la figura 9. Con la automatización de la máquina forjadora de trapeadores se consigue una disminución del tiempo de producción de 2.09 minutos por unidad producida lo que se ve reflejado en un aumento de la producción mensual en un 178.9% lo que se ve reflejado en un ingreso estimado mensual por ventas para la empresa propietaria de \$205140.00.

Los resultados obtenidos demuestran que la automatización de la máquina es económicamente viable pues supone un aumento considerable en los ingresos por ventas para la empresa AJM Productos de Limpieza.

CONCLUSIONES

Mediante la realización de este estudio se ha determinado que la búsqueda del resultado objetivo del análisis de la operación para demostrar la viabilidad en la automatización de la máquina forjadora de trapeadores ha resultado positivo como una opción de mejora de procesos para la empresa propietaria de la máquina denominada AJM Productos de Limpieza, pues a partir de los resultados obtenidos el proceso de toma de decisiones para la automatización de la máquina contempla un panorama más claro de cara a una posible inversión para la implementación de los métodos propuestos.

BIBLIOGRAFIA

Oficina Internacional del Trabajo OIT. Introducción al Estudio del Trabajo. 4ª Edición, Publicado con la dirección de George Kanawaty, Suiza, 1996.

Benjamin W. Niebel y Andris Freivalds. Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo. 11ª Edición, Editorial Alfaomega, 2004.

ANÁLISIS DE LAS CAPACIDADES Y COMPETENCIAS TÉCNICAS DE LOS RECURSOS HUMANOS DE LA REGIÓN PARA LA EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS NO CONVENCIONALES

Manuel David Rodríguez Barrera¹ y Edith M. Meléndez López²

RESUMEN

Los hidrocarburos no convencionales en México es un tema de gran importancia Para el desarrollo energético y la viabilidad de los costos, llevando su extracción por profesionales de la región aumentando la eficiencia energética, el estado de Coahuila cuenta con grandes yacimientos de gas sin embargo el bajo conocimiento del área carece de manufactura regional, en base a un método estadístico para localizar y calificar el conocimiento profesional del área para fomentar y apoyar la independización de empresas energéticas externas, la recolección de datos y posterior a ser utilizados por el software spss se a determinado el conocimiento en en el área de educación a nivel superior los hidrocarburos no convencionales en la región centro de Coahuila siendo resultados enfocados al nivel superior educativo de mayor conexión con el área se analizó cada una de las preguntas y fueron graficadas por separado para su fácil comprensión y la localización de en qué área es realmente competitiva la región centro de Coahuila Los datos revelaron que los estudiantes de carreras afines al tema de los cuales se tomó una muestra de los instrumento aplicadas porcentaje fue superior al 60% en las preguntas de mayor relevancia realmente existe gente muy comprometida por la causa y con un potencial muy bueno para la extracción de los hidrocarburos no convencionales, esto resulta en una capacitación más efectiva de lo ya registrado por la literatura actual

ABSTRACT

Unconventional hydrocarbons in Mexico is a matter of great importance to energy development and viability of costs, bringing its extraction by professionals in the region by increasing energy efficiency, the state of Coahuila has large deposits of gas however low knowledge of the area lacks regional manufacturing, based on a statistical method to locate and qualify the professional knowledge of the area to encourage and support the divestiture of external energy companies, data collection and subsequent use by the software SPSS to certain knowledge in the area of college education unconventional hydrocarbons in the center of Coahuila region being focused on education upper level greater connection to each of the questions the area was analyzed and were plotted separately for easy understanding results and the location of which area is really competitive the center of Coahuila the data revealed that students in careers related to the subject of which a sample of the applied instrument percentage took region was above 60% in the questions most relevant really there is very committed people for the cause and very good for the extraction of unconventional hydrocarbon potential, this results in a current more effective training of the already registered for literature.

Palabras clave. :HIRDOCARBUIROS NO CONVENCIONAL , GAS SHALE ,OIL SHALE

¹ Universidad Autónoma de Coahuila, Av. Barranquilla s/n, C.P. 25750, Monclova, Coahuila, MÉXICO, custocaeli@gmail.com.

² Instituto Tecnológico Superior de Monclova Carretera 57 km 4.5 S/N Unidad Tecnológica y Universitaria Monclova, Coahuila C.P 25701 RFC: ITS-970911-N68

INTRODUCCIÓN

El gas natural no convencional es aquel que se encuentra en yacimientos no comunes de depósitos de hidrocarburos y cuya explotación requiere alta tecnología por lo cual su costo es mucho más elevado que los hidrocarburos convencionales. Este tipo de gas está almacenado de forma natural en formaciones de roca de baja permeabilidad llamadas lutitas, lo cual hace más complicado su proceso de extracción, el principal método de extracción es el método de fractura hidráulica (fracking). La exploración de hidrocarburos no convencionales principalmente para aumentar la eficiencia energética y economía, es necesario incorporar o desarrollar la tecnología que permita reducir los costos, volviendo viable su extracción, y evitar así llegar a la dependencia externa de países más desarrollados en materia energética.

MARCO TEÓRICO

Gas shale

El gas natural es una mezcla de hidrocarburos simples que se encuentra en estado gaseoso, en condiciones ambientales normales de presión y temperatura. Se compone principalmente de gas metano en 95%, con cantidades variables de etano, propano, butano y otros gases. Es ampliamente utilizado a nivel mundial en los sectores eléctrico, petrolero, industrial, residencial, servicios y transporte. La producción y exploración de gas se clasifica en yacimientos convencionales y no convencionales. Los yacimientos no convencionales son más extendidos y consisten en una acumulación de capas sedimentarias de baja permeabilidad que atrapan el gas entre ellas. *Las características geológicas de los yacimientos no convencionales hacen difícil la extracción, por lo que su producción no es económicamente rentable* a menos que se utilicen tratamientos de estimulación y tecnologías especiales para su recuperación. El gas shale se encuentra en yacimientos compuestos predominantemente por 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. Por todo ello, el gas shale se clasifican entre los recursos no convencionales.

Factor de impacto.

El mejor ejemplo del factor de impacto es el “boom” de gas shale en Estados Unidos, provocando una reconfiguración de la industria del gas en dicho país, dando un giro radical a los problemas de abasto que según sus previsiones enfrentarían en el corto y largo plazo. Antes del auge del shale gas, los números en materia de gas natural en ese país no eran nada alentadores; baste mencionar que en el periodo 1990-2000 su producción únicamente crecía en 0.7% cada año, mientras que el consumo lo hacía en 2%, lo cual se reflejó en un incremento de las importaciones de 9.4% anualmente.

Demanda

La dinámica de la industria del gas natural en México se explica en gran medida, por la fuerte relación de dependencia en materia de abasto y de precios, que existe con el mercado de Estados Unidos. Desde principios del año 2000 ha sido constante la necesidad de importar mayores volúmenes de gas para satisfacer la demanda interna. Tan solo de 2000 a 2013 el consumo ha crecido en promedio 6.2% cada año, mientras que la producción únicamente lo ha hecho en 3.6%, lo que se ha reflejado en una tendencia creciente a aumentar las importaciones. Éstas, en el periodo señalado, han crecido 19% anualmente y el año pasado 30% de la demanda nacional fue cubierto con importaciones, fundamentalmente de Estados Unidos a través de gasoductos.

GAS shale en el estado de Coahuila

De 2010 a 2014 PEMEX exploró 17 pozos de shale gas/oil en las cinco regiones con mayor potencial, obteniendo los siguientes resultados: 7 se localizan en el estado de Coahuila, 6 Nuevo León y 4 en Tamaulipas. El estado de Coahuila cuenta con una gran actividad exploratoria, debido a que representa

una extensión del yacimiento Eagle Ford, proveniente de Estados Unidos considera que, en relación con las condiciones actuales no sólo de Sabinas Burgos sino del país en general, se carece de los elementos en infraestructura, avances tecnológicos, capital humano, recursos económicos, entre otros, para explotar al máximo los hidrocarburos identificados; los cuales estima serán aprovechados por las empresas extranjeras Privadas que sean contratadas por PEMEX. De hecho, actualmente, en la región norte de Coahuila no existe infraestructura alguna para la explotación de los yacimientos, pues ahí se encuentra una economía basada en la ganadería y la industria maquiladora.

METODOLOGÍA

1. Identificación del problema.
2. Determinación del diseño de investigación.
3. Especificación de las hipótesis.
4. Selección de la muestra.
5. Diseño del cuestionario.
6. Organización del trabajo de campo.
7. Obtención y tratamiento de los datos.
8. Análisis de los datos e interpretación de los resultados.

Como herramienta de análisis de datos se utilizó el software estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) Figura .1 como ayuda gráfica se utilizó el software Excel.

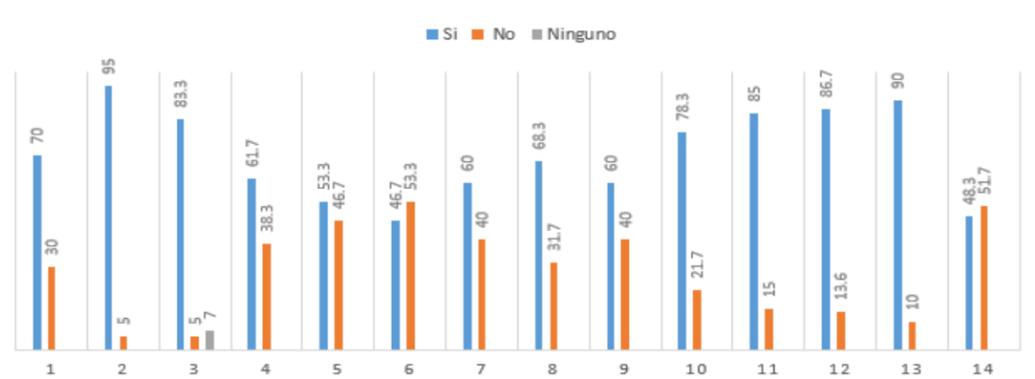
	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	Id	Numérico	8	0	Identificador del estudiante	Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
2	Respuesta1	Numérico	8	0	Respuesta 1 del estudiante	{1, Si}...	99	8	Derecha	Nominal	Entrada
3	Respuesta2	Numérico	8	0	Respuesta 2 del estudiante	{1, Si}...	99	8	Derecha	Desconocido	Entrada
4	Respuesta3	Numérico	8	0	Respuesta 3 del estudiante	{1, Si}...	99	8	Derecha	Desconocido	Entrada
5	Respuesta4	Numérico	8	0	Respuesta 4 del estudiante	{1, Si}...	99	8	Derecha	Desconocido	Entrada
6	Respuesta5	Numérico	8	0	Respuesta 5 del estudiante	{1, Si}...	99	8	Derecha	Desconocido	Entrada
7	Respuesta6	Numérico	8	0	Respuesta 6 del estudiante	{1, Si}...	99	8	Derecha	Desconocido	Entrada
8	Respuesta7	Numérico	8	0	Respuesta 7 del estudiante	{1, Si}...	99	8	Derecha	Desconocido	Entrada
9	Respuesta8	Numérico	8	0	Respuesta 8 del estudiante	{1, Si}...	99	8	Derecha	Desconocido	Entrada
10	Respuesta9	Numérico	8	0	Respuesta 9 del estudiante	{1, Si}...	99	8	Derecha	Desconocido	Entrada
11	Respuesta10	Numérico	8	0	Respuesta 10 del estudiante	{1, Si}...	99	8	Derecha	Desconocido	Entrada
12	Respuesta11	Numérico	8	0	Respuesta 11 del estudiante	{1, Si}...	99	8	Derecha	Desconocido	Entrada
13	Respuesta12	Numérico	8	0	Respuesta 12 del estudiante	{1, Si}...	99	8	Derecha	Desconocido	Entrada
14	Respuesta13	Numérico	8	0	Respuesta 13 del estudiante	{1, Si}...	99	8	Derecha	Desconocido	Entrada
15	Respuesta14	Numérico	8	0	Respuesta 14 del estudiante	{1, Si}...	99	8	Derecha	Desconocido	Entrada
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											

Análisis de datos (SPSS) Figura. 1

Resultados estadísticos

Los resultados al ser analizados nos permiten tener una certeza sobre el conocimiento de los hidrocarburos no convencionales en la región centro de Coahuila siendo resultados enfocados al nivel

superior educativo de mayor conexión con el área ,se analizó cada una de las preguntas y fueron graficadas ver grafica 2, para su fácil comprensión y la localización de qué área es realmente competitiva la región centro de Coahuila y en que área se necesita reforzar el conocimiento, durante la investigación se revelo que en la región centro la carrera de mantenimiento área petróleo posee una gran ventaja sobre el resto de la población para la ejecución de dicha área



Grafica 2.

Encuesta realizada de 14 preguntas siendo analizadas y plasmadas en porcentajes de cada pregunta realizada. (Encuesta realizada se capturo los datos en manera de porcentajes)

Los datos revelaron que los estudiantes de los cuales se tomó una muestra de las encuestas aplicadas porcentaje fue superior al 60% en las preguntas de mayor relevancia como la pregunta número 4 que revela el conocimiento de las empresas que son responsables de la extracción de estos hidrocarburos, relévalo el gran interés para el conocimiento de los hidrocarburos no convencionales en la comunidad estudiantil. Para el análisis se utilizó una encuesta de 14 preguntas (Fig 3) alas cuales respondieron con la opción de (Si y No) y se graficaron los resultados en la

		INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MONCLOVA EJÉRCITO MEXICANO Investigación: ANÁLISIS DE LAS CAPACIDADES Y COMPETENCIAS TÉCNICAS DE LOS RECURSOS HUMANOS DE LA REGIÓN PARA LA EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS NO CONVENCIONALES.	24/06/2016 Página 1 de 1
Instrumento de recolección de datos.			
¿Qué son los hidrocarburos no convencionales?			
Los hidrocarburos no convencionales son el petróleo y gas natural que pese a que se encuentran en grandes cantidades en la naturaleza no pueden ser explotadas económicamente con las tecnologías de extracción tradicionales si no que necesitan de procedimientos especiales para su extracción, por ejemplo el método del "fracking".			
PREGUNTA	RESPU	ESTA	ESPACIO PARA COMENTARIOS O RESPUESTAS ALTERNAS
1. ¿Haz escuchado hablar de los hidrocarburos no convencionales?	Si	No	
2. ¿Te gustaría tener algún conocimiento de los hidrocarburos no convencionales?	Si	No	¿Por qué?
Si tu respuesta fue "SI", contesta las siguientes preguntas:			
3. ¿Cuál de estos conoces?	Gas Shale	Oil Shale	Otros:
4. ¿Sabes que empresa es la encargada de realizar los estudios y explotación de hidrocarburos no convencionales?	Si	No	¿Cuál?
5. ¿Conoces algún método por el cual se extraen los hidrocarburos?	Si	No	¿Cuáles?
6. ¿Alguna vez has escuchado el término fractura hidráulica o fracking?	Si	No	¿Por qué?
7. ¿Conoces que riesgos generan los procesos para extraer éstos hidr?	Si	No	¿Cuáles?
Consideras que la explotación de hidrocarburos no convencionales daña al medio ambiente con respecto a....			
8. Agua	Si	No	¿Por qué?
9. Aire	Si	No	¿Por qué?
10. Suelo	Si	No	¿Por qué?
11. ¿Estarias de acuerdo en que el estado de Coahuila incluya en su actividad económica la extracción de hidrocarburos no convencionales?	Si	No	¿Por qué?
12. ¿Consideras importante que el gobierno de Coahuila debe mantenernos informados de los avances en las investigaciones sobre los hidrocarburos no convencionales?	Si	No	¿Por qué?
13. Existen yacimientos de Gas Shale en Piedras Negras y Sabinas, ¿Consideras que realizar acciones de investigación, exploración y explotación sean positivas para el estado?	Si	No	¿Por qué?
14. En caso de que se necesite personal para explotar a gran escala los hidrocarburos no convencionales en Coahuila, ¿Consideras que tienes los conocimientos y habilidades suficientes para trabajar en este entorno?	Si	No	¿De qué forma?
¡Gracias por su tiempo y atención para la elaboración del cuestionario en beneficio de la investigación!			

Fig 3 (encuesta aplicada para el análisis de datos estadísticos)

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	42	42.0	70.0
	No	18	18.0	30.0
	Total	60	60.0	100.0
Perdidos	Sistema	40	40.0	
	Total	100	100.0	

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	57	57.0	95.0
	No	3	3.0	5.0
	Total	60	60.0	100.0
Perdidos	Sistema	40	40.0	
	Total	100	100.0	

Tabla.1

Desacuerdo ala asistencia del software (SPSS) arrojó los resultados de la Tabla .1 claramente los alumnos tienes un conocimiento de calidad es cuestión de nivelarlo ante los alumnos que carecen de dicho conocimiento para su mejor desempeño laboral

CONCLUSIONES

Se ha determinado la importancia de la explotación de los recursos energéticos como los hidrocarburos no convencionales y el factor humano en las competencias técnicas para la extracción de los hidrocarburos no convencionales. Los estudiantes universitarios que compiten en la rama de investigación se ha logrado capturar el gran interés por el tema, realmente existe gente muy comprometida por la causa y con un potencial muy alto para la extracción de los hidrocarburos no convencionales, esto resulta en una capacitación más efectiva de lo ya registrado por la literatura actual

BIBLIOGRAFÍA

- ESTRADA, J. H. (OCTUBRE 2013). *DESARROLLO DEL GAS LUTITA (SHALE GAS) Y SU IMPACTO EN EL MERCADO ENERGÉTICO DE MÉXICO: REFLEXIONES PARA CENTROAMÉRICA*. MEXICO, D.F.: NACIONES UNIDAS.
- FABIO GARCÍA, M. R. (2015). *RIESGOS DE LA EXPLOTACIÓN DE LOS HIDROCARBUROS NO CONVENCIONALES EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE*. ECUADOR: OLADE.
- FLORES, D. A. (s.f.). *POTENCIALIDADES DE DESARROLLO DE LA REGIÓN CENTRO DEL ESTADO DE COAHUILA*. SALTILLO, COAHUILA.
- GONZÁLEZ, E. (s.f.). HALLAZGO DE PETROLEO EN LUTITAS AFIANZA PROYECTOS DE SHALE GAS/OIL EN MEXICO: INVESTIGADOR DE LA UNAM. *PETROQUIMEX*, 36-43.
- GONZÁLEZ, E. (s.f.). HALLAZGO DE PETRÓLEO EN LUTITAS AFIANZA PROYECTOS DE SHALE GAS/OIL EN MÉXICO: INVESTIGADOR DE LA UNAM. *PETROQUIMEX*, 41.
- REVISTA DEL INSTITUTO ARGENTINO DE LA ENERGÍA "GENERAL MOSCONI". (NOVIEMBRE 2012). HIDROCARBUROS NO CONVENCIONALES. *PROYECTO ENERGÉTICO*, 13.
- ROIG, D. P. (PRIMER SEMESTRE DE 2012). LOS HIDROCARBUROS NO CONVENCIONALES EN EL ESCENARIO ENERGÉTICO ARGENTINO. *THEOMAI*, 115-118.
- U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION, U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. (JUNE 2013). *EIA/ARI WORLD SHALE GAS AND SHALE OIL RESOURCE ASSESSMENT*. USA.

PREPARACION Y CARACTERIZACIÓN DE ÓXIDO DE BISMUTO UTILIZANDO EL MÉTODO SILAR

Marco Antonio Rodríguez Hernández¹ y Luis Alfonso García Cerda²

RESUMEN

El óxido de bismuto es un material de gran interés tecnológico debido a sus interesantes propiedades ópticas y eléctricas. En este trabajo, se prepararon películas delgadas a temperatura ambiente por medio de la técnica SILAR (Successive Ionic Layer Adsorption and Reaction) con el fin de obtener una película de óxido de bismuto (Bi_2O_3). Se usaron sustratos de vidrio y se varió la concentración de las soluciones usadas durante el proceso con el objetivo de evaluar las propiedades de las películas con respecto al método de crecimiento. Las propiedades estructurales de las películas delgadas se estudiaron mediante la técnica de difracción de rayos X^[1].

ABSTRACT

Bismuth oxide is a material of great interesting technologic due to its electrical and optical properties. In this work, thin films were prepared at room temperature using the SILAR method to the purpose of obtaining a film of bismuth oxide. Glass substrates were used, and the concentration for solutions was varied with the purpose to evaluate the film properties according to growth method. The structural properties were studied using X-ray diffraction.

Palabras Clave: Óxido de bismuto, Películas delgadas, Método SILAR.

INTRODUCCIÓN

El óxido de bismuto, Bi_2O_3 , es uno de los óxidos más simples y muchos trabajos se han dedicado al estudio de sus propiedades fisicoquímicas. Este material se ha logrado obtener en diferentes estructuras cristalinas de dimensiones micrométricas y nanométricas. Se caracteriza por ser un conductor iónico, es decir, los iones de oxígeno se mueven fácilmente a través de él, pues tiene una amplia banda de energía prohibida, un alto índice de refracción, una alta permisividad dieléctrica y una buena fotoconductividad^[2]. Estas propiedades lo convierten en un buen candidato para su uso en aplicaciones tales como las pilas de combustible, los sensores, los conductores iónicos, los materiales fotoeléctricos, los superconductores de alta temperatura y cerámicas funcionales^[2].

Las películas delgadas son recubrimientos de muy bajo espesor que pueden poseer propiedades eléctricas, ópticas, magnéticas y estructurales de enorme interés tecnológico y que debido a su características como espesor, morfología, composición y otras, su campo de aplicación es amplio en recubrimientos, sensores de gas, circuitos integrados y como atenuadores de radiación^[3].

El método de SILAR se basa en la inmersión de un sustrato en diferentes soluciones de precursores catiónicos y aniónicos. La técnica de deposición SILAR consiste en un ciclo de adsorción de iones, lavado y reacción^[4]. La importancia del método SILAR radica en el control de las características de crecimiento (grosor, composición, y morfología), a partir de la variación de los parámetros como el tiempo de inmersión, concentración de las soluciones precursoras, temperaturas de crecimiento, pH y número de ciclos, parámetros que son mucho más fáciles de controlar si el proceso se automatiza, facilitando aún más el control del crecimiento^[5].

¹ Facultad de Metalurgia, Universidad Autónoma de Coahuila, Carretera 57 Kilómetro 5, Estancias de San Juan 25720 Monclova, Coahuila, e-mail: marko_rodriguez95@hotmail.com

² Centro de Investigación en Química Aplicada Blvd. Enrique Reyna Hermosillo #140, C.P. 25253, Saltillo, Coahuila, México. e-mail: luis.garcia@ciqa.edu.mx

MÉTODOS Y MATERIALES

Las películas de óxido de bismuto (Bi_2O_3) se crecieron sobre un sustrato de vidrio a temperatura ambiente (25°C) usando el método SILAR. El método SILAR se basa en la inmersión de un sustrato en diferentes soluciones de precursores; una solución catiónica y una aniónica realizando un enjuague después de cada solución precursora. El método es simple, económico y reproducible y puede ser aplicado a largas áreas de deposición.

Antes de la preparación de la película de óxido de bismuto (Bi_2O_3), los sustratos de vidrio fueron limpiados ultrasónicamente con tres reactivos diferentes; acetona, propanol y agua desionizada, cada uno con una duración de 15 minutos. Una vez limpios los sustratos de vidrio se realizaron una serie de experimentos con el fin de encontrar el material buscado (Bi_2O_3). Los experimentos que se muestran a continuación se hicieron variando la concentración de cada uno de los precursores con el fin de encontrar las condiciones adecuadas para el crecimiento.

EXPERIMENTO 1

El primer precursor (catión) fue una solución acuosa de 25 ml de nitrato de bismuto (**0.05 M**) con un pH de 10, el cual se ajustó de manera independiente un vaso de precipitado de 25 ml (agua desionizada + hidróxido de amonio).

El otro precursor (anión) fue una solución acuosa de 25 ml de ácido clorhídrico (**1%**).

EXPERIMENTO 2

El primer precursor (catión) fue una solución acuosa de 25 ml de nitrato de bismuto (**0.05 M**) con un pH de 10, el cual se ajustó en un vaso de precipitado de 25 ml (agua desionizada + hidróxido de amonio).

El otro precursor (anión) fue una solución acuosa de 25 ml de ácido clorhídrico (**0.5%**).

EXPERIMENTO 3

El primer precursor (catión) fue una solución acuosa de 25 ml de nitrato de bismuto (**0.05 M**) con un pH de 10, el cual se ajustó con en 25 ml (agua desionizada + hidróxido de amonio).

El otro precursor (anión) fue una solución acuosa (25 ml) de ácido clorhídrico (**0.25%**).

Para la preparación de la película, el sustrato de vidrio se sumergió en el primer precursor (catión) por 20 segundos, los iones del nitrato de bismuto son adheridos al sustrato. Posteriormente éste se sumerge en el complejo a pH 10 por 10 segundos. El sustrato es enjuagado en agua desionizada por 10 segundos para remover el exceso de iones. Posteriormente, el sustrato se sumerge en el segundo precursor (anión) que es la solución de HCl por 20 segundos y finalmente es puesto en agua desionizada por 10 segundos, durante este proceso se forma una película delgada. Cada experimento se hizo con un número base de ciclos el cual fue de 20.

En la tabla 1 se muestran las variables que se usaron en cada uno de los experimentos.

Tabla 1. Variables usadas en los experimentos 1, 2 y 3.

Experimento.	Precursores catiónico	Tiempos de inmersión catiónico (s)	Precursor aniónico	Tiempos de inmersión aniónico (s)	Complejante	Tiempos de inmersión complejante (s)	Enjuague(s).	Temperatura °C	Ciclos
1	BiNO_3 (0.05M) + HNO_3	20	HCl (1 %)	20	NH_3 (Ph 10)	10	10	25	20
2	BiNO_3 (0.05 M) + HNO_3	20	HCl (0.5 %)	20	NH_3 (Ph 10)	10	10	25	20
3	BiNO_3 (0.05 M) + HNO_3	20	HCl (0.25 %)	20	NH_3 (Ph 10)	10	10	25	20

EXPERIMENTO 4

El primer precursor (catión) fue una solución acuosa (25 ml) de nitrato de bismuto (**0.1 M**) con un pH de 10, el cual

se ajustó en 25 ml de agua desionizada + hidróxido de amonio.

El otro precursor (anión) fue una solución acuosa (25 ml) de ácido clorhídrico (**1%**).

EXPERIMENTO 5

El primer precursor (catión) fue una solución acuosa (25 ml) de nitrato de bismuto (**0.1 M**) con un pH de 10, el cual se ajustó en 25 ml de agua desionizada + hidróxido de amonio.

El otro precursor (anión) fue una solución acuosa (25 ml) de ácido clorhídrico (**0.5%**).

EXPERIMENTO 6

El primer precursor (catión) fue una solución acuosa (25 ml) de nitrato de bismuto (**0.1 M**) con un pH de 10, el cual se ajustó en 25 ml de agua desionizada + hidróxido de amonio.

El otro precursor (anión) fue una solución acuosa (25 ml) de ácido clorhídrico (**0.25%**).

Para la preparación de las películas se siguió el procedimiento descrito anteriormente.

Tabla 2. Variables usadas en los experimentos 4, 5 y 6.

Experimento.	Precursores catiónico	Tiempos de inmersión catiónico (s)	Precursor aniónico	Tiempos de inmersión aniónico (s)	Complejante	Tiempos de inmersión complejante (s)	Enjuague(s).	Temperatura °C	Ciclos
4	BiNO_3 (0.1 M) + HNO_3	20	HCl (1 %)	20	NH_3 (Ph 10)	10	10	25	20
5	BiNO_3 (0.1 M) + HNO_3	20	HCl (0.5 %)	20	NH_3 (Ph 10)	10	10	25	20
6	BiNO_3 (0.1 M) + HNO_3	20	HCl (0.25 %)	20	NH_3 (Ph 10)	10	10	25	20

RESULTADOS Y DISCUSION

FORMACIÓN DE LA PELICULA

La reacción general del mecanismo para la formación del óxido de bismuto (Bi_2O_3) por método SILAR fue descrita por Pathan y Lokhande [7]. En el presente caso, el primer precursor nitrato de bismuto tenemos iones de hidróxido de bismuto $\text{Bi}(\text{OH})_4^-$. Cuando el sustrato es inmerso en la solución, estos iones son adsorbidos por el sustrato debido a las fuerzas de atracción entre los iones en la solución y la superficie del sustrato. Estas fuerzas pueden ser fuerza cohesivas o fuerzas de Van Der Waals [8] o fuerzas de atracción química. La formación de los iones de hidróxido de bismuto pueden ser representados por la ecuación 1:



(1)

El sustrato es inmerso en dos enjuagues de agua desionizada para remover los iones de $\text{Bi}(\text{OH})_4^-$ no adheridos. Cuando el sustrato es inmerso en la solución de ácido clorhídrico (HCl), la conversión del hidróxido de bismuto a óxido de bismuto tiene lugar a la reducción de los iones hidrógeno, la cual puede ser representada mediante la ecuación 2.



(2)

ESTUDIOS EN DIFRACCIÓN DE RAYOS X (DRX)

La figura 1 muestra el patrón de difracción de las películas delgadas obtenidas sobre el sustrato de vidrio en los experimentos 1, 2 y 3, en ésta figura se observa el crecimiento de un material sobre el sustrato de vidrio. De acuerdo a los picos característicos que se presentan, estos corresponden a la formación de una fase cristalina de oxiclورو de bismuto (BiOCl).

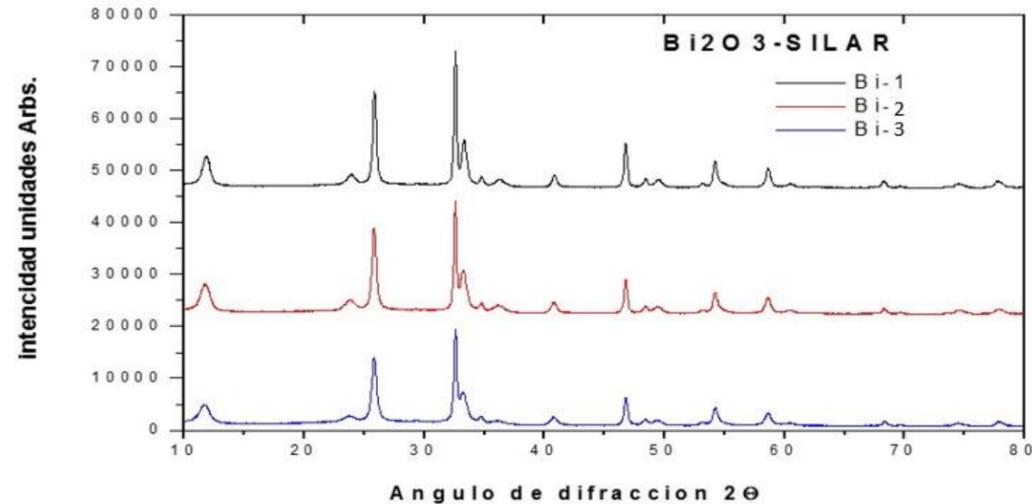


Figura 1. Patrón de difracción de las películas delgadas obtenidas sobre el sustrato de vidrio en los experimentos 1, 2 y 3.

La figura 2 muestra el patrón de difracción de las películas delgadas obtenida sobre el sustrato de vidrio en los experimentos 4, 5 y 6. Nuevamente se observa la formación del oxiclورو de bismuto (BiOCl).

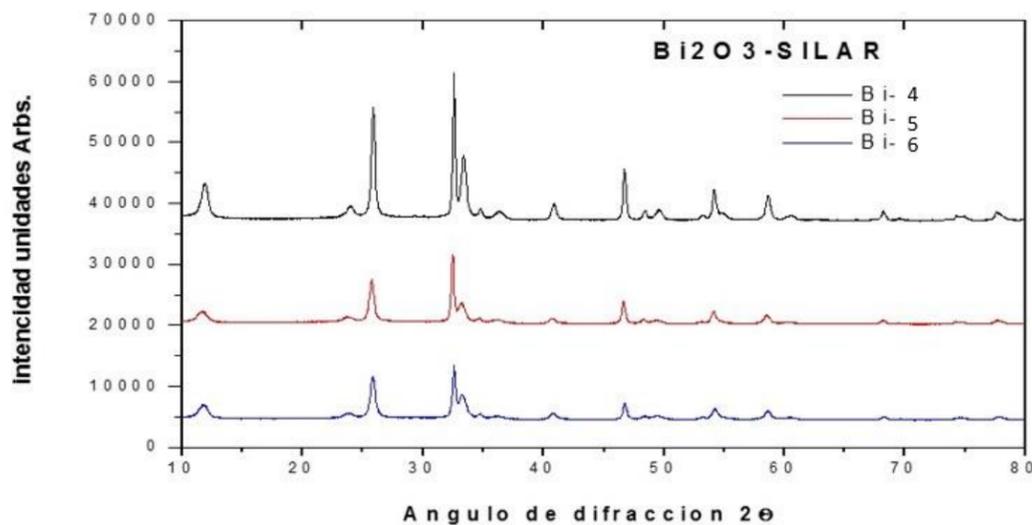


Figura 2. Patrón de difracción de las películas delgadas obtenida sobre el sustrato de vidrio en los experimentos 4, 5 y 6.

CONCLUSIONES

Se prepararon películas delgadas sobre sustratos de vidrio a temperatura ambiente mediante la técnica SILAR (Successive Ionic Layer Adsorption and Reaction). De acuerdo a los patrones de difracción estas películas presentaron una fase cristalina de oxiclورو de bismuto. De acuerdo a lo anterior es necesario hacer modificaciones al proceso de formación de las películas en lo que respecta a las soluciones utilizadas y determinar la posibilidad de obtener la fase deseada de óxido de bismuto (Bi_2O_3).

BIBLIOGRAFIA

- [1] <http://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/119>
- [2] Characterization of porous bismuth oxide (Bi_2O_3) nanoplates prepared by chemical bath deposition and post annealing Ying Wang, Liangxing Jiang,* Ding Tang, Fangyang Liu and Yanqing Lai
- [3] Revista de la academia colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales.
- [4] Sun, B. and Siringhaus, H. Solution-processed zinc oxide field effect transistors based on self-assembly of colloidal nanorods. Nano Letters. 2005; 5(12), 2408-2413.
- [5] Bismuth oxide thin films prepared by chemical bath deposition (CBD) method: annealing effect T.P. Gujara, V.R. Shindea, C.D. Lokhandea, R.S. Maneb, Sung-Hwan Hanb,*
- [6] Depablos, O. L.2013. Estabilidad estructural de películas delgadas de óxido de bismuto ($\delta\text{-Bi}_2\text{O}_3$) .(Tesis de Maestría). Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- [7] Fibrous nanorod network of bismuth oxide by chemical method. T.P. Gujar a, V.R. Shinde a, C.D. Lokhande a, Sung-Hwan Hanb,*
- [8] H.M. Pathan, C.D. Lokhande, Bull. Mater. Sci. 27 (2004) 85.

SINTESIS DE MATERIALES SEMICONDUCTORES TiO₂/GA CON POTENCIAL APLICACIÓN EN FOTOCATALISIS

Yazmín Rodríguez Hernández¹ y Juan Manuel Peralta Hernández²

RESUMEN

En este trabajo se estudió la fotodegradación catalítica de TiO₂ dopado con Ga en diferente porcentaje, ya que se sabe que el dopaje con este metal aumenta la actividad fotocatalítica del TiO₂, aumenta la superficie de contacto y aumenta su fotoactividad, el TiO₂ es el fotocatalizador más empleado y actualmente se utiliza para degradar moléculas orgánicas durante la purificación del agua, en este trabajo se utilizó el método sol-gel para sintetizar el TiO₂/Ga, a los materiales obtenidos se le realizaron pruebas electroquímicas y se caracterizaron mediante espectrofotometría UV-Vis, espectroscopia infrarroja y espectroscopia RAMAN. Se degradaron 50 ppm del colorante amarillo pardo resultando mejor el TiO₂/Ga dopado al 1%.

ABSTRACT

The present work was carry out to studied catalytic photodegradation of yellow brown dye using TiO₂/Ga doped in different percentage. It is known that the doping TiO₂ increases the photocatalytic activity, improve the contact surface and photoactivity. TiO₂ is the most common photocatalyst used to degrade organic compounds present in water. In this work, the sol-gel method were used to synthesize TiO₂/Ga and the materials obtained will be electrochemical tested by UV-Vis, IR and RAMAN spectroscopy. The best material were TiO₂/Ga doped at 1%.

Palabras Clave: Fotocatalisis, electroquímica, tratamiento de agua.

INTRODUCCIÓN

El dióxido de titanio es un compuesto de gran interés tecnológico, presenta cuatro fases cristalinas: rutilo, anatasa, brookita y una de alta presión del tipo α-Pb, el TiO₂ especialmente como fase anatasa, es ampliamente utilizado como catalizador por sus propiedades ópticas y electrónicas, bajo costo, estabilidad química y baja toxicidad, el valor de banda prohibida de anatasa del TiO₂ es de 3.2 eV, que permite que la luz UV de longitudes de onda menores que 400 nm para activar el catalizador.¹

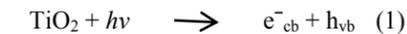
Uno de los procesos más utilizados para sintetizar TiO₂ es el procesos sol-gel que implica la transición de un sistema en estado líquido, "sol" (suspensión coloidal de partículas sólidas con tamaño nanométrico que está en esta condición gracias al movimiento Browniano), a una fase sólida denominada "gel" (sólido constituido por al menos dos fases, con la fase líquida atrapada e inmovilizada por la fase sólida). Las reacciones más importantes que ocurren en el seno del sistema, durante la formación del sol y su transición a gel, son las de hidrólisis y condensación.¹¹

En los últimos años, se han realizado muchos estudios con el fin de mejorar la eficiencia catalítica de TiO₂, la adición de otros materiales, por ejemplo carbón, ha sido de interés ya que este material puede promover la absorción de compuestos orgánicos para ser transformados, el efecto de carbón en la fotocatalisis es eficiente en TiO₂, esto ha sido probado, y la mejora de la eficiencia fotocatalítica ha sido reportado por varios autores.

¹Universidad Autónoma de Zacatecas, Departamento de Química em Alimentos; Campus Uaz-siglo XXI, Carr. Guadalajara km. 6, Ejido la escondida C.P:98160, Zacatecas, Zac, jeelroy_yaz@hotmail.com

²Universidad de Guanajuato, Departamento de Química, DCNE; Cerro de la Venada s/n, Pueblito de Rocha, C.P:36040, Guanajuato, Gto, juan.peralta@ugto.mx

El mecanismo de fotocatalisis implica la promoción de un electrón (e⁻) de la banda de valencia (vb) en la banda de conducción del óxido semiconductor,⁽¹⁾



En agua este proceso es seguido por la formación de •OH en la superficie del semiconductor así como la oxidación directa de compuestos orgánicos, de acuerdo con las siguientes reacciones^{III}:



Por su parte la oxidación fotocatalítica consiste en la destrucción de los contaminantes mediante el empleo de radiación solar ultravioleta y catalizadores con el objeto de formar radicales hidroxilo, los cuales posteriormente tendrán un efecto oxidante sobre los contaminantes químicos. En este proceso la oxidación tiene lugar directamente en la superficie de la partícula que se utiliza como catalizador o semiconductor (TiO₂, entre otros) siendo la radiación solar la única fuente de energía. La fotocatalisis heterogénea mediada por TiO₂ y la fotooxidación mediada por compuestos férricos son dos alternativas atractivas para el tratamiento de aguas.

Los procesos de oxidación avanzada (POA) constituyen en el futuro una de las tecnologías más utilizadas en el tratamiento de aguas contaminadas. Entre estos procesos los de mayor perspectiva son los de la fotooxidación en sus dos variantes: fotolisis y fotocatalisis.

Los POA pueden definirse como procesos que implican la formación de radicales libres hidroxilo (•OH) altamente reactivos ya que presentan un elevado potencial de oxidación (E^o= 2.8 V) característica que lo hace de gran efectividad para el proceso de oxidación de compuestos orgánicos principalmente por abstracción de hidrogeno, es decir se generan radicales orgánicos libres.

La fotocatalisis implica la combinación de la fotoquímica con la fotocatalisis. Ambos, luz y catalizador, son necesarios para alcanzar o acelerar una reacción química. Así la fotocatalisis puede ser definida como la aceleración de una fotorreacción mediante un catalizador. En el caso de la fotocatalisis heterogénea, se emplean semiconductores (sólidos en suspensión acuosa o gaseosa). Existen múltiples de estos fotosensibilizadores tales como Al₂O₃, ZnO, Fe₂O₃, y TiO₂. Sin embargo el más ampliamente usado en aplicaciones fotocatalíticas es el dióxido de titanio Degussa P25 en forma de anatasa 99% y en forma de rutilo 1%, ya que presenta una mayor actividad fotocatalítica, no es tóxico, es estable en soluciones acuosa y no es costoso,

MÉTODOS Y MATERIALES

SINTESIS

Para la síntesis del TiO₂ primero se pesó 1 mg de yoduro de galio y se colocó en un matraz de tres bocas con una barra magnética para agitación constante, enseguida se montó el sistema para llevar a cabo la síntesis, que consta de un refrigerante conectado en la boca superior del matraz, un embudo de adición en la boca izquierda y una llave de paso en la boca derecha del matraz (figura1). Posteriormente se añadieron 30 ml de tolueno, a continuación se agregó 1.5 ml de Tetrabutoxido de Titanio y después 10 ml de THF, se dejó calentando por 30 minutos.

Después de dejar enfriar, se llevó la mezcla a bañado ultrasónico durante 30 minutos y se obtiene una mezcla gelosa, a continuación impregnaron los electrodos, los cuales se llevaron a calcinar en mufla junto con el filtrado de la mezcla, esto durante 3 horas a una temperatura de 400°C.



Figura 1. Sistema para síntesis de TiO_2

CARACTERIZACIÓN ELECTROQUÍMICA

Se colocaron los 3 electrodos (electrodo de referencia, de trabajo y auxiliar) en una celda electroquímica que contiene una solución de Ferrocianuro de potasio a una concentración de 10 mmol. El potencial del electrodo de trabajo se varía linealmente con el tiempo con respecto al electrodo de referencia, la corriente eléctrica circula entre el electrodo de trabajo y el electrodo auxiliar, el generador de funciones manda la señal al potenciostato y al canal de la tarjeta de adquisición de datos, por este canal se digitaliza el potencial del electrodo de trabajo que es el voltaje de salida del seguidor de corriente, el software de la tarjeta nos permite guardar directamente en hoja de cálculo los datos generados en función de tiempo para un análisis posterior. Se realizaron 6 pruebas, cada electrodo estaba impregnado con dióxido de titanio en diferente porcentaje de dopaje con galio (0.1%, 1% y 10%). figura 2

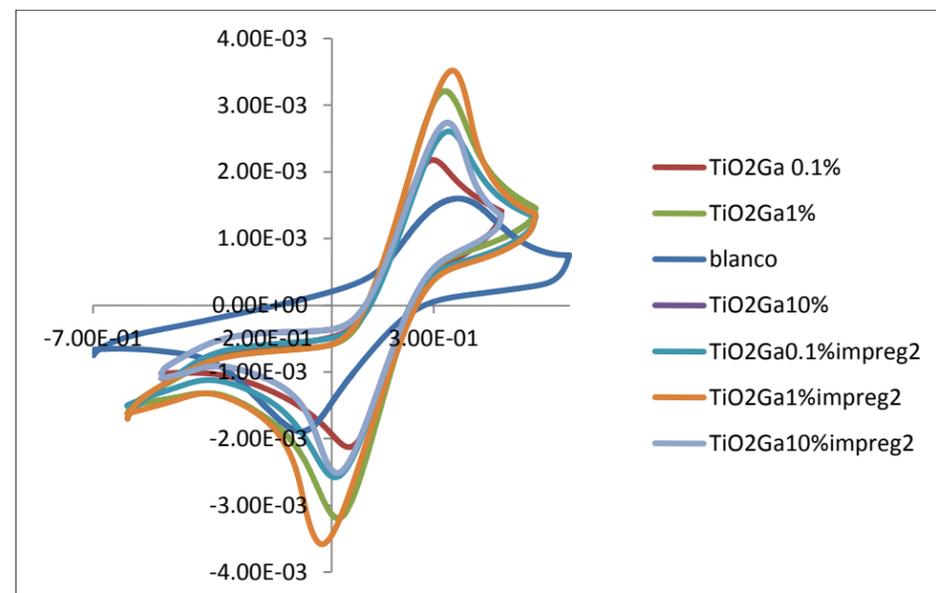


Figura 2. Voltamperometría cíclica TiO_2/Ga en diferente porcentaje de dopaje

CARACTERIZACIÓN ESPECTROFOTOMÉTRICA

Inicialmente se caracterizaron las muestras obtenidas de la síntesis de TiO_2/Ga en diferente porcentaje de dopaje, utilizando espectroscopia UV-Vis. Se prepararon 100 ml de solución de colorante (amarillo pardo, 50 ppm), se colocó en un vaso deprecipitado de 100 ml, en seguida se le añadió 0.1 g de catalizador TiO_2/Ga al 0.1% y se colocó en una parrilla de agitación, se introdujo una lámpara de luz UV a 365 nm de longitud de onda y se tomaron muestras cada 10 minutos durante dos horas. Después se analizaron las muestras en un espectrofotómetro UV-vis.

Posteriormente se caracterizaron las muestras con espectroscopia infrarroja y también con espectroscopia RAMAN.

RESULTADOS

Se obtuvieron diferentes curvas de la degradación del colorante usando el TiO_2 dopado con Ga al 0.1%, 1% y 10%) como se puede observar en la Figura 4, la fotodegradación del TiO_2/Ga 1% tiene mayor eficacia que la fotodegradación con un dopaje al 0.1% (figura 3), el cual logra degradar el 82% del colorante, respecto al de 0.1% que solo degrada el 20% y el de 10% (figura 5) que solo llega al 60%.

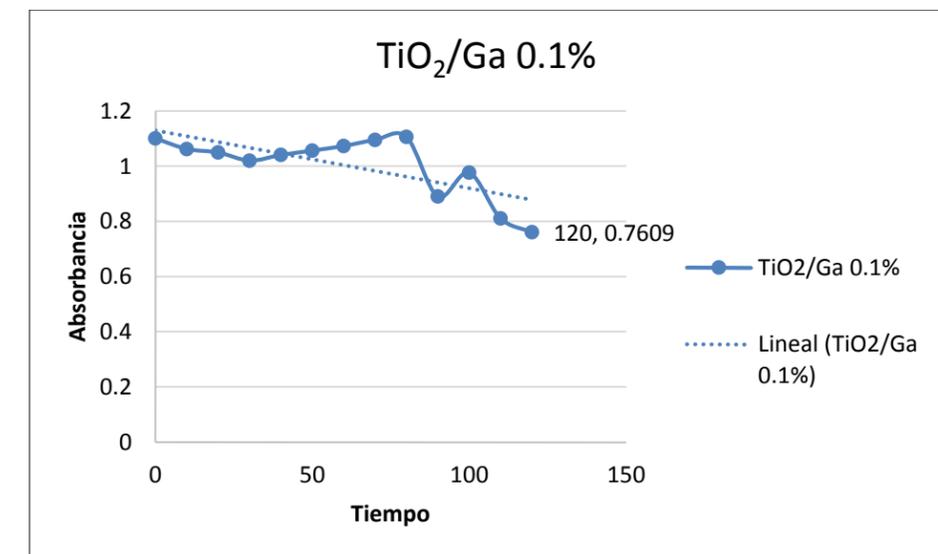


Figura 3. Espectro UV-vis de TiO_2/Ga 0.1%

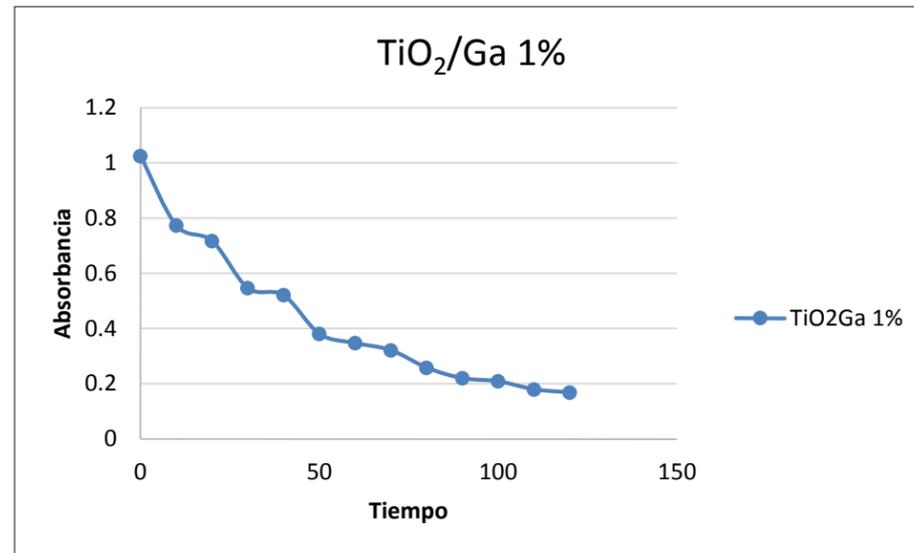


Figura 4. Espectro UV-vis de TiO₂/Ga 1%

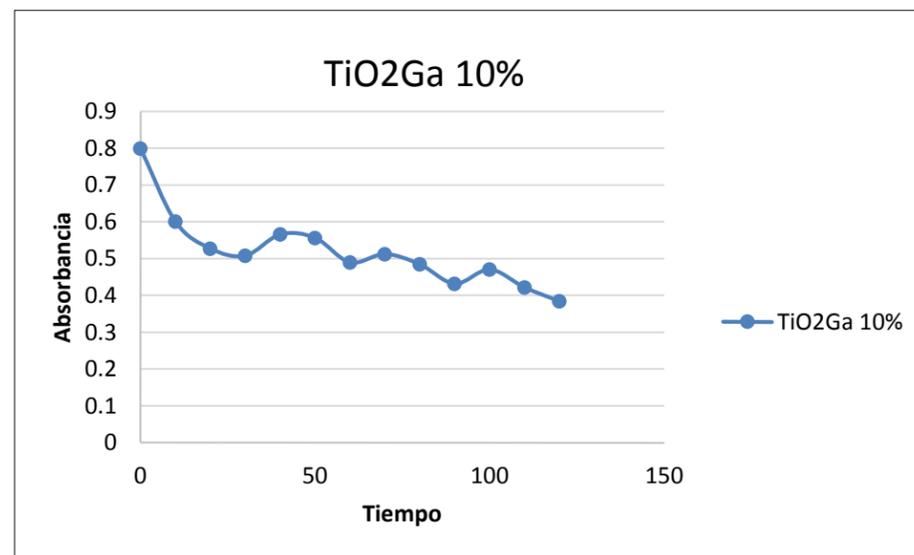


Figura 5. Espectro UV-vis de TiO₂/Ga 10%

CONCLUSIONES

La fotocatalisis puede ser definida como la aceleración de una fotorreacción mediante la presencia de un catalizador. El catalizador activado por la absorción de la luz acelera el proceso interaccionando con el reactivo a través de un estado excitado o bien mediante la aparición de pares electron-hueco si el catalizador es un semiconductor. De los procesos de oxidación avanzada, la fotocatalisis heterogénea es una de las tecnologías fotooxidativas prometedoras en el tratamiento de aguas residuales.

Las pruebas de degradación fotocatalítica del dióxido de titanio dopado con galio permiten concluir que el fotocatalizador más activo es el dopado al 1% teniendo una eficiencia de degradación del 82%.

BIBLIOGRAFIA

- ^I.- OCHOA Y., ORTEGON Y., VARGAS M., RODRIGUEZ PAEZ J.E., (Julio 2009). Síntesis de TiO₂, fase anatasa, por el método pechini. pp. 931, consultada en https://www.researchgate.net/profile/Yasser_Ochoa_Munoz/publication/268515351_SNTESIS_DE_TiO2_FASE_ANATASA_POR_EL_MTODO_PECHINI/links/546e51b90cf2b5fc176073d4.pdf (07-07-2016).
- ^{II}.- OCHOA Y., ORTEGON Y., VARGAS M., RODRIGUEZ PAEZ J.E., (Septiembre 2009). Síntesis de TiO₂, fase anatasa, por el método sol-gel: estudio del efecto de la presencia de AcacH en el sistema. pp 30, consultada en <http://www.scielo.org.co/pdf/rfua/n52/n52a03.pdf> (07-07-2016).
- ^{III}.- PERALTA-HERNANDEZ J.M., MANRÍQUEZ J., MEAS-VONG Y., FRANCISCO J., RODRIGUEZ J., CHAPMAN T.W., MALDONADO M.I., GODINEZ L.A., (January 2007). Photocatalytic properties of nano-structured TiO₂- carbón films obtained by means of electrophoretic deposition.
- ^{IV}.- GARCES GIRALDO L.F., MEJIA FRANCO E.A., SANTAMARIA ARANGO J.J., La fotocatalisis como alternativa para el tratamiento de aguas residuales. pp 84-86, consultada en <http://www.lasallista.edu.co/fxcu/media/pdf/Revista/Vol1n1/083-92%20La%20fotocat%C3%A1lisis%20como%20alternativa%20para%20el%20tratamiento.pdf> (15-07-2016).

OBTENCIÓN DE PELÍCULAS NANOESTRUCTURAA DE CdS SOBRE SUSTRATOS FLEXIBLES (In₂O₃:Sn) POR EL MÉTODO DE BAÑO QUÍMICO

Rodríguez Rosales Karen¹ y de Moures-Flores Francisco²

RESUMEN

Debido a su fotoconductividad y alta afinidad electrónica, el CdS ha sido ampliamente utilizado como ventana óptica en las celdas solares basadas en CdTe y CuIn(Ga)Se₂. Para obtener una alta densidad de corriente en una celda completa, la capa de CdS necesita ser muy delgada, de 0.05 a 0.1 μm. En este trabajo se presentan los resultados preliminares del procesamiento de películas semiconductoras de CdS por la técnica de baño químico (CBD, por sus siglas en inglés). El crecimiento de dichas películas se realizó sobre sustratos de PET conductor (In₂O₃:Sn mejor conocido como ITO, de sus siglas en inglés; indium-tin-oxide) debido a que es un sustrato altamente transparente (deja pasar la luz en un 95%). La caracterización óptica se llevó a cabo mediante espectroscopia de UV-Vis y fotoluminiscencia. Los resultados se discuten en términos de los parámetros de crecimiento.

ABSTRACT

Due to its high affinity fotoconductividad and electronics, the CdS has been widely used as optical window in the solar cells based on CdTe and CuIn(Ga)Se₂. To obtain a high current density in an entire cell, the layer of CdS you need to be very thin, 0.05 to 0.1 μm. In this work we present the preliminary results of the semi-conductor film processing of CdS by the technique of chemical bath (CBD, by its acronym in English). The growth of these films had been made on substrates of PET driver (In₂O₃:Sn better known as ITO, its acronym in English; indium-tin-oxide) because it is a highly transparent substrate (pass the light in a 95%). The optical characterization was carried out by UV-VIS spectroscopy and photoluminescence. The results are discussed in terms of the growth parameters.

Palabras Clave: ancho de banda prohibida, CBD, ITO.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la mayor parte de la electricidad proviene del empleo de combustibles no renovables y puede ser obtenida de las más diversas fuentes (energía eólica, hidroeléctrica, solar, etc.). En 1970 los siguientes datos fueron presentados en el 9no congreso internacional de energía auspiciado por UNESCO. 88% de las fuentes de energía es carbón equivalente a 1.2 x10¹⁷ Kwh, Petróleo 2.14 x10¹⁶ Kwh. Esta estimación incluye todas las posibles fuentes de disponibles en la tierra. Sin embargo, solo un 6.5% del carbón y 5% del petróleo y gas pueden extraerse. Una de las preguntas más apremiantes es: ¿cuál será la duración de estas reservas? Las estimaciones predicen que para 2050 las necesidades mundiales serán de 15 veces más que la energía empleadas durante los últimos 80 años y se necesitara emplear alrededor del 70% de los recursos de energéticos disponibles en la tierra. Una estimación optimista establece que las necesidades para el año 2100 serán el doble de las disponibles en el mundo (Gurevich y Meléndez, 2010).

¹Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Química-Materiales; Cerro de las Campanas s/n, C.P: 76010, Querétaro, Querétaro, karen.uaq@outlook.com

²Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Química-Materiales; Cerro de las Campanas s/n, C.P: 76010, Querétaro, Querétaro, fcomoure@uaq.edu.mx

La energía solar es, sin duda, la más importante y abundante de las llamadas fuentes energéticas renovables. Al mismo tiempo la forma más versátil y prometedora de conversión de esta energía, es la conversión directa por medio del Efecto Fotovoltaico. Por ello, el desarrollo de celdas fotovoltaicas es un tema prioritario de investigación en todo el mundo. A pesar de que la tecnología y los métodos de fabricación de celdas y sistemas fotovoltaicos han experimentado grandes e importantes avances en los últimos años, para que esta tecnología sea realmente viable y competitivamente económica aún se requiere un aumento de la eficiencia de conversión y una reducción global del costo de los módulos fotovoltaicos.

Los objetivos de este trabajo son:

General

Obtener películas semiconductoras de CdS, mediante la técnica de Baño Químico, con propiedades físicas y químicas apropiadas para ser usadas en la fabricación de celdas solares.

Específicos

- Obtener películas de CdS sobre sustratos de PET conductor mediante la técnica de baño químico.
- Caracterizar las películas de CdS, mediante espectroscopia UV-Vis y fotoluminiscencia.

MARCO TEORICO

En la fabricación de celdas solares por medio de materiales en forma de película delgada, las diversas partes que integran el dispositivo juegan un papel importante en su eficiencia final. La estructura básica de una celda solar, está conformada por un óxido conductor transparente (que tiene la función de electrodo transparente), un semiconductor tipo n que actúa como ventana óptica, un semiconductor tipo p que tiene la función de absorber la luz del sol y un contacto metálico (Karl y col., 1980). Debido a su fotoconductividad y alta afinidad electrónica, el CdS ha sido ampliamente utilizado como ventana óptica en las celdas solares basadas en CdTe y CuIn(Ga)Se₂ (Morales, 2006). Los espesores respectivos pueden ser: 1-5 μm, 100 nm, 50-100 nm, y 2-10 μm con electrodos de metal. Una característica a considerar en este tipo de celda solar es que la absorción solar se da en el rango entre 1-2 μm, lo que hace necesario contar con materiales de espesores muy delgados. Los materiales preparados en forma de película delgada, permiten cumplir este requisito.

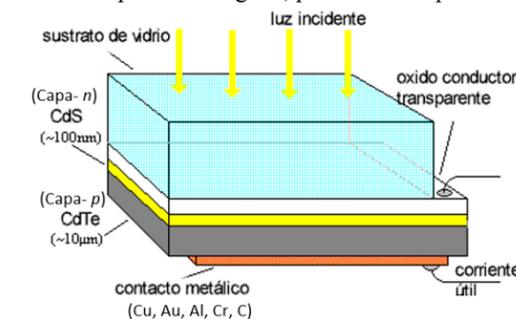


Figura 1. Estructura básica de una celda solar.

El contacto superior transparente es generalmente un óxido metálico. Este contacto superior debe ser altamente transparente en un intervalo de longitudes de onda de la luz visible, tener una alta conductividad y una buena adherencia al sustrato. Algunos ejemplos de estos óxidos son, el óxido de estaño (SnO₂), el óxido de zinc (ZnO) dopado con Al y el óxido de estaño dopado con In, conocidos como AZO e ITO respectivamente. El contacto inferior es donde existen más variaciones en la

literatura, se puede realizar con una gran variedad de conductores, los más comunes son de oro y cobre. El material seleccionado como capa ventana debe tener un valor alto de ancho de banda de energía prohibida (E_g) con un mínimo de absorción y un máximo de transmitancia en el espectro solar. Debe de ser un material con una conductividad tipo n y tener buena afinidad con la capa absorbente. Para minimizar la absorción de la luz y disminuir la resistencia eléctrica, la capa ventana debe hacerse tan delgada como sea posible. Tanto el buscar el ancho de banda de energía prohibida adecuado como el acoplamiento de sus parámetros de red con la capa absorbente y así buscar la disminución del número de defectos interfaciales en la unión $p-n$.

Uno de los materiales más prometedores en la fabricación de celdas solares es el sulfuro de cadmio. El sulfuro de cadmio es un semiconductor del grupo II-VI y tiene gran potencial para la tecnología moderna con aplicaciones en dispositivos optoelectrónicos y microelectrónicos, algunos ejemplos son: fotosensores, filtros de radiación, celdas solares (como ventana óptica), etc. El CdS tiene un ancho de banda prohibida de 2.42 eV. Su constante dieléctrica estática es de 8.9 y su movilidad de electrones a 300K es de 210 $\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$. El sulfuro de cadmio puede obtenerse en diferentes formas; polvo, monocristales o películas, dependiendo de la aplicación que se le quiera dar. En la industria electrónica, el impacto de las películas delgadas en la forma de componentes y dispositivos a microescala es especialmente notable. El CdS en forma de película delgada es de gran interés por su excelente fotoconductividad y, por ende, una consecuencia es su empleo en dispositivos fotoelectrónicos.

Las películas de CdS han sido preparadas mediante numerosos métodos, como lo son el baño químico, sputtering, ablación laser, evaporación al vacío, serigrafía y electrodeposición (Morales, 2006). El método de baño químico (CBD por sus siglas en inglés) es uno de los más comunes y atractivos ya que ha demostrado ser muy eficaz y apropiado para depositar películas con el espesor adecuado y de manera controlada (Lugo y col., 2014), además debido a su conocida simplicidad y bajo costo en el depósito de semiconductores del grupo II-VI tal como lo es el CdS.

MÉTODOS Y MATERIALES

Procesamiento de materiales semiconductores mediante la técnica de CBD

La técnica baño químico o CBD es un método de deposición de películas delgadas en donde existe una reacción química en fase acuosa, para el depósito de CdS se requiere preparar soluciones acuosas de cloruro de cadmio (CdCl_2) y tiourea $((\text{NH}_2)_2\text{CS})$, las cuales son empleadas como fuentes de cadmio y azufre, respectivamente. El uso de NH_4Cl es para regular la velocidad del baño, y controlar un $\text{pH} > 11$.

Las soluciones precursoras de CdCl_2 , NH_4Cl y $((\text{NH}_2)_2\text{CS})$ se prepararon con agua desionizada en las concentraciones y volúmenes que se indican en la tabla 1, el uso de NH_4OH fue para garantizar y controlar un $\text{pH} > 11$.

Tabla 1. Concentración y volumen de las soluciones precursoras para crecimiento de CdS

Reactivo	[], M	Volumen, mL	Masa, g
CdCl_2	0.025	20	0.11418
NH_4OH	-	10	-
NH_4Cl	0.075	20	0.07995
$((\text{NH}_2)_2\text{CS})$	0.05	20	0.07612

El procedimiento se describe a continuación:

1. En un vaso de precipitado de 250 mL se agregaron 100 mL de agua desionizada y se pusieron a calentar, al llegar a una temperatura de 40° C se agregaron las soluciones de

2. Se introdujeron los sustratos al vaso de precipitado y se esperó a que la temperatura llegara a la temperatura de crecimiento (80° C), se agregó la solución de $((\text{NH}_2)_2\text{CS})$, el vaso de precipitado se cubrió con plástico adherente.
3. La temperatura permaneció constante durante el tiempo del depósito.
4. Una vez finalizado el depósito los sustratos se enjuagaron con agua desionizada, 5 minutos en el ultrasonido.
5. Por último, se enjuagaron con etanol y se dejaron secar

RESULTADOS

Se realizaron películas semiconductoras de CdS sobre sustratos de $\text{PET}/\text{In}_2\text{O}_3:\text{Sn}$ a una temperatura de crecimiento de 80° C, los depósitos se realizaron a 1, 1.5, 2, 2.5 y 3 horas. Utilizando concentraciones nominales de 0.025 M de CdCl_2 , 0.075 M de NH_4Cl y 0.05 M de $((\text{NH}_2)_2\text{CS})$. En este apartado se muestran los resultados de la caracterización óptica de las películas delgadas de CdS.

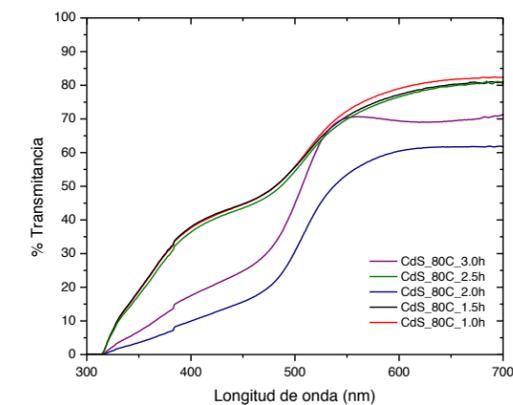


Figura 2. Porcentaje de transmitancia de las películas de CdS a 80° C con 1, 1.5, 2, 2.5 y 3 horas como tiempos de crecimiento.

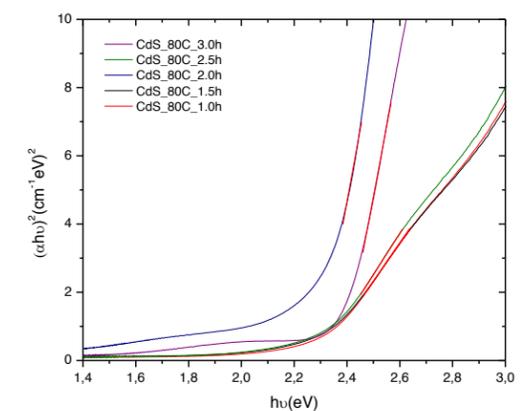


Figura 3. Gráfica $(\alpha h\nu)^2$ vs $h\nu$ para el CdS crecido a 80° C.

Para conocer la cantidad de luz que dejan pasar y la cantidad que es absorbida por las películas obtenidas se hizo un análisis por medio de espectroscopía UV-Vis, éste análisis también permite indirectamente calcular el ancho de banda prohibida.

Una de las características más importantes de los semiconductores, es el valor de ancho de banda prohibida (E_g). La determinación de dicho valor se realiza a través de los espectros de transmisión (o absorción) en el intervalo visible y ultravioleta. La figura 2 muestra el porcentaje de transmitancia en el intervalo del espectro visible, donde las películas de CdS presentan un valor máximo de 80%.

Un procedimiento para obtener el valor de ancho de banda prohibida, considera el punto de inflexión cortado por una línea recta que se traza en una gráfica que indica los valores del producto del coeficiente de absorción (α) multiplicado por la energía de activación transmitida por el fotón ($h\nu$) a la película de CdS, elevado al cuadrado $(\alpha h\nu)^2$ en cm^{-1} , contra la energía del fotón $h\nu$ medida en eV.

La estimación del ancho de banda prohibida (E_g) se realizó para cada una de las muestras de CdS crecidas a diferentes tiempos y temperatura de 80° C.

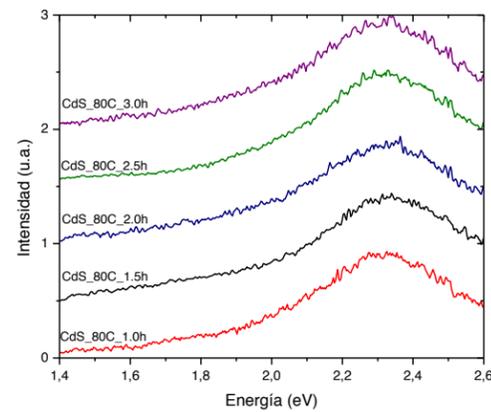


Figura 4. Espectro de fotoluminiscencia para el CdS crecido a 80° C.

Tabla 2. Estimación del ancho de banda prohibida para las muestras de CdS.

Muestra	Valor de E_g (eV)
CdS_80C_3.0h	2.38
CdS_80C_2.5h	2.29
CdS_80C_2.0h	2.29
CdS_80C_1.5h	2.33
CdS_80C_1.0h	2.29

Se realizaron mediciones de fotoluminiscencia, ya que esta es una herramienta básica para el estudio de propiedades ópticas y de la calidad cristalina de los materiales semiconductores. La emisión en las cercanías del umbral en el espectro de FL permite evaluar el ancho de la banda prohibida del material y el semiancho de esas bandas de FL nos da la información sobre la calidad cristalina de la muestra.

En la figura 4 se muestra el espectro de fotoluminiscencia para el CdS, todas las muestras presentan una banda ancha centrada en diferentes valores de energía entre los 2.2 eV y 2.4 eV, siendo esta señal la observada para emisiones de CdS. La señal del CdS es observada a longitudes de onda cortas, referida como banda verde, se puede encontrar en la literatura como posiciones centradas de diferente energía de 2.27 eV a 2.40 eV en un solo cristal y en películas delgadas policristalinas.

CONCLUSIONES

Las películas delgadas de CdS fueron obtenidas a 80° C por el método de baño químico (CBD). Las concentraciones nominales de cadmio y azufre fueron de 0,025 M y 0.05 M respectivamente, se realizaron variaciones de tiempo en los crecimientos del CdS que fueron de 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 y 3.0 horas. En el espectro UV-vis se observa que todas las muestras obtenidas presentan un borde de absorción en aproximadamente 520 nm siendo muy cercano a 517 nm, el cual es el valor reportado en la literatura para el CdS. Las muestras presentan un valor de ancha prohibida de entre 2.29 eV y 2.38 eV siendo 2.4 eV el valor de E_g para el CdS a temperatura ambiente. Estos resultados en base a sus propiedades ópticas muestran que las películas de CdS pueden ser utilizadas para aplicaciones fotovoltaicas.

BIBLIOGRAFIA

Libros

Gurevich, Y. and Meléndez G.M., (2010) Fenómenos de contacto y sus aplicaciones en celdas solares. Fondo de cultura económica Ed. p 3. México D.F.

Morales-Acevedo A.(2006), Thin film CdS/CdTe solar cells: Research perspectives, Sol. Energy 80, pp. 675.].

Sze S, 1981 Physical of Semiconductor Devices, New York, Wiley.

Artículos de revista

de Melo O., Hernández L., Zelaya-Angel O., Lozada-Morales R., Becerril M.(1994), Low resistivity cubic phase CdS films by chemical bath deposition technique. Núm.65, [pp. 1278].

Karl W. Böer. (2010). CdS enhances V_{oc} and fill factor in CdS/CdTe and CdS/CuInSe₂ solar cells, J App Phys. Núm.107, [pp. 023701].

Lugo, L.S., M.Y. Peña, R.M. Calixto, F.S. Messina, G.A. Álvarez, D.A. Vázquez.(2010), Indium sulfide thin films as window layer in chemically deposited solar cells. Thin Solid. Núm.550, [pp. 110-13].

RESISTENCIA A LA CORROSIÓN LOCALIZADA Y UNIFORME DE ACERO INOXIDABLE DÚPLEX Y SUPERDÚPLEX ENVEJECIDO TÉRMICAMENTE: PARTE I, CORROSIÓN LOCALIZADA DE ACERO INOXIDABLE DUPLEX 2205 Y SUPERDUPLEX ZERON 100

Miguel Ángel Rodríguez Rosales¹ y Marco Arturo García Rentería²

RESUMEN

Este trabajo consiste en el análisis del efecto de la presencia de la fase sigma, obtenida por tratamiento de envejecido a 850 °C, de los aceros inoxidable dúplex 2205 y superdúplex Zeron 100 en la resistencia a la corrosión localizada. Para este fin, se llevó a cabo el envejecido de los materiales por diferentes tiempos (5, 15 y 30 minutos) en el rango crítico de precipitación de fase sigma. Se realizaron metalografías por microscopía óptica convencional para verificar cualitativamente la presencia de la fase sigma. Las pruebas electroquímicas realizadas consistieron en evaluar la resistencia a la corrosión intergranular en una solución 4.2 % NaOH, siendo este medio utilizado en la industria de la pulpa y papel para el proceso de blanqueo. De los resultados se observó que a medida que aumenta el tiempo de permanencia del tratamiento térmico, incrementa súbitamente la sensibilización de los materiales, sin embargo se observó que el acero inoxidable superdúplex presenta mejor resistencia intergranular en tiempos cortos, pero el acero inoxidable dúplex presenta mejor resistencia a la corrosión intergranular a tiempo de exposición de 30 minutos.

ABSTRACT

This work consist on the analysis of the effect of the presence of the sigma phase, obtained by a treatment of aging at 850 ° C, of 2205 duplex stainless steel and Zeron 100 superduplex stainless steel in the resistance to localized corrosion. For this purpose, there was conducted an aged of these materials for different times (5, 15 and 30 minutes) in the critical range of sigma phase precipitation. Microstructures were obtained by optical microscopy to verify qualitatively the presence of sigma phase. Electrochemical tests were conducted to evaluate the resistance to intergranular corrosion in a solution with 4.2% NaOH, being this medium used in the industry for pulp and paper bleaching process. From the results it was observed that as time increase in the heat treatment, sensitization of these materials increase suddenly, however, it is noted that superduplex stainless steel has better intergranular resistance at short times, but duplex stainless steel present better intergranular corrosion resistance at exposure time of 30 minutes.

Palabras Clave: Acero inoxidable dúplex, Acero inoxidable superdúplex, corrosión intergranular.

INTRODUCCIÓN

Los aceros inoxidables dúplex (AID) y superdúplex deben su nombre a la coexistencia de las fases δ y γ en una relación aproximada al 50/50. Esta relación de fases es la que los hace muy atractivos para

¹ Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia; Carr. 57, km.5, C.P: 25710, Monclova, Coahuila, miguelsonik10@hotmail.com

² Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia; Carr. 57, km.5, C.P: 25710, Monclova, Coahuila, marcogarciarenteria@uadec.edu.mx

aplicaciones en medios agresivos donde se exige alta resistencia mecánica y a la corrosión. Dentro de sus cualidades en términos de propiedades mecánicas, la fase δ con alto contenido de elementos de aleación en solución sólida le provee una alta resistencia mecánica, mientras que la fase γ le proporciona una alta tenacidad al impacto [1]. Por otro lado, el alto contenido de Cr y Mo con una distribución elemental similar en ambas fases, además de la contribución del N en solución sólida en la fase γ , hace a los AID y AISD altamente resistentes a la corrosión general y localizada cuando la relación de fases δ/γ consiste de la deseada 50/50 [2]. Sin embargo, desde el punto de vista de la metalurgia, este alto contenido de elementos de aleación los hace susceptibles a la precipitación de fases que deterioran sus características al ser sometidos a tratamientos térmicos y termo-mecánicos, ya que dentro de sus aplicaciones principales, en particular la aleación 2205 la Zeron 100, como lo son la industria de la pulpa y papel, plantas de desalinación, industria química y petroquímica, recipientes a presión y ductos, se requiere de tratamientos termomecánicos, donde este proceso puede activar la precipitación de estas fases y alterar la morfología microestructural y la relación de fases δ/γ y con esto deteriorar la resistencia a la corrosión [3, 4]. En este contexto, la evaluación de estos materiales tratados térmicamente, resulta de interés para realizar correctamente un tratamiento termomecánico.

MÉTODOS Y MATERIALES

Se cortaron probetas de AID y AISD (1 x1.5 x 1 cm) en condición de laminado y en condición de fundición respectivamente, posteriormente se introdujeron a la mufla a una temperatura controlada de 850 °C con tiempos de permanencia de 5, 15 y 30 minutos permitiendo su enfriamiento hasta temperatura ambiente al aire para ser comparadas con los metales base (MB). La composición química de los MB se muestra en la Tabla 1. Para el análisis en el microscopio óptico (MO), se llevó a cabo una preparación metalográfica convencional de las diferentes probetas tratadas térmicamente y del metal base. Para revelar la microestructura se usó ataque electrolítico en una solución acuosa al 30 % KOH, 6 V y tiempos de 5 a 9 segundos. El estudio realizado se basó en el análisis cualitativo de las estructuras obtenidas en términos de distribución de fases.

Tabla 1. Composición química de los materiales base en porciento en peso.

Material	C	P	Si	Ni	Cu	N	Mn	S	Cr	Co	Mo	Fe
2205	0.016	.002	0.40	5.72	0.15	0.17	1.37	0.001	22.420	0.240	3.130	Bal.
ZERON 100	0.035	.021	0.816	6.62	0.85	0.21	1.35	0.007	23.94	0.22	4.16	Bal.

La caracterización del comportamiento electroquímico se llevó a cabo en las muestras metálicas que se embobieron en resina epóxica, conectando un alambre de cobre en la cara posterior de la muestra para hacer la conexión eléctrica y formar la celda electroquímica convencional de tres electrodos y determinar el grado de sensibilización (GDS) para un análisis como se muestra en la Figura 1.

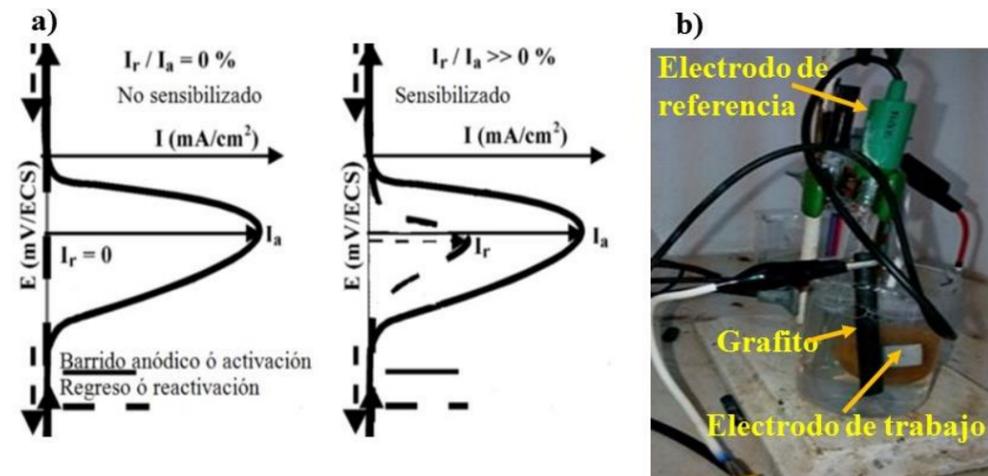


Figura 1. Prueba de resistencia a la corrosión intergranular. a) Metodología de análisis de las curvas DL-EPR, b) disposición experimental de la celda electroquímica convencional de tres electrodos.

Las muestras de AID y AISD se utilizaron 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 desbastó con papel de carburo de silicio hasta una granulometría 1200, se enjuagaron con agua y se desengrasaron con acetona. Para determinar el GDS, se utilizó la técnica de reactivación electroquímica potenciocinética de doble ciclo (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, como se muestra en la Figura 1a. Se utilizó como electrolito una solución acuosa 3 % NaOH abierto al aire y $30 \pm 1^\circ \text{C}$. Las pruebas se realizaron en superficies con áreas aproximadas a $1.5 \times 0.7 \text{ cm}$. La polarización potenciodinámica se llevó a cabo de forma cíclica desde el potencial de circuito abierto hasta 600 mV vs Ag/AgCl con una velocidad de barrido de 1 mV/s utilizando un equipo Potenciostato/Galvanostato Gill ACM. La celda electroquímica se muestra en la Figura 1b. Posterior a la prueba de DL-EPR, las muestras se analizaron en el MO para observar el daño y localizar las regiones donde este ocurrió.

RESULTADOS

De los resultados de este trabajo puede observarse que es evidente la diferencia en la microestructura de los MB en condición de llegada como se observa en las Figuras 2 y 3, donde la distribución de fases primarias austenita y ferrita es aproximadamente 50/50, típico en estos materiales, sin embargo el efecto del tratamiento térmico también es apreciable en este sentido, ya que en la microestructura del AID 2205, se observa que consiste de láminas alternas de las fases austenita (blanca) y ferrita (coloraciones marrones y cafés), mientras que en el AISD, la microestructura consiste de la precipitación de fase austenita a manera de islas en una matriz ferrítica. En la identificación de la fase sigma, puede observarse con la técnica de MO que la coloración de la matriz ferrítica se torna más marrón a las interfaces ferrita-austenita, lo que es indicio de la presencia de fase, sin embargo, es complicado cuantificar su densidad volumétrica en el material, pero mediante las técnicas electroquímicas puede observarse su efecto.

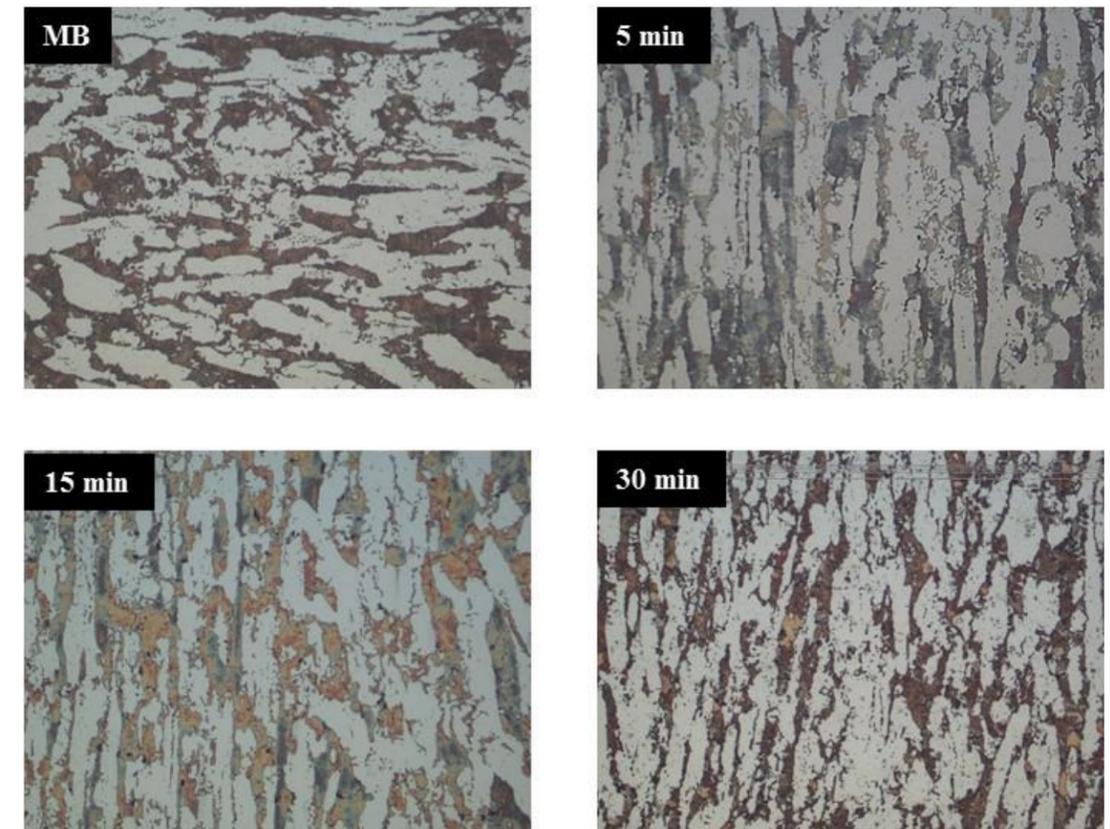


Figura 2. Microestructuras obtenidas con y sin tratamiento térmico del AID 2205. Adquiridas a 200X.

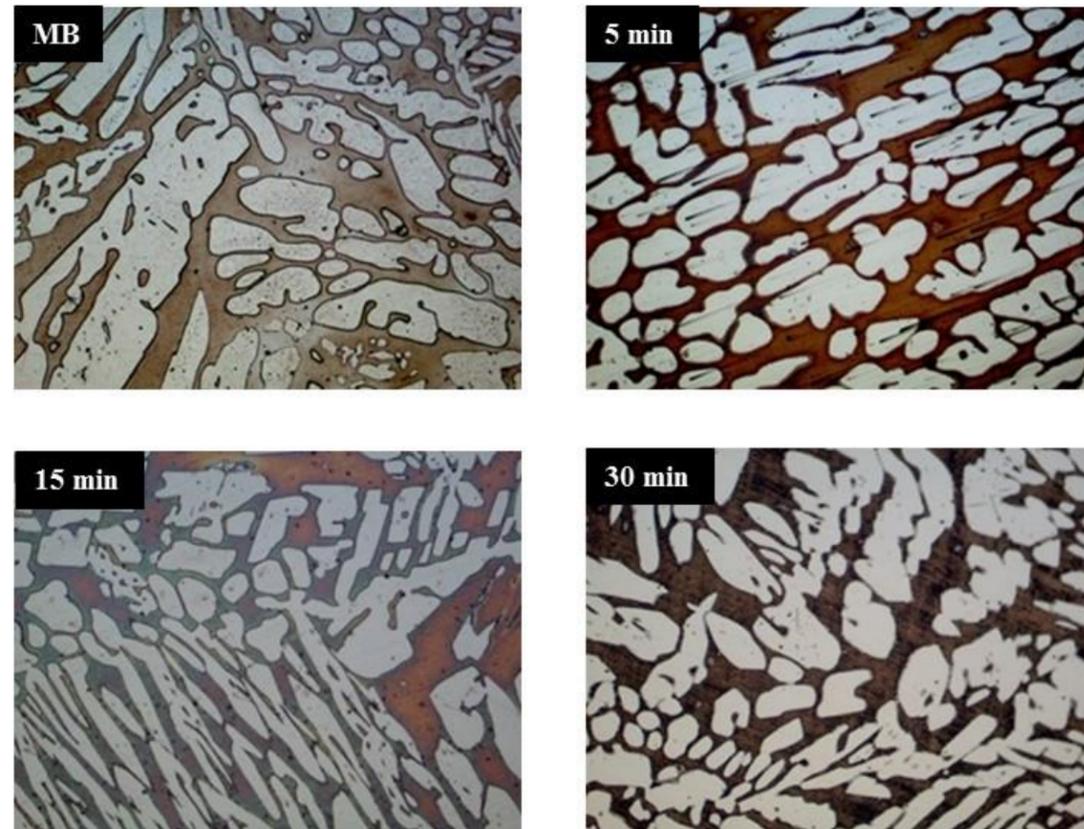


Figura 3. Microestructuras obtenidas con y sin tratamiento térmico del AISD ZERON 100. Adquiridas a 200X.

Las curvas de polarización anódica obtenidas de las pruebas DL-EPR se muestran en las gráficas de la Figura 4. Se observa de este análisis que el AISD, Figura 4 b, presenta una corriente de activación superior que el AID, Figura 4 a, este efecto puede atribuirse a que la heterogeneidad en composición química es mayor en el AISD debido a su condición de fundición, mientras que en el AID fue sometido a un proceso de homogenización, deformación en caliente y un posterior revenido de acuerdo a su historial metalúrgico.

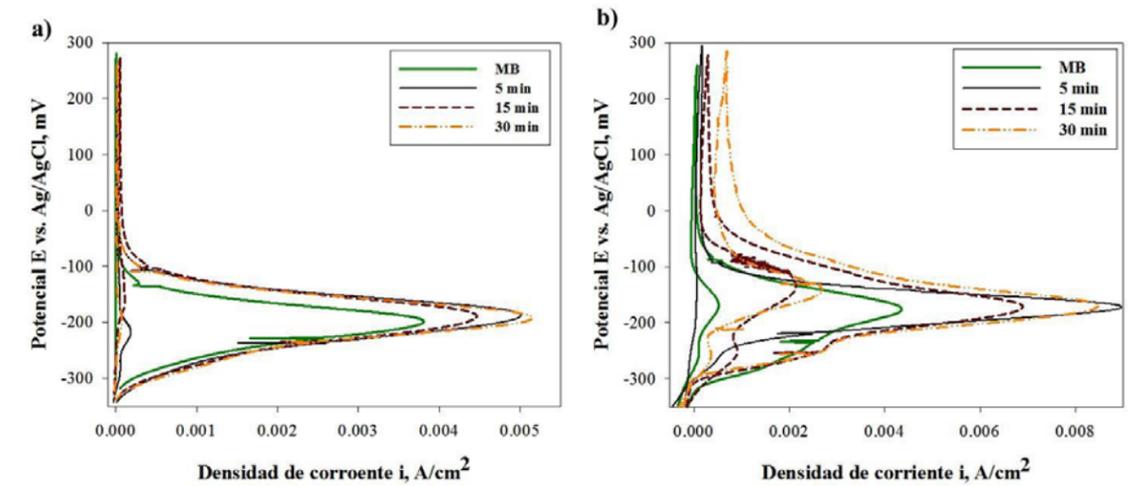


Figura 4. Curvas DL-EPR obtenidas de los materiales base y tratados térmicamente. a) AID, b) AISD. De las gráficas anteriores además se aprecia en las curvas DL-EPR, que el AID tratado térmicamente por 30 minutos muestra una recuperación sustancial en términos de resistencia a la corrosión intergranular, que puede ser atribuible a que el incremento de fase sigma agota el Cr disponible en los límites de grano de la matriz ferrítica sobresaturada, sin embargo este efecto debe ser analizado a mayor profundidad. La gráfica de la Figura 5 muestra los resultados de la relación I_r/I_a que corroboran que el incremento en el tiempo de permanencia a 850 °C se refleja en el deterioro en la resistencia a la corrosión de las muestras tratadas térmicamente, excepto la muestra de 30 minutos de permanencia.

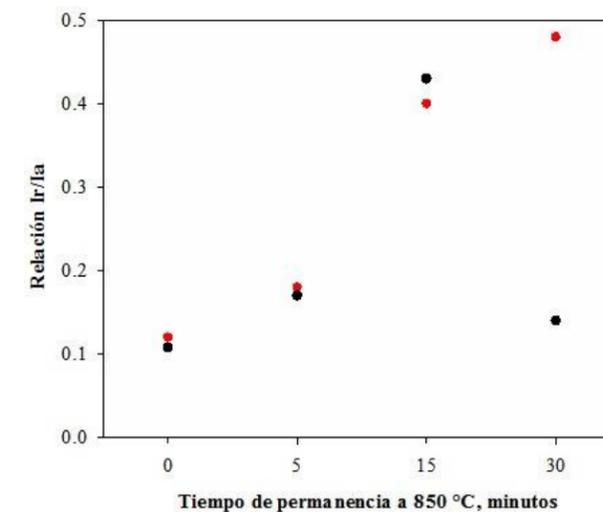


Figura 5. Relación I_r/I_a que determinan la susceptibilidad a la corrosión intergranular.

CONCLUSIONES

Del presente trabajo se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- La diferencia microestructural entre los dos materiales es evidente y fácil de identificar mediante la técnica de caracterización por MO utilizada.
- Mediante la técnica de DL-EPR puede observarse el daño en las propiedades de resistencia a la corrosión intergranular por la presencia de la fase sigma.
- Es necesario realizar un estudio más profundo para establecer el mecanismo por el cual disminuye la susceptibilidad a la corrosión intergranular del AID 2205.

BIBLIOGRAFIA

- [1] K.H. Lo, C.H. Shek, J.K.L. Lai, Recent developments in stainless steels, *Materials Science and Engineering R*, 65 (2009) 39s-104s.
- [2] I. Alvarez-Armas, S. Degallaix-Moreuil, *Duplex Stainless Steels*, John Wiley & Sons, 2009.
- [3] K.W. Chan, S.C. Tjong, Effect of secondary phase precipitation on the corrosion behavior of duplex stainless steels, *Materials*, 7 (2014).
- [4] R.N. Gunn, *Duplex stainless steels: Microstructure, properties and applications*, Woodhead Publishing LTD, 1997.

ESTUDIO DE CASO DE NEGOCIO PARA EVALUAR EL USO DE RACKS ESTÁTICOS EN CONTRA DE RACKS DINÁMICOS EN UN ALMACÉN DE MATERIAL PRODUCTIVO

Marco Antonio Romero García¹ y Rocío Edith Rodríguez Gutiérrez²

RESUMEN

Los racks como sistema de almacenamiento en estanterías metálicas permiten almacenar productos almacenados en altura, razón por lo que existen varios usos en dichas estructuras, pero ¿conocemos con certeza el material productivo a almacenar?, ¿Nuestro inventario requiere una rigurosa rotación de entrada y salida de material productivo?, ¿Se cuenta con edificio óptimo para la instalación de racks?.

El objetivo del estudio de este caso de negocio es analizar el proceso de implementación de infraestructura racks dinámicos y conocer los resultados que conllevan su instalación. Una vez mencionado lo anterior existen varios tipos de racks que de acuerdo a las características del material productivo y a su tipo de almacenamiento deben ser considerados como la mejor opción. Todos los racks comparten el mismo objetivo en cuanto a eficiencia: la reducción de espacio, tiempos y movimientos dentro de un almacén de material productivo. Como objetivo del proceso de almacenamiento para material productivo tenemos reducir los costos de operación y aumentar el almacenamiento por altura. Para obtener beneficios hacia el cliente es necesario un proyecto de planeación, adquisición de sistema y equipos de manejo para almacenamiento de material productivo. Esta investigación comprende las características de los sistemas de almacenamiento en estanterías metálicas estáticas (racks estáticos) y móvil (racks dinámicos), la cual describe las especificaciones, diseño e implementación de los racks.

Posteriormente detallamos un cronograma de actividades, que describe las acciones y a su vez un periodo estimado para llevar a cabo el estudio de implantación de racks. Como estudio de negocio e implementación del sistema de almacenamiento en racks dinámicos, obtenemos los siguientes resultados: eficiencia en distribución, maximizar la capacidad de respuesta y reducción de costos.

ABSTRACT

Racks and storage system on metal shelves allows you to store palletized products in height, that is the reason there are several uses in those structures. Do we certainly know the material productive to be stored? Does our inventory require a rigorous rotation in and out of productive material? Do we have optimal building for installing any rack?. The objective of this business case is to get the analysis of dynamic racks implementation process and know the results of this implementation. After the above described there are several types of racks that according to the production material characteristics and storage type are considered like best option. All rack have the same goal in terms of efficiency: reduction of space, time and movement within a warehouse of production material. The objectives of storage processes for production materials is to reduce operating costs and increase storage height. To get benefits to users or clients it is necessary an analysis planning, system acquisition and handling equipment storage of productive material. This business case include the static storage systems characteristics in metal shelving (static racks) and mobile (dynamic racks), which describes the specification, design and implementation of the racks. Then we analyzed the activities that describe actions and the estimated periods to get the implementation of project racks in a warehouse of production

¹ Instituto Tecnológico de Querétaro, Ingeniería en Logística, Centeotl #13, Desarrollo San Pablo, C.P 76125, Santiago de Querétaro, Querétaro, marg.logistico@outlook.com

² Instituto Tecnológico Superior de Irapuato; Ingeniería en Logística; Carr. Irapuato – Silao km. 12.5; C.P 36821, Irapuato, Guanajuato. rocio.rodriguez@itesi.edu.mx

material storage system with dynamic racks, in order to obtain some results as follows: distribution efficiency, maximize responsiveness capacity and cost reduction.

Keywords: Warehouse, storage, static racks, dynamic racks, schedule and productive material.

INTRODUCCIÓN

Toda empresa que requiere un diseño nuevo para su almacén de material productivo requiere de conocimientos previos y acceso a la siguiente información: dimensión del material productivo, ubicación, equipo de manejo, capacidad de respuesta y reducción de costos.

Para una mejor planificación y estrategia una empresa o negocio detecta la necesidad de cambios de infraestructura en su proceso de almacenaje, la cual lleva a la interrogación de continuar con el mismo sistema o evaluar otros sistemas que aporten más beneficios a la empresa. Las empresas de giro industrial con sistema de almacenamiento en racks estáticos tienen menor aprovechamiento de almacenamiento del material productivo, que aquellos con sistema de almacenamiento en racks dinámicos ya que cuentan con mayor aprovechamiento de manejo logístico. Pero ¿Qué es un rack? “Un rack es una estructura de almacenaje sencilla y desmontable que se usa para conseguir una compactación máxima de almacenaje, cuando la mercancía, por sus características, no puede soportar el apilado en bloque”. (Vértice, 2010). Ahora bien, el proceso de estudio para evaluar el uso de racks estáticos en contra de racks dinámicos implica las características del edificio o almacén, obviamente depende de la naturaleza de los productos que la empresa tiene en almacenamiento, como también de las características del producto, número de unidades, objetivos de rendimiento, costos, peso, volumen, ancho, profundidad y limitaciones de altura. En las últimas dos décadas se utilizó por excelencia el sistema de almacenamiento en racks estáticos ya que fueron diseñados para facilitar y maximizar el almacenamiento de material productivo.

Por otra parte el uso de sistema de almacenamiento en racks dinámicos ha incrementado su popularidad en los últimos años debido a su estricto control de stock (PEPS) que significa: Primeras Entradas, Primeras Salidas; además la reducción de pasillos, maniobras de personal y equipo para almacenamiento de material productivo. Con todo lo anterior continuamos con el estudio para evaluar de manera óptima el uso adecuado de los tipos de sistemas de almacenamiento en estanterías metálicas asociado a las necesidades del cliente en elección e implementación de un sistema de almacenamiento en estanterías metálicas para un almacén de material productivo o de producto terminado. Para tener más claro la noción del estudio se realizó un análisis que comprende la importancia de cada actividad, cuando se relacionan ambos sistemas de estantería metálica para la planificación en cambios de estructura en la infraestructura de almacenaje.

MARCO TEÓRICO

Almacén: “Es una área física que cumple determinados requisitos y que, organizada de manera lógica y sistemática, se destina a la recepción, aceptación, custodia, conservación y distribución o de los bienes que van a emplearse para la producción o el servicio”. (Villarreal, 2012). Para que todo almacén sea productivo es necesario que todo lo que almacene esté de manera ordenada. Para tomar una decisión del tipo de estantería a implementar primero se debe realizar un estudio que contemple una serie de factores, como son: productos a almacenar, características, medidas, y peso. Si se cuenta con un espacio limitado, la mejor opción para almacenamiento es productos paletizados en altura. No obstante se debe considerar los medios de manipulación de material productivo para este tipo de almacenamiento. El suelo con el que se cuenta dentro del almacén es una buena consideración ya que de esto depende el tránsito por él, así como el manejo de los equipos o medios de manipulación sobre los productos. El rendimiento de la estructura de una estantería se obtiene por el número de alvéolos que contiene. Se define alvéolo como “los huecos que hay en las estanterías para colocar palets o unidades de carga”. (Fernández, 2015).

Existen dos tipos de sistemas de almacenamiento en estanterías metálicas: 1) almacenamiento estático y 2) almacenamiento móvil dinámico. El Almacenamiento estático, es utilizado en estanterías que pueden ser paletizados o no (racks) las cuales son estanterías que se ajustan a los palets, es el sistema por excelencia a nivel internacional para material productivo o producto terminado, sus ventajas son: accesibilidad, adaptación, facilidad de distribución y control de stock con restricciones. Ahora bien existe el almacenamiento estático compacto para palets: (Drive-in y Drive-Through), este tipo de estanterías permite el almacenaje en bloque, que tiene la ventajas de ser eficiente para productos unitarios, almacena gran cantidad de producto, además no cuenta con travesaños, gracias a esto puede introducirse el montacargas en el interior.

El Almacenamiento dinámico, es utilizado para mercancías que requieren una rotación perfecta, por supuesto el flujo de stocks funciona bajo los siguientes criterios “Primeras Entradas, Primeras Salidas” (PEPS) o “Últimas Entradas Primeras Salidas” (UEPS). ¿Cómo es que funciona las estanterías o racks dinámicos? Bueno para eso es necesario caminos de rodillos donde se ubicarán palets o las cajas. Los rodillos se instalan, con una ligera inclinación para con ello permitir el desplazamiento de los palets, a su vez tiene un sistema de frenado para controlar la velocidad de las cargas y en los extremos se colocan topes para restringir el paso de las mercancías fuera de la estantería. Sus ventajas son: estricto orden en rotación de productos, aceptado para productos perecederos o alta rotación, como desventaja se encuentra su elevado costo contra otras opciones de almacenamiento.

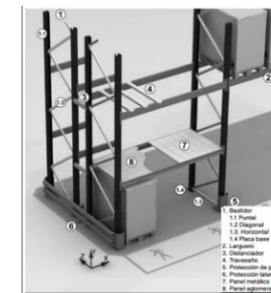


Figura 1. Componentes de racks estáticos (FERNANDEZ, G. 2009)

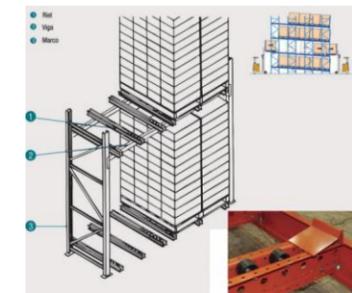


Figura 2. Componentes de racks dinámicos

Con lo anterior comprendemos las clasificaciones de sistemas de almacenamiento estático y dinámico, pero debemos tener en cuenta una parte fundamental y son los equipos para el manejo de material productivo en almacén. Estos equipos de manejo de material productivo abarcan un amplio grupo de funciones y soluciones, que de acuerdo a las necesidades se determina el grado de solución. Por ejemplo: tamaño de carga, propiedades del material, tipología, dimensiones y por último la capacidad de inversión. “Existen 3 grandes grupos de equipos para el manejo de materiales, a conocer: transporte horizontal, elevación y Picking”. (Mora, 2011).

La clasificación de grupos de equipos es para determinar en qué área del almacén tienen mayor impacto en cuanto a desempeño y funciones. La parte fundamental del estudio de este caso es el análisis de la funcionalidad de racks estáticos y dinámicos, por la cual trabajamos con los “Equipos de transporte de Elevación”, teniendo en cuenta que son el tipo de montacargas que por su volumen y características del equipo obtiene un mayor desempeño en el despacho de material productivo.

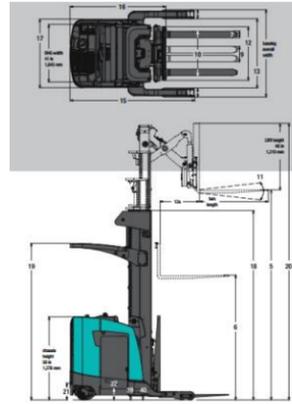


Figura 3. Montacargas retráctil de pantógrafo (MITSUBISHI, 2015)



Figura 4. Montacargas Apilador con operador sentado (HYSTER, L. (2015))

MÉTODOS Y MATERIALES

La investigación de campo se realizó acudiendo en busca de información acerca de los parámetros para implementar un sistema de almacenamiento de material productivo en racks dinámicos y sustituir el sistema de almacenamiento de racks estáticos, que actualmente se ocupa en dicho lugar. La empresa es de giro automotriz y su material productivo es de rotación alta. Además cuenta con equipos para el manejo de material productivo. Sin embargo con la implementación del sistema de almacenamiento de racks dinámicos y la idea de maximizar el almacenamiento por altura, requiere de equipos capaces de maniobrar en conjunto con las propiedades y dimensiones de los racks dinámicos. Ejemplo están los montacargas (Fig. 3, Fig. 4), los dos forman parte del grupo de transporte por elevación, pero con diferencias entre ellos. El montacargas retráctil de pantógrafo, es útil cuando se realiza almacenamiento en racks dinámicos por gravedad, teniendo en cuenta la limitación de la altura y que requiere de cuidado en el manejo en el último nivel.

En un sistema de estantería de racks dinámicos es fundamental cambiar toda la flota de montacargas, pero eso eleva el presupuesto para la implementación de un sistema de almacenamiento de estantería metálica móvil, además de la capacitación para uso de buenas prácticas de montacargas en almacén, es por eso que la empresa de giro automotriz tiene como objetivo seguir operando con montacargas apiladores con operador sentado, teniendo en cuenta que su flota se compone en su mayoría de este tipo de montacargas, además ofrece manejo de material para todo sistema de almacenamiento en general. En la visita a la empresa automotriz se da a conocer de acuerdo a la naturaleza del producto, el por qué es conveniente utilizar un sistema de almacenamiento en racks dinámicos por gravedad, contra un sistema de almacenamiento en racks dinámicos motorizados.

Por simplicidad y menor costo tiene mejores rendimientos el sistema de almacenamiento en racks dinámicos por gravedad. Parte del análisis fue comprender el comportamiento en cambios de estructura racks en un almacén de material productivo, la cual incluye actividades y tiempos, que son obtenidos en base a la información de: material productivo, sistema de almacenamiento y equipo de manejo. Un cronograma es un documento que contiene una tabla, gráfica o diagrama del plan de trabajo para planificar como distribuir el tiempo total que se dispone en las actividades que se deben llevar a cabo. (Lejavitzer, A. 2002). En nuestra visita guiada a la empresa automotriz, comprendimos la funcionalidad de implementar un sistema de almacenamiento de racks dinámicos, además de que no es el único sistema de almacenamiento de estantería metálica móvil con que cuenta la empresa de giro automotriz. Esto fue una mejora al sistema de almacenamiento de material productivo. Una parte muy importante fue la de planificación de las actividades que conlleva realizar todo el estudio de esta investigación.

RESULTADOS

En la Tabla 1, se aprecian las actividades y el tiempo estimado en el cambio de estructura de racks en un almacén de material productivo. El principal objetivo de analizar las actividades necesarias para llevar a cabo el cambio de estructura en un almacén de material productivo es visualizar de manera gráfica y progresiva todas las actividades relacionadas y los tiempos establecidos, además de incorporar a la planeación, las posibles demoras u observaciones que aceleren o retengan el proyecto de cambio de estas estructuras en un almacén de material productivo. Por otra parte, debemos considerar que las actividades relacionadas con este proceso requieren de una gran responsabilidad por parte del área de almacén porque involucra al material productivo, el almacén mismo y el equipo para manejo de materiales dentro de éste y de las líneas de producción.

Tabla 1. Análisis de actividades en cambios de estructura de racks en un almacén de material productivo



Actividad del Proyecto*	Semanas	CRONOGRAMA DEL PROYECTO																											
		M1				M2				M3				M4				M5				M6				M7			
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	
1 Planeación cambio de estructura "racks estáticos a racks dinámicos"	8																												
7 Desarrollo de especificaciones para racks dinámicos	10																												
9 Análisis de Costos y Tiempos, para la instalación de nuevo sistema de almacenaje	8																												
14 Emitir LayOut y especificaciones racks dinámicos	10																												
17 Realizar estudio de Proveedores	8																												
25 Aprobación de Proyecto y selección de Proveedor	3																												
26 Búsqueda interna o externa para almacenamiento de la mercancía	4																												
29 Reubicación de mercancía del actual sistema "racks estático" de almacenaje	1																												
32 Desarrollo "Desinstalación de Almacén racks estáticos"	2																												
34 Desarrollo Instalación de racks dinámicos por parte del proveedor y Dpto. de Almacén	3																												
36 Documentación para Nuevos Montacargas con dicho sistema de almacenaje	3																												
39 Nueva Reubicación de mercancía actual a sistema "rack dinámico" de almacenaje	4																												
42 Acondicionamiento de almacén temporal	1																												

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

En el estudio del caso de negocio para la evaluación de los dos tipos racks estáticos contra dinámicos, comprendí que la relevancia de llevar a cabo un cambio de estructura racks en un almacén de material productivo consiste en realizar un análisis de efectos o consecuencias del cambio de las estructuras en racks en un almacén de material productivo. Comprendo que la información detallada del análisis sirve de referencia para tomar decisiones en cuanto a los beneficios posibles en distintos tipos de almacén. Se requiere del conocimiento de la naturaleza del producto, parte que es fundamental para la elección tanto como de infraestructura de almacén como de estructura de los componentes.

Por último los procesos de modificación dentro de la empresa u organización requieren planificación de las operaciones y el análisis de su implementación, actividades que se realizan en el área de almacén en mayor porcentaje; añadiendo otras áreas, tales como: Producción, Compras y Planeación en un porcentaje considerable. Comprendo la relevancia de obtener resultados eficientes y eficaces en los cambios de estructura y más cuando de ello dependen varias áreas, hago hincapié que todas son importantes sin embargo en el área de almacén es crítico si se cuenta con el material productivo o no, digamos que es el estómago de un ser humano como función. Con este análisis resolvemos las primeras preguntas realizadas en el artículo, seleccionar el tipo de rack de acuerdo a nuestras necesidades y capacidades, como también el procedimiento pertinente para realizar dichos cambios de estructura de racks en un almacén de material productivo.

BIBLIOGRAFÍA

FERNÁNDEZ, M. (2015). *Operaciones auxiliares de almacenaje*, España: Paraninfo.

LEJAVITZER, A. (2002). *Aprender a investigar: Como elaborar trabajos escolares y tesis*, México: Santillana.

MAULEON, M. (2013). *Sistemas de Almacenaje y Picking*, Madrid: Diazdesantos.

VÉRTICE. (2010). *Aprovisionamiento y almacenaje en la venta*, Málaga: Editorial Vértice.

VILLARROEL, S. (2012). *Gestión de pedidos y stock*, España: Aula Mentor.

FERNÁNDEZ, G. (2009). "Almacenamiento en estanterías metálicas" en *Notas Técnicas de Prevención*, No 852, pp. 1-9. Consultada en <http://www.inshtWeb/Contenido/Fichas/Tecnicas/NTP/Ficheros/821a921/852%20web.pdf> (fecha de consulta 15-06-2016).

HYSTER, L. (2015). "Apiladores Telescópicos" en *Vision general de los productos, R1.4-2.5 – Apilador Reach Stacker*, pp. 1. Consultada en <http://www.hyster.com/latin-america/es-mx/rango-de-productos/estivadores/r1.4-2.5/> (fecha de consulta 24-06-2016).

MANUFACTURAS, J. (2016). "Racks" en *JMM Manufacturas. Catálogo*, pp. 4. Consultada en <http://www.jmm.com.mx/img/racks.pdf> (fecha de consulta 15-06-2016).

MITSUBISHI. (2015). "3,000-4,500 lb. De capacidad montacargas retráctil de pantógrafo sencillo y profundo" en *MITSUBISHI FORKLIFT TRUCKS, recursos, Product brochure – English Download*, pp. 4. Consultada en <http://www.mefa.com/~media/mefa/sites/portal/files/forklifts/mitsubishi-forklifts/sales-literature/mft-ii-esr15n2-edr18n2-spanish.pdf> (fecha consultada 24-06-2016).

PROTOTIPO DIDÁCTICO PRENSA-TROQUEL (DISEÑO)

Edgar Iván Romero Pacheco¹ y Julio Rojo Hernández²

RESUMEN

La globalización de los mercados hoy en día, obligan a las empresas a estar en un proceso de mejora continua para ser competitivas. En este proceso de mejora continua la implementación de tecnologías como moldes y troqueles juega un papel muy importante a la hora de ser competitivo. Por otra parte hay que recordar que México es un país con muchas industrias que requieren de esta tecnología para funcionar. Sin embargo no es potencia en el desarrollo de la misma. Este proyecto va dirigido a los alumnos de la Universidad Politécnica de Querétaro. Para darles a conocer los principios básicos de diseño y manufactura de troqueles con el fin de promover el estudio y desarrollo de esta tecnología.

ABSTRACT

This paper shows the importance of developing technologies die in Mexico. It also shows the steps for the design and manufacture of a prototype educational media and materials to have a functional and high quality product. This project is aimed at students of the Polytechnic University of Queretaro. To introduce them to the basic principles of design and manufacturing of dies in order to promote the study and development of this technology.

Palabras Clave: troquel, prensa, matriz, troquelado.

INTRODUCCIÓN

México es un país donde la manufactura es una de sus principales actividades económicas, por lo que es vital que desarrolle tecnología en distintas áreas, una de esas áreas es en herramientas para procesos sin arranque de viruta.

Este trabajo trata de dar conocimiento básico para el diseño y manufactura de troqueles para impulsar el desarrollo de dicha tecnología bajo los siguientes objetivos:

Objetivo general

Diseñar y manufacturar un prototipo didáctico de prensa mecánica y troquel, aplicando los principios de ingeniería para el desarrollo de tecnologías de manufactura.

Objetivos específicos

¹ UPQ, Ingeniería En Tecnologías de Manufactura, Carretera Estatal420 S/N, El Rosario, 76240 Qro. 014013921@upq.edu.mx

² UPQ, Ingeniería En Tecnologías de Manufactura, Carretera Estatal420 S/N, El Rosario, 76240 Qro. julio.rojo@upq.mx

Aplicar las ciencias físico-matemáticas, la tecnología en diseño asistido por computadora y los conocimientos en procesos primarios de manufactura. Para el diseño y elaboración de un prototipo didáctico prensa-troquel. Haciendo énfasis en como este tipo de tecnología es vital para satisfacer las demandas actuales de productos.

México es un país manufacturero y muchos de estos procesos se llevan a cabo con troqueles. Sin embargo, México no es líder en el desarrollo de dicha tecnología. Por consecuencia los herramientas se importan de países como china.

Por esta razón, también se pretende dar a conocer mediante la exposición de prototipos, los principios básicos de diseño y construcción de herramientas para procesos de manufactura sin arranque de viruta. Esto con el fin de promover la importancia de que México incursione en el desarrollo de esta tecnología.

MARCO TEORICO

¿Qué es un troquel?

El troquel o matriz es un instrumento o máquina de bordes cortantes para recortar o estampar, por presión, planchas, cartones, cueros, láminas, etc. El troquelado es, por ejemplo, una de las principales operaciones en el proceso de fabricación de embalajes de cartón.

Tipos de troqueles

Simple (de una estación o un paso)

Estos troqueles permiten realizar solamente una operación en cada golpe de la prensa, son de baja productividad y normalmente es necesario el uso de otros troqueles para poder concluir una pieza y considerarla terminada. Se utilizan para fabricar piezas sencillas como arandelas, accesorios y pequeñas partes para electrodomésticos.

Compuestos (de dos o tres estaciones o pasos)

Son herramientas que permiten aprovechar la fuerza ejercida por la prensa realizando dos o más operaciones en cada golpe y agilizando el proceso. Generan mayor productividad y se utilizan para conformar lavaplatos, utensilios, recipientes, partes de estufas... etc.

Progresivos (múltiples estaciones o pasos)

Son troqueles complejos y de gran desarrollo, también llamados matrices progresivas. Constan de, incluso, decenas de etapas o pasos, en cada uno de ellos se modifica la lámina con una secuencia establecida por el diseñador (secuencia de corte), de tal manera que al final se obtiene una o varias piezas terminadas.

Componentes de un troquel

Base superior (parte móvil)

Tiene la misión de contener en su superficie todas las placas y elementos que sostienen los punzones del troquel, está anclada al martillo o ariete de la prensa, que la inmoviliza y fija durante todo el proceso de trabajo.

Base inferior (parte fija)

Es el elemento sobre el cual van montados todos los componentes que hacen parte de la matriz, y a su vez, está sujeta fuertemente en la bancada de la prensa durante la fase de trabajo.

Placa pisadora

Durante el movimiento descendente del troquel, la placa pisadora presiona la lámina dejándola inmovilizada antes de que los punzones lleguen a tocarla y mientras penetran el material y lo transforman.

Punzones

Los punzones, también conocidos como 'machos', tienen por objeto realizar las máximas transformaciones en la lámina (cortar, doblar, embutir, acuñar, extrusiones, etc...), a fin de obtener piezas con una calidad acorde a las medidas requeridas, hay tantos tipos de éstos como variantes del troquelado.

MATERIALES Y METODOS

Para el diseño y la construcción del prototipo didáctico prensa-troquel se utilizaron 3 tipos de materiales todos elegidos por sus diversas propiedades y de acuerdo al requerimiento del diseño.

Aluminio

El aluminio es un elemento químico, de símbolo Al y número atómico 13. Se trata de un metal no ferromagnético. Es el tercer elemento más común encontrado en la corteza terrestre. Los compuestos de aluminio forman el 8 % de la corteza de la tierra y se encuentran presentes en la mayoría de las rocas, de la vegetación y de los animales.

Este material fue utilizado para la elaboración de las placas del prototipo, esto debido a que su fácil mecanizado y resistencia a la corrosión nos ayuda a una fácil manufactura y la conservación óptima del prototipo por mucho tiempo.

Acero

El término acero sirve comúnmente para denominar, en ingeniería metalúrgica, a una mezcla de hierro con una cantidad de carbono variable entre el 0,03 % y el 2,14 % en masa de su composición, dependiendo del grado.

Este material fue utilizado para la fabricación del excéntrico, los postes guía y la matriz-punzón. Esto debido a que dichos componentes están sometidos a constantes rozamientos y esfuerzos que si no tienen la dureza necesaria pueden comprometer su integridad y a su vez el funcionamiento del dispositivo entero.

Bronce

Bronce es toda aleación metálica de cobre y estaño, en la que el primero constituye su base y el segundo aparece en una proporción del 3 al 20 %. Puede incluir otros metales.

Este último material fue utilizado para la manufactura de los bujes usados en las partes con rozamientos del prototipo.

El bajo coeficiente de fricción de este metal nos permite tener un deslizamiento suave de las partes móviles del prototipo además de reducir el desgaste en los componentes móviles.

Resultados de diseño

Se generó un diseño en el software CAD solidworks, así como planos de fabricación bajo la norma ASME Y14.5 con tolerancias geométricas y dimensionales en cotas críticas.

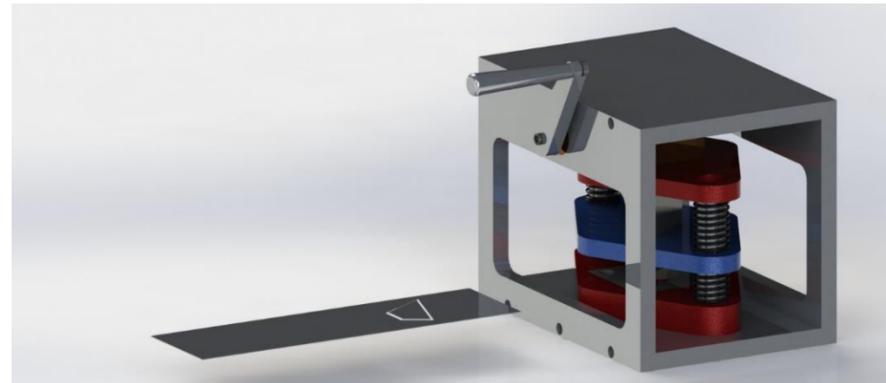


Figura 1. Imagen digital de diseño en CAD prototipo prensa-troquel y pieza a obtener

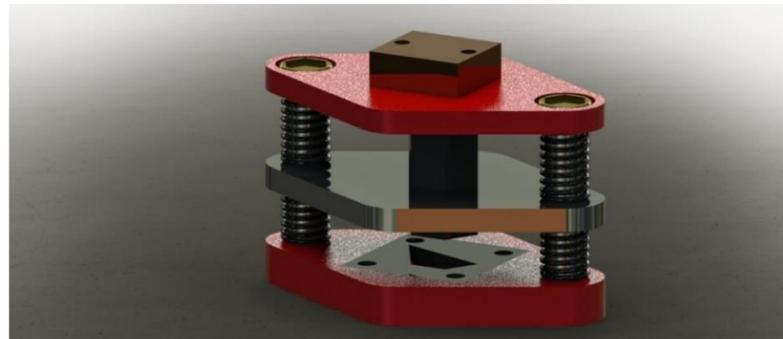


Figura 2. Imagen digital de diseño en CAD troquel

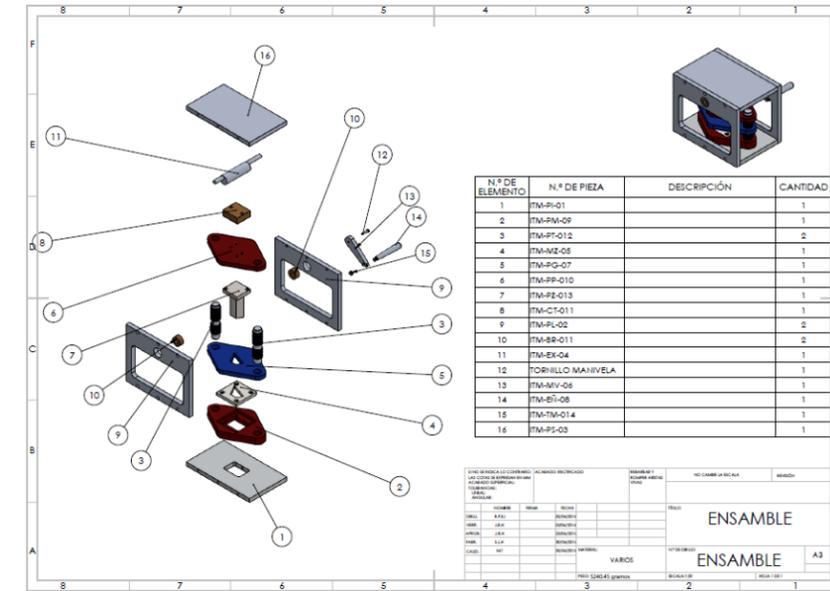


Figura 3. Plano de ensamble bajo la norma ASME Y14.5.

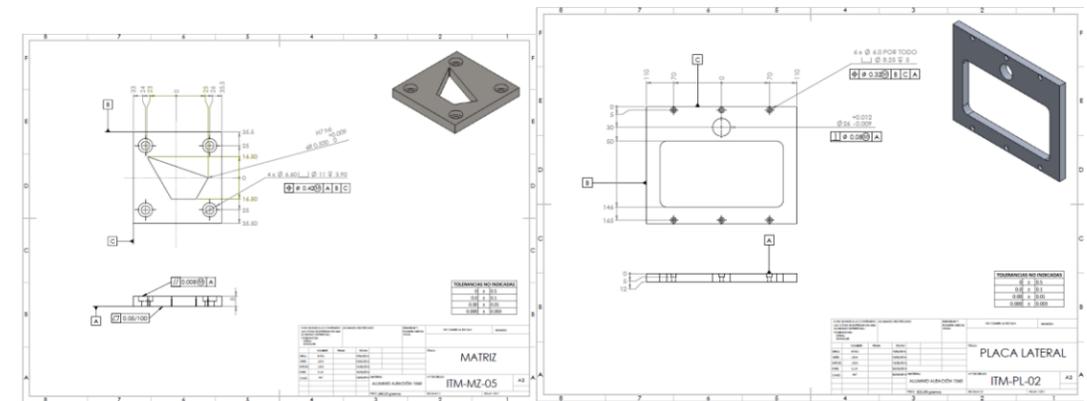


Figura 4. Plano de pieza bajo la norma ASME Y14.5 con GD&T en cotas críticas.

CONCLUSIONES

Al diseñar el prototipo prensa troquel nos pudimos dar cuenta de la importancia que tienen las GD&T ya que de estas depende la calidad del ensamble y del producto final.

Además descubrimos que el diseño de un prototipo de esta índole tiene que hacerse de manera meticulosa ya que la mayoría de las piezas tiene tolerancias muy cerradas y cualquier falla repercute en el mal funcionamiento del dispositivo.

BIBLIOGRAFIA

DNIEL E. PUNCOCHAR. (1997). Interpretation of geometric dimensioning and tolerancing, New York :Industrial press Inc.

John G. Nee. (2010). Fundamentals of tool design 6th edition, Michigan: Society of Manufacturing Engineers.

ASME Y14.5 2009.

WaldemarHellwing, Proceso de fabricación sin virutas: Troquelado Séptima edición.

DETECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE COMPUESTOS VOLÁTILES PRESENTES EN LOS PULMONES

José Guadalupe Rubio Gutiérrez¹ y Emma Gutiérrez Quintanilla²

RESUMEN

En este trabajo se presenta el diseño para la detección de compuestos volátiles o nariz electrónica. Se muestran los componentes principales para una nariz electrónica, como son los sensores de gas y una tarjeta arduino para realizar la comunicación con los sensores y monitorear los gases en tiempo real. Como segundo paso con las señales adquiridas se procede a caracterizarlas para realizar identificación y conocer sus porcentajes de concentración en el aliento. Finalmente se plantea la posibilidad de utilizar este dispositivo como una solución de bajo costo para la medición de diferentes concentraciones de gases en el aliento humano y ver la posibilidad de detectar enfermedades respiratorias.

ABSTRACT

In this paper the design for the detection of volatile compounds or electronic nose is presented. The main components are shown for an electronic nose, such as gas sensors and an Arduino board for communication with sensors and monitor the gases emitted by the breath in real time. As a second step with the acquired signals proceeds to characterize them for identification and know their percentages of concentration in the breath. Finally the possibility of using this device as a low-cost solution for measuring different concentrations of gases in human breath and see the possibility of detecting respiratory diseases.

Palabras clave: Sensores de gases (Mq-7,Mq-8 y Mq-135), Arduino y enfermedades respiratorias

INTRODUCCIÓN

Recientes estudios han puesto de manifiesto el creciente impacto de las enfermedades respiratorias en la salud pública y en particular el aumento constante en la morbilidad y la mortalidad por causa de la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica. Esto refuerza la predicción de que en el año 2020 esta enfermedad será una de las causas principales de muerte en el mundo. Para el diagnóstico de la enfermedad se considera inicialmente el esfuerzo pulmonar, los antecedentes de tabaquismo, la disnea o fatiga, la presencia de tos, expectoración crónica y los signos exploratorios.

De la idea de emular el sistema olfativo con los sensores de gas nace el concepto de nariz electrónica, que se define como un instrumento que consta de una colección de sensores químicos, electrónicos y de caracterizar distintas mezclas de gases. Por otra parte una nariz electrónica es de gran utilidad para tomar una muestra gaseosa e identificarla y clasificarla. Esto significa que esta está compuesta por partes: la matriz de sensores que es el sistema de detección, el sistema electrónico que extrae los parámetros

¹ 1 Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Coordinación de Ingeniería Electrónica; Carretera Irapuato – Silao Km.12.5, C.P. 36821, Irapuato, Guanajuato, jose_r.gutierrez12@hotmail.com

² 2 Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Coordinación de Ingeniería Electrónica; Carretera Irapuato – Silao Km.12.5, C.P. 36821, Irapuato, Guanajuato, emgutierrez@itesi.edu.mx

fundamentales de la señal proveniente del sensor. Y el sistema a su vez está compuesto tres módulos, químico, electrónico y el software. La parte química es la que se refiere a acondicionar la muestra que se tenga y a la medición que realizan los sensores; la parte electrónica es la que se refiere al acondicionamiento de la señal eléctrica que se obtiene a la salida de los sensores y la parte del software es la que se refiere al reconocimiento de la señal

El objetivo general es diseñar un sistema de adquisición y caracterización de muestras volátiles para ayuda en la detección de enfermedades respiratorias.

MÉTODOS Y MATERIALES

La metodología de trabajo se presenta en el siguiente diagrama:

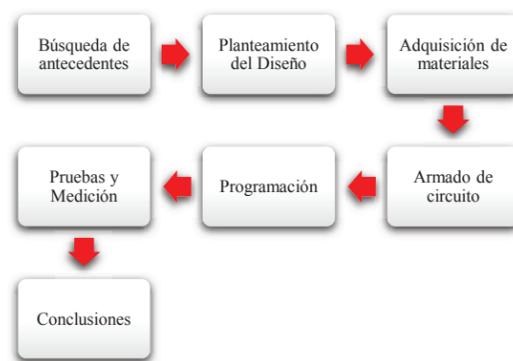


Figura 1. Diagrama de la metodología del trabajo

Se muestra en la figura 2, parte del diagrama esquemático con el sensor Mq-7 y en la figura 3 se muestra la simulación de este mismo sensor

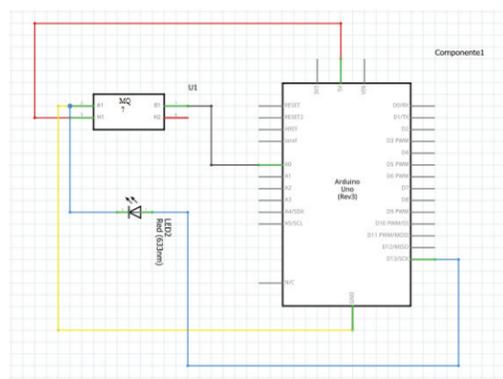


Figura 2. Diagrama del circuito Mq-7

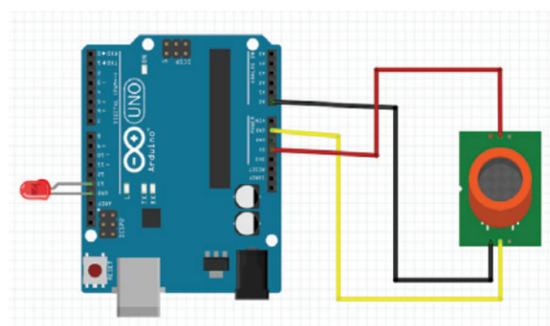


Figura 3. Simulación con el sensor Mq-7

Los sensores y materiales a utilizar se nombran en las siguientes tablas:

Tabla 1. Sensores necesarios para la detección de Compuestos Volátiles

SENSOR	DETECCIÓN
Mq-7	Monóxido de Carbono
Mq-135	Amoniaco, Alcohol y Benceno
Mq-8	Hidrógeno

Tabla 2. Material utilizables para la aplicación del prototipo

MATERIAL
Arduino UNO
Cable Dupont
Computadora
Software Arduino

Sensor Mq-7. Sensor compuesto por un micro tubo de cerámica Al_2O_3 , estaño Dióxido (SnO_2) capa sensible, el electrodo de medida y el calentador se fija en una corteza hecha por plástico y malla de acero inoxidable. El calentador proporciona condiciones de trabajo necesarias para el trabajo de los componentes sensibles. Este es un sensor fácil de usar para detección de Monóxido de Carbono (CO), ideal para detectar concentraciones de CO en el aire. El Mq-7 puede detectar concentraciones en el rango de 20 a 2000ppm. Cuenta con una alta sensibilidad y un corto tiempo de respuesta. La salida de este sensor es una resistencia analógica.

Sensor Mq-135. Sensor compuesto por un micro tubo de cerámica Al_2O_3 , estaño Dióxido (SnO_2) capa sensible, el electrodo de medida y el calentador se fija en una corteza hecha por plástico y malla de acero inoxidable. El calentador proporciona condiciones de trabajo necesarias para el trabajo de los componentes sensibles. Sensor de gas Amoniaco, Óxido de Nitrógeno, ideal para detección del mismo gas. Tiene la sensibilidad ajustable para tener una lectura adecuada al sistema particular. El sensor tiene un tamaño pequeño y es muy práctico y sencillo de utilizar. El módulo tiene una salida digital a través de un comparador con umbral ajustable y una salida analógica que la puedes medir con cualquier microcontrolador o tarjeta de desarrollo con ADC.

Sensor Mq-8. Sensor compuesto por un micro tubo de cerámica AL_2O_3 , estaño Dióxido (SnO_2) capa sensible, el electrodo de medida y el calentador se fija en una corteza hecha por plástico y malla de acero inoxidable. Mide concentraciones de hidrógeno en el aire. El MQ-8 puede detectar concentraciones de hidrógeno desde 100 a 10000ppm. Cuenta con una alta sensibilidad para detectar hidrogeno (H_2), así mismo cuenta con una pequeña sensibilidad al alcohol, GLP y a los humos de cocción. Es estable y cuenta con una larga vida. Se utilizan en equipos de detección de fugas de gas en la familia y la industria, son adecuados para la detección de hidrógeno (H_2), evitar el ruido de alcohol y humo de la cocina, GLP, CO.

Arduino UNO. Arduino / Genuino Uno es una placa electrónica basada en el ATmega328P. Cuenta con 14 pines digitales de entrada / salida (de los cuales 6 se podrán utilizar como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un cristal de cuarzo de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para apoyar el microcontrolador; basta con conectarlo a un ordenador con un cable USB o la corriente con un adaptador de CA a CC o una batería para empezar.

Software Arduino. El entorno de desarrollo integrado Arduino - Arduino o software (IDE) - contiene un editor de texto para escribir código, un área de mensajes, una consola de texto, una barra de herramientas

con botones para las funciones comunes y una serie de menús. Se conecta al hardware Arduino y Genuino para cargar programas y comunicarse con ellos. El área de mensajes proporciona retroalimentación mientras que el ahorro y la exportación además de los errores. La consola muestra la salida de texto por el software de Arduino (IDE), incluidos los mensajes de error y otros datos completos.

RESULTADOS

Se comenzó a realizar pruebas con los diferentes sensores para conocer su funcionalidad y las características de sensibilidad que estos poseen, tal y como se muestra a continuación. Se comenzó con la conexión del sensor mq-7 como se muestra en la figura 4, en el cual se verificó la correcta conexión y funcionamiento del mismo, teniendo como resultado una tabla donde se muestran las características de sensibilidad que posee el sensor ante diversos gases, como se muestra en la figura 5.

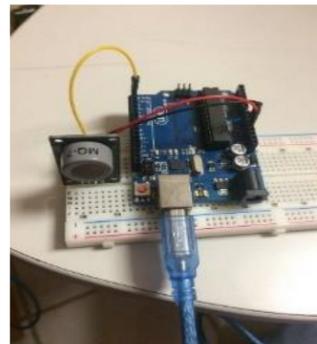


Figura 4. Conexión del sensor mq-7

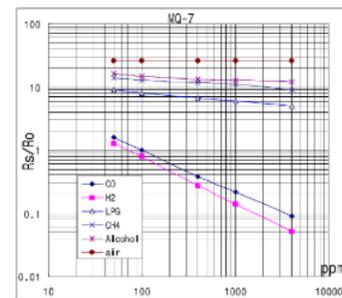


Figura 5. Gráfica de las características típicas de la sensibilidad del sensor mq-7 para varios gases

En seguida se realizó la prueba del sensor mq-135 en donde de la misma manera se verificaron las conexiones como se muestra en la figura 6 y el funcionamiento que este tiene ante la sensibilidad que presenta en diversos tipos de gases tal y como se observa en la figura 7.

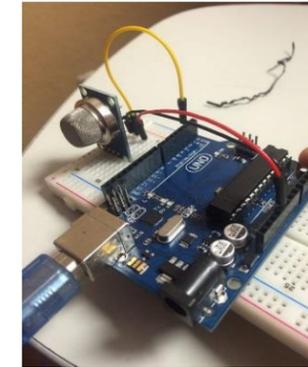


Figura 6. Conexión del sensor mq-135

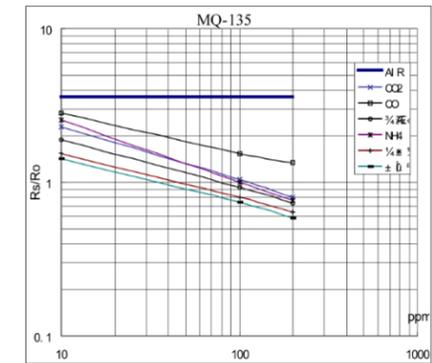


Figura 7. Gráfica de las características típicas de la sensibilidad del sensor mq-135 para varios gases

Finalmente se elaboró la prueba con el sensor Mq-8 en donde se verificó que las conexiones fueran las correctas como se muestra en la figura 8 así como el funcionamiento y características que tiene el sensor ante diversos tipos de gases tal y como se observa en la figura 9.

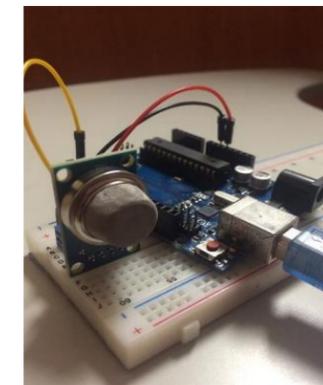


Figura 8. Conexión del sensor mq-8

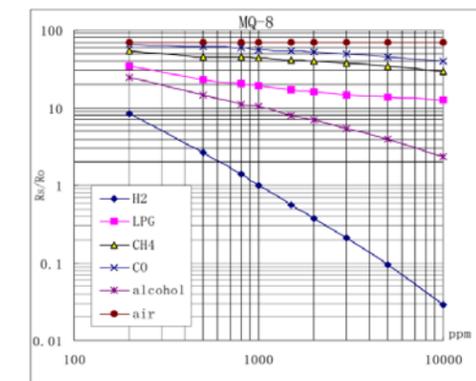


Figura 9. Gráfica de las características típicas de la sensibilidad del sensor mq-8 para varios gases

CONCLUSIONES

El objetivo principal fue alcanzado pues se logró el diseño y simulación de los tres sensores en conjunto mediante el acoplamiento con la tarjeta de Arduino.

Todas las narices electrónicas incluyen dispositivos electrónicos y sensores que permiten la captación de señales, y su consecuente procesamiento, hasta lograr detectar las concentraciones de los gases presentes en el aire exhalado.

Estudios recientes demuestran que la detección de cáncer de pulmón y esófago en fases muy iniciales es posibles con el análisis del aire exhalado por medio de una nariz electrónica.

BIBLIOGRAFIA

- [1] L. Corona, *Sensores y Actuadores: Aplicaciones con Arduino*, Grupo Editorial Patria, 2015.
- [2] R. Lamagna, «The use of an electronic nose to characterize emissions from highly polluted river,» *Sensor and Actuators B: Chemical*, vol. CXXXI, pp. 121-124, 2008.
- [3] J. Staples, «“Analysis of Odors from Explosives using an Electronic Nose”,» 2007. [En línea]. Available: http://www.znose.jp/pdf/Odors_of_Explosives1.pdf. [Último acceso: Julio 2016].
- [4] Díaz J. A. (2006): “Vulcanología: invento de una nariz electrónica capaz de oler gases” (en línea). Centro de Alta Tecnología de San José, Costa Rica. Turcon. <http://turcon.blogia.com/2006/030803-vulcanologia-inventode-una-nariz-electronica-capaz-de-oler-los-gases.php>. (Consulta: julio de 2016).
- [5] Arduino.cc. (2000). *Características Arduino. 2012*, de ArduinoUNO Sitio web: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Environment> (Consulta: julio de 2016).
- [6] Hanwey Electrics. (1998). *datasheet. 2016*, de Hanwey Electrics Sitio web: <http://dlnmh9ip6v2uc.cloudfront.net/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-8.pdf> (Consulta: julio de 2016).
- [7] Hanwey Electrics. (1998). *Datasheet. 2016*, de Hanwey Electrics Sitio web: <http://www.dreamgreenhouse.com/datasheets/MQ-135/MQ135.pdf> (Consulta: julio de 2016).
- [8] Hanwey Electrics. (1998). *Datasheet. 2016*, de Hanwey Electrics Sitio web: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-7.pdf> (Consulta: julio de 2016).

IMPLEMENTACIÓN DE UN CANSAT PARA COMPETENCIAS

Isaac Azahel Ruiz-Alvarado¹ y R. Castro-García²

RESUMEN

Se desarrolló un satélite tipo CanSat en el cual se integran distintos sensores para telemetría. Un Arduino UNO permite medir diferentes variables físicas como temperatura, altitud y presión durante la trayectoria del CanSat. Los sensores que se incluyen son un GPS, un acelerómetro, un magnetómetro, un giroscopio, un termómetro y un barómetro. Adicionalmente cuenta con una cámara en la parte inferior para capturar imágenes durante su trayectoria. Los datos medidos se envían a través de comunicación por radiofrecuencia con ayuda de un módulo XBEE RF. Todos los componentes fueron colocados dentro de una lata estándar de 355 ml. Los datos se reciben en la plataforma LabVIEW donde se procesan y recopilan para posteriormente guardar en un documento con formato TXT.

ABSTRACT

We developed a CanSat type satellite in which several sensors are integrated for telemetry. An Arduino UNO on board allows measuring different physical variables like temperature, altitude and pressure during the CanSat trajectory. The sensors included are a GPS, an accelerometer, a magnetometer, a gyroscope, a thermometer and a barometer. Additionally, It has a camera on the bottom to capture images during its trajectory. The measured data are sent through radiofrequency, using a XBEE RF module. All components are placed inside a standard 355 ml can. The data are received in the LabVIEW platform where they are collected and processed; subsequently they are saved to a document with TXT format.

Palabra clave: CanSat, Telemetría, Arduino, LabVIEW.

INTRODUCCIÓN

Un CanSat es una simulación de un satélite real integrado dentro de un volumen y espacio de una lata de refresco. CanSat ofrece una oportunidad única para la primera experiencia práctica de un verdadero proyecto espacial. El objetivo es implementar los subsistemas encontrados dentro de un satélite, como son la fuente de poder, un sistema de comunicación y sensores, dentro del volumen limitado de una lata. Los datos a recopilar durante el viaje son los de temperatura, presión, altitud, coordenadas de longitud y latitud, al igual que las diferentes fuerzas que interactúan con el CanSat. Adicionalmente se cuenta con la función de tomar fotografías durante el viaje. Para el sistema de comunicaciones se optó por utilizar un módulo RF que hace uso de las radiofrecuencias para la transmisión de información a una estación donde se procesará los datos recopilados.

MARCO TEÓRICO

En México los concursos de CanSat son organizados por la Red Universitaria del Espacio RUE, con la intención de proporcionar a los estudiantes universitarios la experiencia de realizar un proyecto espacial. (Osorio, 2015). El sistema de comunicación y de sensores a bordo del CanSat es un sistema de telemetría. La telemetría es una tecnología que permite la medición remota de magnitudes físicas y el posterior envío de la información hacia el operador del sistema. El envío de información hacia el operador en un sistema de telemetría se realiza típicamente mediante comunicación inalámbrica.

¹ Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Lateral Av. Salvador Nava s/n Col. Lomas, C.P. 78290, San Luis Potosí, S.L.P., México, azahel.ruiz@hotmail.com

² CONACYT-Universidad Autónoma de San Luis Potosí-Instituto de Investigación en Comunicación Óptica, Av. Karakorum 1470 Lomas 4a. Sección, C.P. 78210, San Luis Potosí, S.L.P., México, rcastroga@conacyt.mx

A medida que aumenta la altitud, la presión atmosférica disminuye. Se puede calcular la presión atmosférica a una altitud dada. Para altitudes más altas dentro de la troposfera, la siguiente ecuación (la fórmula barométrica ec.1) relaciona la presión atmosférica p a la altitud h .

$$p = p_0 \left(1 - \frac{L \cdot h}{T_0} \right)^{\frac{g \cdot M}{R \cdot L}} \quad (1)$$

Donde

p_0 es la presión atmosférica a nivel del mar

L es el gradiente de temperatura $= g/c_p$

c_p es calor específico a presión constante $\sim 1007 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$

T_0 temperatura estándar a nivel del mar

g constante gravitacional $= 9.80665 \text{ m/s}^2$

M masa molar del aire $= 0.0289644 \text{ kg/mol}$

R constante universal para gases $= 8.31447 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$

La ecuación para calcular la altura en base a la presión atmosférica y la presión a nivel del mar

METODOLOGÍA

El proyecto se separó en dos partes la parte de programación y el diseño del CanSat. Para el sistema de telemetría se utilizaron los siguientes componentes:

Adafruit 10 DOF IMU Breakout, el cual cuenta con un LSM303DLHC que tiene integrado un acelerómetro de 3 ejes y magnetómetro de 3 ejes, un L3GD20H que es un giroscopio de 3 ejes y un BMP180 que es un termómetro y un barómetro. Los tres sensores están integrados en uno solo dando 10 grados de libertad ergo su nombre "10 DOF". Este hace uso de comandos I²C para la comunicación entre los distintos sensores. Adafruit Ultimate GPS Breakout. Este cuenta con un MTK3339, un GPS de alta calidad con capacidad para conectarse a 22 satélites, este incluye una antena de parche estándar. EL GPS se comunica a través de un puerto serial. 2 XBee Pro 63mW RPSMA Series 2B. Este es un módulo de comunicación inalámbrica de 2.4GHz que permite comunicación hasta 1600 metros de distancia. Para la conexión entre los dos módulos se contó con 2 antenas de 2.4 GHz. Estos módulos RF se programaron utilizando el software XCTU con una velocidad de transmisión de 115200 baudios por segundo, uno como coordinador y el otro como rúter, una vez establecida la comunicación entre ambos módulos es irrelevante cual es el coordinador y cual el rúter. También se contó con una cámara LinkSprite JPEG Color Camera TTL Interface. Es una cámara con resolución de 2MP que toma imágenes en formato JPEG y las manda a través de comunicación serial. Todos los componentes se integraron juntos usando una placa Arduino UNO, el cual es un microcontrolador basado en el ATmega328P. La programación para el Arduino se realizó en el Arduino Software IDE. Para el control de los sensores LSM303DLHC, L3GD20H, BMP180 y Adafruit Ultimate GPS Breakout se instalaron librerías de GitHub.

El programa inicializa los diferentes sensores, para posteriormente leerlos. Cada sensor se lee en un lugar diferente del código. Cada segundo se lee los diferentes sensores iniciando con el GPS y manda la información, a través de comunicación serial por medio del módulo RF, de la hora en UTC con formato en hh/mm/ss, la fecha en formato dd/mm/aaaa, latitud y longitud en grados. Posteriormente se lee el LSM303DLHC, extrayendo la información del acelerómetro y el magnetómetro, se obtiene los 3 ángulos de orientación utilizados en aeronáutica los cuales son heading (cabeceo), pitch (inclinación) y roll (giro). Para realizar los cálculos de los ángulos heading, pitch y roll usamos las ecuaciones 4), 3) y 2) respectivamente.

$$\text{roll} = \tan^{-1} \frac{y}{z} \quad (2)$$

$$\text{pitch} = \tan^{-1} \frac{-x}{y \cdot \sin(\text{roll}) + z \cdot \cos(\text{roll})} \quad (3)$$

$$\text{heading} = \tan^{-1} \frac{mz \cdot \sin(\text{roll}) - my \cdot \cos(\text{roll})}{mx \cdot \cos(\text{pitch}) + my \cdot \sin(\text{pitch}) \cdot \sin(\text{roll}) + mz \cdot \sin(\text{pitch}) \cdot \cos(\text{roll})} \quad (4)$$

Donde x , y , z son los valores que entrega el acelerómetro y mx , my , mz son los valores que entrega el magnetómetro.

En seguida se lee el BMP180 el cual regresa la presión atmosférica y la temperatura y con ayuda de la ecuación 1) se obtiene una aproximación para la altura la ecuación 5) para el cálculo de la altura.

$$h = 44330.8 \text{ m} \left(1 - \left(\frac{p}{p_0} \right)^{0.1903} \right) \quad (5)$$

Una vez obtenidos los tres resultados se manda la altura en m, temperatura en °C y presión en hPa. El último sensor en leerse es el giroscopio el cual se leen los 3 ejes para obtener la velocidad de rotación de cada uno de los ejes en rad/s y se manda la información. Por último se manda la información de los 3 ejes del acelerómetro que se leyó previamente. Se agrega un carácter de inicialización y un carácter de finalización entre cada paquete de información de tal manera que la información que se manda tiene la siguiente apariencia:

a "hora" r b "fecha" s c "latitud" t d "longitud" u e "roll" v f "pitch" w g "heading" x h "altura" y i "temperatura" z j "presión" { k "rotación. x" } l "rotación y" [m "rotación z"] n "aceleración x" < o "aceleración y" > p "aceleración z" !

Esto sirve para diferenciar entre la información que se está leyendo a la hora de recibirla además si ocurre un error y no se está recibiendo los caracteres esperados se reduce el impacto de los errores. Lo anterior se manda cada segundo, pero la cámara se espera a llegar a cierta altura para mandar una fotografía esto se debe que para mandar una imagen JPEG a través del módulo RF se tarda aproximadamente 18 segundos. Primero se manda el comando para tomar una fotografía y posteriormente un comando para leer dicha fotografía. Los datos que se reciben son Bytes y mandarlos por el puerto serial crearía un conflicto con la información que se manda anteriormente de los sensores, por ejemplo si el Byte que se manda es el siguiente: 00111101 que corresponde al carácter "a" a la hora de leer la información se esperaría leer la hora en vez de la fotografía. Por lo anterior se decidió utilizar el sistema hexadecimal ya que la mayoría de los caracteres se representarían con 2 dígitos. Para empezar a mandar la imagen se manda el carácter de inicialización "n" después la información en hexadecimal entre 5000 y 7000 números y por último el carácter para la finalización "?", lo que se manda es algo similar a esto:

q FF D8 FF E0 00 10 4A 46 49 46 00 01 01 01 ... FF D9 ?

La información se manda a través de uno de los módulos RF a una computadora donde se encuentra el otro módulo.

Para recibir la información se lee el puerto serial de la computadora con ayuda del software LabVIEW para esto se diseñó una estructura de casos donde se lee el puerto serial en busca de uno de los caracteres de inicialización de cada dato. Una vez que encontró el carácter lee el puerto serial y guarda los datos hasta encontrar el carácter de finalización. Los datos se van mostrando al usuario mientras se van recolectando. En el caso de obtener las fotografías el proceso es un poco diferente ya que al recibir todos los datos de la imagen en hexadecimal estos se vuelven a transformar en Bytes que se guardan en un archivo JPEG, una vez construida la imagen esta se muestra al usuario. Los datos recolectados de la longitud y latitud se grafican para mostrar la trayectoria recorrida, los datos de temperatura, presión y altitud se grafican individualmente. Al finalizar el programa todos los datos recopilados se guardan en un archivo TXT con formato que se puede importar a Excel donde se puede manipular fácilmente los datos.

Para el diseño del CanSat se cortó la parte superior de una lata de refresco estándar de 355ml quedando a una altura de 12cm se taladró un agujero en la base de la lata para sujetar al soporte y un agujero para la antena. Se creó el soporte para montar el Arduino UNO junto con todos sus componentes que incluye los sensores, la cámara, el XBee y una pila de 9V, este soporte, figura 1, se creó en Tinkercad, el cual es un herramienta para crear y diseñar modelos 3D, este soporte cuenta con agujeros para colocar la tornillería y un espacio especial para colocar la cámara y el Adafruit 10-DOF IMU Breakout que debe ir en posición paralela a la base de la lata. El soporte creado en Tinkercad se imprimió usando una impresora 3D "MAKERBOT REPLICATOR 2 DESKTOP 3D PRINTER". También se creó una tapa para el CanSat, figura 2, con una serie de agujeros para la tornillería y la cámara.



Figura 1. Soporte diseñado en Tinkercad para colocar todos los elementos del CanSat.

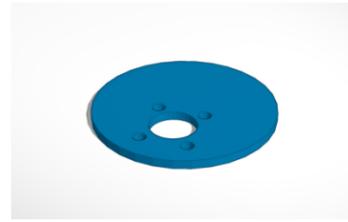


Figura 2. Base para el CanSat diseñado en Tinkercad con agujero para la cámara.

Una vez que se tenía las piezas necesarias se armó todo el conjunto del CanSat cuidando que los componentes no tocara la lata directamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El CanSat se montó colocando el Arduino en la parte inferior del soporte y los dispositivos en la parte superior, figura 3 y 4, se utilizó cinta de aislar para prevenir contacto con las paredes de la lata y de los componentes electrónicos.



Figura 3. CanSat fuera de la lata



Figura 4. CanSat armado dentro de la lata.

El GPS tiene un tiempo para conectarse a los satélites es decir al alimentar el GPS este no se conecta instantáneamente a los satélites, instalando una batería de CR 1220 de 3V ayuda a reducir este tiempo pero aún puede tardar de 30s a 5min depende del área donde se está, dentro de un edificio o rodeado de edificios altos. Esto provoca que la información que manda al principio es inútil con coordenadas 0.0,0.0, por lo tanto se modificó el programa en LabVIEW para ignorar estos datos a la hora de graficar la trayectoria.

Para el magnetómetro estar rodeado de metal es perjudicial debido que afecta los campos magnéticos que este lee y no presenta adecuadamente el "heading", por lo que se debe de tener a una distancia mínima de 1m de cualquier objeto de metal. La lata no es un problema debido que esta se mueve junto con el sensor. El cálculo de la altura no es totalmente acertado debido que para obtener la ecuación 2) se utilizó el valor de $T_0 = 288.15K$ que no es del todo cierto, ya que este valor que varía dependiendo del lugar donde se encuentre. También se dejó p_0 como variable en la ecuación 2) para mejorar el cálculo de la altura, el

valor estándar es 101325Pa pero se puede modificar en el código del Arduino, este valor se obtiene de los reportes climatológicos. Dejar el valor estándar puede resultar en un cálculo con una desviación de hasta 100m o más.

El programa que se desarrolló para LabVIEW como interfaz entre el usuario y el CanSat, figura 5, recibe los diferentes datos a través de la comunicación inalámbrica a través de los módulos RF, posteriormente se lee el puerto serial y los datos se presentan al usuario.

La información recibida se presenta al usuario a través de del uso de gráficas, barras y datos numéricos. La trayectoria se muestra en un mapa para una mejor apreciación y las fotografías tomadas se muestran a lado (en este caso se utilizó dentro de un edificio). Los datos recibidos se transforman y se guarda en un archivo TXT tabla 1.

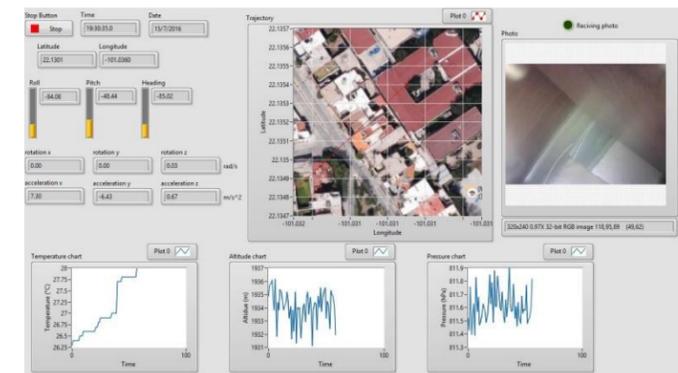


Figura 5. Interfaz entre usuario y CanSat.

Tabla 1. Ejemplo de datos recibidos, se excluyó los datos del giroscopio y del acelerómetro

Hora	Fecha	Latitud°	Longitud°	Roll°	Pitch°	Heading°	Altura (m)	Temperatura (°C)	Presión (hPa)
15:56:33	5/7/2016	22.1354	-101.0311	-149.65	0.45	32.39	1909.19	25.1	814.11
15:56:34	5/7/2016	22.1354	-101.0311	-149.76	0.67	32.5	1909.38	25.1	814.09
15:56:35	5/7/2016	22.1354	-101.0311	-149.9	0.22	33.44	1909.38	25.1	814.09
15:56:36	5/7/2016	22.1354	-101.0311	-149.87	0.44	33.02	1908.89	25.1	814.14
15:56:37	5/7/2016	22.1354	-101.0311	-149.46	0.22	32.03	1909.28	25.1	814.1
15:56:38	5/7/2016	22.1354	-101.0311	-149.53	0.67	31.18	1909.28	25.1	814.1
15:56:39	5/7/2016	22.1354	-101.0311	-149.87	0.44	31.02	1909.28	25.1	814.1
15:56:59	5/7/2016	22.1354	-101.0311	-150.09	0.22	33.44	1909.38	25.1	814.09
15:56:60	5/7/2016	22.1354	-101.0311	-149.76	0.67	33.28	1908.89	25.1	814.14

El Sistema se mantuvo fijo en posición estática durante la toma de los datos por lo que no presenta grandes cambios en los datos. Nótese en la tabla 1 que la duración entre cada medida es de 1s. La cámara tarda un aproximado de 20s para mandar una fotografía a través del puerto serial esto se hace para asegurar que no haya perdida de datos pero causa que no se lea información durante ese período debido que es un proceso secuencial.

En la tabla 1 entre el renglón 7 y 8 se ve que el tiempo se salta de 15:56:39 a 15:56:59 este es el tiempo que tardó en mandar la fotografía y no se registró información durante ese tiempo. Las imágenes capturadas se pueden apreciar en la figura 3, en la parte superior derecha, los tamaños de las imágenes obtenidas varían de los 5KB hasta 7KB. La variación que ocurre en la presión ocasiona una incertidumbre de hasta 0.5m, como se observa en la tabla 1, en cambio la longitud y latitud permanecen estables pero debido al número de cifras significativas la máxima resolución que se tiene es de 5m.

CONCLUSIONES

Para la elaboración del CanSat fueron necesarias varias habilidades y disciplinas junto con la combinación de diferentes tecnologías para lograr un correcto funcionamiento, tanto el manejo de LabVIEW como de Arduino Software IDE y XCTU fueron necesarios para la programación para lograr la coordinación entre todas las partes y lograr una comunicación óptima así obteniendo un sistema de telemetría. Un verdadero reto que presenta el CanSat es colocar todos los sensores y diferentes dispositivos dentro de un volumen mínimo el cual reduce el espacio para trabajar y fomenta la creatividad para lograr esta tarea.

El CanSat no se probó en el campo, es decir no se lanzó a la atmósfera para que este descendiera y recopilando diferentes datos, no obstante el CanSat se obtuvo una comunicación inalámbrica entre este y una computadora capturando los datos y presentándolos al usuario de diferentes maneras, también se logró el funcionamiento autónomo del CanSat que basta con encenderlo para que este empieza a recopilar datos.

BIBLIOGRAFÍA

- Admin. (2014, Marzo 11). *Tutorial of Using LinkSprite 2MP UART JPEG Camera with Arduino*. Retrieved from LinkSprite: <http://learn.linksprite.com/jpeg-camera/tutorial-of-using-linksprite-2mp-uart-jpeg-camera-with-arduino/>
- DiCola, T. (2013, Febrero 10). *Adafruit LSM303DLHC Driver (Accelerometer + Magnetometer)*. Retrieved from GitHub: https://github.com/adafruit/Adafruit_LSM303DLHC
- DiCola, T. (2013, Febrero 10). *Adafruit Unified BMP085/BMP180 Driver (Barometric Pressure Sensor)*. Retrieved from GitHub: https://github.com/adafruit/Adafruit_BMP085_Unified
- DiCola, T. (2013, Diciembre 1). *Adafruit Unified L3GD20 Driver*. Retrieved from GitHub: https://github.com/adafruit/Adafruit_L3GD20_U
- Fried, L. (2012, Marzo 25). *the ultimate GPS library*. Retrieved from GitHub: https://github.com/adafruit/Adafruit_GPS
- Ober. (2012, Marzo 8). *XBee Series 2 Point to Point Communication*. Retrieved from Tutorials by Cytron Technologies: <http://tutorial.cytron.com.my/2012/03/08/xbec-series-2-point-to-point-communication/>
- Osorio, O. J. (2015). *Red Universitaria del Espacio*. Retrieved from Universidad Nacional Autónoma de México: http://rue.unam.mx/Eventos/Realizados/CANSAT_II/Cartel_CanSat_2015.pdf
- Roos, W. (2010, Marzo 01). *Die barometrische Höhenformel*. Retrieved from Wetter- und Klimaprojekt Herrenberg: <http://wetter.andreae-gymnasium.de/interaktives/Druck/barometrische.htm>
- Townsend, K. (2013, Noviembre 3). *Adafruit 10DOF Library*. Retrieved from GitHub: https://github.com/adafruit/Adafruit_10DOF

DISEÑO DE UN CONTROL SIMPLE PARA UN FOTOBIORREACTOR

Daniela Sarahí Ruiz Reyes¹ y Vicente Peña Caballero²

RESUMEN

Esta investigación in silico tuvo como objetivo diseñar un controlador simple para regular la concentración de nitrato de sodio en la planta propuesta de Yongjin He *et al.* (2016) para modelar el crecimiento celular y acumulación de lípidos en microalgas marinas *Isochrysis galbana* en un fotobiorreactor. Los resultados in silico de los controladores PI y no-lineal, mostraron un desempeño adecuado para regular el nitrato de sodio a diferentes trayectorias en el fotobiorreactor, específicamente 25, 50, 75 y 100 kg/m³, de los cuales se seleccionaron 50 y 75 kg/m³ a analizar. La dinámica cero de la planta mostró un comportamiento estable. La estabilidad del controlador se demostró mediante una función de Lyapunov, característica para cada concentración de nitrato de sodio.

ABSTRACT

This in silico research was to design a simple controller to regulate the concentration of sodium nitrate in the plant proposed in Yongjin He *et al.* (2016) for modeling cell growth and lipid accumulation of *Isochrysis galbana* marine microalgae in a photobioreactor. The results in silico of IP and non-linear controllers, showed adequate performance to regulate sodium nitrate to different paths in the photobioreactor, specifically 25, 50, 75 and 100 kg/m³, of which 50 and 75 kg/m³ were selected to analyze. The zero dynamics of the plant showed a stable behavior. The stability of the controller was demonstrated by a Lyapunov function characteristic for each concentration of sodium nitrate.

Palabras Clave: *Isochrysis galbana*, controlador, fotobiorreactor, bioproceso.

INTRODUCCIÓN

El estudio e investigación de las microalgas marinas está incrementando de nivel por su alta variedad de propiedades y aplicaciones, como lo es la producción de biodiesel con impacto ambiental reducido de tercera generación (Scott *et al.*, 2010; Sánchez *et al.*, 2013), captura del CO₂ y la mitigación del cambio climático (Lam *et al.*, 2012; Demirbas, 2010), logra también la eliminación de metales pesados, especialmente plomo y cromo presentes en aguas residuales procedentes de la industria textil (3 referencias azules), incluso provee proteínas y otros nutrientes para consumo animal y suplementos alimenticios para humanos (Chisti, 2007; Becker, 2007; Mata *et al.*, 2010; Lam and Lee, 2012), ya que los lípidos pueden ser compuestos de sustitución (Coutteau *et al.*, 1996; Knauer and Southgate, 1997a, 1997b), *Isochrysis*, por ejemplo, Liu and Lin (2000) dicen es una de las microalgas que más atención ha tenido por su habilidad para producir ácido graso poliinsaturado decosaheptaenoico que provee beneficios saludables asociados con el consumo de peces y sus aceites, este ácido y sus derivados ayudan a prevenir y tratar patologías, DHA, un ácido graso C22-poliinsaturado y sus derivados ayudan a prevenir y tratar patologías tales como la enfermedad cardíaca coronaria y la aterosclerosis (Norday y Hansen, 1994), problemas inflamatorios, algunos tipos de cáncer, y se cree que desempeñan un papel en la nutrición infantil (Conner y Neuringer, 1987).

¹Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas; Boulevard V. Carranza esquina con Ing. J. Cárdenas Valdez, Col. República, C. P: 25280, Saltillo, Coahuila, danielaruizreyes@uadec.edu.mx

²Universidad de Guanajuato, Campus Celaya-Salvatierra, Departamento de Ingeniería en Biotecnología; Calle Mutualismo, Colonia Suiza, C.P: 38060, Celaya, Guanajuato vicente.caballero@ugto.mx

Este crecimiento de cultivo de microalgas es el que ha llevado a la ciencia a controlar los bioprocesos de manera que el resultado sea más eficiente y satisfactorio. En la industria en el controlador más utilizado se refiere al controlador Proporcional-Integral-Derivativo (PID), el cual en muchos de los casos opera simplemente como un controlador PI debido a las dificultades encontradas normalmente en la utilización del modo derivativo en aplicaciones donde las señales pueden contener ruido de medición (Arrieta, 2003). En ésta investigación en sílico se muestra como 2 controladores un no lineal y un PI tienen éxito al implementarlos a un bioproceso de alimentación continua.

MARCO TEORICO

Planta.

En este trabajo se consideró la planta propuesta por Yongjin He *et al.* (2016). La dinámica de estados de la planta se presenta en Ec. 1 y Ec. 2. El modelo cinético se derivó de datos experimentales por medio de la matemática que aporta el comportamiento del crecimiento de la microalga en particular.

Modelo cinético

$$\frac{dX}{dt} = \mu_m X \left(1 - \frac{X}{X_m}\right) \quad \text{Ec.1}$$

Donde:

$\frac{dX}{dt}$ es la tasa de crecimiento microalgas, μ_m es la tasa máxima de crecimiento específico de la microalga. (1 / día), X es la concentración de biomasa de la microalga. (mg / L), X_m es la concentración máxima de biomasa de la microalga. (mg / L)

Formación del producto

Para expresar el crecimiento de producto de la microalga se utilizó la ecuación Luedeking-Piret, la cual es presentada en Luedeking y Piret (1959) para describir la formación de ácido láctico en un cultivo tipo batch de *Lactobacillus delbrueckii*.

$$\frac{dP}{dt} = \alpha \frac{dX}{dt} + \beta X \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

$\frac{dP}{dt}$ es la tasa e formación del producto, P es la concentración del producto. (mg / L), α es el coeficiente de correlación de crecimiento. (mg /mg), β es el coeficiente de no-correlación de crecimiento. (mg /mg)

Consumo del nitrato de sodio

$$-\frac{dS}{dt} = \frac{1}{Y_{x/s}} \frac{dX}{dt} + mX \quad \text{Ec. 3}$$

$\frac{dS}{dt}$ es la tasa de consumo de nitrato de sodio, S es la concentración de nitrato de sodio (mg / L), $Y_{x/s}$ es el coeficiente máximo de crecimiento microalgal (mg / mg), m es el coeficiente máximo de mantenimiento (mg /mg).

MÉTODOS Y MATERIALES

Los valores iniciales de cada Ec. para resolver cada balance se encuentran en Yongjin He *et al.* (2016). La Ec. 1, Ec. 2 y Ec. 3, fueron modificadas de un proceso por alimentación en lote a un proceso en continuo,

esto se realizó adicionándoles el término convectivo $-DX, -DP$ y $D(S_0 - S)$, respectivamente, donde D es la tasa de dilución expresada como $D = \frac{F}{V_R}$, F es el flujo de entrada y V_R es el Volumen de reacción.

Cada balance para el proceso en continuo fue resultado en el software MATLAB R2006a, esta simulación nos mostró que este sistema en particular puede ser llevado a un proceso en continuo, por lo que se realizó una prueba de convergencia para determinar que el sistema es estable y puede ser controlado, esta prueba se comprobó con la teoría de Liapunov (Ogata, 1998) las cuales resultaron positivas para implementar un controlador.

En la investigación se decidió usar un controlador no-lineal que se representa en la Ec. 4, el cual fue propuesto por el Dr. Vicente Peña Caballero, donde los parámetros α_1, α_2 y α_3 se obtuvieron a partir de una prueba de acierto y error, empezando con un valor inicial de 1 en cada α , teniendo como resultado los valores mostrados en la tabla 1.

$$D = D - \alpha_1 [1 - \alpha_2 \exp(-\alpha_3 e)] \quad \text{Ec. 4}$$

Donde $D=0.15$ a elección de los autores y e es el error, el cual se calculó con la diferencia entre la concentración de sustrato y el set-point, (Sp), dicho SP tuvo un valor de cero.

Se implementó también in controlador Proporcional Integral (PI), que se rige por la Ec. 5, donde K_p es una variable del controlador PI al igual que T_i y se obtuvieron con la metodología basada en Arrieta (2003).

$$U(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(t) dt \quad \text{Ec. 5}$$

La cual se traduce a la Ec. 6 para una solución óptima por parte del Software Matlab.

$$D = D - T_i e \frac{e}{K_p} \quad \text{Ec. 6}$$

El control que se realizó a las 2 concentraciones de NaNO_3 por medio de Matlab se le asignaron 3 Set-Point con respecto al tiempo, donde al tiempo mayor a 2 días el $\text{Sp}=36$ gr/L de NaNO_3 , $t>6$ días; $\text{Sp}=33$ gr/L de NaNO_3 y $t>10$ días; $\text{Sp}=40$ gr/L de NaNO_3 , esto para comprobar que los 2 controladores tenían el mismo efecto positivo para el control del sistema.

Tabla. 1. Valores para el controlador PI y Control No Lineal.

	PI	CNL 50	CNL 75
Kp	170	-	-
T_i	4.857	-	-
α₁	-	5.055	24.88
α₂	-	0.449	0.295
α₃	-	1	1

Los recursos de la investigación en sílico están disponibles a la comunidad científica a través del E-mail vicente.caballero@ugto.mx y danielaruizreyes@uadec.edu.mx

RESULTADOS

Los resultados que se arrojaron de la investigación en sílico muestran en la Figura 3 que la concentración de NaNO_3 fue controlada satisfactoriamente a los tiempos y concentraciones establecidas por los dos controladores, esto quiere decir que el controlador no lineal, tuvo el mismo efecto óptimo y satisfactorio

que el controlador PI. De la Figura 3, se comprueba que la concentración de NaNO_3 , es decir, la variable controlada, influye directamente en la producción de biomasa y lípidos como se muestran en las Figuras 1 y 2. También se demostró que el control del proceso se puede iniciar en cualquier tiempo, como se puede observar en todas las Figuras, en éste caso el control se inició a partir del día 2 de producción, donde se observa que hay un lazo abierto, es decir, en ese lapso de tiempo no hubo control sobre el sistema, a partir del día 2 en adelante se estableció un lazo cerrado, es decir, un control sobre el sistema, los cuales resultaron efectivos. En la Fig. 4 se muestra que los 2 controladores tuvieron el mismo comportamiento de desempeño.

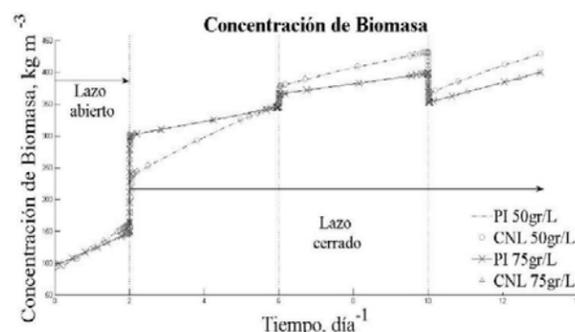


Figura 1. Concentración de biomasa

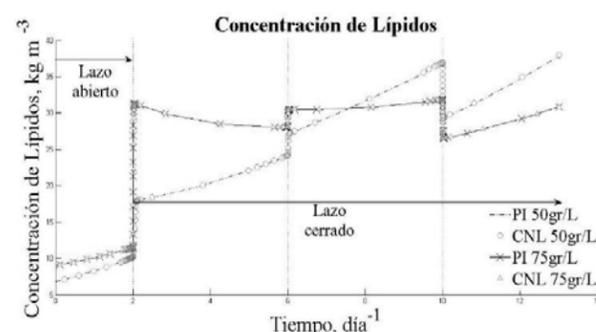


Figura 2. Concentración de lípidos

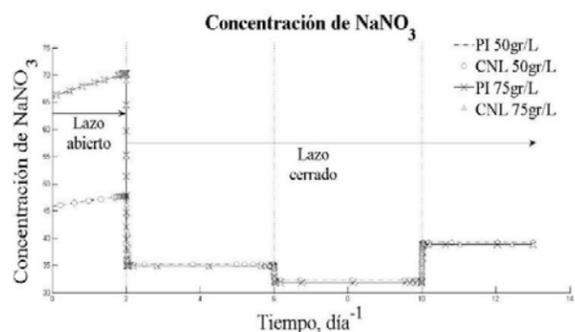


Figura 3. Concentración de nitrato de sodio

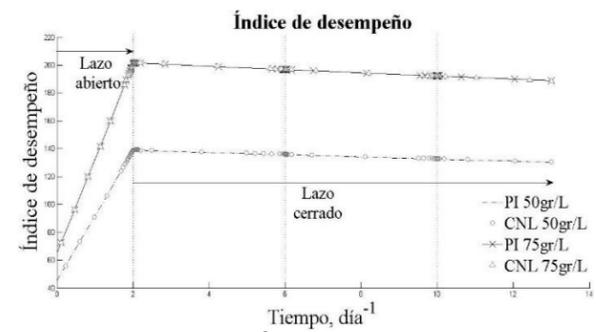


Figura 4. Índice de desempeño

CONCLUSIONES

Se logró implementar dos tipos de controladores en un proceso donde se involucra la microalga *isochirys galbana*. El diseño del controlador no lineal y el controlador PI implementados en la extrapolación del sistema batch a un sistema continuo, cumplen con mantener el proceso en los estándares establecidos por una servidora, obteniendo así, una producción de biomasa y lípidos requeridas según sea el caso. También se concluyó que mediante el diseño de un control simple a un biorreactor con un proceso de microalgas, se puede incrementar y optimizar la producción de biomasa y los componentes más importantes de la microalga para una mejora e incremento de las mismas en el área que se requieran

BIBLIOGRAFIA

Arrieta, O. (2003, Enero). Comparación del desempeño de los métodos de sintonización de controladores PI y PID basados en criterios integrales. Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Eléctrica. San José, Costa Rica.

Becker, E.W., 2007, Micro-algae as a source of protein, *Biotechnol. Adv.*, 25, 207-210.

Chisti, Y. (2007). Biodiesel from microalgae. *Biotechnol. Adv.*, 25, 294-306.

Ching-Piao Liu and Liang-Ping Lin, 2000, Ultrastructural study and lipid formation of *Isochrysis sp.* CCMP1324.

Conner, W.E. and M. Neuringer. 1987. Importance of Dietary Omega-3 Fatty Acids in Retinal Function and Brain Chemistry, in *Nutritional Modulation of Neural Function*. Academic Press, New York, pp.191-201.

Coutteau, P., Castell, J.D., Ackman, R.G., Sorgeloos, P., 1996. The use of lipid emulsions as carriers for essential fatty acids in bivalves: a test case with juvenile *Placopecten magellanicus*. *Journal of Shellfish Research* 15 (2), 259-264.

Demirbas, A. (2010). Use of algae as biofuel sources, *Energy Convers. Manag.*, 51, 2738-2749

K. S. Kumar, H.-U. Dahms, E.-J. Won, J.-S. Lee, and K.-H. Shin, "Microalgae—A promising tool for heavy metal remediation," *Ecotoxicology and environmental safe-ty*, vol. 113, pp. 329-352, 2015.

KATSUHIKO OGATA (1998). *Ingeniería de Control Moderna*, México: Prentice-Hall Hispanoamericana

Knauer, J., Southgate, P.C., 1997a. Evaluation of microencapsulated squid oil as a substitute for live microalgae fed to Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) Spat. *Journal of Shellfish Research* 16 (1), 137-141.

Knauer, J., Southgate, P.C., 1997b. Growth and fatty acid composition of Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) spat fed a microalga and microcapsules containing varying amounts of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid. *Journal of Shellfish Research* 16 (2), 447-453.

Lam, M.K. and Lee, K.T. (2012). Microalgae biofuels: A critical review of issues, problems and the way forward, *Biotechnol. Adv.*, 30, 673-690.

Luedeking and Piret, 1959, R. Luedeking, E.L. Piret, A kinetic study of the lactic acid fermentation. Batch process at controlled pH, *J. Biochem. Microbiol. Technol. Eng.*, 1 (1959), pp. 393-412

Mata, T.M., Martins, A.A. and Caetano, N.S. (2010). Microalgae for biodiesel production and other applications: A review, *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 14, 217-232

N. Abdel-Raouf, A. A. Al-Homaidan, and I. B. M. Ibraheem, "Microalgae and wastewater treatment," *Saudi Journal of Biological Sciences*, vol. 19, pp. 257-275, 2012. DOI: 10.1016/j.sjbs.2012.04.005, <http://dx.doi.org/10.1016/j.sjbs.2012.04.005>

Norday, A. and J.B. Hansen. 1994. n-3 fatty acids and cardiovascular risk factors. *World Rev. Nutr. Diet.* 76: 51-54.

S. Mehta and J. Gaur, Use of algae for removing heavy metal ions from wastewater: progress and prospects, *Critical Reviews in Biotechnology*, vol. 25, pp. 113-152, 2005. DOI: 10.1080/07388550500248571, <http://dx.doi.org/10.1080/07388550500248571>

Sánchez, A., Maceiras, R., Cancela, A., Pérez, A., 2013. Culture aspects of *Isochrysis galbana* for biodiesel production. *Appl. Energy* 101, 192-197. Schwede, S., Rehman, Z.-U., Gerber, M., Theiss, C., Span, R., 2013.

Scott, S.A., Davey, M.P., Dennis, J.S., Horst, I., Howe, C.J., Lea-Smith, D.J., Smith, A.G., 2010. Biodiesel from algae: challenges and prospects. *Biotechnology* 21, 277- 286.

Yonjin He, Langjun Chen, Youcai Zhou, Han Chen, Xiuli Zhou, Fan Cai, Jian Huang, Mingzi Wang, Bilian Chen, Zheng Guo, Analysis and model delineation of marine microalgae growth and lipid accumulation in flat-plate photobioreactor, *Biochemical Engineering Journal* (2016), pag 108-116

SIMULACIÓN COMPUTACIONAL DE LA MICROESTRUCTURA Y LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE ACEROS PARA APLICACIONES DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

Eric Iván Ruíz Zarazúa¹ y Emmanuel José Gutiérrez Castañeda²

RESUMEN

La mayor parte del acero para aplicaciones automotrices que utilizan las armadoras de autos en México es importado de países como Japón, Alemania, Estados Unidos, Corea, entre otros. Algunas empresas siderúrgicas nacionales han externado su interés por desarrollar nuevos grados de acero automotriz para poder competir en este mercado. Para ello se requiere conocer la cinética de las transformaciones de fase bajo condiciones que simulen los procesos de fabricación industriales. El trabajo realizado durante el verano de la ciencia región centro 2016 de la UASLP, está enfocado al desarrollo de aceros automotrices de alto valor agregado. En este contexto, se realizó un estudio computacional de la cinética de las transformaciones de fase en aceros avanzados de alta resistencia utilizados en componentes de refuerzo. Además, se determinó experimentalmente la cinética del crecimiento de grano anormal en aceros eléctricos de grano no-orientado utilizados para la fabricación de núcleos de motores eléctricos.

Palabras clave: Simulación computacional, Aceros automotrices, Microestructura, Transformaciones de fase.

ABSTRACT

Most of steel for automotive applications used by the Mexican car's assemblers is imported from countries like Japan, Germany, United States, Korea, among others. Some national steelmaking industries have expressed their interest to develop new steel grades for automotive applications to compete in this field. In this context, it is necessary to have knowledge about the kinetics of the phase transformations under conditions that simulate the industrial processing lines. The work carried out in "the summer of science of the Autonomous University of San Luis Potosi 2016" is focused in the development of high-added value automotive steels. In this context, it was done a computational study regarding the kinetics of phase transformations of advanced high strength steels used in components of reinforcement. Besides, it was determined experimentally, the kinetics of abnormal grain growth in grain non-oriented electrical steels used for the fabrication of cores of electric motors.

Keywords: Computational simulation, Automotive steels, Microstructure, Phase transformations.

INTRODUCCIÓN

El Proyecto realizado en el Instituto de Metalurgia de la UASLP fue relacionado con el estudio de dos tipos de aceros para uso automotriz. Los aceros avanzados de alta resistencia (AHSS), y los aceros eléctricos no-orientados (AENO). En el primer caso, se realizó un estudio computacional para conocer los efectos de

¹ Instituto Tecnológico Superior de Irapuato Extensión San José Iturbide Guanajuato, Ing. Electromecánica; Camino a Cerrito de Galomo No. 50, comunidad Cerrito de Galomo, C.P: 37980, San José Iturbide, Guanajuato, sarasua_chibas@hotmail.com

² Instituto de Metalurgia de la UASLP, Metalurgia e Ingeniería de Materiales; Av. Sierra Leona, 550, 78210, San Luis Potosí, S.L.P., ejgutierrezca@conacyt.mx

la composición química sobre la cinética de las transformaciones de fase en aceros TRIP. Este tipo de acero es importado de otros países, sin embargo, algunas empresas siderúrgicas nacionales han externado su interés para fabricar este tipo de acero pretendiendo competir en este mercado (Sánchez, 2014). El reto de estas industrias es producir productos planos y largos de aceros de alta resistencia avanzados como lo son los aceros de doble fase (DP), de fase compleja (CP) y aceros con transformación inducida por plasticidad (TRIP) (Herrera, 2016). Debido a que la información disponible en la literatura referente a la cinética de transformaciones de fase en estos aceros es limitada, en el presente trabajo se realizó un estudio computacional con el fin de evaluar los efectos de la composición química sobre la cinética de las transformaciones de fase. Para ello se obtuvieron diagramas de enfriamiento continuo que permitieran fabricar aceros TRIP grado automotriz, bajo condiciones que simulen líneas de recocido y galvanizado continuo industriales.

Por otra parte, en este proyecto también investigaron los efectos del tiempo de recocido sobre la cinética del crecimiento de grano anormal en aceros eléctricos no-orientados, los cuales son utilizados para la fabricación de núcleos de aparatos eléctricos. Este estudio se deriva de los resultados obtenidos en un trabajo previo reportado, en el cual se describe una ruta de procesamiento alternativa para la fabricación de este tipo de acero (Gutiérrez & Salinas, 2010). La importancia de dicho trabajo es que el tiempo de procesamiento se reduce considerablemente de 12 h a 2.5 h. En dicho trabajo se reporta que el crecimiento columnar es un método eficiente para optimizar el comportamiento magnético de estos materiales. Sin embargo, en un trabajo posterior, se observó que dicho crecimiento es fuertemente afectado por el grado de deformación plástica, resultando en un tipo de crecimiento anormal de tipo equiaxial (Salinas, Salinas, Gutiérrez & Deaquino, 2016). En el presente trabajo se investigó el efecto del tratamiento térmico sobre el crecimiento de grano anormal en un acero con 15% de deformación plástica con el fin de determinar la cinética de su crecimiento.

METODOLOGÍA

La condición inicial del acero eléctrico utilizado en este trabajo fueron láminas de eléctrico rolando en caliente, proporcionadas por la empresa TERNIUM México. Este acero fue sometido a una reducción en espesor de 15%, obteniendo láminas de 2.04 mm después de dicha deformación plástica. A partir de una lámina cortada de un rollo industrial, se obtuvieron muestras de 2 cm x 2 cm, en las cuales se identificó la dirección de laminación y el tiempo al que serían mantenidas durante el tratamiento térmico realizado. Los tratamientos térmicos se realizaron a 825°C durante tiempos de permanencia de 10, 30, 60, 90, 120, 150 y 180 min.

Los experimentos se realizaron en un horno mufla Thermolyne seguidas de enfriamiento fuera del horno. Enseguida, las muestras fueron decapadas en HCl al 50% y preparadas metalográficamente. La preparación metalográfica consistió en el desbaste del material con lijas marca Struers No. 120, 220, 320, 500, 600, 1000, 1500, 2000 y 2400. Posteriormente, fueron pulidas hasta lograr un acabado espejo utilizando paños con pasta de diamante de 3, 1 y ¼ de micra. Finalmente, las muestras fueron atacadas para revelar la microestructura utilizando Nital al 2%. La fracción de granos con crecimiento anormal en función del tiempo fue determinada mediante análisis de imágenes utilizando el software Stream Essential. Los datos obtenidos fueron utilizados para determinar la cinética del crecimiento en base a la ecuación establecida por Johnson-Mehl-Avrami-Kolmogorov (JMAK) (Humphreys & Hatherly, 1996):

$$X = 1 - \exp(-At^k) \quad (1)$$

donde X es la fracción de granos que crecen anormalmente. Las constantes A y k son determinadas experimentalmente. A representa el periodo de incubación y k es la constante cinética.

En el caso de los aceros de alta resistencia se simuló computacionalmente los efectos de la composición química sobre la cinética de las transformaciones de fase en un acero TRIP grado automotriz. Las

simulaciones se realizaron con el software JMatPro 8.0. En este caso, se obtuvieron los diagramas de fase en enfriamiento continuo (CCT), con el fin de establecer la composición química y los ciclos térmicos que permitieran procesar este tipo de aceros bajo condiciones que simulan líneas de recocido y galvanizado continuo industriales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las Figuras 1-6 muestran el efecto del tiempo sobre la microestructura del acero eléctrico investigado. Como se puede observar, conforme el tiempo de recocido se incrementa, la cantidad de granos con crecimiento anormal se incrementa. Como se puede observar en la Figura 1, la microestructura de muestras recocidas a 825°C durante 10 min, se caracteriza por la presencia de granos pequeños que no crecen durante el tratamiento (contraste oscuro) y granos de mayor tamaño que crecen anormalmente (contraste claro). La fracción de estos últimos se incrementa para tiempos mayores (comparar Figuras 1 y 6). La Tabla 1 muestra el efecto del tiempo del tratamiento térmico sobre la dureza de muestras recocidas a 825°C. Como se puede observar, conforme el tiempo de recocido se incrementa, la dureza del material disminuye. Estos resultados están relacionados con el incremento en el tamaño de grano, observado al incrementar el tiempo del tratamiento térmico. La Figura 7 muestra esquemáticamente la forma en que se cuantificó la fracción de granos con crecimiento anormal mediante el software Stream Essentials. Las regiones amarillas representan a los granos que no crecen durante el tratamiento, mientras que las zonas azules indican los granos que crecen anormalmente. En la Tabla 2 se resumen los valores de la fracción de granos anormales y de los granos que no crecen. Así mismo, se presentan los valores de los dobles logaritmos de la ecuación JMAK. Al graficar $\ln(\ln(1/(1-X_v)))$ vs $\ln t$, se obtiene una línea recta en donde el intercepto con el “eje y” es A y la pendiente es la constante cinética k (constantes experimentales de la ecuación 1) (HUMPHREYS, 1995). A partir de los datos obtenidos en la Tabla 2 se obtiene una constante cinética de $k=0.89$.

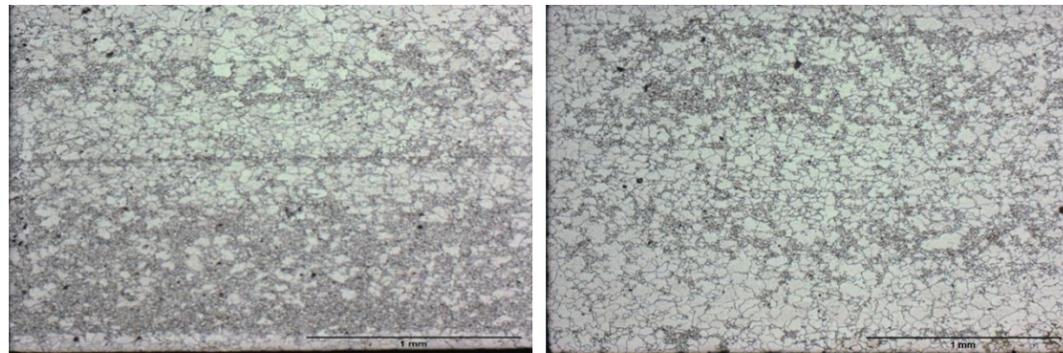


Figura 1. Microestructura de muestras recocidas a 825°C durante 10 min.

Figura 2. Microestructura de muestras recocidas a 825°C durante 30 min.

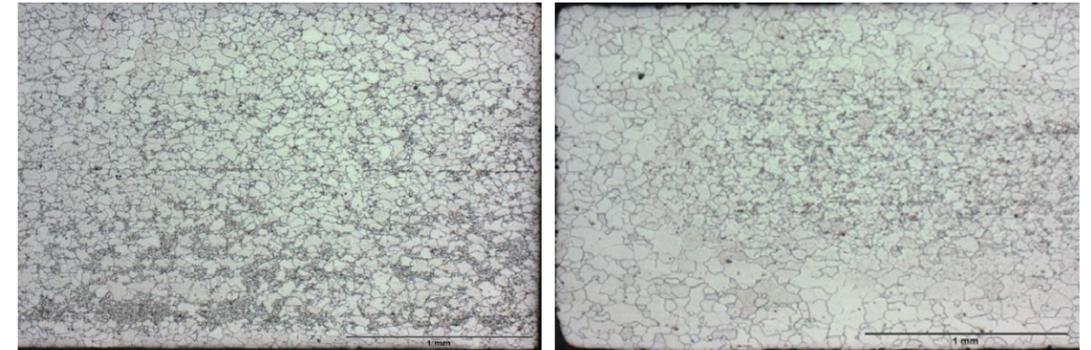


Figura 3. Microestructura de muestras recocidas a 825°C durante 60 min.

Figura 4. Microestructura de muestras recocidas a 825°C durante 120 min.

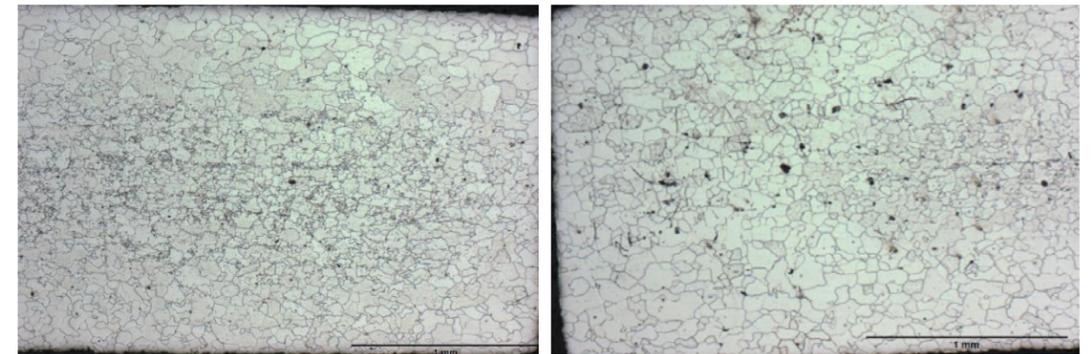


Figura 5. Microestructura de muestras recocidas a 825°C durante 150 min.

Figura 6. Microestructura de muestras recocidas a 825°C durante 180 min.

Tabla. 1. Resultados de dureza obtenidos en función del tiempo en muestras recocidas a 825°C.

Dureza (HV) de un acero eléctrico con 15% de deformación plástica.							
Tiempo de recocido (min)	10	30	60	90	120	150	180
Dureza (HV)	177	160	147	141	125	133	112
	180	162	142	137	122	132	143
	184	142	141	149	126	141	126
	164	139	138	136	130	136	124

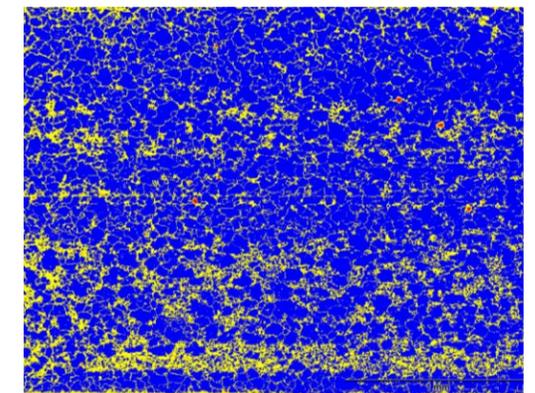


Figura 7. Representación esquemática de la cuantificación de granos con crecimiento de grano anormal.

187	146	142	150	14	13	139
173	157	133	147	14	14	144
189	141	143	142	13	13	133
138	152	151	134	13	14	123
153	157	132	138	13	13	113
144	145	154	142	13	13	110

Tabla. 2. Resultados obtenidos experimentalmente en función del tiempo para determinar la cinética del crecimiento de grano anormal en el acero eléctrico con 15% de deformación

tiempo (s)	600	1800	3600	5400	7200	9000	10800
Ln (t)	6.39	7.49	8.18	8.59	8.88	9.10	9.28
Porcentaje de granos que no crecen	65	45	20	7	5	2	1
Porcentaje de granos con crecimiento anormal	35	55	80	93	95	98	99
Fracción de granos con crecimiento anormal	0.35	0.55	0.80	0.93	0.95	0.98	0.99
$\ln(\ln(1/(1-X_v)))$	-0.84	-0.22	0.47	0.97	1.09	1.36	1.52

plástica recocido a 825 °C.

Por otra parte, la Figura 8 presenta esquemáticamente un diagrama CCT requerido para la fabricación de un acero TRIP mediante recocido y galvanizado continuo (Haldar, Suwas & Bhattacharjee, 2008). Como se puede observar, la fabricación de este tipo de aceros requiere que, durante el recocido del material laminado en frío, se promueva la formación de las fases austenita + ferrita. Así mismo, se requiere que, durante el enfriamiento, se eviten las transformaciones de austenita a perlita o ferrita. Finalmente, durante el proceso de galvanizado es necesario que la austenita transforme isotérmicamente a bainita, resultando en un acero con las fases austenita retenida, ferrita y bainita (TRIP). La Figura 9 muestra el diagrama CCT obtenido mediante las simulaciones realizadas con el software JMatPro, como se puede observar, el diagrama CCT obtenido a partir de un grano número de simulaciones, cumple con las características requeridas para la fabricación de este tipo de aceros en líneas de recocido y galvanizado continuo industriales. La composición química establecida para este acero, el cual será procesado posteriormente mediante fusión y tratamientos termomecánicos, es la siguiente: Al= 0.042%, Cr=0.47%, Mn=1.5%, Mo=0.33%, Si=1.55, C= 0.2% y P=0.004%.

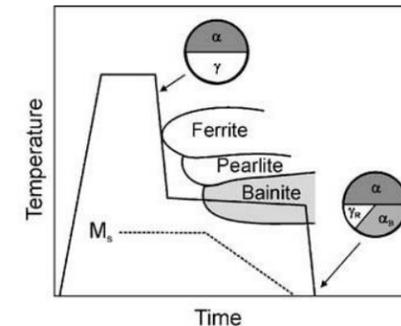


Figura 8. Representación esquemática de un diagrama CCT, requerido para la fabricación de un acero TRIP mediante recocido y galvanizado continuo (Haldar, Suwas & Bhattacharjee, 2008).

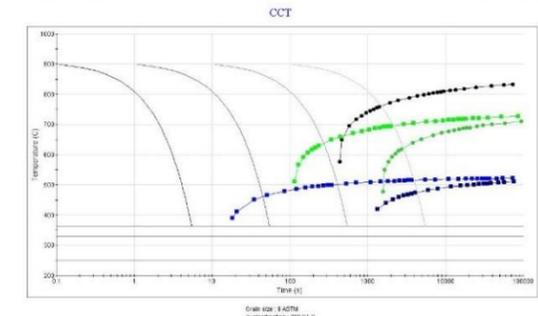


Figura 9. Diagrama CCT obtenido mediante simulación con JMatPro para fabricación de un acero TRIP.

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en el verano de la ciencia UASLP 2016 se pueden enlistar las siguientes conclusiones:

- Los factores que determinan la cinética del crecimiento de grano anormal son: el grado de deformación plástica, el tiempo y la temperatura de recocido.
- Para una misma temperatura, la fracción de granos con crecimiento anormal de tipo equiaxial, es mayor para un mayor tiempo.
- Los contenidos de todos los elementos de aleación en un acero TRIP generalmente son omitidos en la literatura disponible, sin embargo, los resultados del software JMatPro, demuestran que es posible investigar de una manera sencilla los efectos de cada uno de los microaleantes. Estas simulaciones permiten establecer una composición química apropiada para producir estos aceros bajo condiciones que simulen las líneas de procesamiento industriales.

BIBLIOGRAFÍA

- Gutiérrez, E. & Salinas, A. (2010). *Effect of Annealing Prior to Cold Rolling on the Microstructure and Mechanical Properties of Low Carbon Electrical Steels*. ELSEVIER, 2524-2530.
- Haldar, A., Suwas, S., & Bhattacharjee, D. (2008). *Microstructure and texture in steels and other materials*. India: Springer.
- Herrera, H. (2016). *Aseguran abasto de acero para industria automotriz*. Disponible en: http://www.milenio.com/negocios/Kia_abasto_acero-industria_automotriz_0_747525567.html
- Humphreys F. J., Hatherly M. (1996), *Recrystallization and related annealing phenomena*. Oxford: Pergamon.
- Salinas, J., Salinas, A., Gutiérrez, E. & Deaquino, R. (2016). *Effects of processing conditions on the final microstructure and magnetic properties in non-oriented electrical steels*. ELSEVIER, 159-165.
- Sánchez, A. (2014). *Ternium 'mete el acelerador' con la industria automotriz*. Disponible en: <http://www.elfinanciero.com.mx/empresas/ternium-mete-el-acelerador-con-la-industria-automotriz.html>

SISTEMA DE NOTIFICACIONES DE TAREAS ASIGNADAS EN EDUCACIÓN PRIMARIA

Jared Daniel Salinas González¹ y Roberto Solís Robles²

RESUMEN

Se puede usar el software como una gran herramienta en múltiples tareas de la vida cotidiana, en lo que respecta en el apoyo del área educativa, durante el Verano Científico Regional 2016 se realizó un sitio web que permite que un maestro de una escuela de educación básica pueda registrar grupos y pueda publicar tareas/avisos y que estos puedan ser accedidos por los padres de familia así como los alumnos que estén inscritos en un grupo, esto con la finalidad de que los padres de familia se encuentren informados de las tareas de sus hijos y puedan tomar las medidas necesarias para ayudar o verificar la responsabilidad de sus tutorados.

ABSTRACT

You can use the software as a powerful tool on multiple daily life tasks, and with respect to the support of the educational area, during this Regional Scientific Summer, we made a website which allows teachers from elementary schools to register groups and publish homework or remainders that can be accessed by the parents and students enrolled in a group, so that the parents are aware of the homework their children must perform and be able to help them or verify the work is carried on.

Palabras Clave: Software, Educación, Sitio web, Tarea, Aviso.

INTRODUCCIÓN

Durante el desarrollo mental de un niño en formación, la educación básica es crucial para el desarrollar los cimientos de un futuro productivo, ya que ayuda a erradicar la pobreza y la enfermedad, allanando el terreno para el desarrollo sostenible. A través de una educación básica de calidad, los niños adquieren el conocimiento y aptitudes necesarios para una vida saludable, asumiendo papeles activos en la toma de decisiones de índole social, económica y política a medida que transitan a la adultez (UNICEF, 2015). Si bien la educación forma las bases para nuestra adultez, también es importante recalcar que una de las labores más importantes que un niño realiza durante su juventud es la realización de actividades extraescolares como es el caso de las tareas, ya que es un medio que permite que el alumno no solo refuerce la información aprendida durante sus clases, sino que también le ayuda generar responsabilidad. La responsabilidad es una actividad que no solo se aprende en los centros educativos, si no que se impulsa en los hogares gracias a los padres de familia, pues una de las responsabilidades como jefe de familia es enseñar a sus hijos a involucrarse y relacionarse con su entorno social.

Se puede afirmar que el involucramiento de los padres en la educación del hijo abarca varios aspectos que influyen en el desarrollo del niño, como lo son la autoestima, la formación de expectativas educativas, la formación de actitudes positivas hacia la escuela, etc. Este involucramiento requiere la

¹Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica., Ingeniería en Software, Carr. Zacatecas-Guadalajara Km. 6, Ejido "La Escondida", C.P. 98160, jerad.salinas94@gmail.com

² Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica., Ingeniería en Software, Carr. Zacatecas-Guadalajara Km. 6, Ejido "La Escondida", C.P. 98160, rsolis@uaz.edu.mx

³ Dirección: Chepinque, Lomas de la Soledad, 98040 Zacatecas, Zac.

⁴ Dirección: Terraplén Sn, Zacatecas Centro, 98000 Zacatecas, Zac.

disposición de los maestros, para permitir que los padres los apoyen en su labor profesional. Además, las relaciones entre la escuela y la familia van a repercutir en la comunidad, de la cual forman parte (Escobedo, 2006). El trabajo desarrollado en este XVIII Verano de la Ciencia Región Centro 2016 tiene como objetivo solventar la problemática que se ha vuelto recurrente en las escuelas primarias en el anterior periodo escolar 2015-2016, tomando como ejemplos las escuelas primarias Ma. Soledad Fernández Bañuelos³ y el Centro Educativo Integrado Roberto Cabral Del Hoyo⁴ donde los directivos de ambas instituciones han tenido la necesidad de abordar a los padres de familia en la responsabilidad de sus niños en la elaboración de las tareas por medio de reuniones entre directivos y padres de familia, ya que habían presentado deficiencias o errores la elaboración de las tareas en los grupos escolares, así como la falta de entrega de las mismas por parte de los estudiantes. Es por eso que entre los mismos padres de familia, para estar al tanto de las tareas de los estudiantes, trataron de solucionar el problema creando grupos de Whatsapp⁵ lo cual presento dificultades puesto que esos grupos consistían de padres de familia donde cada uno le preguntaba a su hijo acerca de las tareas y actividades, al final cada padre mandaba un mensaje al grupo con información poco objetiva, resultando en variaciones en el número de tareas, en la redacción de las mismas, además de que algunos padres usaban el grupo para comunicar otro tipo de mensajes que nada tenía que ver con las tareas.

El objetivo del sitio web que se encuentra desarrollando es que un maestro pueda crear grupos en los cuales alumnos y padres de familia puedan registrarse, con el propósito de darles a conocer las tareas que se les han asignado y ayudar así a que los alumnos realicen más tareas, ya que con este sitio web los padres de familia podrán saber con objetividad que actividades y tareas tienen sus hijos y ellos saben en como poder apoyarlos.

MARCO TEORICO

Se pueden encontrar diferentes sitios web en internet y aplicaciones que buscan ser intermediarios entre el estudiante y el maestro, así como entre el maestro y el padre de familia. Uno de los más conocidos y usados es *Edmodo*⁶, plataforma que permite a un maestro dar de alta un curso en el cual alumnos y padres de familia pueden registrarse para dar seguimiento a las tareas; también posee un servicio administrativo y ofrece contenido e-learning, su diseño es muy parecido al de aplicaciones de comunicación como *Messenger*⁷ y *Whatsapp*, y la publicación de tareas es similar a la publicación de contenido en redes sociales como *Facebook*⁸ (Edmodo, 2015). Los mismos desarrolladores de *Edmodo* han mencionado que el involucramiento de los padres es esencial para el desarrollo de los estudiantes (Kothari, 2015). La página principal de *Edmodo* se puede ver en la Figura 1.



Figura 1. Portal de acceso a la plataforma de Edmodo.

⁵ <https://www.whatsapp.com/?l=es>

⁶ <https://www.edmodo.com/?lan=es>

⁷ <https://es-es.messenger.com/>

⁸ <http://www.facebook.com>

Otras dos aplicaciones que existen son *Teacher's assistant pro*⁹ y *ClassMessenger*¹⁰. *Teacher's assistant* permite a un maestro publicar anuncios, que los estudiantes manden anuncios a profesores, como es el caso de que un estudiante va a llegar tarde y también seguir el comportamiento de un alumno para informarle a los tutores responsables del estudiante. *ClassMessenger* tiene una funcionalidad de comunicación similar a *Edmodo* para estudiantes, maestros y tutores, sin embargo son menos complejas, pues no aportan muchas herramientas administrativas, solo para mantener contacto entre la comunidad estudiantil y almacenar dicha información. La interfaz principal de la aplicación *Teacher's assistant* se puede ver en la Figura 2.

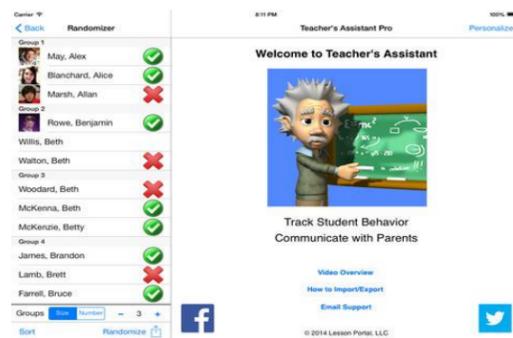


Figura 2. Interfaz de Teacher's Assistant Pro.

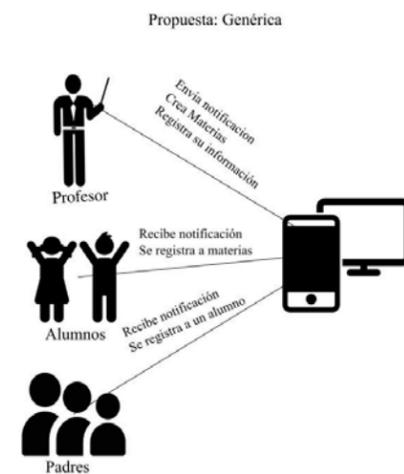


Figura 3. Acciones por tipo de usuarios.

MÉTODOS Y MATERIALES

Previamente al Verano de la Ciencia se determinó que el proyecto que se desarrollaría sería un sitio web que pudiera ser utilizado en celulares como en computadoras o tabletas, el cual se desarrollaría en el lenguaje de programación PHP¹¹, debido al manejo Web, usando el framework de desarrollo Yii¹² junto su extensión Yiistrap¹³ para la interfaz,

ya que está extensión permite generar código Bootstrap¹⁴ usando código Yii de esa forma el sitio web es responsivo tanto en dispositivos móviles así como en computadoras portátiles como de escritorio, así como la Base de Datos MySQL¹⁵ para el almacenamiento de la información.

La metodología que se usó durante el Verano de la Ciencia fue el desarrollo del Ciclo de Vida de Software, centrándose en los primeras actividades del ciclo de vida, las que son el análisis (investigación,

⁹ <http://www.teachersassistantpro.com>

¹⁰ <http://www.classmessenger.com>

¹¹ <http://php.net/>

¹² <http://www.yiiframework.com/>

¹³ <http://www.getyiistrap.com/>

¹⁴ <http://getbootstrap.com/>

¹⁵ <https://www.mysql.com/>

formulación de las necesidades de los usuarios que van usar el software), diseño (la cual se usa para diseñar como los componentes de software van interactuar entre si usando diagramas) y la implementación (donde se programan las partes diseñadas y que tratan de satisfacer los requerimientos de usuarios recabados en la parte de análisis.

Durante la estancia del Verano de la Ciencia las actividades que se realizaron en este proyecto fueron la reafirmación de las actividades que realizarán los usuarios que van a utilizar el sistema, el diseño de la base de datos y la programación de las primeras módulos del sistema. Dentro de la reafirmación de requerimientos, se definieron tres tipos de usuarios: Profesores, Padres y Estudiantes, así como sus requerimientos de usuario: Los profesores podrán crear grupos, así como podrán crear, modificar y eliminar tareas a un grupo, ver los avisos por cada profesor. Los alumnos como padres de familia podrán inscribirse a grupos así como ver la información de las tareas o avisos, los alumnos lo hará a partir de ver las tareas por grupo, así como el padre de familia podrá ver solo las tareas de los grupos en los cuales su hijo se ha inscrito, a los tres tipos de usuarios previamente tendrán que estar registrados para usar dicho sistema web, estas funcionalidades se ilustran en la Figura 3.

Una vez definido las actividades principales por cada usuario se implementó el diseño de la base de datos usando la herramienta MySQLWorkbench¹⁶ en las cuales se definieron las tablas más importantes de acuerdo a como los usuarios finales puedan relacionarse entre si, en las cuales se identificaron la de Usuario, Tipo, Padre, Maestro, Alumno, Grupo, Grado, Materia, Aviso y Adjunto, así como las relaciones de cada tabla y su asociación como se puede ver en la Figura 4.

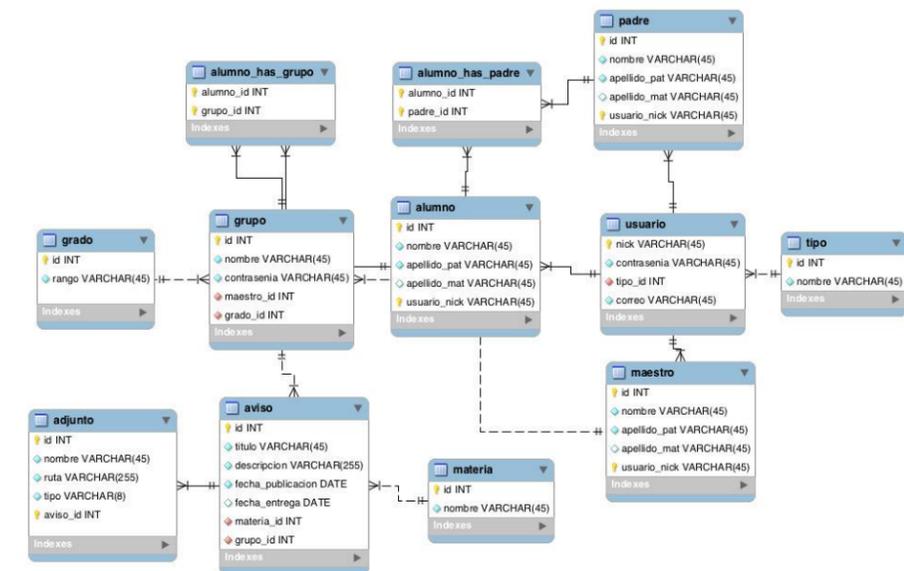


Figura 4. Base de Datos del proyecto.

Una vez consolidada la base de datos y puesta en revisión con los investigadores, la siguiente fase fue la de implementación, en la cual se definió como principales objetivos a programar el alta de usuarios, la creación de grupos, la inscripción de grupos, la creación de avisos, así como la interfaz de los avisos publicados. En la Figura 5 se pueden ver una de las vistas del sitio web ya programado.

¹⁶ <https://www.mysql.com/products/workbench/>

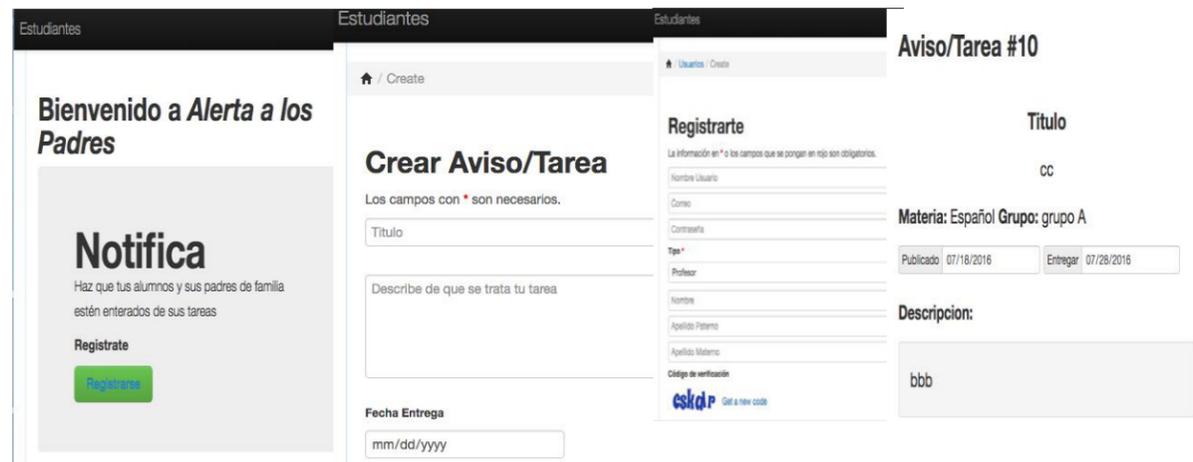


Figura 5. Interfaz de algunos de los componentes del sitio web como la página principal, el registro, el módulo de crear anuncios y como se visualizan las tareas.

RESULTADOS

Al ser un trabajo que aún se encuentra en desarrollo, aún no se han puesto en revisión de resultados, principalmente por que se pretende evaluar en las escuelas primarias las cuales aún no han empezado su ciclo escolar, a su vez se espera evaluar a los grupos después de que transcurra un mes, para tener un diferenciador, donde se pueda determinar las tareas realizadas sin el sitio web, así como las tareas realizadas ya con el sitio web, eso se espera evaluar en el próximo octubre del 2016 en las instituciones ya mencionadas en la parte introductoria.

CONCLUSIONES

Durante el transcurso del Verano de la Ciencia 2016 se pudo avanzar en el diseño y desarrollo de este proyecto, en el cual se logró el desarrollo un prototipo funcional que se encuentra en un 80 % de ser completado, aunque aún hay aspectos en la interfaz y distribución de elementos funcionales en el sitio web que deben ser pulidos, así como implementar algunos otros objetivos como el de mandar un correo a cada integrante del grupo con la descripción de la tarea. Se pudo dar seguimiento a este proyecto que se espera evaluar de manera temporal el siguiente octubre del 2016, el cual tiene como objetivo ofrecer la facilidad de que los maestros puedan notificar a los alumnos y a los padres de familia de las tareas que se tienen que elaborar.

BIBLIOGRAFIA

Artículos de libros

Escobedo, P. S. (2006). Discapacidad, familia y logro escolar[p. 6].

Artículos en línea

Edmodo. (2015). Edmodo en Twitter_ _Literally couldn't have done it without you. Consultado Abril 20, 2016, en <https://twitter.com/edmodo/status/591766822245900289/>

Kothari, K. (2015). Is Parental Involvement Important to Student Learning_ Edmodo Teachers Say, "Yes!" Consultado Abril 3, 2016, from <https://blog.edmodo.com/2015/04/29/is-parental-involvement-important-to-student-learning-edmodo-teachers-say-yes/>

UNICEF. (2015). Educación básica e igualdad entre los géneros. Consultado en Agosto 16, 2016 de <http://www.unicef.org/spanish/education/>

AGRADECIMIENTOS

Agradezco la cooperación de los Dr. Gustavo Zepeda Valles, Ana Lourdes Borrego Elías y el M. en T.E. Carlos Eduardo Acuña López por su ayuda en aportar ideas y opiniones al proyecto.

Agradezco por los iconos que fueron usados en la Figura 3 al autor Freepik de la página www.flaticon.com. El cual se le agradece en su formato establecido en su página

ANÁLISIS DEL NIVEL DE CONFORT CON ELEMENTOS NATURALES RESPECTO A LAS ARTIFICIALES EN ESPACIOS PÚBLICOS

Sánchez Bocanegra María Cristina¹ y Molar Orozco María Eugenia²

RESUMEN

El problema del confort térmico tiene difícil solución, y quizá la única actuación razonable consiste en ofrecer al usuario las máximas posibilidades de control sobre las condiciones de su ambiente y, procurar que este entorno tenga cierta variabilidad natural en el tiempo, por lo cual se pretende analizar el nivel de confort en espacios públicos en Saltillo, Arteaga y Ramos Arizpe de acuerdo a los elementos de protección con los que cuentan. Realizando un trabajo de campo y documental, que dio como resultado que todo el conjunto de elementos dentro y alrededor influyen en el nivel de confort final percibido en el espacio, siendo el mejor control, reducir las horas de exposición de las superficies al sol.

Palabras Clave: Espacio público, confort, elementos naturales y artificiales.

ABSTRACT

The problem of thermal comfort is difficult to solve, and perhaps the only reasonable action is to provide the user the best chance of control over the conditions of their environment and ensure that this environment has some natural variability over time, so it is intended analyze the level of comfort in public spaces in Saltillo, Ramos Arizpe and Arteaga according to protection elements with which counted. By performing fieldwork and documentary, which resulted in the entire set of elements in and around influence the final level of comfort perceived in space, being the best control reducing hours of exposure of the surface to the sun.

Keywords: Public space, comfort, natural and artificial elements.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la vegetación, la topografía del terreno y los cuerpos de agua en las áreas exteriores de los edificios están siendo usados básicamente con propósitos estéticos, utilitarios y recreativos, con la idea de modernizar, sin considerar el impacto social, ambiental y ecológico que genera en el espacio (Ochoa, 2009). La superficie de la ciudad suele tener un carácter complejo, consistente en un mosaico de distintos materiales de superficie. Cada material de la superficie tiene un "albedo" diferente, lo que altera la fracción de radiación solar reflejada y absorbida por la superficie. Por lo tanto, una ciudad es más caliente, que en una zona no urbana.

Los parámetros de confort se ven afectados o modificados por variables climáticas y físicas del contexto construido que condicionan el microclima urbano. Los factores de confort implican a las respuestas fisiológicas de los usuarios, de aclimatación, vestimenta o expectativas de confort y a las variables arquitectónicas relacionadas con la morfología y las condiciones del entorno que permiten incorporar control a las condiciones del microclima (Ochoa, 1999).

¹Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Media-Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Ingeniero Civil; Carretera Rio Verde, San Ciró Km4, C.P: 79617, Rio Verde, San Luis Potosí, cristy_060393@hotmail.com

²Universidad Autónoma de Coahuila Unidad Saltillo, Facultad de Arquitectura Campus Arteaga; Boulevard Fundadores Km 13, C.P: 00000, Arteaga, Coahuila, mariamolar@uadec.edu.mx

La superficie externa de cualquier material opaco tiene tres propiedades que determinan el comportamiento con respecto al intercambio de calor radiante, normalmente son la capacidad de absorción, la reflectividad y la emisividad (Giovani, 1981). De acuerdo a lo expuesto, se pretende realizar un estudio sobre el nivel de confort y el comportamiento térmico de las superficies horizontales en espacios públicos de la ciudad de Ramos Arizpe, Saltillo y Arteaga.

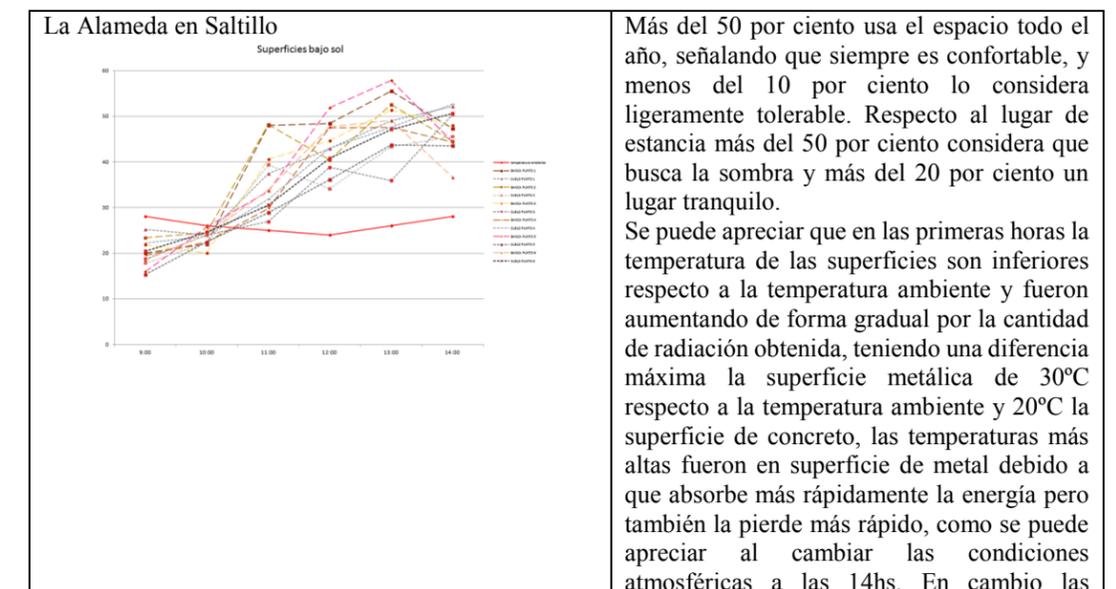
MÉTODOS Y MATERIALES

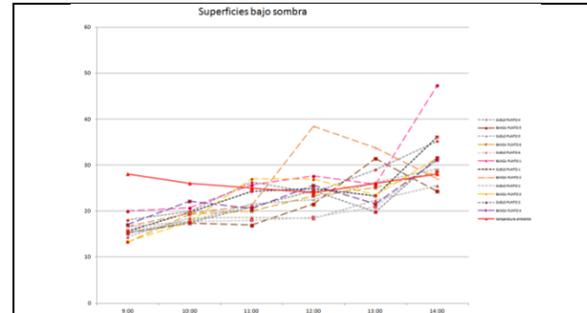
Se realizó un trabajo documental y de campo de 9:00 a 14:00h, de forma transversal, empleando para las mediciones distintos dispositivos: Para medir la temperatura de las superficies se empleó un termómetro infrarrojo Modelo 42510A, al cual se le introducía el tipo de emisividad de acuerdo al material para realizar los registros de las distintas superficies horizontales identificadas para el análisis, procurando medir en el mismo lugar. Para medir la temperatura ambiente y el porcentaje de humedad se empleó un registrador datalogger, grafica en LCD. U-602, bajo sombra. Obtención de datos meteorológicos del Servicio Meteorológico Nacional de CONAGUA (EMAS). Aplicación de encuesta a usuarios del espacio, con 26 reactivos, de los cuales para este análisis en particular solo se tomaron en cuenta seis. La Muestra no fue representativa, pero da una idea de acuerdo a los obtenidos en las mediciones y datos meteorológicos

RESULTADOS

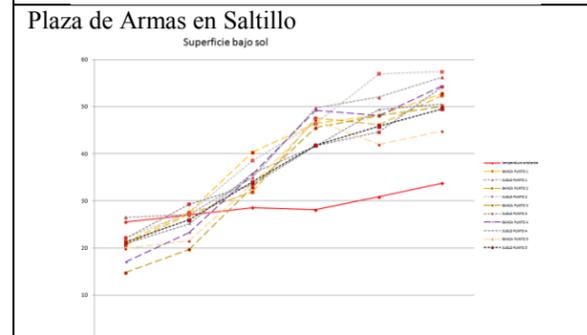
Para el trabajo se procedió a identificar los meses con mayor irradiación solar y temperatura, correspondiendo a los meses Junio y Julio, en base a esto se trabajó a finales del mes de junio. Se seleccionaron dos espacios de cada ciudad. En Saltillo la Plaza de Armas y La Alameda, en Arteaga la Plaza principal y Alameda, por último Ramos Arizpe la Plaza principal y el Parque Venustiano Carranza, este último es debido a que la Alameda no cuenta con equipamiento y no es segura. Para las mediciones de campo se seleccionaron dos superficies horizontales en cada sitio, el piso y las bancas, los factores de emisividad fueron distintos en algunos espacios de acuerdo al material, de 0.80, 0.90, 0.94, 0.95 a 0.98. El microclima respecto al macro en todos los espacios mantiene diferencias, debido al impacto antropométrico y el porcentaje de superficies duras que elevan la temperatura ambiente y reduce el porcentaje de humedad al interior de la ciudad, acorde a lo indicado por Ochoa, el comportamiento se ve en la tabla 1.

Tabla 1. Información de cada espacio público



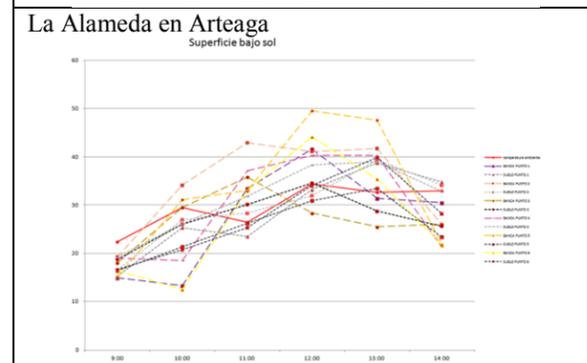
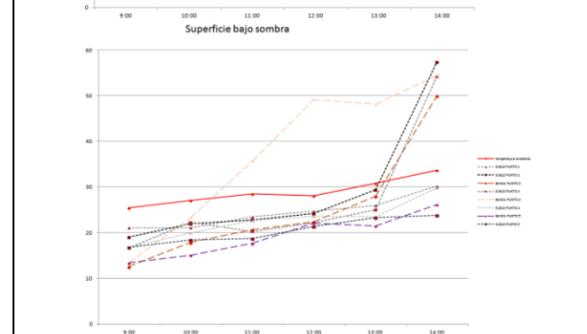


superficies que cuentan con la protección de la sombra, la mayoría tiende a estar por debajo de la temperatura ambiente, solo las superficies metálicas aumentan su temperatura superando la temperatura ambiente con un máximo de 15°C aproximadamente en la superficie que cuenta con menor protección en ciertos momentos.



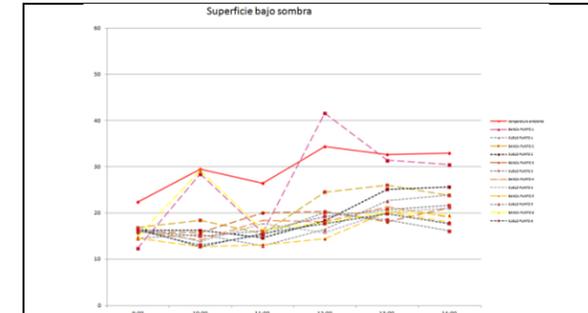
El 90% indica que usan el espacio todo el año. Respecto al nivel de confort, casi el 60% señala que es tolerable, debido a que cuenta con pocos espacios de sombra, más del 20% indica que siempre es confortable. El 100% busca un lugar con sombra.

Al igual que en los demás espacios la temperatura de las superficies inicia por debajo respecto a la temperatura ambiente y va aumentando gradualmente hasta alcanzar una diferencia máxima aproximada de 25°C, en este caso fue una superficie del suelo y no del metal en las bancas el que supero esta temperatura. La mayoría de las superficies se mantuvieron por debajo de la temperatura ambiente en casi todas las horas, aumentado después de las 13:00 hs, solo una superficie de una banca después de las 10:00 fue aumentando, alcanzando una diferencia aproximada de 20°C respecto a la temperatura ambiente.

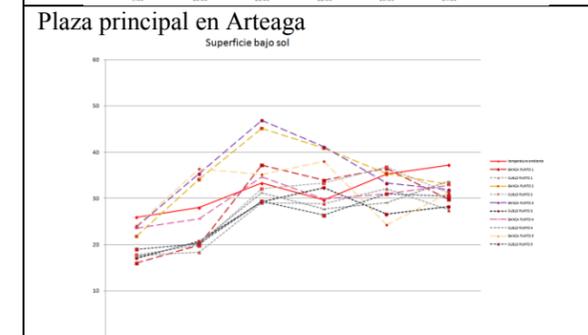


Señala más del 60% de los usuarios que vienen al espacio todas las épocas del año. El 50% comenta que siempre es confortable, solo menos del 20% indica que es tolerable el espacio, es por eso que al seleccionar el lugar la primera prioridad es buscar la sombra con más del 50%, más del 20% lo busca por ser tranquilo y más del 10% porque sea fresco.

En este espacio se puede apreciar que la superficie de madera era el que tenía mayor aumento de temperatura respecto a la superficie del suelo, pero la diferencia máxima aproximada fue de 17°C respecto a la temperatura ambiente siendo bajo comparado con los otros espacios; y al igual que el metal la madera también pierde más pronto la energía absorbida. En este espacio la temperatura de las superficies se mantuvo por debajo de la temperatura ambiente con un

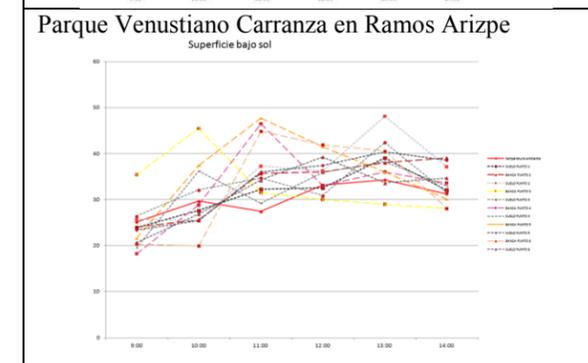
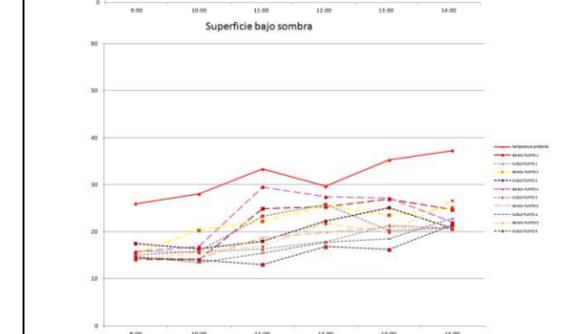


mínimo de 5°C y un máximo de 12°C, con excepción de la superficie de una banca que entre las 11:00 y 13:00 estuvo sin sombra aumentando la temperatura de 8°C arriba del ambiente.



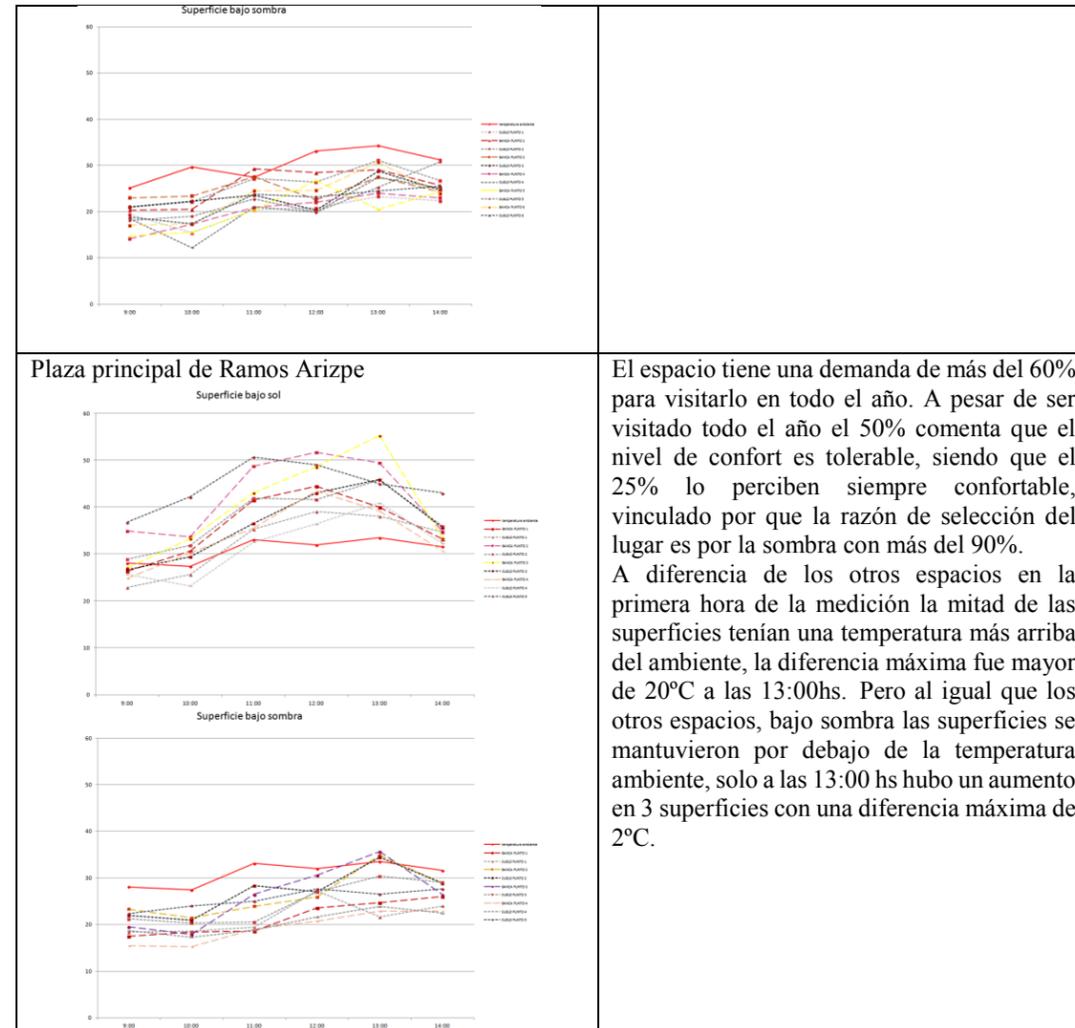
Más del 80% indica que el espacio lo usa en todos los periodos. El 50% indica que es tolerable el nivel de confort, el 25% dice que siempre es confortable o la mayoría del año, es por eso que más del 60% seleccionan un lugar con sombra, más del 10% lo busca por ser fresco y el resto por ser tranquilo o ver gente.

En este caso la superficie del suelo se mantuvo la mayoría por debajo de la temperatura ambiente, solo las superficies de las bancas metálicas aumentaron con máximo de 15°C aproximadamente respecto a la ambiente. En condiciones bajo sombra ninguna de las superficies supera a la temperatura ambiente, teniendo un mínimo de 2°C de diferencia inferior.



Casi el 60% dice que lo visita en todos los periodos. Esto contrasta con la percepción del nivel de confort, el 50% dice que es tolerable, y el 25% dice que siempre es confortable o que la mayoría del año es confortable, debido a esto se observa que la selección del lugar para sentarse prioritariamente es por la sombra con más del 90%.

En este sitio el comportamiento de las superficies fue muy similar teniendo una diferencia mayor de 20°C respecto a la interior a las 11:00hs. Las superficies bajo sombra se mantuvieron por debajo de la temperatura ambiente con excepción de una superficie de una banca a cierta hora que aumento de temperatura en aproximadamente 2°C.



CONCLUSIONES

Se puede indicar que el espacio público mejor equipado es la Alameda Zaragoza de Saltillo, además de contar con mayores dimensiones y la plaza con más carencias en cuanto a equipamiento es la Alameda de Arteaga. Todas las plazas tienen árboles aunque en la Plaza de Armas de Saltillo sus especies son pocas y la copa no protege de la radiación solar en las horas críticas para verano además es la que cuenta con mayor superficie dura.

Respecto al nivel de confort, las Alamedas son las que se perciben con mejor nivel de confort, y los demás espacios se consideran tolerables, lo que se puede observar es que a pesar de contar con abundantes árboles en algunos espacios estos tienen problemas ambientales debido al impacto antropométrico que tiene a su alrededor y el porcentaje de superficies duras que aumentan el nivel de temperatura del entorno. Las variantes de temperatura del entorno es distinta debido a las condiciones ambientales y su entorno, pero la diferencia es de 1°C bajo sombra de un elemento natural que bajo un elemento artificial.

BIBLIOGRAFIA

- GIOVANI, B. (1981). *Man, climate and architecture, second edition*, London: Applied science publishers, pp. 106 a 113.
- OCHOA, J. M. (1999). *Evaluación del microclima urbano*, Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
- OCHOA, J. M. (2009). *Ciudad, vegetación e impacto climático: el confort en los espacios urbanos*, Barcelona, Erasmus Ediciones.

PREPARACIÓN DE FOTOCATALIZADORES DE ZnO Y POLÍMEROS CONDUCTORES PARA LA FOTODEGRADACIÓN DEL COLORANTE ROJO REACTIVO DEL AGUA

Felipe de Jesús Silva Aguilar¹ y Víctor Manuel Ovando Medina²

RESUMEN

La idea de este proyecto surgió de observar como las industrias textiles liberan grandes cantidades de agua contaminada por colorantes. Es por eso que se realizó la síntesis del fotocatalizador de óxido de zinc (ZnO) recubierto con polipirrol (PPy) a distintas concentraciones para obtener un compuesto de ZnO/PPy. Los fotocatalizadores obtenidos se caracterizaron por espectroscopia Raman, FTIR y UV-Vis. Los copositos se pusieron a prueba cada uno de ellos en un fotoreactor para observar como era su eficiencia en la fotodegradación del colorante rojo reactivo 120 presente en solución acuosa bajo irradiación con luz visible.

ABSTRACT

The idea of this project arose from observation of how the textile industries release large amounts of polluted water with dyes. Therefore, a photocatalyst of zinc oxide (ZnO) coated with polypyrrole (PPy) at different ZnO/PPy ratios were synthesized to obtain a ZnO/PPy composite. The obtained photocatalysts were characterized by Raman and FTIR and UV-Vis spectroscopy. Composites were tested in a photoreactor to observe its efficiency in the photodegradation of reactive red 120 dye in aqueous solutions under visible light irradiation.

Palabras clave: Fotocatalizador, síntesis, óxido de zinc, rojo reactivo 120, fotodegradación.

INTRODUCCIÓN

La contaminación del agua es una problemática muy importante de la cual debemos tomar conciencia una de las principales fuentes de contaminación es por la industria textil. La industria textil es de los sectores con mayor consumo de agua y las aguas residuales que estas generan contienen un gran número de contaminantes de diferente naturaleza. Entre los contaminantes que se destacan son los colorantes. Estos compuestos se diseñan para ser altamente resistentes, incluso a la degradación microbiana, por lo que son difíciles de eliminar en las plantas de tratamiento convencionales [1]. Es por eso que se propone usar nuevas tecnologías avanzadas de oxidación como es la fotocatalisis heterogénea. Se basa en una reacción catalítica que involucra la absorción de luz visible por parte de un semiconductor (fotocatalizador), con el fin de degradar los contaminantes orgánicos, asegurando su transformación en compuestos que son inocuos para el medio ambiente [2]. En el caso de este tipo de fotocatalisis, se emplean sólidos en suspensión acuosa o gaseosa. Existen múltiples de estos semiconductores tales como: Óxido de aluminio (Al₂O₃), óxido de zinc (ZnO), óxido de hierro (Fe₂O₃) y óxido de titanio (TiO₂) [3]. En este trabajo se utilizó el fotocatalizador de óxido de zinc (ZnO) recubierto del polímero semiconductor de polipirrol para la degradación del colorante como es el rojo reactivo, debido a que es considerado un prometedor fotocatalizador de bajo costo con estabilidad física y química [4], además, se observó como es el comportamiento de este material y la eficiencia que tiene al degradar este tipo de colorante.

¹ Coordinación Académica Región Altiplano, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Carretera a Cedral, KM 5+600, Ejido San José de las Trojes, Matehuala, San Luis Potosí., C.P. 78700, México. felipe_0107@hotmail.com

² Coordinación Académica Región Altiplano, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Carretera a Cedral, KM 5+600, Ejido San José de las Trojes, Matehuala, San Luis Potosí., C.P. 78700, México. ovandomedina@yahoo.com.mx

METODOLOGÍA

Materiales: Cloruro de Zinc (ZnCl₂) Jalmek al 97%. Hidróxido de sodio (NaOH) Jalmek al 97%. Dodecil sulfato de sodio Jalmek al 99%. Hexadecyltrimethyl ammonium bromide (CTAB), Sigma Life Science, al 98%. Persulfato de amonio (APS) Jalmek al 98%. Pyrrole ALDRICH al 98%. Rojo reactivo 120 (Sigma Life).

Síntesis de ZnO mediante precipitación a partir de ZnCl₂ y NaOH

Se prepararon 3 soluciones, la primera una solución de ZnCl₂ disolviendo 8.1774 g de este en 60 g de agua destilada, en agitación y calentamiento a 60 °C, la segunda una solución de SDS disolviendo 0.8652 g del mismo en 15 g de agua destilada y por último una solución de NaOH disolviendo 14.4 g del reactivo en 90 g de agua destilada, a cada una de estas soluciones se les llamo solución A, B y C respectivamente.

Se le agregó la solución B a la solución A y se agitó durante 5 minutos, posteriormente se agregó la solución C gota a gota. Después de esto se le agregaron 45 g de agua destilada a la mezcla de las soluciones y se dejó reaccionar con agitación durante 1.5 horas. Pasado este tiempo se pasó la mezcla a un frasco de vidrio con tapa rosca y se colocó en un horno (DHG-9145^a) a 80 °C durante 5 horas. Se sacó la solución del horno y se dejó enfriar a temperatura ambiente, para después ser filtrada y lavada hasta que dejara de observarse la formación de espuma en el filtrado (eliminación de SDS). La muestra se dejó secando en el horno a 60 °C durante 24 horas aproximadamente.

Recubrimiento de ZnO con PPy

Se recubrieron 3 muestras de ZnO a diferentes concentraciones de pirrol como se muestra en la Tabla 1. Se pesó el agua en viales de 60 ml y se les agregó el ZnO y el CTAB para posteriormente ultrasonificar durante 10 minutos, después de esto se le agregó el pirrol y se dejó en agitación magnética durante 1 hora para permitir que el pirrol se adsorbiera sobre las partículas de ZnO. Terminado esto se le agregó el APS (disuelto en 5 g de agua) a la mezcla de reacción para dar inicio a la polimerización. La polimerización procedió durante 2 horas con agitación magnética, para después colocarse en un exceso de metanol para precipitar las nanopartículas de ZnO/PPy, las muestras fueron lavadas y filtradas con agua destilada hasta que no se observó la formación de espuma en el filtrado. Para finalizar se dejaron secando en un horno a 60 °C durante 24 horas.

Los sólidos secos resultantes de la síntesis y del recubrimiento de ZnO fueron analizados mediante espectroscopia Raman (BWTEK INC.), espectroscopia FTIR (Agilent Technologies) y espectroscopia UV-Vis (Evolution 220).

Tabla 1. Concentraciones de los reactivos utilizados en la preparación de ZnO/PPy

Muestras	Agua (g)	CTAB (g)	ZnO (g)	APS (g), disuelto en 5g de agua	Pirrol (g)
ZnO/PPy-2:1-CTAB	35	0.8	0.25	1.36	0.125
ZnO/PPy-1:1-CTAB	35	0.8	0.25	1.36	0.25
ZnO/PPy-1:2-CTAB	35	0.8	0.25	1.36	0.50

Pruebas de fotodegradación del colorante con los materiales sintetizados

Tabla 2. Cantidades de reactivos utilizados en las pruebas de fotodegradación.

Muestra	Colorante [ppm]	Masa de Catalizador (g)	Volumen de solución (ml)
ZnO	200	0.125	120

ZnO/PPy-2:1-CTAB	200	0.125	120
ZnO/PPy-1:1-CTAB	200	0.125	120
ZnO/PPy-1:2-CTAB	200	0.125	120

Se colocaron dentro del fotoreactor 115 ml de solución de colorante y en otros 5 ml de esta misma solución se disolvieron los 0.125 g de catalizador, posteriormente esta mezcla se ultrasonizó durante 15 min. Pasado este tiempo la mezcla se cargó el fotoreactor. Se encendió el agitador del fotoreactor (Prendo RFQ-200) sin encender el foco de luz visible (Philips, H7, standard, 12v-55W) con agitación durante 15min para permitir la adsorción de equilibrio del colorante sobre el catalizador. Después de este tiempo se encendió la fuente de luz y se tomaron muestras de 2 ml a diferentes tiempos, esas muestras se centrifugaron durante 3 minutos para poder tomar una muestra de la parte líquida y se le realizó una prueba de UV- Vis (Evolution 220) a cada una de ellas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la síntesis de ZnO se obtuvo un rendimiento del 41.97%. Los resultados obtenidos de las pruebas realizadas a los fotocatalizadores de espectroscopia Raman y FTIR se muestran en las Figuras 1 y 2, en donde puede verse que los fotocatalizadores fueron sintetizados de manera correcta ya que tanto el ZnO puro como el ZnO/PPy a distintas relaciones de ZnO:PPy dan señales del PPy y del ZnO [5] en diferentes puntos. En la Figura 3 se muestra el espectro de UV-Vis de los materiales sintetizados; se observa a que longitud de onda se activan estos materiales bajo incidencia de luz visible y el comportamiento que toman ante esta.

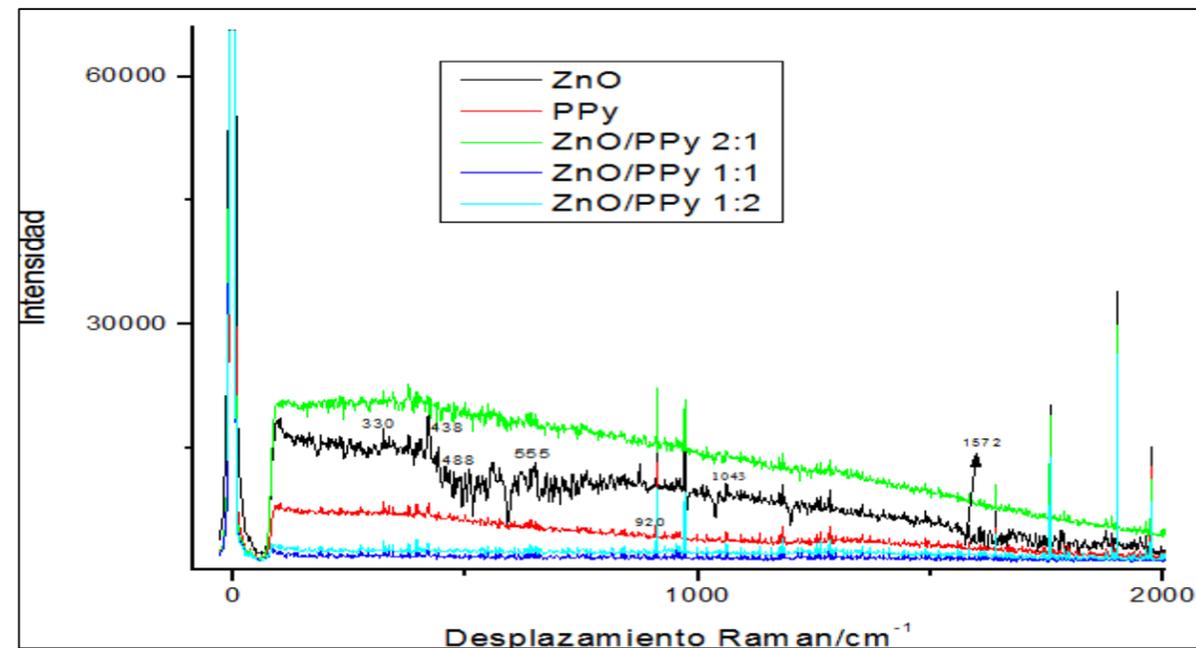


Figura 1. Espectros de Raman de los materiales de ZnO, PPy y ZnO/PPy a distintas relaciones de ZnO:PPy.

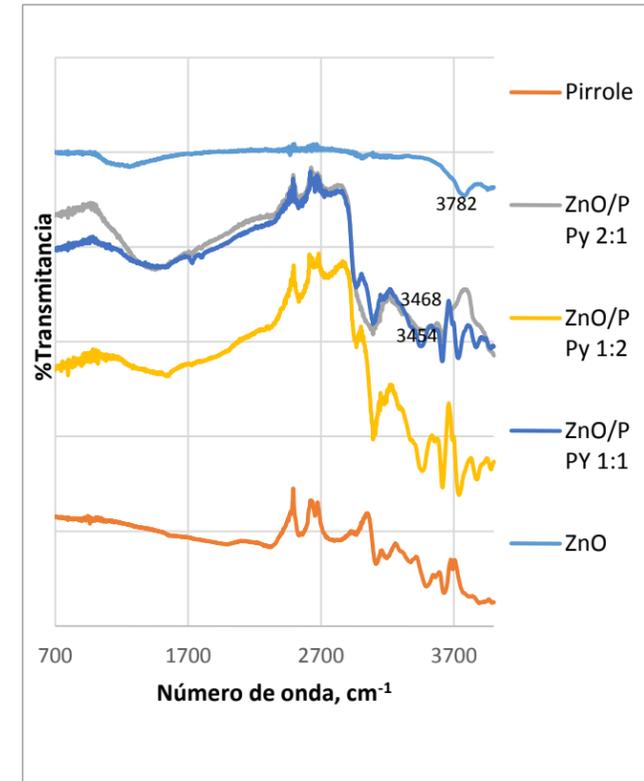


Figura 2. FTIR Los espectros de nanopartículas de ZnO, PPy y ZnO/PPy a distintas concentraciones.

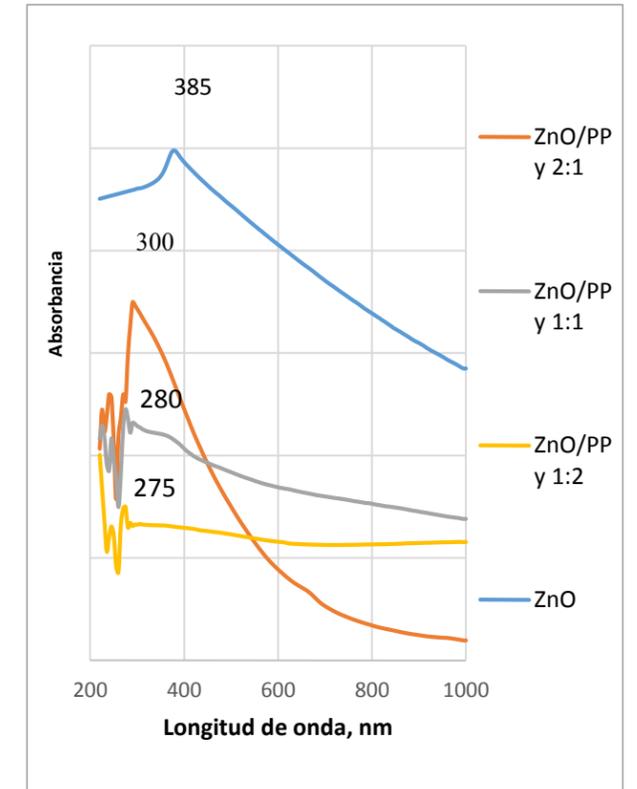


Figura 3. UV-Vis de las distintas muestras donde se muestra a que longitud de onda se activa el material.

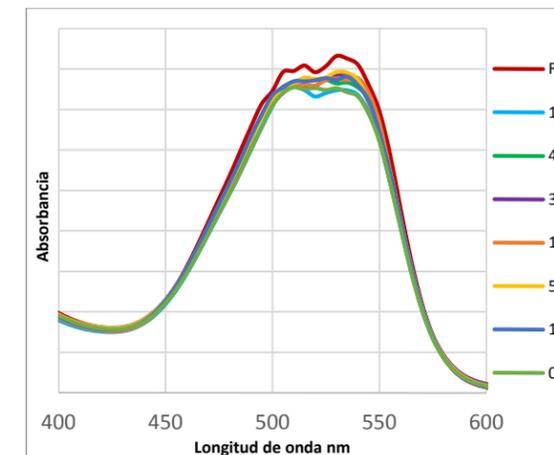


Figura 4. UV-Vis de la fotodegradación del colorante rojo reactivo con ZnO puro.

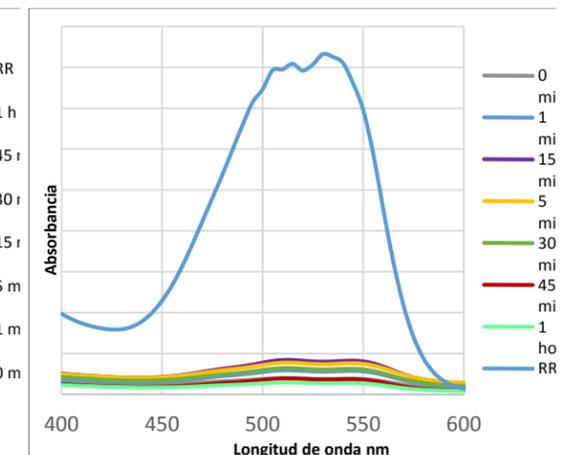


Figura 5. UV-Vis de la fotodegradación del colorante rojo reactivo con ZnO/PPy 2:1.

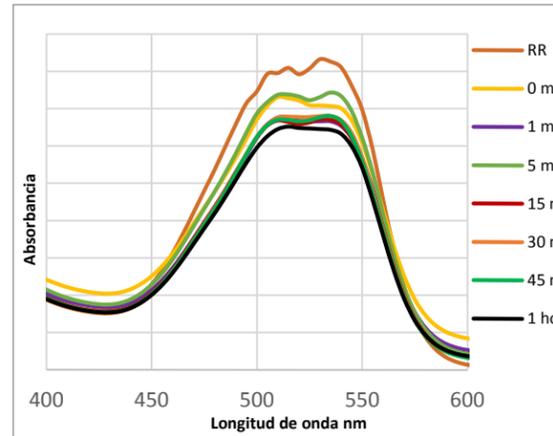


Figura 6. UV-Vis de la fotodegradación del colorante rojo reactivo con ZnO/PPy 1:1.

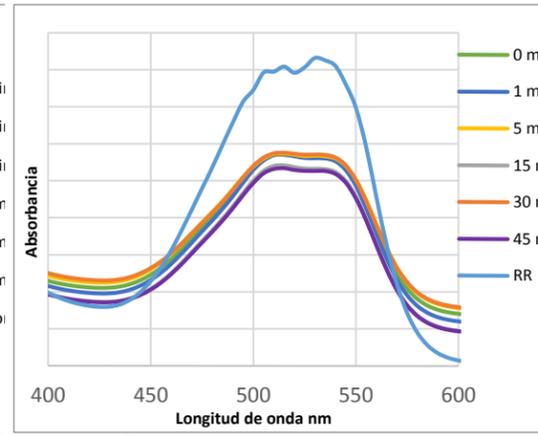


Figura 7. UV-Vis de la fotodegradación del colorante rojo reactivo con ZnO/PPy 1:2.

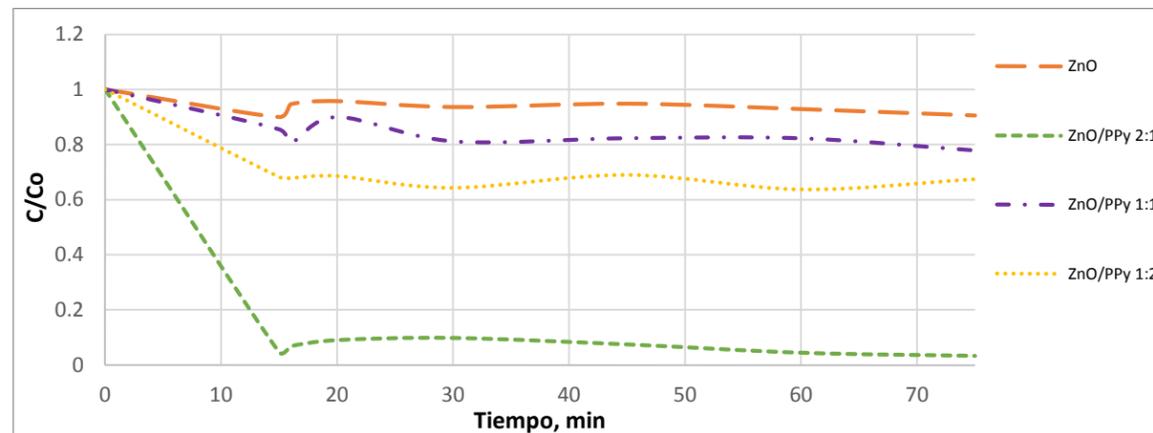


Figura 8. Cinética de la fotólisis del tinte, la fotodegradación bajo irradiación de luz visible y en la oscuridad (adsorción) utilizando ZnO puro y ZnO/PPy a distintas concentraciones para una concentración de 200 ppm de rojo reactivo.

En las Figuras 4 se muestra los espectros de UV-Vis de la fotodegradación del colorante rojo reactivo usando el ZnO puro y se puede observar que la concentración del colorante no disminuye significativamente, haciendo los cálculos debidos da que su rendimiento en la degradación del colorante es de un 9.46 %. En las figuras 5, 6 y 7 se observa el mismo procedimiento que en la pasada solo que se usaron como fotocatalizador el ZnO/PPy 2:1, ZnO/PPy 1:1 y ZnO/PPy 1:2 respectivamente. Visualmente se puede apreciar en la figura 5 que el fotocatalizador tiene una gran eficiencia removiendo el colorante y numéricamente se obtuvo un porcentaje del 96.72%. En la figura 6 se observa que el fotocatalizador no tiene una gran eficiencia y numéricamente el porcentaje de remoción del colorante fue del 22.09%. El fotocatalizador usado en la figura 7 dio como porcentaje de eficiencia un 36.26%.

En la figura 8 muestra la relación residual a la concentración inicial de rojo reactivo (C/C_0) con función del tiempo, se usó el material ZnO puro y el material compuesto ZnO / PPy a diferentes concentraciones para degradar una concentración de colorante a 200 ppm. Se puede observar que la eficiencia de degradación de cada una se puede lograr observar después de un determinado tiempo de exposición a la luz visible.

CONCLUSIONES

El compuesto de ZnO se sintetizó mediante precipitación con un rendimiento no muy alto y se recubrió con PPy semiconductor por oxidación química para obtener ZnO/PPy a diferentes proporciones. Se observó que el fotocatalizador de ZnO que funcionó de mejor manera fue el de ZnO/PPy 2:1 ya que su eficiencia degradando el colorante fue la más alta, pero aun así los fotocatalizadores restantes cumplieron su función de degradarlo en la región de luz visible, demostrando que la degradación del colorante rojo reactivo bajo este tipo de irradiación es posible.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cortázar A., Coronel C. (2014). Contaminantes generados por los Colorantes de la industria textil. UAEH. Consultada en: <http://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n3/e1.html>
2. Corzo Lucioni A., Vega Baudrit J. (2012). Estudio cinético de la degradación fotocatalítica oxidativa de colorantes empleados en la industria TEXTILERA. Iberoamericana de Polímeros. Consultada en: <http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/ABR12/lucioni.pdf>
3. Garcés Giraldo L., Mejía Franco E., Santamaría Arango J. (2012). La fotocatalisis como alternativa para el tratamiento de aguas residuales. Lasallista de investigación. Consultada en: <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/195/1/083-92%20La%20fotocat%C3%A1lisis%20como%20alternativa%20para%20el%20tratamiento.pdf>
4. Rajbongshi BM, Ramchiary A, Jha BM, Samdarshi SK. (2014). Síntesis y caracterización de fotocatalizador Ag / ZnO activo visible plasmónica. J Mater Mater Sci Electron 25: 2969 - 2973. Consultada en: 10.1007 / s10854-014-1968-1
5. V. Ovando Medina, G. López, B Castillo Reyes et al. (2015). Composite of acicular rod-like ZnO nanoparticles and semiconducting polypyrrole photoactive under visible light irradiation for methylene blue dye photodegradation. Número 12, Vol.293, (3459- 3469).

COMPARATIVA DE MÉTODOS DE CONTAMINACIÓN SALINA FUNCIONALES AL ESTUDIO EXPERIMENTAL DE TÉCNICAS DE LIMPIEZA DE SALES SOLUBLES EN MATERIALES PÉTREOS ARTIFICIALES

Liliana Soto Romero¹ y Tanja Mastroiacovo²

RESUMEN

Este artículo describe una comparativa de métodos de contaminación salina funcionales al estudio experimental de la distribución, contenido y daños relacionados con la presencia de sales solubles en pintura mural, con el objetivo de revisar las metodologías útiles al estudio experimental de las dinámicas relacionadas con el desarrollo cristalino del cloruro de sodio en materiales pétreos artificiales y su posterior eliminación. Se llevaron a cabo dos métodos de contaminación de las probetas de mortero, cuyos resultados se evaluaron por medio de observación a nivel macroscópico de la costra salina ocasionada, toma de datos relacionados con la variación de peso de las probetas afectadas y daños ocasionados a las probetas. Finalmente se determinó el método de contaminación más satisfactorio en términos de viabilidad, nivel de contaminación alcanzado y daños ocasionados para su aplicación en estudios experimentales y académicos representativos.

Palabras clave: sales solubles, mortero, contaminación.

ABSTRACT

This article describes a comparison of methods of functional salt contamination to the experimental study of the distribution, content and damages related to the presence of soluble salts mural painting, in order to review the useful methods to the experimental study of the dynamics related to development crystalline sodium chloride artificial stone materials and their subsequent elimination. Were conducted two methods contamination of mortar specimens, the results were evaluated by observing macroscopically the Salterusted caused, data related to the weight change of the specimens affected and damage to the specimens. Finally the most satisfactory method contamination was determined in terms of viability, level of contamination and damage reached for use in experimental studies and academic representative.

Keywords: soluble salts, mortar, contamination.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presenta una revisión de las metodologías experimentales de contaminación por sales solubles en probetas de mortero, funcionales a su aplicación en ámbito experimental y académico, ofreciendo un monitoreo de las variaciones experimentadas por los materiales durante las fases de deterioro y estudio. La contaminación por migración de sales solubles en el sustrato de los materiales pétreos artificiales, entre los cuales entran las pinturas murales, constituye una de las problemáticas más difusas a nivel de incidencia y gravedad, que acarrea graves daños al Patrimonio. Las eflorescencias salinas afectan fuertemente las pinturas murales y otros monumentos, cristalizando de distinta forma y morfología (Arnold, 1998). Uno de los principales factores a resolver en estos casos es la limpieza de estos materiales ajenos que precipitan en superficie como consecuencia de la presencia de humedad (por infiltración o capilaridad) responsable de transportar esta clase de contaminantes en solución. A lo largo del tiempo se

¹ Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Extensión San José Iturbide, Camino a Cerrito de Galomo No.50, Comunidad Cerrito de Galomo, San José Iturbide, Gto., MÉXICO;lili_perry95@hotmail.com

² Facultad del Habitat, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, S.L.P., MÉXICO, tanja.mastroiacovo@uaslp.mx

han desarrollado varias metodologías para la conservación de estos materiales afectados por presencia de sales, algunos de carácter físico-químico, en los cuales se llegó a causar daños irreversibles al Patrimonio. Por ello se propone una revisión de los métodos empleados para llevar a cabo la contaminación salina de los materiales pétreos artificiales en fase experimental, identificando el más adecuado, capaz de ofrecer un sustrato idóneo y representativo para ensayar previamente en las fases de laboratorio los materiales y métodos de remoción a emplearse en obra real.

METODOLOGÍA

El proceso de revisión de las metodologías empleadas para el estudio de los efectos de las sales solubles en ámbito experimental se organizó en 5 fases. Todo el proceso se documentó por medio de cámara Olympus® SP 80002.

Fase 1: preparación de probetas de mortero.

- Realización de mortero en proporción 1:1 (cal apagada:marmolina) y de 6 probetas con forma circular por medio de vertido en moldes de polímero (tamaño: 8.2x3.8cm).
- Realización de una capa pictórica con la técnica del *mezzo fresco* por medio de la aplicación de una suspensión de pigmento inorgánico en agua de cal, con el objetivo de registrar las alteraciones y daños estéticos ocasionados por los procesos de cristalización de sales.

Fase 2: contaminación por sales solubles a parámetros ambientales (Grupo A).

- Contaminación a temperatura ambiente por medio de inmersión parcial en solución salina sobresaturada de NaCl:H₂O (1:1) hasta total evaporación del medio acuoso (2 días) con monitoreo de las condiciones ambientales por medio de termohigrómetro Extech RH1100.

Fase 3: contaminación por sales solubles según parámetros controlados (Grupo B).

- Contaminación a fases alternas (tres en total) por medio de secado en horno e inmersión en solución salina. Las fases de secado se realizaron en horno Feliser® con temperatura creciente desde 65°C hasta 105°C (con incremento de 15°C a intervalos de 15 minutos) e inmersión parcial en solución salina sobresaturada de NaCl:H₂O (1:1) con tiempo de inmersión de 24hrs.

Fase 4: evaluación de la contaminación salina.

- Realización y comparación del registro de la variación de peso sufrida por las probetas de solo mortero contaminadas por inmersión a condiciones de temperatura y humedad relativa ambiental (tabla 1), por medio de fases alternas horno-inmersión (tabla 2). La toma de pesos se realizó con una balanza electrónica de precisión Rhino® modelo BAPRE, con el objetivo de evaluar el método de contaminación más efectivo.
- Evaluación de las variaciones de peso (g) sufridas por las probetas de mortero en las diferentes fases y elaboración de los parámetros promedio de cada grupo (tabla 3) por medio de la elaboración de los datos recolectados con hoja de cálculo Excel® con el objetivo de relacionar la variación (%) de peso (tabla 4) con el nivel de contaminación salina alcanzado. Los datos elaborados han sido elaborados para ofrecer gráficos cuantitativos de los fenómenos registrados.

Fase 5: Evaluación de los resultados obtenidos y formulación de conclusiones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fase 2: Contaminación por sales solubles a parámetros de temperatura y humedad ambiente (Grupo A). Se observó un incremento del peso (g) exponencial entre las fases inicial y final (tabla1), con un promedio igual al +7.1g (Fase 2) y +36.2g (Fase 3) (tabla 3).

GRUPO A	FASE 1	FASE 2	FASE 3
1	322.8g	327.7g	357.4g
2	317.9g	326.6g	362.3g
3	319.7g	327.3g	349.3g

Tabla 1. Variaciones de peso (g) de 3 probetas con secado a temperatura ambiente acompañadas de inmersión en solución salina durante 2 días.

Fase 3: contaminación por sales solubles según ciclos de secado-inmersión a parámetros controlados (Grupo B). Se registró un incremento de peso (g) muy marcado entre la fase inicial y final (tabla 2), con un promedio de aumento de peso igual a +53.4g (Fase 2) y +81.4g (Fase 3) (tabla 3).

GRUPO B	FASE 1	FASE 2	FASE 3
1	289.6g	344.4g	374.2g
2	287.0g	339.9g	366.3g
3	299.0g	351.5g	378.8g

Tabla 2. Variaciones de peso (g) de 3 probetas con secado en horno Feliser[®] acompañadas de inmersión en solución salina durante 2 días.

Δ DE PESO (g)			
PROBETA	FASE 1	FASE 2	FASE 3
GRUPO A	0	+7.1	+36.2
GRUPO B	0	+53.4	+81.4

Tabla 3. Promedio de las variaciones de peso (g) sufridas por las probetas sometidas a diferentes métodos de contaminación salina.

Fase 4: evaluación de la contaminación salina lograda en el grupo A y B. La contaminación realizada a parámetros ambientales (Grupo A) ofreció un incremento de peso total igual a +11.3%, mientras las probetas sometidas a ciclos de secado-inmersión a parámetros controlados (Grupo B) ofreció un aumento de peso igual a +27.9%, calculados en base al peso inicial de los materiales de salida (mortero previo a contaminación por sales) (tabla 4).

Δ DE PESO (%)			
PROBETA	FASE 1	FASE 2	FASE 3
GRUPO A	0	+2.2	+11.3
GRUPO B	0	+18.3	+27.9

Tabla 4. Datos relacionados con el aumento de peso (%) de las probetas sometidas a diferentes formas de contaminación salina.

Fase 5: evaluación de los resultados. La contaminación realizada a parámetros ambientales ha demostrado la formación de una menor cantidad de eflorescencias salinas con un mayor tamaño de cristales, en comparación a la contaminación realizada por ciclos alternados de secado e inmersión, que se caracteriza por una distribución homogénea a lo largo de la superficie expuesta a evaporación y un tamaño de cristales más reducido (tabla 5).

PROBETA	METODOLOGÍA DE CONTAMINACIÓN	RESULTADOS
GRUPO A	Parámetros de T ^a y HR% ambiente T ^a 25.3°C (±0.8°C), 46.6% HR (±3%)	Desarrollo de macrocristales de forma esférica con preferencia en la zona superior de la probeta.

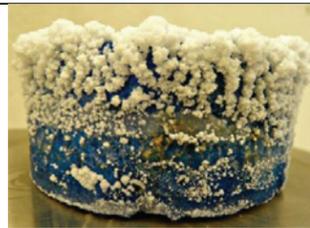
			
GRUPO B	Contaminación a ciclos alternados de secado T ^a 65-105°C (+15°C/15min), 10% HR (±5%) E inmersión a parámetros de T ^a y HR% ambiente T ^a 25.3°C (±0.8°C), 46.6% HR (±3%) (tres ciclos)		Formación de microcristales de forma esférica a lo largo de toda la superficie de la probeta.

Tabla 5 – Metodología de contaminación y resultados. (Grupo A y B).

Los parámetros ambientales a las que se sometieron las probetas del grupo A registraron un promedio de T^a de 25.3°C (±0.8°C) y humedad relativa del 46.5% HR (±3%), (tabla 6), lo que ocasionó unos ciclos de absorción- evaporación- precipitación de la solución salina más lento y menos satisfactorio en términos de cantidades de cristales obtenidas. Las probetas del grupo B fueron sometidas a ciclos alternos de secado en horno Feliser[®] con temperatura creciente desde 65°C hasta 105°C (con incremento de 15°C a intervalos de 15 minutos), e inmersión parcial en solución salina sobresaturada de NaCl:H₂O (1:1) con tiempo de inmersión de 24hrs a parámetros ambientales T^a de 25.3°C (±0.8°C) y humedad relativa del 46.5% HR (±3%), por un total de tres ciclos (tabla 7).



Tabla 6- Parámetros de contaminación (Grupo A).

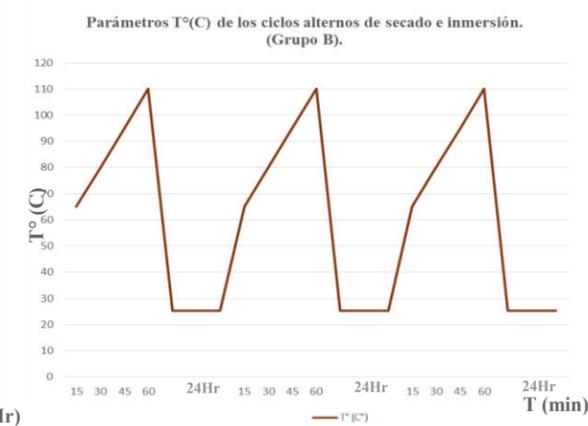


Tabla 7- Parámetros de contaminación (Grupo B).

Las modificaciones de peso % registradas en base a la masa inicial del material y el peso obtenido al final de la investigación (tabla 8) han demostrado un mayor incremento en las probetas del grupo B. A prueba de ello, el incremento % de peso del grupo B fue +16.6% de diferencia frente al del grupo A.

Variaciones de peso ($\Delta\%$) en las fases de contaminación.
(Grupo A y B).

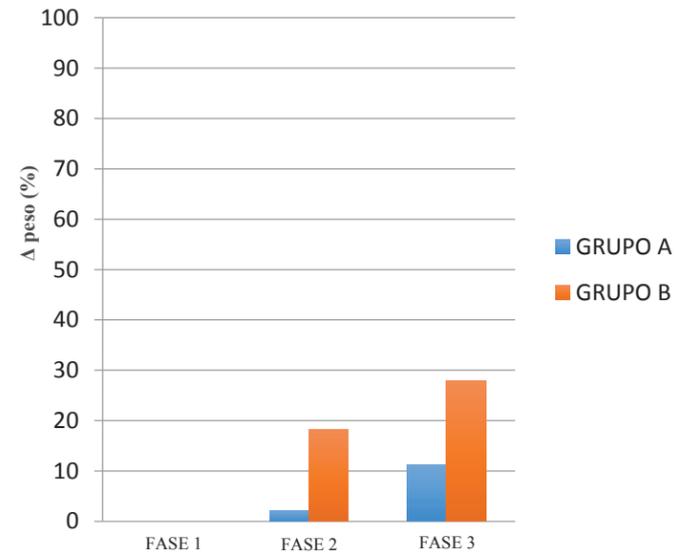


Tabla 8 – Gráfica comparativa de las variaciones de peso sufridas por las probetas durante las fases de contaminación salina.



Imagen 1 – Macrofotografía de las sales obtenidas en el grupo A.

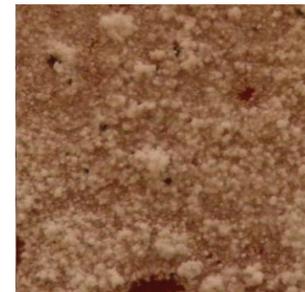


Imagen 2 – Macrofotografía de las sales obtenidas en el grupo B.

Este resultado nos confirma unos mejores niveles de contaminación por ciclos a parámetros alternos de secado e inmersión, de acuerdo a la Norma UNE-EN 12370:1999 “Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia a la cristalización de las sales”. La cristalización de las sales deriva de la precipitación por sobresaturación de las soluciones salinas, a determinados parámetros de T^a y HR%, de acuerdo a la especie salina presente. Al bajar bruscamente la HR% las sales cristalizan, volviendo en disolución al aumentar la HR% (Arnold, 1998). Cuando la cristalización ocurre en la superficie del material se define eflorescencia, la cual puede presentar diferentes hábitos cristalinos dependiendo de la especie salina (Arnold y Kueng, 1985).

En el caso de las sales solubles, la zona de cristalización se ubica en proximidad de la superficie. Así mismo, las sales solubles como el cloruro de sodio, cristalizan en correspondencia de las zonas más húmedas; las más secas se caracterizan por ofrecer mayor resistencia al desarrollo salino, ya que no hay presencia de líquidos en solución. La variación continua de los parámetros de HR% del ambiente favorece los ciclos de cristalización-disolución salinos, dando lugar a la formación de costras más adheridas y duras (Zehnder, Arnold y Spirig, 1998), que ocasionan daños y dificultad de remoción mayores. Los resultados obtenidos tras las fases de contaminación demostraron la mayor eficiencia por parte del método aplicado al Grupo B, por ciclos alternos de secado inducido e inmersión.

A confirmación de ello, este grupo de probetas sufrió una mayor variación de peso a demostración de una mayor cantidad de cristales desarrollados, los cuales dañaron mayormente la superficie pictórica puesta a testigo de las alteraciones superficiales sufridas por el material (imagen 4). La cantidad de superficie contaminada por las sales solubles ha sido mayor en las probetas del segundo grupo (grupo B).

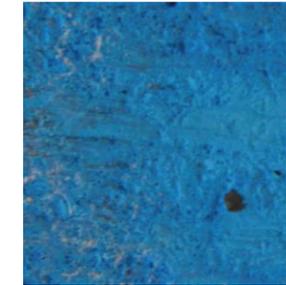


Imagen 3 – Alteraciones superficiales ocasionadas en las probetas del Grupo A.

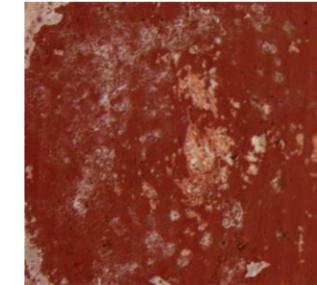


Imagen 4 – Alteraciones superficiales ocasionadas en las probetas del Grupo B.

CONCLUSIONES

De entre la magna diversidad de sales que afectan el patrimonio, la investigación se centró en las de cloruro de sodio, que una vez cristalizadas ocasionan un daño a nivel estético y estructural a través de la formación de un halo blanquecino que desvirtúa la percepción y los acabados de las obras, deteriorando la integridad del material. Para hacer frente a los daños ocasionados por esta clase de agentes de deterioro se desarrollaron varios métodos de control y limpieza que llevaron en muchos casos a pérdidas y alteraciones irreparables del patrimonio cultural. Como solución se determinaron unos modelos de estudio experimental funcionales a la profundización de las dinámicas relacionadas con la cristalización salina a aplicarse en probetas con características similares a la de los materiales originales.

En esta investigación se profundizó la fase experimental responsable de reproducir los agentes de alteración y deterioro en laboratorio, paso necesario a la aplicación y estudio de métodos capaces de hacer frente a dichas problemáticas con el menor impacto sobre los materiales originales. Se propuso una revisión de las metodologías de contaminación comúnmente empleadas, exponiendo las probetas a soluciones salinas sobresaturadas de la misma concentración, pero a condiciones termohigrométricas diferentes: ambientales y por ciclos alternos de secado inducido e inmersión, con el objetivo de revisar e identificar la más funcional a la reproducción de una contaminación representativa de los casos reales presentes en nuestro patrimonio.

Los resultados brindados confirmaron la mayor eficacia por parte del método aplicado al grupo B, por ciclos alternos de secado e inmersión, de acuerdo a lo dictado en la Norma UNE-EN 12370:1999 “Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia a la cristalización de las sales”. Las sales obtenidas se desarrollaron en mayor cantidad y a lo largo de una superficie más extensa frente al otro grupo, dando lugar a una concreción salina más representativa y similar a la encontrada en casos reales de estudio. Finalmente se puede concluir que los métodos propuestos en la Normativa ofrecen unos mejores resultados, funcionales a la recreación de las dinámicas de deterioro del patrimonio, siendo la misma metodología aplicable al estudio experimental y académico de las fenomenologías de alteración que afectan los materiales.

BIBLIOGRAFÍA

Aenor: Norma UNE-EN 12370:1999 “Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia a la cristalización de las sales”.

Alonso, L. B. (2013). *La cal*. Coyóacan, México, Distrito Federal.: Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM.

- Arnold, A., Kueng, A. (1985). Crystallization and Habits of Salts Efflorescences on Wall, Part 1: Methods of Investigation and Habits. 5th International Congress on the Deterioration and Conservation of Stone. Lausanne 25-27 September, 1985. Lausanne: G. Felix and V. Furlan. [pp.255-267].
- Arnold, A., Zehnder, K. (1988). Crystal growth salt efflorescence. Journal of crystal growth 97-2. Amsterdam: Elsevier. [pp.523-521].
- Arnold, A., Kueng, A., Zehnder, K. (1986). Deterioration and Preservation of Carolingian and Medieval Mural Paintings in the Müstair Convent (Switzerland). Case of Studies in the Conservation of Stone and Wall Paintings (Preprints of the contributions to the Bologna Congress, 21-26 September 1986). London: IIC. [pp.190-194].
- Baglioni, M. J. (1996). Primera fase del proyecto piloto de estudio, investigación e intervención de urgencia de las Pinturas murales de la sacristía y antesacristía del Hospital de Santiago Úbeda Jaén. *Revista PH*, 16.
- Gerlero, E. I. (1982). La pintura mural durante el virreinato. México: edición de Xavier Moysén.
- Zehnder, K., Arnold, A., Spirig, H. (1986). Zerfall von Wandmalerei durch lösliche Saltze. *Maltechnik/Restauro* 92.9-33.

VARIABILIDAD DE ESPECTRO RAMAN EN MUESTRAS BIOLÓGICAS: CEREBRO DE RATONES SANOS Y TRANSGÉNICOS

Pablo Antonio Stack Sánchez¹ y Miguel Ghebré Ramírez Elías²

RESUMEN

La mayoría de los métodos de diagnóstico de enfermedades se lleva a cabo mediante el estudio de métodos ópticos para el diagnóstico. Los métodos ópticos son rápidos, no destructivos y no invasivos. La espectroscopia Raman es un método basado en el efecto Raman que proporciona información química y estructural de una muestra biológica.

Este trabajo se enfoca en la espectroscopia Raman de cerebros de ratones sanos y modificados genéticamente (molécula il-6 inhabilitada). La sobreproducción de la IL-6 se asocia a enfermedades y trastornos mentales como esquizofrenia, epilepsia y ansiedad. El objetivo es usar técnicas de estadística multivariante para diferenciar entre espectros de Raman de cerebro de ratones sanos y transgénicos. En una primera etapa, se identificaron diferencias entre los espectros Raman por zona del cerebro para cada grupo (Transgénicos y sanos). Posteriormente se identificaron diferencias entre espectros Raman de cerebro de ratones sanos y transgénicos.

ABSTRACT

Most of the tissue disease methods are performed by the histological study of the sample. The recent advances in optical fiber and laser technology allow us the use of optical methods for diagnostics. The optical methods are fast, non-destructive and non-invasive. Raman spectroscopy is an optical method based in the Raman effect and provide chemical/structural information about biological samples.

The main topic in this article is the Raman spectroscopy of healthy and genetically modified mice brain (IL-6 molecule disabled). The over production of this molecule are related to mental disorders like schizophrenia, epilepsy and anxiety. Our objective is the use multivariate analysis to differentiate between Raman spectra of healthy and transgenic mice. First we find differences between brain regions for both groups. Then we identify differences between Raman spectra of healthy and transgenic mice brain.

Palabras clave: espectroscopia Raman, efecto Raman, análisis de componentes principales, análisis de agrupamiento jerárquico.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la mayoría de los métodos de diagnóstico de enfermedades se lleva a cabo mediante el estudio histológico de los tejidos, la utilización de tinciones para determinar alguna proteína o microorganismo a la luz de un microscopio es uno de los métodos preferidos por los laboratoristas. La tecnología ha ido avanzando y con ello técnicas nuevas, así como un mejor entendimiento del funcionamiento del organismo nos son disponibles hoy, sin embargo para dar un diagnóstico con la mayor posibilidad de eficacia se suele recurrir a la biopsia. Este método tiene la desventaja de que puede tardar horas o incluso días, generando un retraso significativo en el diagnóstico de las diferentes patologías, también es posible que exista un error en la toma de la muestra, aunado a esto siempre hay que considerar el riesgo al que se somete al paciente

¹ Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí Av. Manuel Nava No. 6, C.P. 78260, San Luis Potosí, S.L.P., MÉXICO pablo_stack@hotmail.com

² Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí Av. Manuel Nava No. 6, C.P. 78260, San Luis Potosí, S.L.P., MÉXICO miguel.ghebre@uaslp.mx

durante el procedimiento. Otro punto en contra en este tipo de métodos es que puede existir ambigüedad a la hora de la interpretación de los resultados, ya que el medico solo cuenta con su experiencia como principal herramienta de dilucidación, lo que podría llevarnos a falsos positivos o falsos negativos.[1]

La espectroscopía Raman es una técnica relativamente rápida contrastándola con la biopsia, ya que esta puede dar una respuesta en segundos. Es no destructiva lo cual disminuye el riesgo inherente durante el procedimiento, además las muestras de tejido no necesitan una preparación previa. Para explicar el efecto Raman es necesario considerar a la radiación electromagnética como una partícula. Cuando esta partícula o fotón interactúa con una molécula puede dispersarse de 2 formas: [2]

Dispersión elástica o de Rayleigh: El fotón emitido tiene la misma longitud de onda (frecuencia y energía) que el fotón incidente. [3]

Dispersión inelástica o de Raman: Hay un cambio en la frecuencia (energía y longitud de onda) entre el fotón incidente y el emitido. Este cambio o desplazamiento puede ocurrir cuando el fotón le cede energía a la molécula, la energía de la radiación dispersada es menor que la de la radiación incidente (dispersión Stokes). En cambio, si el fotón obtiene energía de la molécula se observa lo contrario (dispersión anti-Stokes). El desplazamiento en la frecuencia corresponde a energías vibracionales, rotacionales o de transiciones electrónicas de la molécula. [3]

La espectroscopía Raman es una técnica fotónica de alta resolución basada en el efecto Raman, proporciona información química y estructural de manera rápida y no invasiva acerca de casi cualquier material. Para el análisis de algún compuesto orgánico o inorgánico mediante esta técnica es necesario incidir un haz de luz monocromática sobre la muestra. La luz proveniente de la dispersión elástica no aporta información útil sobre la composición de la muestra analizada. La luz dispersada de manera inelástica es la que proporciona información sobre la constitución molecular de la muestra. [2]

Este trabajo se centrará primordialmente en el análisis de espectroscopía Raman de cerebros de ratones sanos y modificados genéticamente (molécula il-6 inhabilitada), con el objetivo de determinar si es que existe alguna diferencia cuantificable entre los 2 espectros. Como principal herramienta utilizamos el software RStudio y la librería chemspec que nos permiten el preprocesamiento de la señal así como el análisis estadístico de la misma.

METODOLOGÍA

Instrumentación

Se analizaron un total de 40 muestras provenientes de 2 ratones sanos y 20 de ratones transgénicos a los cuales se les suprimió la glucoproteína il-6 (interleucina 6) que su sobreproducción está asociada con enfermedades y trastornos mentales como esquizofrenia, epilepsia y ansiedad. Los 2 grupos de ratones fueron estresados periódicamente para determinar, mediante análisis de componentes principales, si existe una diferencia significativa entre ellos. Las mediciones Raman se realizaron en los lóbulos cerebrales (frontal, temporal, parietal y occipital) en los ganglios basales y en el hipotálamo de todos los ratones (sanos y transgénicos), se tomaron cuatro repeticiones de cada zona, fueron tomadas a temperatura ambiente y bajo las mismas condiciones con el sistema Raman portátil modelo Peakseeker (Agiltron Inc.), con una potencia de laser de 10 cm-1, rango espectral de 200 a 2900 cm-1 y tiempo de exposición de 15 segundos. Los datos fueron guardados en archivos CSV.

Métodos para la eliminación de fluorescencia en los espectros Raman

En ocasiones, debido a la naturaleza química del material que se analiza, unido al efecto Raman se produce un efecto de fluorescencia (fenómeno de absorción de luz) que puede llegar a enmascarar las bandas Raman. [2] Dos métodos comúnmente utilizados para la eliminación del efecto de fluorescencia en

espectroscopía Raman son el ajuste de curva polinomial y el algoritmo de Vancouver. En este trabajo utilizamos el primer método propuesto por lo tanto solo nos centraremos en él. El ajuste de curva polinomial es un método que consiste en ajustar un polinomio de quinto grado al espectro Raman adquirido y posteriormente se hace la substracción de la función polinomial al espectro original dando como resultado un espectro Raman sin fluorescencia. [1] Los polinomios de quinto grado proporcionan las mejores aproximaciones de la fluorescencia in vivo para aplicaciones biomédicas [5][6]

Análisis de componentes principales (PCA)

En este trabajo se utiliza la técnica PCA para analizar los datos obtenidos mediante espectroscopía Raman, encontrar la presencia de ruido y observar la manera en que los datos se agrupan. El método para identificar las componentes principales de un conjunto de datos con n variables correlacionadas se basa en transformar el conjunto original de variables en otro conjunto de nuevas variables no correlacionadas entre sí. [4][1] De modo ideal, se buscan $m < n$ variables que sean combinaciones lineales de las n originales y que estén incorreladas, recogiendo la mayor parte de la información o variabilidad de los datos. [4] Si las variables originales están no correlacionadas desde el principio, entonces no tiene sentido realizar un análisis de componentes principales. [4]

Análisis de agrupamiento jerárquico o HCA (hierarchical cluster analysis)

Los algoritmos de agrupamiento jerárquicos se utilizan para el agrupamiento de patrones de los cuales se desconoce la organización interna que tienen, es decir, no existe conocimiento acerca de la etiqueta de clase a la que pertenecen. Estos algoritmos trabajan uniendo o dividiendo en cada paso o iteración el par de grupos más semejante. [9] El HCA es un método de agrupamiento en el cual las diferencias entre los datos son calculadas y expresadas en un dendrograma.

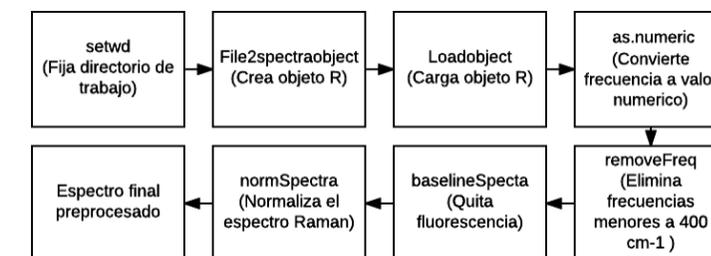


Figura 1. Diagrama a bloques del preprocesamiento realizado en RStudio

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 2 se muestra el análisis de agrupamiento jerárquico realizado al cerebro de los ratones sanos, se puede observar como las diferentes zonas del cerebro se dividen con cierto nivel de precisión en 7 grupos. Las regiones de los lóbulos frontales (azul) y temporales (morado) junto con los ganglios basales (café), se agrupan mejor que cualquier otra región presentada en este HCA. Posteriormente se realizó el análisis de componentes principales (figura 3), el cual explica el 94.1 % de los datos, a simple vista podemos observar 2 grandes conjuntos de datos que se separan a lo largo del PC1 score, esto indica que existe una gran variabilidad entre ellos, por lo tanto se deduce que el lóbulo occipital (rosa), químicamente es diferente al resto de los datos, mientras que los dos puntos restantes perteneciente al hipotálamo (cyan) y al lóbulo parietal (naranja) en el lado derecho del PCA son causados por ruido o algún error en el proceso de medición, ya que la mayoría de los datos de estas dos regiones se encuentran embebidos en el conjunto de la izquierda.

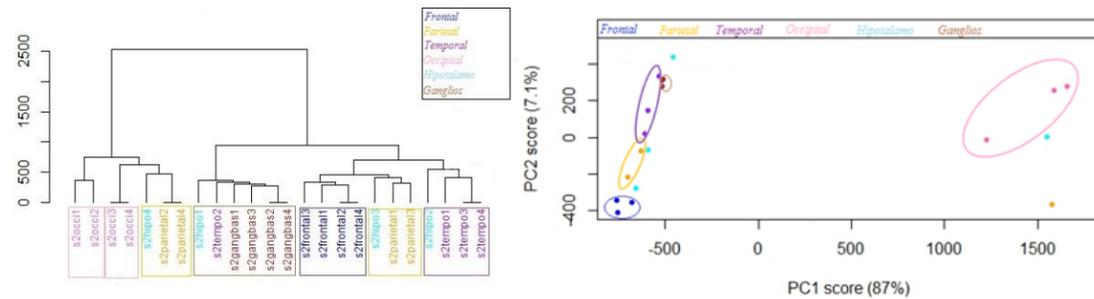


Figura 2. HCA sin normalizar en cerebro de ratones sanos

Figura 3. PCA sin normalizar en cerebro de ratones sanos

El PCA (figura 3) nos permite visualizar al igual que en el HCA (figura 2), que los datos que se agrupan de mejor manera son los pertenecientes a los lóbulos frontal (azul) y temporal (morado) junto con los ganglios basales (café), mientras que los datos del hipotálamo (cian) ni si quiera lo hacen. En la figura 4 se muestra el HCA realizado al cerebro del ratón transgénico, como se observa en la imagen la separación de las diferentes zonas del cerebro no se lleva a cabo de una manera tan clara como en los cerebros sanos, podemos distinguir solo 3 grupos, siendo el lóbulo temporal (morado) y los ganglios basales (café) las regiones que mejor se agrupan en el dendrograma.

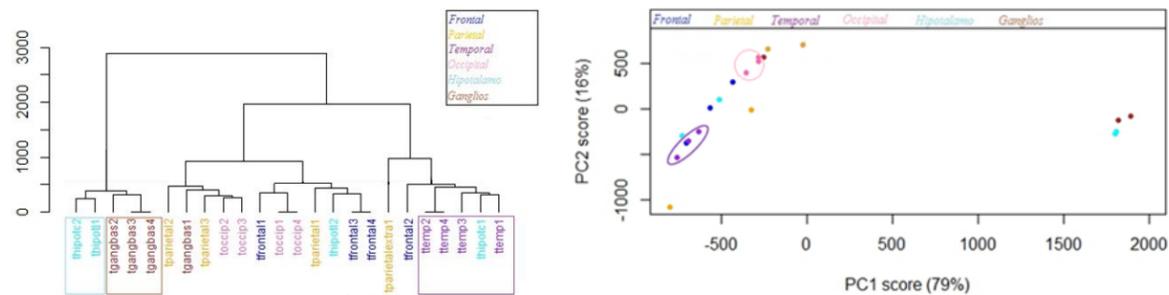


Figura 4. HCA sin normalizar en cerebro de ratones transgénicos

Figura 5. PCA sin normalizar en cerebro de ratones transgénicos

El PCA realizado al cerebro de los ratones transgénicos (figura 5) explica el 95 % de los datos. Es posible observar como los ganglios basales (café) y el hipotálamo (cian) se alejan formando un pequeño conjunto de datos al lado derecho del PC1 score, esto nos indica que su composición química es diferente del resto, mientras que al lado izquierdo de este solo podemos vislumbrar 2 regiones que se agrupan, los lobulos temporal (morado) y occipital (rosa).

Con base en la información obtenida en los análisis previos se decidió eliminar los datos que difieren químicamente del resto, los que presentan ruido u algún error en el proceso de medición y se dejaron únicamente aquellos que se agrupan mejor en los HCA y PCA de las dos clases de ratones (lóbulos frontal y temporal).

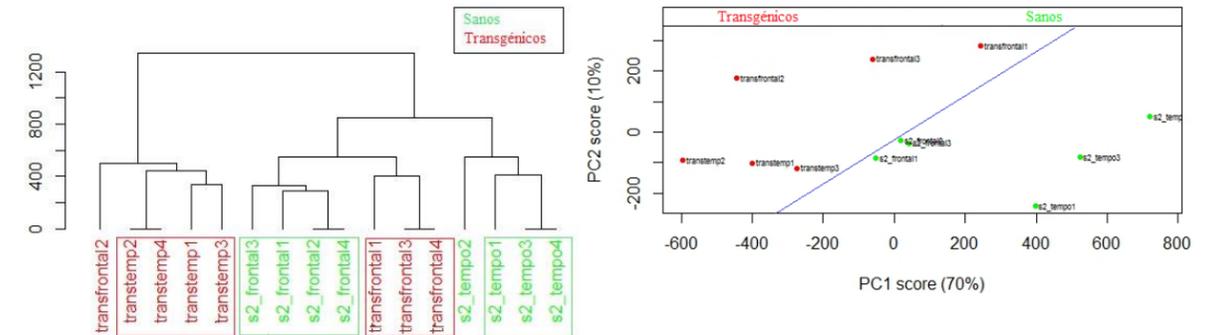


Figura 6. HCA sin normalizar de los lóbulos frontal y temporal en ratones sanos y transgénicos

Figura 7. PCA sin normalizar de los lóbulos frontal y temporal en ratones sanos y transgénicos

En la figura 6 se muestra el HCA realizado a los lóbulos frontal y temporal de ratones sanos (verde) y transgénicos (rojo), los datos se agrupan en 4 conjuntos correspondientes a las zonas del cerebro analizadas. Podemos observar que al centro del dendrograma se encuentran los lóbulos frontales de los ratones, mientras que los temporales se distribuyen cada uno en un extremo. Es notable el hecho de que ningún espectro sano se agrupe con uno transgénico o viceversa, los datos se encuentran diferenciados totalmente por la presencia y/o ausencia de la molécula il-6. Posteriormente, se realizó PCA al mismo conjunto de datos (figura 7), este explica el 80% de la información contenida en los espectros, al igual que en el HCA (figura 6) se muestra como los lóbulos frontales sanos (verde) y transgénicos (rojo) se encuentran al centro del PC1 score, mientras que los lóbulos temporales se alejan, cada uno a un extremo. La línea azul representa la separación existente entre los cerebros de ratones sanos y transgénicos, si un dato cae al lado derecho de la línea se parecerá más a los espectros sanos, por lo tanto se deduce que también lo es, si cae al lado izquierdo se deduce lo contrario.

CONCLUSIONES

Analizando los diferentes HCA realizados a los ratones sanos y transgénicos podemos notar una visible diferencia en la manera en que los datos se agrupan dependiendo de la zona anatómica a la que pertenecen, los HCA de ratones sanos se agrupan de mucha mejor manera que los transgénicos.

Los análisis realizados parecen indicar que la ausencia de la molécula il-6 produce que las diferentes zonas cerebrales de los ratones transgénicos se parezcan bastante entre sí, por lo tanto su patrón de agrupación no es tan claro.

Fue posible separar a los ratones sanos y transgénicos mediante PCA utilizando únicamente los lóbulos frontal y temporal, en la figura 7 es posible observar como el factor principal de separación son los lóbulos temporales de cada tipo de ratón, el de los sanos tiende a distribuirse hacia la parte positiva del PC1 score mientras que lo contrario sucede con los transgénicos, la línea azul representa el umbral de separación entre los ratones y nos permite realizar un diagnóstico objetivo dependiendo de qué lado se encuentre cada punto.

Aún no sabemos por qué los lóbulos frontal y temporal ofrecen mayor éxito en la separación de los datos, en estudios posteriores nos centraremos únicamente en la toma de muestras de estas dos regiones cerebrales y se intentará dar una explicación, desde el punto de vista biológico, del por qué el lóbulo temporal se ve afectado de tal manera por la ausencia de la molécula il-6. También se tratará de explicar por qué no es posible diferenciar por medio de HCA las diferentes zonas cerebrales de los ratones transgénicos.

Pudimos comprobar que la espectroscopía Raman, utilizando los parámetros adecuados, puede ser utilizada como un método no invasivo de diagnóstico de patologías. Aunque aún falta trabajo por realizar para que la técnica de Raman pueda ser utilizada de manera regular en las clínicas, la viabilidad de este método se comprueba cada día más.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Ramírez, M.G. (2011), Uso de la espectroscopía raman como método no-invasivo en el diagnóstico médico: tejido de piel e hígado. Universidad Autonoma de San Luis Potosi , pp. 6-36.
- [2] <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6887/03Rpp03de11.pdf;jsessionid=5E098CF7999E9FF411E9EC8E39AC95D9.tdx1?sequence=3>
- [3] http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/exposicion_raman_5044.pdf
- [4] <http://halweb.uc3m.es/esp/Personal/personas/jmmarin/esp/AMult/tema3am.pdf>
- [5] Mahadevan-Jansen, R. Richards-Kortum. (1996), J. Biomed. Opt. , Vol. 1, p. 31.
- [6] Chad A. Lieber, Anita Mahadevan-Jansen. (2003), Appl. Spectrosc. , Vol. 57, pp. 1363-1367
- [7] Morcillo Rubio J., O. S. (1972). *Espectroscopia: Estructura y espectros atómicos* (Primera ed.). Madrid: Editorial Alhambra.
- [8] Requena Rodríguez Alberto, Z. R. (2004). *Espectroscopia*. Madrid, España: Pearson Educación
- [9] http://www.ecured.cu/Algoritmos_jer%C3%A1rquicos
- [10] <https://cran.r-project.org/web/packages/ChemoSpec/vignettes/ChemoSpec.pdf>
- [11] Atzori M. Garcia-Oscos F. Mendez J, (2012), Role of IL-6 in the etiology of hyperexcitable neuropsychiatric conditions: experimental evidence and therapeutic implications, University of Texas at Dallas & Universidad Autonoma de San Luis Potosí, pp 2179-2184

DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE DATOS Y CITOFONÍA UTILIZANDO TECNOLOGÍA DE ÚLTIMA GENERACIÓN

Gerardo de Jesús Tapia García¹ y Omar Alejandro Cervantes²

RESUMEN

El presente proyecto comprende el diseño de una red LAN que permita la transmisión de datos y citofonía utilizando tecnología de última generación aplicado a un edificio convencional, en este caso, edificio X de la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Querétaro. Los requerimientos de diseño son: acceso eficiente a internet en cada área, interconexión telefónica, de video y localización de personal. En base a esto, se realizó un trabajo de investigación para buscar la mejor solución, pensando en un futuro crecimiento e implementación de mejoras en cuanto a la tecnología recomendada, obteniendo así una opción que cubre las necesidades solicitadas.

ABSTRACT

This project includes the design of a LAN network that permit transmission of data and citofonia using last generation technology applied to a conventional building, in this case, building X of División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Querétaro. The requirements of design are: efficient access to internet in every area, telephone interconnect, of video and localitation of the staff. Based on this, It has been made a research work to found the best solution, thinking in the growth future and implement the improve as to recommended technology, thus obtaining a option that covers the requested needs

INTRODUCCION

El edificio X de posgrado del Instituto Tecnológico de Querétaro, cuenta con distintas áreas, (dirección jefatura, coordinación de posgrado, recepción, aulas, etc), muchas de estas áreas tienen problemas con la comunicación interna entre oficinas y/o cubículos, recepción, ya que estos, carecen de acceso a la red de internet e intercomunicación entre ellas, por lo que, se implementara una parte de la domótica en este edificio. En base a esto se tiene como objetivo: Realizar el diseño de red LAN, y de citofonía para el edificio de posgrado X del Instituto Tecnológico de Querétaro.

Tomando en cuenta las necesidades se buscó la tecnología más actual pero así mismo la más adecuada para lo que se requiere sin implementar algo relativamente costoso, sin realizar una propuesta en la que se realice un costo innecesario.

¹ Universidad Politécnica de San Luis Potosí, Urbano Villalón #500, Col. La Ladrillera, C.P, 78363, San Luis Potosí, S.L.P., 120181@upslp.edu.mx

² Instituto Tecnológico de Querétaro, Av. Tecnológico s/n esq. Gral con Mariano Escobedo, Col. Centro Historico, C.P: 76000, Querétaro, Querétaro. Omarcervantes@itqmail.com

MÉTODOS Y MATERIALES

Se realizó un reconocimiento del edificio para ver sus áreas, muros medidas, así como lo colocación del SITES, esto para diseñar por donde pasaría el cableado.

Se designaron las distintas tecnologías a utilizar para el proyecto, para cámaras, se decidió por cámaras Ip, telefonía por medio de un conmutador analógico, conexión a internet vía cable UTP categoría 6. Estas tecnologías se designaron para trabajar con el mismo cable (UTP Categoría 6), para todas ellas, bajo la norma EIA/TIA 568-A y el estándar 1000Base-T, para que tengan un buen desempeño y garantía de funcionamiento.

Se utilizara un panel de parcheo para la administración de los cables, además de que este nos permitirá utilizar cada nodo para un uso distinto en un futuro, o bien para cambiar a una tecnología más nueva.

También se dará acceso a internet a los alumnos por medio de un router inalámbrico, pero con registro de dirección MAC de dispositivo, para que cada alumno pueda acceder a la red pero por medio de solo un dispositivo (el que se registre en el router), y así el ancho de banda de se reduzca demasiado, aunque para esto se sugiere que se dicte una política para su uso.

Para la interconexión de áreas, se decidió sustituir la citofonía por un sistema de telefonía analógico programable por medio de un conmutador Panasonic KX-TES824, el cual nos permite llamadas entre áreas, y restricciones entre estas, así como de otras llamas, así como hacer crecer la red telefónica agregando tarjetas para nodos.

Por medio de las cámaras Ip cualquier área que tenga acceso a internet, así como también tener un usuario y contraseña podrá observar desde cualquier dispositivo lo que sucede en el edificio por medio de las cámaras.

Para las videoconferencias se consideró utilizar el sistema “Aver EVC100 Sistema de videoconferencia”, distribuido por Mexip, su instalación es sencilla y solo requiere de un nodo con acceso a internet y su conexión a la energía eléctrica, es una solución punto a punto, y tiene un equilibrio perfecto en cuanto a tecnología-costo, recibiendo un producto innovador, el sistema cuenta con las siguientes características:

- Cámara HD, 88°
- 1 micrófono de matriz con cancelación de eco
- Cumple con el H.323 y SIP*
- Permite la compartición de contenido
- Conectividad de interfaz multimedia HDMI

RESULTADOS

El diseño del cableado es el siguiente, los distintos colores son para el distinto uso del cable, pero el cableado es el mismo, a excepción, del cable para las bocinas del sistema de voiceo.

Se decidió poner un nodo en cada cubículo de los profesores, esto para que tengan acceso a internet, el nodo que está dentro del recuadro rojo, sería un nodo libre ya que, estos nodos de acceso a internet, se pueden cambiar para su uso futuro, como puede ser telefonía, y que cada profesor tenga su propio teléfono, en este caso, se perdería el acceso a internet, y aquí es donde entraría nuestro nodo libre (recuadro rojo), para colocar un router inalámbrico, y darle a cada usuario una antena de recepción Wi-Fi, para su acceso a internet.



Figura 1. Simbología del cableado

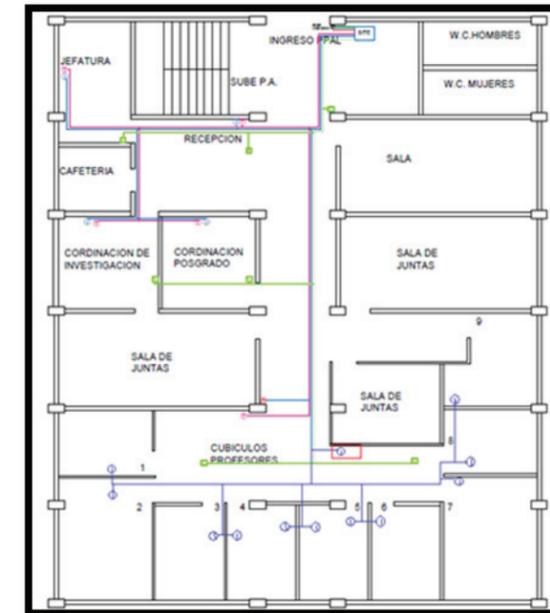


Figura 2: Diseño del cableado de la planta baja del edificio X

Para la planta alta se consideró el acceso a internet para alumnos por medio de dos nodos para router inalámbrico, el que se encuentra en el pasillo, y el que se encuentra en los cubículos de estudio.

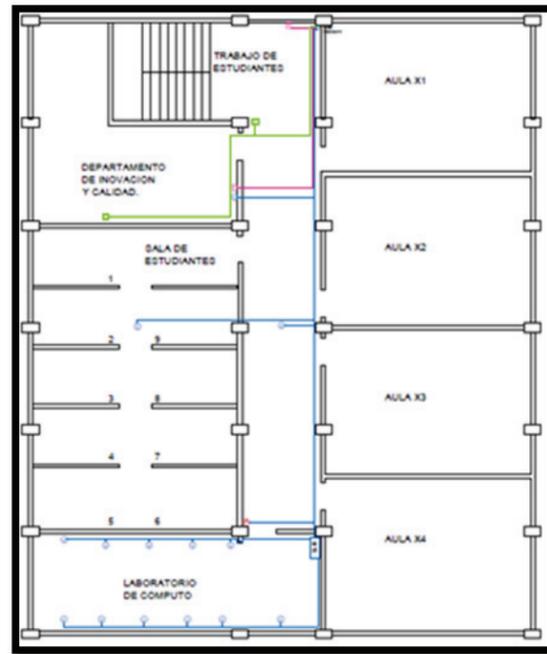


Figura 3: Diseño de cableado de la planta alta del Edificio X

El acceso a internet para los alumnos será, restringido, es decir, tendrán derecho solo a un dispositivo por alumno, para que no se consuma demasiado el ancho de banda de la red, esto se realizara, por medio de la configuración de acceso por dirección MAC del dispositivo móvil o tarjeta de red, que se desea utilizar, aunque para esto, se necesita que se cree una política interna.

Aquí se muestra un ejemplo del acceso a internet por medio de la dirección MAC.

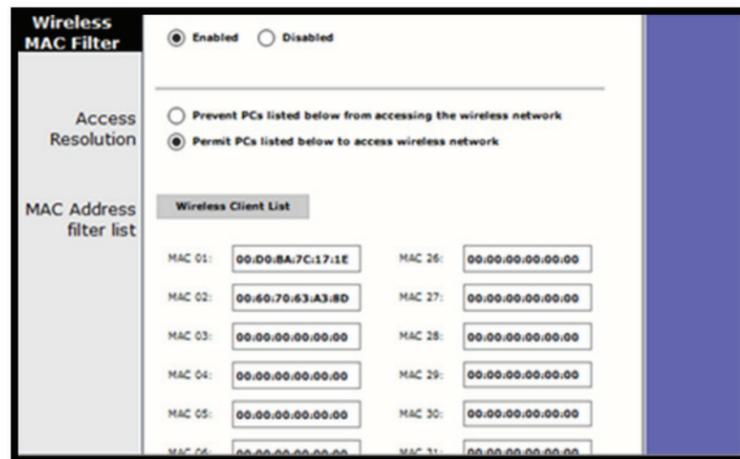


Figura 4: Aquí en esta interfaz del router se registran y se muestran las direcciones MAC registradas, y las cuales tienen acceso a la red.

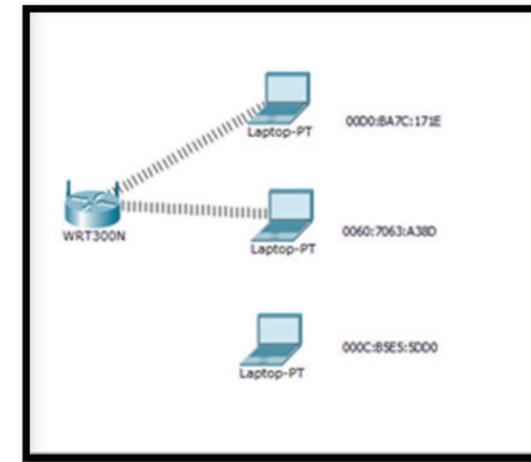


Figura 5: En esta imagen podemos ver que las 2 laptops que están registradas en el router, pueden conectarse a la red, mientras que la laptop 3, no ya que no se encuentra registrada.



Figura 6: En esta última imagen se muestran las interfaces inalámbricas de las 3 laptops, como se puede observar, las laptop 1 y 2, les aparece el acceso a la red, para que puedan entrar y simplemente escribir la contraseña, en cambio la laptop 3 que no está registrada, no aparece la red en su interfaz inalámbrica.

CONCLUSIONES

Se espera el buen desempeño de la red, un buen flujo de datos, debido a que se cumple con el estándar 1000Base-T, es decir ningún cable excede los 100 metros de distancia máxima. Al trabajar el cableado bajo la norma TIA/EIA 568-A nos brinda beneficios, dos de ellos es el mudar de una tecnología a otra sin necesidad de “recablear”, y la otra opción, es poder utilizar el nodo para lo que se desee, sean datos, cámaras Ip, telefonía analógica y telefonía Ip, esto también es posible con la ayuda de un panel del parcheo el cual nos sirve para administrar nuestro cableado, en manera que através de él se pueden conectar los conectores RJ-11, que son los conectores de telefonía analógica, para no realizar un cable con este conector desde el SITE hasta el nodo, y así poder cambiar esta tecnología como ya se mencionó anteriormente.

BIBLIOGRAFÍA

(2010). “Redes y sus características”. Consultada en <http://www.caracteristicasdered6i.blogspot.mx/2010/03/arquitectura-gigabit-ethernet.html>. (Fecha de consulta 15-06-2016).

Jorge y Álvaro (2011). “Redes”. Consultada en <http://bignewsoftware.blogspot.mx/2011/04/norma-eia-tia-568a-568b.html>. (Fecha de consulta 15-06-2016).

Carolina M. (2012). “Norma de estándares EIA/TIA 568 A y 568 B”. Consultada en <http://normaeiatia568ayb.blogspot.mx/>. (Fecha de consulta 15-06-2016).

“¿Cómo funciona una cámara IP?”, Consultada en <http://www.ipcamaras.com.uy/funcionamiento.php>. Fecha de consulta 28-06-2016).

NecroRise T. *Panduit Network Infrastructure Essentials Version 2.0 Spanish*.

Panasonic. *Sistemas Híbridos Avanzados*

Consultada en <http://www.averlatinamerica.com/es/videoconferencing/products/evc100.asp>. (Fecha de consulta 03-07-2016).

Consultada en <http://www.mexip.mx/home/115-aver-evc100-sistema-de-videoconferencia-.html>. (Fecha de consulta 05-07-2016).

DISEÑO DE UN DISPOSITIVO MECATRÓNICO NO INVASIVO CONTROLADO VÍA REMOTA

Ricardo Tirado De Ita¹ y José Marcos Pérez Zea²

RESUMEN

En el presente reporte se presentan las actividades desarrolladas para crear un dispositivo que permita realizar el control de encendido y apagado de un interruptor para las luces. El dispositivo desarrollado utiliza una tarjeta de adquisición de datos, el cual cuenta con comunicación Bluetooth® que permite la conexión con un dispositivo electrónico (celular o *tablet* con sistema operativo Android®). La tarjeta de adquisición de datos controla un mini-servomotor el cual realiza el cambio del interruptor. Así mismo, se presentan los resultados obtenidos de las pruebas realizadas en dicho dispositivo.

ABSTRACT

In this document are presented the activities developed to create a device that allow the on-off control of switch for the lights. The device developed use a data acquisition card, which it have the features of Bluetooth communication that allow the connection with a electronic device (phone or tablet with android operating system). Data acquisition card will control a mini-servomotor which make the change of switch. Likewise, are showing the results obtained of the test on a device.

Palabras clave: Diseño, investigación, programación, integración.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, se cuenta con tecnologías remotas que permiten la comunicación entre dispositivos digitales como son: computadoras, celulares y tabletas electrónicas, los cuales pueden interactuar con actuadores tales como: motores, solenoides, electroválvulas, entre otros. Con esta comunicación es posible realizar actividades cotidianas como puede ser: encender y apagar luces, abrir y cerrar puertas o ventanas, entre muchas otras. Sin embargo, pese a que existen esta forma de interactuar, la mayoría de los sistemas con que se cuenta actualmente requieren de una instalación compleja en la cual se necesita realizar cambios sustanciales en la estructura para poder ser utilizados. Un ejemplo de ello, es que cuando se requiere activar una lámpara desde una aplicación en el celular forzosamente se requiere realizar una modificación en la instalación eléctrica actual, lo cual lo hace complicado y costoso, por lo que finalmente el usuario opta por no utilizar dicha tecnología. Por lo anterior, el presente proyecto presenta el desarrollo de un dispositivo que integra las tecnologías remotas que permita su uso de una forma

¹ Universidad Politécnica de Querétaro, Ingeniería Mecatrónica. Carretera Estatal 420 s/n, Col. El Rosario, C.P: 76240, Querétaro, El Marqués, 014014016@upq.edu.mx.

² Universidad Politécnica de Querétaro, Ingeniería Mecatrónica. Carretera Estatal 420 s/n, Col. El Rosario, C.P: 76240, Querétaro, El Marqués, marcos.zea@upq.mx.

sencilla ya que su principal característica es que su montaje se considera no invasiva debido a que se puede usar sin necesidad de realizar cambios sustanciales en la instalación actual.

MÉTODOS Y MATERIALES

A continuación se presenta la metodología que se llevó a cabo para la realización del presente proyecto, así como la lista de los materiales y dispositivos seleccionados para realizar el prototipo.

Métodos

El presente proyecto se dividió en las siguientes etapas:

1. Diseño Mecánico en Solid Works®

En esta etapa se diseñó el prototipo del dispositivo en SolidWorks®, en el cual se montará el Arduino Nano, la batería, el servomotor y la tarjeta Bluetooth. Durante el diseño se contempló la ubicación de los elementos, las dimensiones así como la posición en la que estará el dispositivo en el switch para prender y apagar las luces.

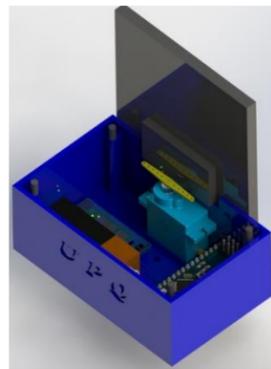


Figura 1. Diseño del sistema final.

2. Fabricación y Ensamble

Una vez terminado el diseño, se imprimió en una máquina de impresión 3D (Robo 3D TM). Se colocaron los elementos dentro del contenedor de tal manera que se ocupara el menor espacio posible y sea fácil de revisar si está trabajando correctamente, además de considerar las longitudes más largas de los elementos (arduino, pila y modulo bluetooth), así como los cables necesarios para realizar la conexión entre elementos. Debido a la complejidad de conseguir tornillería del tamaño requerido para el arduino nano y para el bluetooth, ambos componentes se encuentran semi-libres dentro del contenedor, caso contrario a la pila y el mini-servo, que se encuentran fijos.



Figura 2. Ensamble físico del sistema.

3. Programación en Arduino

Una vez obtenido el contenedor impreso, se realizó la programación en la plataforma de arduino para el control del mini-servo. Arduino se programa mediante el uso del lenguaje en C. Se debe definir que puertos serán de salida y entrada para el servo-motor, así como los pines a utilizar para la comunicación del módulo bluetooth. También se usarán los pines que alimentarán al arduino desde la pila recargable.



Figura 3. Programación para el control del mini-servo.

4. Desarrollo de la aplicación Android

Posteriormente se desarrolló la aplicación en App Inventor®. Esta página sirve para desarrollar aplicaciones exclusivas para sistema operativo Android®. Durante la creación de la aplicación, se considerará el uso de botones, texto, él como serán los caracteres para el envío de datos por bluetooth y que sean los adecuados para una lectura adecuada del arduino.



Figura 4. Aplicación para control.

5. Integración y Pruebas Finales.

Finalmente, una vez que se fabricó el prototipo, se ensamblaron los componentes y se desarrolló la aplicación, se procedió a integrar el dispositivo. Durante la integración se validó el funcionamiento enviando datos desde la aplicación, se verificó que el arduino las recibiera desde el monitor serial que se encuentra en el software del arduino y por último se validó el funcionamiento del motor el cual fue satisfactorio.

Materiales

En la tabla se listan los materiales y dispositivos empleados para el desarrollo del presente proyecto:

Tabla1. Materiales.

Material	Descripción
Arduino nano	Tarjeta de adquisición de datos que realiza el control de la posición del mini-servo, además de procesar los datos recibidos por la aplicación mediante el modulo bluetooth.
Pila de 9v recargable	Alimentación del sistema.
Mini-servo	Actuador que realiza la conmutación del switch controlado por arduino nano.
Módulo bluetooth	Comunicación mediante la tarjeta arduino nano y el dispositivo con sistema operativo Android.
Celular o Tablet	Dispositivo con sistema operativo Android® para manejo de la aplicación.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos fueron:

*Aplicación de control: la aplicación creada cumple con el objetivo principal. Mediante la comunicación entre un dispositivo y la tarjeta arduino, se pudo realizar la conmutación del switch. No existe problema con la comunicación en un rango de 7 metros, si algún obstáculo obstruye, este rango disminuye la

conexión del *bluetooth*. Las instrucciones para el giro del mini-servo mandadas desde el dispositivo móvil se cumplen a la perfección.

*Sistema final: el sistema final cumplió el objetivo planteado inicialmente. Este sistema puede realizar la conmutación del switch de las luces para encenderlas o apagarlas, así como dejar espacio libre por si el usuario no desea utilizar la aplicación y prender o apagar las luces manualmente. Además, no genera un costo excesivo, por su diminuto tamaño y por la alimentación utilizada para todo el sistema.

CONCLUSIONES

El dispositivo cumplió las metas planteadas, se observó que se pueden utilizar las redes inalámbricas para innovar y generar tecnología de punta. Por otro lado, el tamaño final del contenedor fue pequeño dado que se optimizó el tamaño por lo que es discreto y con buena apariencia para usarlo en una casa u oficina, así que no causa problemas por las dimensiones. En cuanto al costo se considera que tiene un precio accesible ya que debido a las dimensiones y componentes utilizados no lo hace costoso.

Por otro lado, es importante mencionar que este tipo de sistemas se puede acoplar a diferentes lugares, dado que las medidas de los diferentes *switch* son muy similares, lo que le da la característica de ser flexible en este sentido.

Finalmente, cabe mencionar que este sistema puede tener infinidad de aplicaciones, desde abrir una puerta, ventanas, recorrer/levantar persianas, etc., solo es necesario realizar simples modificaciones en la programación así como el cambio (de ser necesario) del actuador.

Como conclusión general se puede decir que se alcanzaron los objetivos planteados al principio del proyecto ya que el dispositivo funciona de acuerdo al objetivo. Adicionalmente, la experiencia en un proyecto de investigación fue agradable ya que se visualizó la estructura y puesta en marcha de un proyecto que se materializó.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, L. J. (2013). Fundamentos Generales de Programación. México, D.F: McGrawHill.

Arduino. (2016). Arduino. Obtenido de <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>

Gómez Gonzalez, S. (2014). El gran libro de SolidWorks. Alfaomega.

Systemes, 2. D. (2016). SolidWorks. Obtenido de <http://www.solidworks.com/sw/resources/getting-started-with-solidworks.htm>

Technology, M. I. (2015). MIT App Inventor. Obtenido de <http://appinventor.mit.edu/explore/get-started?>

ANÁLISIS REGIONAL DE LA PIEZOMETRIA LITOLOGIA Y SU CORRELACION CON LA EXISTENCIA DE AS DEL ACUIFERO DE IRAPUATO VALLE DE SANTIAGO

Tornero Araujo Ana Gabriela¹ y González Barbosa Ricardo²

RESUMEN

Uno de los principales problemas relacionados con el agua subterránea en diferentes lugares incluyendo México, radica en la presencia de elementos tóxicos entre ellos el arsénico. En este estudio se presenta el análisis de las concentraciones de arsénico existentes en el acuífero Irapuato-Valle con respecto a la litología y piezometría de este, analizando los valores de concentración para identificar cuáles sobrepasaban los límites máximos permisibles en relación al arsénico de la NOM-127-SSA1-1994. También se realizó un análisis geoestadístico espacial al arsénico para simular la dispersión del contaminante. Finalmente se obtuvo que 12 aprovechamientos ubicados en el acuífero sobrepasan los límites máximos permisibles que señala la norma (0,025 mg/l), el cual afectan la calidad del agua.

ABSTRACT

One of the main problems related to groundwater in different places including Mexico, is the presence of toxic elements including arsenic. In this research the analysis of existing concentrations of arsenic in Irapuato -Valle aquifer with respect to lithology and piezometry is presented by analyzing the concentration values to identify which exceeded the maximum permissible limits for arsenic of NOM 127-SSA1-1994. A geostatistical analysis space arsenic was also performed to simulate the dispersion of the pollutant. Finally it was found that 12 exploitations located in the aquifer exceed the maximum permissible limits established standard (0.025 mg /l), which affects water quality.

Palabras Clave: Arsénico, litología, piezometría, límites máximos permisibles.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el aumento incontrolable de la contaminación del agua es causada por diferentes fenómenos, los cuales pueden ser naturales o antropogénicos. La interacción del hombre ha contribuido de manera significativa en los impactos ambientales, sin embargo no hay que dejar de lado las afectaciones naturales que han tenido una influencia significativa en la contaminación de los abastecimientos y aprovechamientos de agua. La contaminación natural de aguas superficiales como subterráneas tiene relación con el tipo de litología del lugar donde se encuentren, debido a la dinámica entre el agua y la roca existente en el sitio.

En el acuífero Irapuato-Valle, se encuentran diferentes contaminantes originados por condiciones ambientales o antropogénicas. Un contaminante importante a mencionar es el Arsénico (As), elemento muy común en rocas, suelos, en la hidrosfera y la biosfera, siendo tóxico para los seres humanos. Una de las causas por la cual el ser humano llega a relacionarse con este elemento es por la ingestión de agua contaminada ya que las aguas superficiales (ríos, lagos, embalses) y subterráneas (acuíferos) son muy susceptibles de ser utilizadas para consumo, y constituyen una gran amenaza para la salud. (LILLO, 2009). En México la NOM-127-SSA1-1994 señala el límite máximo permisible es 0.025 mg/l para el

¹Universidad de Guanajuato, Departamento de Ciencias Ambientales; Carretera Irapuato-Silao Km 9, Ex hacienda El Copal, C.P: 36500, Irapuato, Guanajuato, g.torneroaraujo@gmail.com

² Universidad de Guanajuato, División Ciencias de la Vida, Departamento de Ciencias Ambientales; Carretera Irapuato-Silao Km 9, Ex hacienda El Copa, C.P: 36500, Irapuato, Guanajuato, gonzalezbarbic@gmail.com

arsénico en aguas destinadas para consumo humano. Las concentraciones de arsénico que pueden ser altas no se restringen a la variabilidad de condiciones o ámbitos, apareciendo en acuíferos con condiciones oxidantes y de pH alto, en condiciones reductoras, con circulación geotermal, afectados por procesos ligados a la actividad minera o relacionados con depósitos minerales, y ligados a otros procesos antropogénicos (actividad industrial, asentamientos urbanos, actividad agropecuaria, etc). Sin embargo, la mayor parte de los acuíferos con altos contenidos de arsénico tienen un origen ligado a procesos geoquímicos naturales. A diferencia de la contaminación antropogénica, la cual genera una afección de carácter más local, la ocurrencia de concentraciones altas de arsénico de origen natural afecta a grandes áreas. (LILLO, 2009)

Otro factor importante en relación a la concentración de arsénico es la explotación de los recursos hídricos, en esta situación el acuífero Irapuato-Valle cuenta 2969 aprovechamientos registrados hasta marzo de 2016 (REPDA, 2016), los cuales en la actualidad mantienen a este acuífero en un estado sobre explotado. La recuperación del recurso hídrico se encuentra fuera de alcance, pero con la adopción de medidas preventivas durante la generación de proyectos de explotación de aprovechamientos superficiales y subterráneos, se puede mejorar la reserva y explotación de este recurso hídrico sin poner en riesgo la salud en este acuífero de Irapuato valle.”

Es importante considerar la contaminación actual, pero a su vez predecir la dispersión de contaminantes, ya que los acuíferos son sistemas hidrodinámicos con una posibilidad de tener una elevada vulnerabilidad de contaminación. El análisis de los datos litológicos, geoquímicos y piezométricos de los puntos muestreados dentro del acuífero Irapuato-Valle, influyen para la determinación de la distribución del contaminante y para realizar la comparación de los posibles escenarios que influyen en la generación de la contaminación natural por arsénico en el acuífero.

MARCO TEORICO

El acuífero Irapuato-Valle se encuentra ubicado entre las coordenadas 101° y 102° longitud oeste y los 20° y 21° de latitud norte, está ubicado en la parte centro sur del Estado de Guanajuato. La superficie que comprende el acuífero Irapuato-Valle es de aproximadamente 2458.495 km². Dentro de los límites que ocupa el acuífero del Valle de Irapuato y Valle de Santiago, existen 15 municipios, los 6 más importantes por su población son Irapuato, Salamanca, Valle de Santiago, Jaral del Progreso, Huanimaro y Pueblo Nuevo, el cual cuenta en su totalidad con 2969 aprovechamientos (REPDA, 2016), los cuales tienen diferentes usos y los más comunes son para uso industrial, uso agrícola, uso doméstico, uso público urbano, servicios entre otros. (TINOCO,2016)

El acuífero de Irapuato-Valle en la actualidad se encuentra sobreexplotado, debido a que la cantidad de agua que se extrae del subsuelo, es mayor que la que recibe o que se recarga al acuífero. Por otro lado, en el área del acuífero Irapuato-Valle se encuentra una litología en la cual se encuentran las arenas, limos, arcillas y gravas, basaltos con intercalaciones de tobas, cenizas y brecha, basaltos con vesículas rellenas por sílice o calcita, riolitas egnimbritas intercaladas con tobas, brechas y piroclastos, la cual influye en la contaminación natural por Arsénico del recurso agua. Unos de los principales contaminantes naturales es el arsénico ya sea en altas o bajas concentraciones. El principal problema del arsénico en la actualidad es el aumento de su concentración en aguas subterráneas además de que el consumo de agua contaminada es considerado como la vía de ingestión de arsénico más importante con la consiguiente intoxicación de amplios sectores poblacionales que utilizan este recurso.

MÉTODOS Y MATERIALES

Relación arsénico-litología

Para el presente análisis se trabajó con 120 puntos de 135, ubicados en el acuífero Irapuato-Valle. Los valores fueron tomados para analizar la concentración de arsénico y relacionarla con la litología (INEGI, 2007). Esto se realizó con la ayuda del programa ArcGis 10.2 para realizar los mapas e identificar la

litología de los puntos de interés. Una vez georreferenciados los puntos se ubicaron los que sobrepasaban los límites máximos permisibles de arsénico de acuerdo a la NOM-127-SSA1-1994, "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización."

Relación arsénico-piezometría.

La información empleada para este estudio se tomó de la red de monitoreo del nivel piezométrico del acuífero Irapuato-Valle, representada por 139 aprovechamientos con datos generados por año. Cabe mencionar que existen diferentes métodos para aplicar geoestadística, entre ellos se encuentra IDW, Spline y Vecino más cercano, sin embargo; en este caso debido a que hay una influencia direccional o de la distancia correlacionada espacialmente en los datos se aplicó el método kriging. Para ello se empleó el programa SURFER 9 para la modelación de la dirección del flujo del agua subterránea.

Geoestadística de dispersión de arsénico.

La geoestadística es una rama de la estadística aplicada, que se especializa en el análisis y la modelación de la variabilidad espacial en ciencias de la tierra. Su objeto de estudio es el análisis y la predicción de fenómenos, en espacio y/o tiempo (Díaz, 2002).

Se realizó un análisis geoestadístico utilizando 135 datos de concentración de arsénico de diferentes aprovechamientos. En este análisis se empleó el programa ArcGis 10.2 para la elaboración del mapa geoestadístico de dispersión de arsénico en el acuífero. Donde se obtuvo por el método Kriging Simple, modelo Gaussiano.

El objetivo del krigeado es obtener, en posiciones de interés, una estimación $Z^*(x)$ de $Z(x)$, como una combinación lineal de los valores medidos Z_i en los puntos de observación x_i , además permite calcular la varianza del error en las posiciones de estimación. Para el desarrollo de las ecuaciones de krigeado ordinario se impone que la estimación sea lineal, sin sesgo y con varianza mínima.

RESULTADOS

Concentración de arsénico en relación a la litología

La litología presente en el acuífero Irapuato-Valle está constituida por arenas, limos, gravas y arcillas, basaltos con intercalaciones de tobas, cenizas y brecha, basaltos con vesículas rellenas por sílice o calcita y además por riolitas egnimbitas intercaladas con tobas, brechas y piroclastos.

La más abundante dentro del acuífero está conformada por arenas, limos, gravas y arcillas, en este representándose 105 de los 120 puntos analizados y los 15 restantes en los otros tipos de litología, como se muestra en la figura 1. De acuerdo a la presencia de arsénico se identificó que en 117 puntos se encontró la presencia de este elemento, en uno no hubo presencia y en dos no hubo registro de datos.

Sin embargo analizando las concentraciones se apreció que en 11 puntos ubicados en la litología arenas, limos, gravas y arcillas y uno ubicado en litología de basaltos con intercalaciones de tobas, cenizas y brecha sobrepasan el límite máximo permisible de acuerdo a la NOM-127-SSA1-1994 (0,025 mg/l) y 108 puntos no sobrepasan el límite máximo permisible a esta norma, como se muestran en la figura 2



Figura 1. Puntos muestreados y su litología.

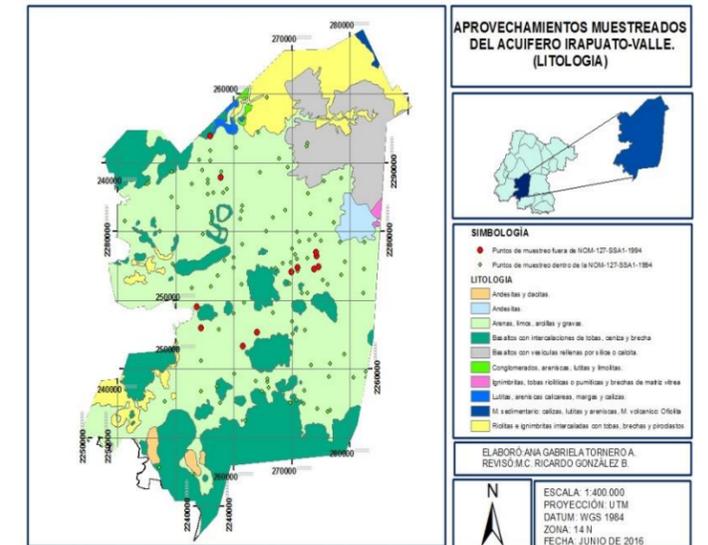


Figura 2. Puntos que rebasan el Límite de As referente a la NOM-127-SSA1-1994 en relación a la litología del acuífero Irapuato-Valle

Concentración de arsénico en relación a la piezometría.

La sobreexplotación del acuífero Irapuato-Valle va incrementando constantemente, ya que de los 2969 aprovechamientos registrados la mayoría de ellos presentan una incontrolable extracción del recurso hídrico. Estas acciones afectan los niveles estáticos, los cuales influyen en la dispersión de contaminantes.

Los principales indicadores de flujo son las cargas hidráulicas, la topografía y las zonas de recarga y descarga subterránea. El agua se mueve de las zonas de mayor carga hidráulica a zonas de menor carga. De acuerdo a la figura 3 se muestran los niveles estáticos piezométricos del acuífero, el cual indica las direcciones del flujo más relevantes ubicadas en la zona del Noroeste ubicado Irapuato y Noreste yendo al sur ubicado Salamanca, en estos encontrándose un cono piezométrico. Esto debido a la sobre explotación que surge principalmente por las actividades industriales y agrícolas en las zonas. Lo que podría ocasionar una migración del contaminante a zonas donde con anterioridad no existía presencia de contenidos arsenicales.

El acuífero Irapuato-Valle tiene una piezometría que va desde 1730 a 1595 metros sobre el nivel del mar (MSNM). En la figura 4 se muestran los puntos que sobrepasa el límite máximo permisible en relación al arsénico de acuerdo a la NOM-127-SSA1-1994, donde se observa que estos puntos se encuentran ubicados dentro de las zona sobreexplotadas con altura del nivel estático aproximadamente de 1640 a 1625 metros sobre el nivel del mar (MSNM).

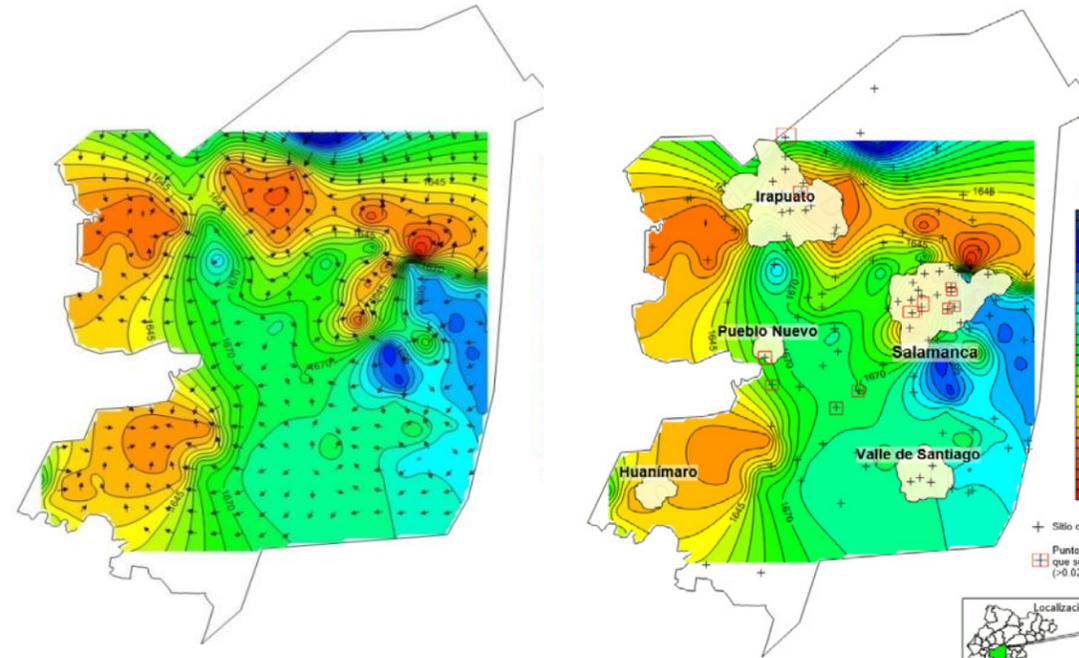


Figura 3. Dirección del flujo subterráneo y comportamiento piezométrico.

Figura 4. Análisis piezométrico. Puntos fuera de norma en relación al As.

Dispersión de arsénico.

Se analizaron 135 aprovechamientos con datos de arsénico. En la figura 5 se muestra la distribución espacial de los mismos, como se puede observar, la muestra es representativa de todo el acuífero, aunque tiene una distribución más densa al centro de la región, en las manchas urbanas, y en forma más espaciada hacia los extremos del acuífero.

En la tabla 1 se muestran los estadígrafos de los datos del arsénico y de los datos transformados, mediante el logaritmo natural. En ella podemos apreciar que el valor medio y la mediana son más parecidos en los datos transformados que en los datos originales, y que la desviación estándar y el coeficiente de variación son mucho más pequeños en los datos transformados. Por lo tanto, la muestra tiene una distribución más parecida a la normal.

La transformación logarítmica a los datos del arsénico se realizó para obtener una mejor distribución de los mismos.

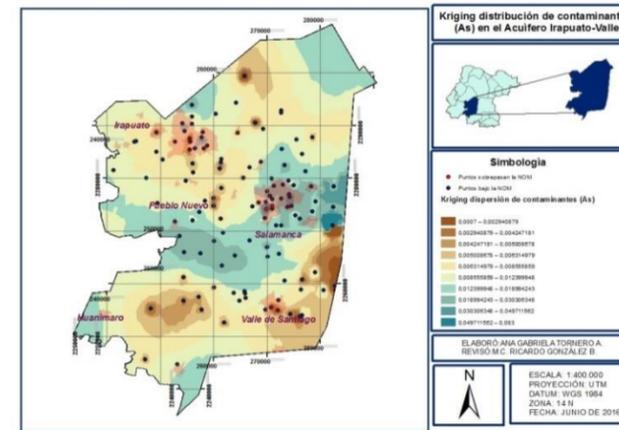


Figura 5. Kriging de la distribución del As en el acuífero Irapuato-Valle.

Tabla 1. Estadígrafos de la distribución de arsénico.

ESTADIGRAFOS	As (mg/l)	ln As (mg/l)
Número total	135	135
Distancia máxima	61208	61208
Mínimo	0,0007	-7,2644
Máximo	0,83	-2,4889
Valor medio	0,010823	-4,9116
Desviación estándar	0,011267	0,87611
Coefficiente de variación	1,0410	-0,1783
1er cuartil	0,004125	-5,4907
Mediana	0,0068	-4,9908
3er cuartil	0,013038	-4,34
Curtosi	15,785	2,9985
Coefficiente de asimetría	2,9601	0,07332

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Cuando existe presencia de cambios hidrogeoquímicos en el acuífero, no se tiene ningún control y así deriva la contaminación del recurso hídrico. Para el estudio del comportamiento es necesario conocer diferentes características del lugar principalmente la litología y piezometría. Para el análisis y la modelación de este se empleó la geoestadística, utilizando el método Kriging, el cual presenta mayor confiabilidad para este análisis en cuestión cuando se habla de técnicas geoestadísticas.

Como resultado del análisis en la superficie se observó variación en los valores encontrados sobre la dispersión del contaminante y los factores que influyen en el origen y concentración del mismo. Encontrando finalmente solo 12 aprovechamientos que sobrepasan el límite establecido en la norma NOM-127-SSA1-1994 con relación al arsénico mayor a 0.025 mg/L, el cual 11 de estos ubicados en una litología conformada por arenas, limos, gravas y arcillas y uno en litología de basaltos con intercalaciones de tobas, cenizas y brecha, en una zona con una sobre explotación poco elevada debido a que sus niveles piezométricos son menores a 1645 msnm.

En este proyecto se establece la importancia en entre la relación piezometría-litología la cual influye en la concentración y dispersión de los contaminantes, ya que el comportamiento del arsénico en el acuífero varía de acuerdo a estas características.

BIBLIOGRAFIA

DIAZ, M.A. (2002). *Geoestadística Aplicada*, Instituto de Geofísica UNAM, Instituto de Geofísica y Astronomía, CITMA, Cuba.

HUGO, J. (2004). "Diseño de una red de monitoreo de la calidad del agua para el acuífero Irapuato-Valle, Guanajuato". *Tesis para maestría en ingeniería hidráulica*, Jiutepec, Morelos. (p.p. 1-4)

JÚNEZ, H., CAPETILLO, C., GONZALEZ, J. (2013). "Análisis geoestadístico espacial de cuatro iones mayoritarios y arsénico en el acuífero Calera, Zacatecas." *Tecnología y ciencias del agua*, No. 4(1), pp. 179-185. Consultada en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222013000100009&lng=es&tlng=es. (Fecha de consulta 12-07-2016)

LILLO, JAVIER (2009) "Peligros geoquímicos: arsénico de origen natural en las aguas" pp. 2-8. Consultada en <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-15564/Peligros%20geoqu%C3%ADmicos%20del%20ars%C3%A9nico%20-%20Javier%20Lillo.pdf> (fecha de consulta 21-07-2016)

TINOCO, ALFREDO (2016) "COTAS de Guanajuato: Zona centro". Consultada en <http://cotas-guanajuato.blogspot.mx/p/zona-centro.html>

ESTUDIO DE LA $[\text{Si}(\text{OH})_4]$ EN LA SÍNTESIS DE MESOPOROSOS DE SÍLICE

Tovar Torres Montserrat¹ y Salazar Ma. Mercedes²

RESUMEN

Con la finalidad de obtener materiales potencialmente útiles en la optimización de procesos catalíticos industriales y en remediación ambiental para la eliminación de desechos tóxicos, en este trabajo se muestra el estudio de la obtención de materiales mesoporosos de sílice a partir de $\text{Si}(\text{OH})_4$, como un precursor de bajo costo, la cinética de policondensación de silicatos para formar sílice y el efecto de la concentración de dicho ácido en las propiedades texturales del material durante la síntesis, observándose la formación de materiales con una distribución de poros bimodales (4 y 7 nm) a prolongados tiempos de añejamiento durante la síntesis del material.

ABSTRACT

With the purpose of obtaining materials potentially useful in the optimization of catalytic industrial processes and in environmental remediation for the elimination of toxic waste, in this work shows the study of obtaining mesoporous silica materials from $\text{Si}(\text{OH})_4$, as a precursor of low cost, the polycondensation kinetics of silicates to form silica and the effect of the concentration of said acid in the textural properties of the material during synthesis observed forming materials with a bimodal pore distribution (4 and 7 nm) to prolonged aging during synthesis of the material.

Palabras Clave: ácido silícico, policondensación, proceso sol-gel.

INTRODUCCIÓN

Los materiales mesoporosos, son aquellos que presentan un tamaño de poro entre los 2-50 nm, de acuerdo a la clasificación de la IUPAC. En los últimos años, los materiales mesoporosos ordenados en base a sílice han presentado un interés especial, dentro de la ciencia y tecnología de los materiales, en gran parte debido a las numerosas aplicaciones que estos presentan. Estos materiales se han utilizado como soportes catalíticos, cromatográficos, materiales adsorbentes, bio-recervorio de fármacos e inmovilizador de enzimas o proteínas, entre otras aplicaciones [1-8]. La gran diversidad de aplicaciones que estos materiales presentan, se debe en gran parte a la alta estabilidad química y térmica de la sílice, que permite que esta pueda involucrarse tanto en procesos biológicos como químicos sin intervenir en estos.

La síntesis de los materiales mesoporosos ordenados ha sido ampliamente estudiada; una metodología simple que permite la obtención de estos materiales, es la técnica del tamiz molecular en donde se aplica el proceso sol-gel in situ en una malla o tamiz molecular que presenta la función de otorgar la estructura porosa ordenada al material [9], esta metodología ha sido ampliamente utilizada y ha permitiendo la obtención de una gran diversidad de óxidos porosos dependiendo del tipo de precursor y/o malla o tamiz utilizado en la síntesis. Sin embargo esta metodología, presenta como principal desventaja el uso de

¹ Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica; Av. Adolfo López Mateos Ote., Fracc. Bona Gens C.P. 20256, Aguascalientes, Ags, montse_tt@outlook.com

² Universidad de Guanajuato, Departamento de Minas, Metalurgia y Geología, Ex-Hacienda San Matías S/N, Colonia San Javier, C.P. 36000 Guanajuato, Guanajuato, merce@ugto.mx

precursores económicamente de la matriz silícea costosos, como el tetrametóxilano (TEOS); es por ello que la búsqueda de precursores económicos no convencionales para la matriz inorgánica es de interés; dichos precursores económicos potencialmente abaratarían los costos de síntesis de estos materiales, haciendo más accesible su uso en procesos industriales.

Se han propuesto como precursores económicos de la red de sílice, el uso de silicato de sodio, alcóxidos de silicio derivados de polioles y el Si(OH)_4 ; este último es un precursor poco estudiado. En este trabajo se muestra un estudio del efecto de la concentración del ácido silícico en las propiedades texturales del material.

MÉTODOS Y MATERIALES

MATERIALES

Se utilizó silicato de sodio grado industrial, los demás reactivos fueron obtenidos de la casa comercial Sigma Aldrich: resina de intercambio DOWEX 50WX8-100, HCl, ácido oxálico y molibdato de amonio.

OBTENCIÓN DEL Si(OH)_4

La obtención del ácido silícico (Si(OH)_4), se realizó a partir de una solución al 25% en V de silicato de sodio grado industrial. Se hace pasar 100 mL de la solución del silicato de sodio a través de una columna de intercambio iónico y se recolecta la fracción ácida en un intervalo de pH de 3-5.

DETERMINACIÓN DE LA $[\text{Si(OH)}_4]$

La determinación del Si(OH)_4 , se realizó mediante el método Deutschen- Einheitsverfahren en un espectrofotómetro de UV-Vis UV-Lite. CINTRA-100. Utilizando el complejo del ácido silícico-molibdato para la determinación a una λ_{max} de 310 nm. La determinación de la concentración de la sílice soluble se realizó mediante la metodología de estándar externo.

SÍNTESIS DEL MATERIAL MESOPOROSO MS

Se mezcla en un matraz de una boca 25 mL de la solución de P-123 por cada 50 mL de la solución añejada (0, 6, 24 y 48 h) de Si(OH)_4 , obtenida por la columna de intercambio iónico; la mezcla es colocada bajo un sistema a reflujo a 40-90 °C por 24 h; al término de este periodo el sólido obtenido es filtrado y colocado a reflujo bajo agitación constante con 200 mL de EtOH y unas gotas de HCl por 24 h para la extracción de la materia orgánica presente; el sólido es filtrado y secado a la estufa por 24 h a 80 °C para su uso y caracterización.

RESULTADOS

La cinética de policondensación del Si(OH)_4 , se explica en las ecuaciones 1) y 2), en donde se propone que la velocidad de policondensación del ácido sea gobernada por la K1. De acuerdo a esto, la ley de velocidad para este proceso está determinada por la ecuación 3. La Figura 1, muestra los datos cinéticos de la policondensación del ácido silícico durante las primeras 3h (180 min) de añejamiento, en donde se puede observar que la solución de Si(OH)_4 comienza con una concentración de 626.1 ppm (6.5 mM), extremadamente alta con respecto a las concentraciones comúnmente observadas en solución acuosa; esta concentración decae en un 25% en los primeros 90 min de añejamiento y en un 26.7 % a las 3 h de añejamiento (Figura 1).

El ajuste de los datos cinéticos mediante el método integral a un modelo de primero y segundo orden, se muestra en la Figura 2, en donde el buen ajuste de dichos datos al modelo de segundo orden (Figura 2b), quedando la ecuación cinética de la policondensación se muestra en la ecuación 4.



$$K1 \gg K2$$

$$\frac{d[\text{Si(OH)}_4]}{dt} = K [\text{Si(OH)}_4]^2 \quad (3)$$

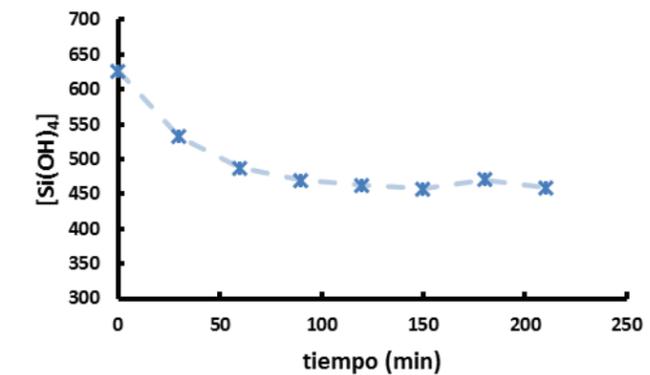


Figura 1. Cinética de policondensación del Si(OH)_4 .

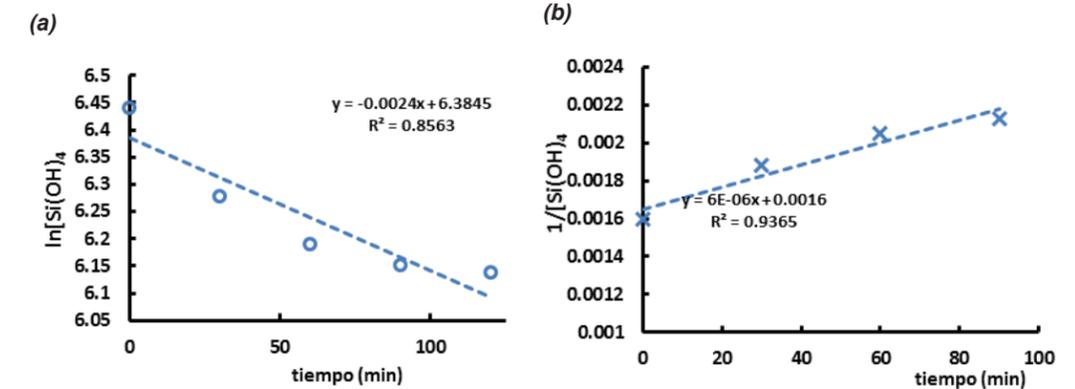


Figura 2. Ajuste de los datos cinéticos experimentales al modelo de primer y segundo orden mediante el método integral.

$$\frac{d[\text{Si(OH)}_4]}{dt} = 6 \times 10^{-6} [\text{Si(OH)}_4]^2 \quad (4)$$

La síntesis de los materiales mesoporosos con diferente grado de añejamiento del $\text{Si}(\text{OH})_4$, se resume en la Tabla 1. En donde puede observarse que a partir de las 6 h de añejamiento el área superficial del material aumenta a los $496.5 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$, manteniéndose en este rango hasta las 24 h de añejamiento y decayendo ligeramente a las 48 horas de añejamiento. En todos los casos se obtiene un material mesoporoso con diámetro de poro promedio en un rango de 3.6-4.9 nm.

Tabla 1. Propiedades texturales de los materiales mesoporosos de sílice (MS) sintetizados a diferentes tiempos de añejamiento del $\text{Si}(\text{OH})_4$.

	Tiempo Añejamiento (h)	Área _{BET} [m^2g^{-1}]	Diámetro Poro Promedio [nm]	Volumen Poro Promedio [cm^3g^{-1}]
MS-0	0	444.47	4.99	0.637
MS-6	6	496.48	3.65	0.414
MS-24	24	491.42	3.92	0.336
MS-48	48	465.56	4.88	0.496

Todos los materiales mostraron isotermas de adsorción tipo IV de acuerdo a la clasificación de la IUPAC; la Figura 3, muestra las isotermas de adsorción de N_2 de los materiales, en donde se observan la formación de 2 lazos de histéresis en los materiales MS-0 y MS-48 tipo H2 y 1 solo lazo de histéresis en los Materiales MS-6 y MS-24 (Figura 3).

Estos resultados sugieren la formación de 2 dos poros distintos en los materiales MS-0 y MS-48, los cuales son observados en la distribución de poros por BJH (Figura 4), en donde se muestra la formación de un poro mayoritario a 4nm en todos los materiales y la formación de un segundo poro a 7 nm en el MS-48, mientras que la MS-0 mostro una distribución ancha a 10 nm. Estos resultados, muestran la factibilidad de la manipulación y formación de materiales mono y bimodales a partir del $\text{Si}(\text{OH})_4$ y su tiempo de gelificación.

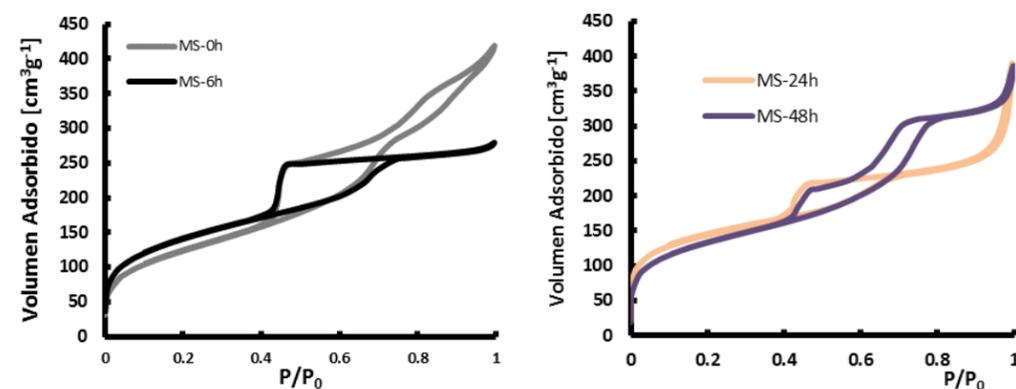


Figura 3. Isotermas de adsorción de N_2 de los materiales mesoporosos sintetizados a partir del $\text{Si}(\text{OH})_4$.

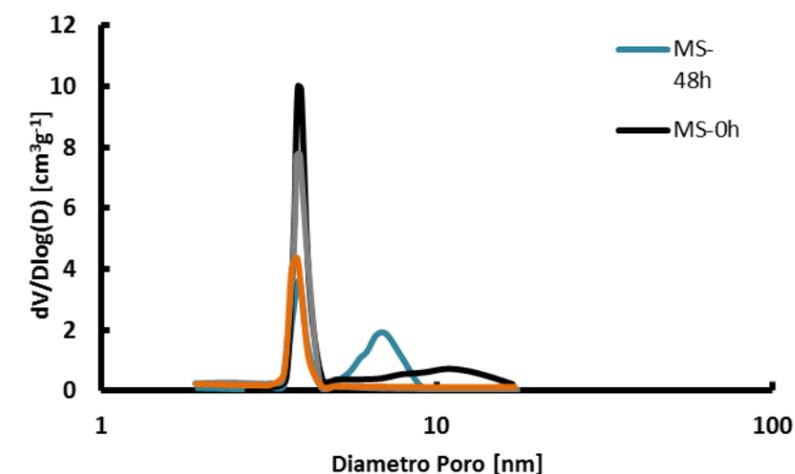


Figura 4. BJH de los materiales mesoporosos sintetizados a partir del $\text{Si}(\text{OH})_4$.

CONCLUSIONES

Los estudios mostrados en el presente trabajo, muestran la viabilidad de la obtención de soluciones acuosas con alto contenido de $\text{Si}(\text{OH})_4$ de hasta 626 ppm de $\text{Si}(\text{OH})_4$. La cinética de policondensación del ácido silícico a temperatura ambiente se lleva a cabo mediante una cinética de segundo orden con una constante de velocidad global de $6 \times 10^{-6} \text{ Lmg}^{-1}\text{s}^{-1}$. La manipulación del tiempo de añejamiento del ácido silícico permite la obtención de materiales monomodales con poros a 4 nm en un tiempo de añejamiento corto de 6 a 24 h, mientras que a las 48 h se favorece la formación de materiales bimodales con poros a 4 y 7 nm.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Barton T J, Bull L M, Klemperer W G, Loy D A, McEnaney B, Misono P A, Pez G, Scherer G W, Vartuli J C, Yaghi O M. Chem. Mater. (1999) 11: 2633-2656.
- [2] Deng Y, Wei J, Sun Z, Zhao D. Chem. Soc. Rev. (2013) 42: 4054-4070
- [3] Kruk M., Jaroniec M. Chem. Mater. (2001) 13: 3169-3183.
- [4] Hartmann S., Brandhuber D., Hüsing N. Acc. Chem. Res. (2007) 40: 885-894.
- [5] Medina J., Ramírez J. Revista de Materiales Avanzado. UNAM (2005) 5: 7-16.
- [6] Ojeda Martínez M.L, Nanomateriales Mesoporosos tipo MCM-41, SBA-15 y SBA- 16 obtenidos por métodos Sol-Gel de autoensamblaje: aspectos texturales y mecanismos de formación por sondas espectroscópicas, Tesis para la obtención del grado de Doctor en Ciencias. Departamento de Química, Área de Inorgánica División de Ciencias Básicas e Ingeniería. UAM-Iztapalapa, (2005).

[7] Onida B, Borello L, Fiorilli S, Bonelli B, Areán C. O., Garrone E. Chem. Commun (2004) 2496-2497.

[8] Qunli T, Yuxi C, Jianghua C, Jin L, Yao X, Dong W, Yuhan S. J of Solid State Chemistry (2010), 183: 76-83.

[9] Kresge C T, Leonowicz M E, Roth W J, Vartuli J C, Beck J S. Nature (1992) 379: 710-712.

ALGORITMOS DE RUTEO EN RECTÁNGULOS PARTICIONADOS EN 2D

Alberto Uribe Martínez¹ y Fidel González Gutiérrez²

RESUMEN

Una baldosa es reiterada si puede delimitarse un área específica que se va duplicando varias veces; es decir, que en una pequeña área en el plano se repliquen dichas baldosas, esto es, cambiando la posición de cada baldosa o figura dentro del área en el plano. Este proceso consiste en cubrir las superficies sobre el área en el plano sin dejar espacios vacíos o en blanco ni superponerse unos con otros. Se pueden embaldosar polígonos regulares individualmente o hacer una combinación de múltiples polígonos. En este proyecto se realizaron embaldosados con dominós de 2x1 y 1x2, así como la ruta más corta que puede unir todas las baldosas dentro de una superficie específica.

ABSTRACT

A tile is repeated if a specific area can be delimited to be doubled several times; that is, in a small area in the plane the tiles can be replicated, that is, changing the position of each tile or figure within the area in the plane. This process involves covering the surfaces on the area in the plane without leaving gaps or blank or overlap with each other. Tile can be regular polygons individually or making a combination about multiply polygons. This project makes tiling with domino of size 2x1 and 1x2, also the shorter route that can join all tiling inside of a specific surface.

Palabras Clave: Baldosas, Embaldosar.

INTRODUCCIÓN

Es impresionante conocer la manera en que las figuras geométricas pueden ser usadas. A través de la historia del arte, se puede observar cómo ha sido el desarrollo cultural de las civilizaciones apreciando el legado de sus pinturas utilizando diferentes materiales.

En particular, los embaldosados no son solo pinturas creadas en diferentes materiales de fijación para diseños artísticos de alto nivel. El análisis de la unión de figuras planas regulares, haciendo coincidir sus lados para cubrir una superficie o región específica dentro de un plano de manera que puedan repetirse simultáneamente, cambiando de posiciones en cada una de ellas para así poder llenar toda el área sin dejar espacios en blanco ni sobre ponerse, se le conoce como embaldosados.

Estos no solo tratan de reproducir un diseño artístico sino repetir un patrón geométrico a lo largo y ancho de una superficie. Este patrón se realiza por medio de un estudio matemático, partiendo de la idea de que cualquier polígono que forma nuestro embaldosado comparte un vértice o una aristas. Además de que estos polígonos pueden ser congruentes; es decir, que son los mismos pero trasladados o girados, a los que se le llama "prototeselas".

Los embaldosados regulares se clasifican en cuadrados, triángulos equiláteros y hexágonos regulares, pero podemos preguntarnos por qué solo estas figuras pueden realizar embaldosados regulares y esto se

¹ Universidad Politécnica de Querétaro, Programa Educativo de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Carretera Estatal 420 S/N, El Rosario, C.P. 76240, Municipio El Marqués, Querétaro, 013013416@upq.edu.mx

² Universidad Politécnica de Querétaro, Programa Educativo de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Carretera Estatal 420 S/N, El Rosario, Municipio El Marqués, Querétaro, C.P. 76240, fidel.gonzalez@upq.mx

debe a la geometría de las figuras. Por ejemplo, un pentágono regularno embaldosa una superficie completamente ya que sus ángulos interiores son de 72° grados; y 360° no es un múltiplo de 72° , y al tratar de embaldosar un polígono como estos podemos inferir que no podría cubrir la superficie del plano, este mismo caso sucede si tratamos de embaldosar con polígonos regulares de más de 6 lados, por tanto el desarrollo de embaldosados no solo se trata de dibujos, sino de un análisis matemático de polígonos regulares que nos permitan cumplir el objetivo de un embaldosado. En la Figura 1 se muestra tres casos de polígonos regulares que no cubren la totalidad de la superficie: el pentágono, heptágono y octágono.

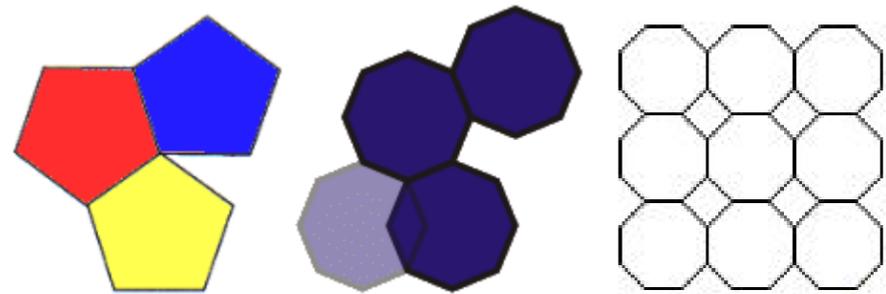


Figura 1. Caso de un pentágono, heptágono y octágono regular

Resulta de gran importancia las aportaciones que se tienen los embaldosados en distintas áreas del conocimiento como la arqueología y las bellas artes. Con el desarrollo tecnológico, las ciencias de la computación han venido a contribuir en el desarrollo de proyectos con características interdisciplinarias.

La implementación de algoritmos computacionales nos permite realizar simulaciones de embaldosados, obtener características de los embaldosados y optimizar el uso de recursos en distintas áreas de trabajo. Los embaldosados pueden ser de polígonos regulares que permiten hacerse individualmente pero puede también hacerse a través de combinaciones de varios de estos como se muestra en la siguiente figura 2.

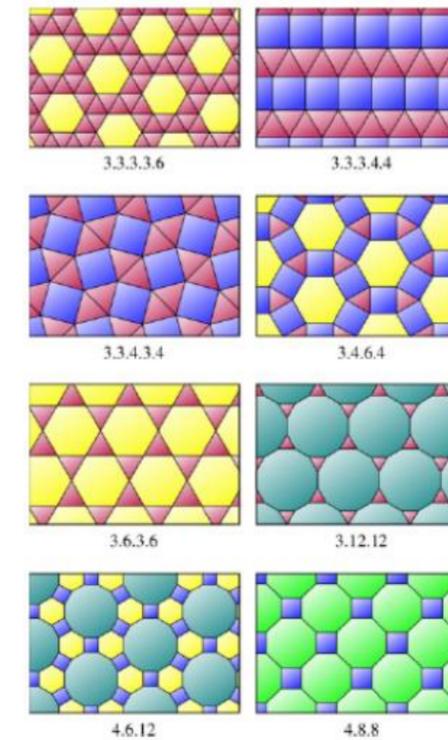


Figura 2. Ejemplos de embaldosados de combinación de polígonos regulares

Estos embaldosados serán utilizados para realizar pruebas de algoritmos de ruteo para generar el spanning tree sobre el embaldosado. La investigación presenta un marco teórico sobre los embaldosados regulares y se realiza una implementación en el lenguaje de programación de alto nivel *Mathematica*® usando el paradigma de programación funcional y simbólica.

MARCO TEORICO

Formalmente, sea $G=(V,E)$ un digrafo que modela una red consistente en el conjunto V de nodos o vértices, un conjunto E de aristas dirigidas, y una función de peso $w:E \rightarrow R^+$. Cada arista $e=(a,b)$ del grafo tiene asociado un número real positivo $w(e)$ que representa la longitud de la arista e . Mediante algoritmos eficientes, como el clásico algoritmo de Dijkstra, se pueden calcular rutas óptimas entre dos vértices en la red. El problema entonces consiste en dado un digrafo G y un vértice origen $s \in V$, encontrar la ruta óptima del vértice s a todos los demás.

El tiempo de ejecución del algoritmo de Dijkstra, usando un arreglo lineal para la cola de prioridad Q , es $O(|V|^2+|E|)=O(|V|^2)$ o bien $O((|V|+|E|) \log|V|)=O(|E| \log|V|)$ si se implementa la cola de prioridad Q como una estructura de datos *heap* binaria. Más aún, si $|E|=O(|V|)$, entonces el algoritmo se ejecuta en tiempo $O(|V| \log|V|)$, el cual es mejor que $O(|V|^2)$. El algoritmo de Dijkstra asume que todos los pesos de las aristas son números positivos (Sahni, 2004; Cormen, 2009) y mantiene un conjunto S de vértices, donde la ruta óptima y su longitud total desde el nodo origen s hasta el vértice $v \in S$ ya han sido determinados. Para todos los vértices $v \in S$, se tiene entonces que $d[v]=\delta(s,v)$, donde $\delta(s,v)=\min\{w(p)|s \rightarrow v\}$ si existe una ruta p de s a v , con una longitud total $w(p)$, de otro modo $\delta(s,v)=\infty$.

Para resolver el problema de las rutas óptimas entre cada par de vértices en la red, se utiliza el algoritmo Floyd-Warshall (Sahni, 2004) basado en la Programación Dinámica y resuelve dicho problema en un tiempo de ejecución $O(|V|^3)$. Sin embargo, asumiendo que $|E|=O(|V|)$, otra manera más eficiente consiste en ejecutar el algoritmo de Dijkstra $|V|$ veces produciendo las rutas óptimas para cada par de vértices en un tiempo $O(|V||E| \log|V|)=O(|V|^2 \log|V|)$, lo cual es mejor que el tiempo $O(|V|^3)$ que consume el algoritmo basado en programación dinámica.

En nuestro caso se programaron algoritmos para la generación de las diferentes combinaciones que puede tener un embañosado con dominós de 2x1 o 1x2.

MÉTODOS Y MATERIALES

La investigación se desarrolló en dos vertientes: 1) La generación de embañosados sobre un rectángulo de área par usando dominós de 1x2 y 2x1, y 2) la generación de algoritmos para obtener la ruta corta entre dos pares de nodos del embañosado. El algoritmo siguiente es parte de la implementación del código desarrollado en el lenguaje de programación funcional Mathematica para la generación y obtención de propiedades de los embañosados de dominós.

```
shd[sol_] := Module[{n, m, i, j},
  {m, n} = Dimensions[sol];
  Graphics[{EdgeForm[Thick], ColorData[2, 6], Rectangle[{0, 0}, {n, -m}], Black,
    Table[If[sol[[i, j]] != sol[[i, j+1]], Line[{{j, -i}, {j, 1-i}}]], {i, m}, {j, n-1}],
    Table[If[sol[[i, j]] != sol[[i+1, j]], Line[{{j, -i}, {j-1, -i}}]], {i, m-1}, {j, n}]]]
```

El siguiente algoritmo muestra las funciones empleadas en el código de Mathematica para la obtención de la ruta corta a partir de dos nodos que son representados por la unión de las esquinas de los dominós.

```
allDis = Table[Floor[GraphDistance[matDis, i, j, Weighted -> True]], {i, n}, {j, n}] // MatrixForm;
path = Table[ShortestPath[g = Graph[edgesWeighted3, vertices, DirectedEdges -> False], i, j], {i, 22},
  {j, i, 22, 1}] // TableForm;

sP[source_, target_] := Floor[GraphDistance[matDis, source, target, Weighted -> True]]
pSP[{source_, target_}] := ShortestPath[g = Graph[edgesWeighted3, vertices, DirectedEdges -> False], source, target]
```

RESULTADOS

Como resultados obtenidos al implementar los algoritmos se obtuvo la familia de embañosados sobre un rectángulo cubierto por dominós de 1x2 y 2x1, como se muestra en la Figura 3.

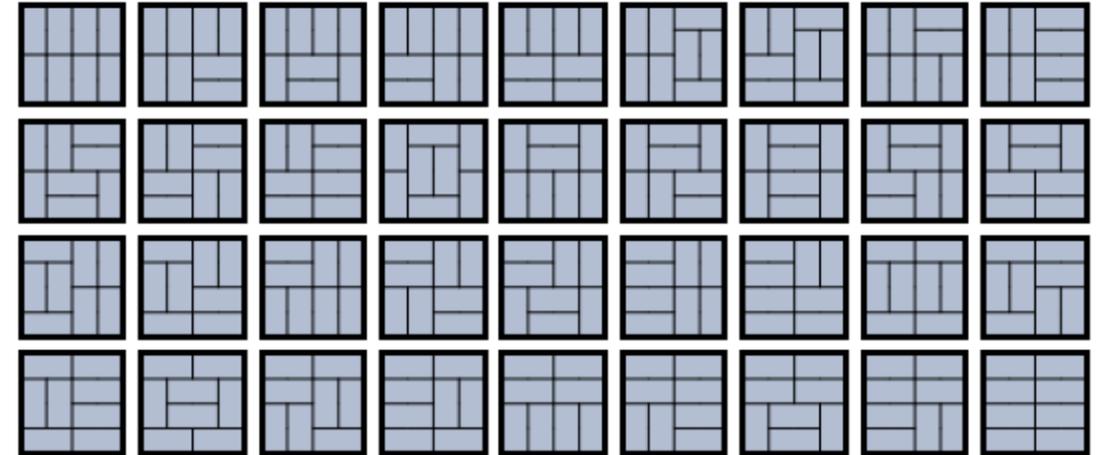


Figura 3. Familia de embañosados en rectángulos usando dominós.

Con la finalidad de aplicar el algoritmo de ruteo fue necesario implementar un algoritmo que proporcionara información sobre las características de los embañosados como son: cantidad de dominós utilizados en el embañosado, dimensión del rectángulo, las coordenadas de las esquinas superior izquierda y derecha (CESI, CESD) de cada domino usado en el embañosado.

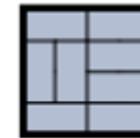


Figura 4. Embañosado con dominós

Por ejemplo, considerando el embañosado de la Figura 4, las propiedades del embañosado obtenidas se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Propiedades del Embañosado con dominós

8	4	4	
0	4	2	3
0	2	1	1
0	1	2	0
1	3	2	1
2	4	4	3
2	3	4	2
2	2	4	1
2	0	4	0

El algoritmos para la generación de la ruta corta, considera que cada domino representa un *room*, las esquinas de cada room son consideradas los nodos o vértices del grafo asociado al embañosado. A partir de un nodo origen se calcula entonces las distancias hacia los nodos más cercanos de cada domino con la

finalidad de poder alcanzar a todos recorriendo su mínima distancia. La Tabla 2 muestra el resultado del embaldosado considerado.

Tabla 2. Distancias entre puntos del embaldosado

Room Source	Room Target	Vertex Source	Vertex Target	Length Path
1	1	1	7	3
1	2	2	6	5
1	6	6	14	4
1	6	7	13	6
1	3	5	11	3
1	3	4	12	3

CONCLUSIONES

Con conclusiones del trabajo desarrollado podemos destacar que las funcionalidades del lenguaje de programación Mathematica son adecuadas para el desarrollo de prototipos. Los algoritmos desarrollados nos proporcionaron los resultados necesarios para poder contar con las características de los embaldosados, así como el cálculo de distancias entre puntos identificados de los embaldosados. Como trabajo futuro se tiene contemplado mejorar los algoritmos, al incluir restricciones que nos permitan eficientar los algoritmos.

Desde el punto de vista conceptual y algorítmico, la aportación principal es el algoritmo descubrir las múltiples combinaciones de baldosas en una superficie en el plano utilizando técnicas de embaldosamientos para lograr las combinaciones posibles que pueden ser aplicadas principalmente en el área industrial o en el área de la arquitectura para diferentes fines artísticos o de diseño.

Algunas técnicas también pueden ser utilizadas para la generación de fractales el cual puede ser un objeto geométrico que al igual que los embaldosados puede ser repetido el mismo objeto en un espacio a diferentes escalas cambiando de posiciones.

Las aplicaciones de embaldosados son cada vez mayores y el área computacional no puede quedarse atrás, la optimización de recursos es cada vez más eficiente, temas como “Embaldosados”, “Fractales”, “Programación” y “Diseño” son factores que al trabajar en conjunto son de las herramientas más poderosas que pueden ser utilizadas para crear, inventar, innovar, descubrir.

BIBLIOGRAFIA

George E. Martin, 1996, Polyominoes, a guide to puzzles and problems in tiling, The Mathematical Association of America.
Alexandr Sergeyeovich Pushkin, imaginary una mirada matemática, Comisión Universitat de València-Imaginary

Malva Alberto, Ingrid Schwer, Viviana Cámara, Yanina Fumero, 2000, Matematica Discreta, Ediciones UNL.

Martin Gardner, 2009, L-tromino Tiling of Mutilated Chessboards, The College Mathematics Journal 40, n. 3, p. 162-168.

P. Chu, R. Johnsonbaugh, 1986, Tiling deficient boards with trominoes, Mathematics Magazine 59, p. 34-40.

Cormen, Thomas H.; Leiserson, Charles E. & Rivest, Ronald L.: “Introduction to Algorithms”, MIT Press-McGraw Hill, Massachusetts USA, 2009.

Sahni, Sartaj: “Data Structures, Algorithms, and Applications in C++”, Silicon Press, 2004.

TRATAMIENTO DE DESECHOS DE NARANJA PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS: EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD DEL LÍQUIDO RUMINAL COMO INÓCULO PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS A PARTIR DE DESECHOS DE NARANJA

Judith Taideé Urrutia Negrete¹ y Luis M. Rosales Colunga²

RESUMEN

El presente proyecto se enfocó en evaluar la viabilidad del líquido ruminal (LR) como inóculo para producir biogás a partir de desechos de naranja como sustrato, evaluándolo a las 5, 24 y 48 h después de la extracción del animal. En este estudio se obtuvieron 1407.3, 879.6 y 664.3 ml de biogás al utilizar LR después de 5, 24 y 48 h de haber sido extraído respectivamente. Los resultados de producción de metano mostraron la misma tendencia, por lo tanto se observó que efectivamente el LR debe utilizarse en fresco, ya que éste afecta la producción y el rendimiento de biogás.

ABSTRACT

This project was focused on the evaluation of ruminal fluid (LR) as inoculum for the biogas production from orange waste, assessing it at 5, 24 and 48 h after its extraction from the animal. In this study 1407.3, 879.6 and 664.3 ml of biogas were obtained using LR after 5, 24 and 48 h from the extraction respectively. The methane production results showed the same trend, therefore observed that indeed the LR should be used fresh, as it affects the production and performance of biogas.

Palabras Clave: *Biogás, Líquido Ruminal, Producción, Inóculo, Sustrato.*

INTRODUCCIÓN

El hombre es dependiente de los recursos naturales y aprovecha el territorio para su asentamiento, construcción, creación de industrias, obtención de alimentos y fibras. Las necesidades se resumen en consumo, frecuentemente excesivo, de materia y energía sin aparente límite en relación con el crecimiento demográfico y la mejora de los estándares económicos. Este proceso, redundando en un aumento progresivo de la cantidad de residuos generados, muchos de ellos se podrían reutilizar y/o reciclarse (VASICEK., 2008).

Los residuos orgánicos que son un tipo de residuo que se genera en la naturaleza donde son asimilados y transformados biológicamente para provecho y afianzamiento del ecosistema, por lo regular se encuentran en estado sólido o líquido y son generados a partir del consumo directo de materias primas y de su industrialización, éstos ya no son útiles en el proceso que los generó (WASHINGTON J, 2008). A pesar de esto, pueden ser aprovechados para generar otro producto de interés económico o social. Estos desechos, en la mayoría de los casos se convierten en un problema grave de contaminación, al ser descargados al medio ambiente, y sólo una fracción de estos se utiliza para la alimentación de ganado (WASHINGTON J, 2008).

Entre algunos desechos de importancia industrial se encuentra los de naranja, ya que es uno de los productos más importantes en la producción agrícola a nivel mundial, ocupando el puesto 20 en el consumo de frutas, lo cual significa que la naranja representa alrededor del 10.5 % de la producción de fruta del mundo (SAGARPA, 2012). Otro desecho considerado como un contaminante con alto impacto

¹ Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Ingeniería Bioquímica; Carretera Irapuato - Silao km 12.5 Colonia El Copal, C.P: 36821, Irapuato, Gto, judithaidee-15@hotmail.com

² Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ingeniería, Av. Dr. Manuel Nava #8, Zona Universitaria Poniente, C.P: 78290, San Luis Potosí, S.L.P., luis.rosales@uaslp.mx

ambiental es el Líquido Ruminal (LR), el cual es un subproducto originado del sacrificio de animales, debido a la alta carga orgánica que produce en los efluentes de los rastros, es considerado un contaminante (MILTON RÍOS V., 2012). Este líquido puede funcionar como un inóculo adecuado para llevar a cabo procesos de fermentación anaerobia debido a su alto contenido de microorganismos.

Actualmente existe un consenso de que la generación antropogénica de CO₂ es la principal causa del calentamiento global y el cambio climático asociado a este fenómeno. Esta problemática indica que es necesaria la búsqueda de alternativas energéticas renovables y sustentables. Debido a los problemas ocasionados por el uso de los combustibles fósiles, cobra gran importancia en nuestros días la sustitución de estos combustibles por otros que no resulten tan dañinos al medio ambiente. Entre las alternativas en desarrollo, se encuentran los biocombustibles, que son alcoholes, éteres, ésteres, entre otros, que además de ser renovables, ayudan a reducir el impacto ambiental y a contribuir al desarrollo de las industrias y el campo agrícola (STRATTA, 2000). Entre los biocombustibles se encuentra el biogás, un gas combustible y renovable que se genera a partir de la degradación de materia orgánica. La digestión anaerobia consiste en la descomposición de material biodegradable en cuatro etapas: hidrólisis, etapa fermentativa, acetogénesis y metanogénesis. En la hidrólisis, las moléculas complejas se rompen en moléculas más simples, en la etapa fermentativa estas moléculas son transformadas a dióxido de carbono, hidrógeno, ácidos y alcoholes alifáticos. En la acetogénesis, los ácidos y alcoholes se transforman en ácido acético, hidrógeno y dióxido de carbono, finalmente en la metanogénesis, el ácido acético y el ácido fórmico se transforman en dióxido de carbono y metano, también ocurre la formación de metano a partir de dióxido de carbono e hidrógeno. (AGROWASTE, 2013)

Debido a que el sustrato para la producción de biogás es materia orgánica, se pueden utilizar desechos orgánicos como los de naranja o los de mataderos para dicha producción. En un trabajo preliminar (RAMÍREZ, 2015), se llevó a cabo el estudio de la producción de biogás a partir de desechos de naranja, utilizando LR en fresco. El LR contiene microorganismos simbióticos, que ayudan a mantener las condiciones estables de temperatura, pH, y osmolaridad dentro de los ruminantes y a su vez, el LR favorece la supervivencia de microorganismos anaerobios ya que presenta baja concentración de oxígeno, lo que facilita llevar a cabo el metabolismo anaerobio (CHURCH, 1974). Debido a la compleja variedad de microorganismos presentes en el LR, el tiempo que transcurre entre su extracción y su uso para la producción de biogás puede ser un factor importante. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar la producción de biogás utilizando LR con 5, 24 y 48 h posteriores a la extracción del animal.

MÉTODOS Y MATERIALES

Sustrato

El sustrato se obtuvo de un puesto local de jugos de naranja. Estos desechos se cortaron en trozos pequeños con un cuchillo, posteriormente se redujo su tamaño en una licuadora industrial (TAPISA modelo T 5L) y se colocaron en una bolsa hermética para almacenarlos en el refrigerador.

Inóculo

El inóculo se obtuvo del rastro municipal, fue transportado en envases de plástico de 1 L de capacidad, posteriormente se filtró con un colador para eliminar los sólidos.

Ensayos de producción de biogás

Se tomaron 78 ml de LR y se colocaron en biorreactores de 140 ml de capacidad. Después, se pesaron 2 g de bicarbonato de sodio en una balanza analítica (Wigger Hauser) y 20 g de muestra de desechos de naranja, y también se colocan en los biorreactores. Este procedimiento se realizó por triplicado, utilizando el mismo LR. Para evaluar la viabilidad del LR se utilizó LR a las 5, 24 y 48 h después de haber sido extraído del mismo animal, conservándose a temperatura ambiente. Los biorreactores así preparados se incubaron a 37°C a 150 rev/min. en una incubadora con agitación (Thermo).

Determinación de Sólidos Secos

Se pesaron 5 g de muestra en un crisol previamente tarado, se colocó la muestra en un horno a 70°C hasta obtener un peso constante y posteriormente, se pesaron en una balanza analítica y se calculó el porcentaje de SS con la siguiente ecuación:

$$\%SS = (\text{masa seca}) / (\text{masa húmeda}) \times 100 \quad (1)$$

Determinación de Cenizas

Utilizando la muestra para determinar los SS, se colocaron en una mufla a 600°C durante 4 horas, la muestra se pesó en una balanza analítica para obtener peso constante. Posteriormente, se abre constantemente la puerta de la mufla para permitir la entrada discreta de oxígeno. La masa de cenizas es el peso de la muestra en el crisol después del proceso, Los Sólidos Volátiles que se determinaron con la siguiente ecuación:

$$\%SV = (\text{masa seca} - \text{masa de cenizas}) / (\text{masa seca}) \times 100 \quad (2)$$

Cuantificación de la producción de biogás

Se fabricó un dispositivo compuesto por una manguera de plástico transparente, una aguja de jeringa, una cubeta de plástico y una probeta graduada. La cubeta contiene agua y sostiene a la probeta graduada invertida llena de agua también, de la probeta saldrá la manguera de plástico que se conecta a su vez de la aguja de jeringa, esta aguja se debe insertar en cada uno de los biorreactores para que el volumen del biogás sea medido por desplazamiento de agua.

Determinación del porcentaje de metano en el biogás

Se tomó una muestra con una jeringa de 10 ml, se inyectó en una botella llena de NaOH 1N, se agitó vigorosamente por 1 min para que se consuma el CO₂ en una reacción química. Se volvió a tomar la muestra con la jeringa hasta que las presiones se igualaron, el contenido de la jeringa corresponderá al metano producido. El porcentaje de metano producido se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$\%CH_4 = (\text{ml de metano}) / (\text{ml de biogás}) \times 100 \quad (3)$$

RESULTADOS

Para evaluar la viabilidad del LR como inóculo, se utilizó como sustrato desechos de naranja obtenidos de un puesto local de jugos. El contenido de humedad, sólidos volátiles y cenizas de estos desechos se muestran en la Tabla 1. En comparación con otros desechos de naranja utilizados para la producción de biogás, (RAMÍREZ, 2015) se observa que la humedad y sólidos volátiles de ambos desechos son semejantes, sin embargo los desechos de naranja utilizados por (RAMÍREZ, 2015), fueron procesados de tal manera que carecen de aceites, que pueden ser inhibidores de la metanogénesis.

Tabla 1. Composición (%) de los desechos de naranja utilizados para la obtención de biogás.

Humedad	77.2 ± 0.64
Sólidos Volátiles	22 ± 0.53
Cenizas	0.76 ± 0.03

Además del sustrato, el inóculo es uno de los factores más importantes para la producción de biogás, en este trabajo se utilizó LR como inóculo. Este líquido contiene enzimas y microorganismos capaces de llevar a cabo el proceso de digestión anaerobia. Sin embargo, la capacidad de producción de biogás se puede ver afectada por el tiempo que transcurre entre la extracción del líquido del animal y su uso para la producción de biogás. Debido a estas razones, se evaluó la producción de biogás a partir de desechos de naranja, utilizando LR después de 5, 24 y 48 horas de haber sido extraído. La producción de biogás que se observa en la Figura 1, muestra que no hubo una fase de adaptación en ninguno de los tres ensayos realizados, la producción de biogás se da prácticamente al inicio de cada uno de los ensayos realizados.

Es importante mencionar que al sustrato utilizado no se le realizó ninguna extracción y por lo tanto contiene algunos inhibidores como el limoneno. Esta sustancia les da el olor característico a las naranjas, en un estudio realizado por Valdés (1994) se demostró que el D-limoneno tiene un efecto perjudicial en la producción de biogás.

Así mismo, (M.A. MARTÍN, 2010) estudió la biometanización de los desechos de naranja utilizando lodo granular como inóculo y a través de un pretratamiento quitan el limoneno de los desechos de naranja, en sus resultados presentó una fase de adaptación muy larga, mientras que en este estudio se demuestra que desde las primeras horas se empezó a producir biogás.

También, se observa mayor producción de biogás en el primer ensayo (5h de extracción) que en el ensayo después de 48 h de extracción, con una producción 47.20 % menor de biogás (48 h de extracción), en comparación del primer ensayo demostrando que al utilizar un inóculo con mayor tiempo posterior a su extracción, se afecta su viabilidad para la producción de biogás.

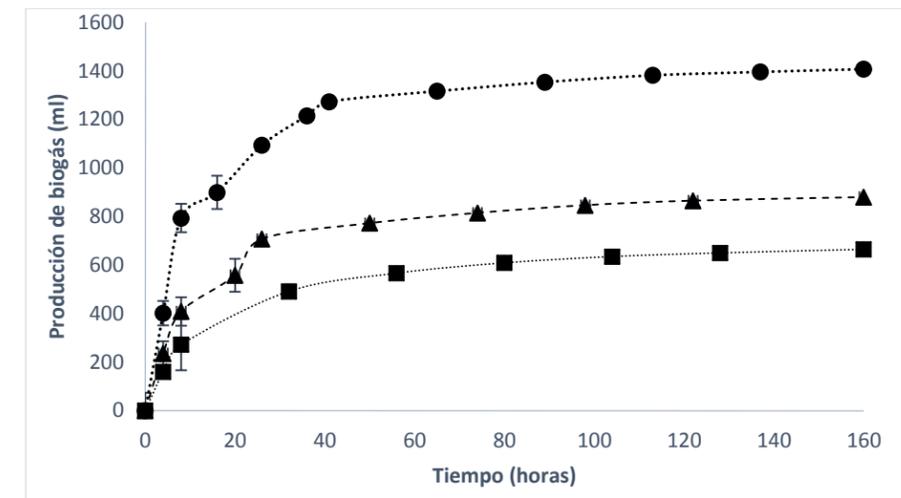


Figura 1. Cinética de producción de biogás utilizando como inóculo líquido ruminal : ● LR con menos de 5 horas de extracción, ▲ LR después de 24 h de la extracción y ■ después de las 48 h de extracción.

El mismo comportamiento se observa en la Figura 2, donde se muestra la producción de metano, ya que se obtuvo una mayor producción de metano (201.9 ml) al utilizar el LR a las 5 h, que en las 24 y 48 h posteriores a su extracción, teniendo una producción de 123.8 ml y 80 ml respectivamente, lo cual representa el 40% de producción de las 5 h a las 48 h de extracción. Además se observa una producción de metano muy activa durante las primeras 40 h.

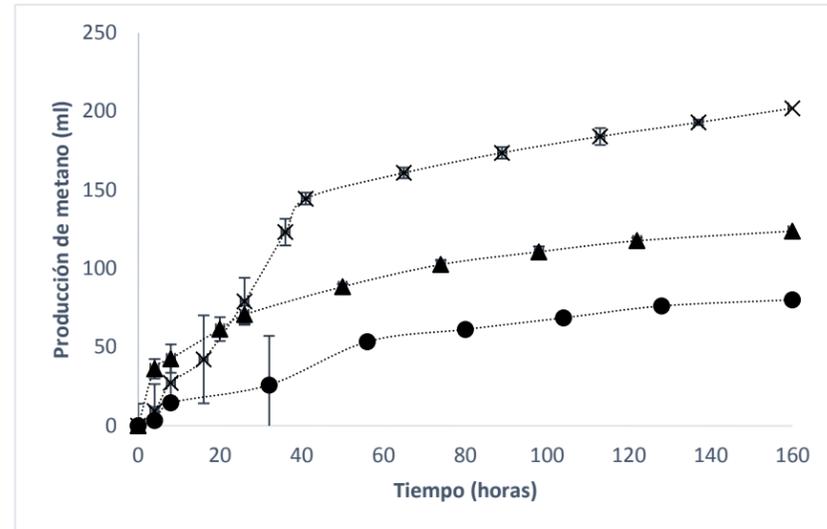


Figura 2. Cinética de producción de metano utilizando como inóculo líquido ruminal: x LR con menos de 5 horas de extracción, ▲ LR después de 24 h de la extracción y ● después de las 48 h de extracción.

En la Figura 3 se muestra el porcentaje de metano en el biogás que se produjo a lo largo de las 160 h de estudio. La cinética que tuvo más variación en los porcentajes de metano fue la del LR con 48h de extracción. Al utilizar el LR después de 5 h de extracción se obtuvo el mayor porcentaje de metano, principalmente en las últimas horas. Sin embargo el porcentaje de metano obtenido en este trabajo es menor al compararlo con trabajos en los que se utilizó un sustrato que carece de limoneno (RAMÍREZ, 2015), ya que el sustrato utilizado en este trabajo contiene sustancias como el limoneno que puede perjudicar la producción de biogás (VALDÉS P., 1994).

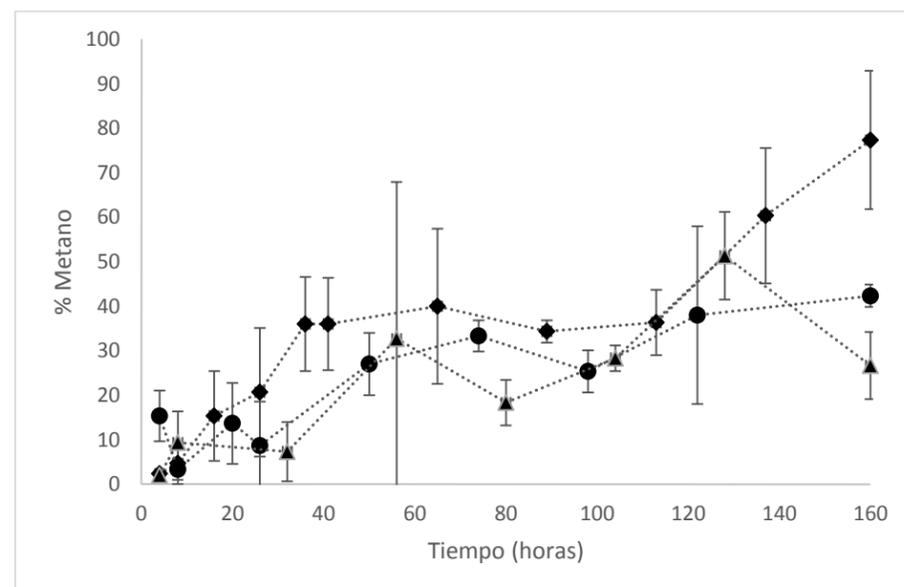


Figura 3. Cinética de porcentaje de metano utilizando como inóculo líquido ruminal: ♦ LR con menos de 5 horas de extracción, ● LR después de 24 h de la extracción y ▲ después de las 48 h de extracción.

En la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos a las 160 h de estudio. Después de las 5 h de haber sido extraído el LR se presentan los mejores resultados siendo comparados con los de 24 y 48 h posteriores a su extracción, teniendo una producción de 1407.3 ml de biogás y 201.9 ml de metano, y un rendimiento de 319.6 de biogás y 45.8 de metano (ml por cada g de SV). Así mismo, al utilizar el LR después de las 48 h de extracción, se observa una disminución del 47% en cuanto a producción de biogás, es decir casi la mitad de la producción obtenida a las primeras horas de extracción, indicando que efectivamente, la viabilidad del LR con el paso del tiempo afecta la producción de biogás.

Tabla 2. Resultados obtenidos de producción, degradación, rendimiento de Biogás y Metano a las 160 h después de la extracción del animal.

Horas después de la extracción	Producción		Rendimiento	
	Biogás (ml)	Metano (ml)	Biogás (ml/gSV)	Metano (ml/gSV)
5 h	1407.3±90.7	201.9±44.1	319.6± 20.6	45.8± 10
24 h	879.6±102.3	123.8±13.3	199.7± 23.2	28.1± 3
48 h	664.3±153.08	80±36.1	150.8± 34.7	18.1± 8.2

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye que efectivamente el LR debe utilizarse en fresco ya que disminuye la producción de biogás y de metano conforme es mayor el tiempo transcurrido entre la extracción y su uso. Es importante destacar, que en este estudio no hubo fase de adaptación en comparación con el trabajo realizado por (M.A. MARTÍN, 2010). Sin embargo al utilizar desechos que contienen limoneno, el gas que se produce es pobre en porcentaje de metano. Así mismo, con la elaboración de este proyecto se plantea el desarrollo de otros estudios relacionados para poder mejorar el proceso.

BIBLIOGRAFÍA

- AGROWASTE. (2013). "Digestión anaerobia". Recuperado el 22 de 07 de 2016, de <http://www.agrowaste.eu/wp-content/uploads/2013/02/DIGESTION-ANAEROBIA.pdf>
- CHURCH, D. (1974). Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. España: Acibia Zaragoza.
- KOLVER ES., M. D. (2002). Prediction of ruminal pH from pasture-based diets. *J Dairy Sci*, 1255-1266.
- M.A. MARTÍN, J. S. (2010). "Biomethanization of orange peel waste" *Bioresource Technology* 8993-8999.
- MILTON RÍOS V., L. R. (2012). "Aprovechamiento del contenido ruminal bovino para ceba canícula, como estrategia para diezmar la contaminación generada por el matadero en San Alberto". Universidad del Valle.
- RAMÍREZ, G. (Agosto de 2015). "Producción de biogás a partir de desechos de naranja y líquido ruminal". San Luis Potosí, San Luis Potosí, México.
- SAGARPA. (2012). "México, entre los líderes en producción de cítricos a nivel mundial". Obtenido de <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/sanluispotosi/boletines/Paginas/BOL1301112.aspx>.
- SCANDOLO D., M. N. (2007). "Variación diurna del pH y de las concentraciones de magnesio y potasio del fluido ruminal en vacas lecheras a pastoreo". *Arch Med*, 141-146.
- STRATTA, J. (2000). "Biocombustibles: los aceites vegetales como constituyentes principales de los biodiesel". *Departamento de Capacitación y Desarrollo de Mercado*, 1-15.
- VALDÉS P., G. B. (1994). "Tratamiento de aguas residuales cítricas por vía anaerobia". Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, Habana, Cuba.

- VASICEK., A. (2008). Capacitación para el reciclado de residuos orgánicos. Universidad Nacional de La Plata.
- WASHINGTON J, G. R. (2008). Capacitación para reciclado de residuos orgánicos. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de la Plata.

ELABORACIÓN DEL MANUAL DE PRÁCTICAS: “SIMULACIÓN EN LA LOGÍSTICA CON PROMODEL Y FLEXSIM”

Vaca Mireles José Antonio¹ y Daniel Armando Aguirre Ibarra²

RESUMEN

Una simulación por computadora es un intento de modelar un proceso de un sistema real o hipotético por medio de un programa de computadora con el objetivo de observar, analizar y mejorar su comportamiento, por tal razón en el programa educativo de Ingeniería en Logística impartido por ITESI se cuenta con la asignatura de Modelos de Simulación y Logística. Actualmente existen diversos programas de simulaciones con sus respectivos manuales, uno de ellos es ProModel. Al revisar la literatura existente se encontró una falta de documentación de prácticas que exploren los comandos del constructor de lógica de ProModel, es por esta razón que se abordó el proyecto de elaborar el manual de prácticas. El presente trabajo es una investigación de carácter práctico cuyo objetivo es la elaboración de un manual especializado en el uso de comandos del “Logic Builder” de ProModel. Se realizaron dos etapas para realizar el manual, tales como la investigación en diferentes fuentes de consulta y la elaboración de prácticas. El manual se enfocó en el constructor de lógica de ProModel realizando diferentes simulaciones. La importancia del trabajo radica en contribuir a las publicaciones existentes en las cuales se ha encontrado la ausencia de prácticas y demostraciones del funcionamiento de los operadores del constructor de lógica. Se identificaron los 46 comandos del constructor de lógica, se realizó la traducción del texto y posteriormente se elaboraron prácticas usando cada uno de los comandos. Hasta el momento se lleva un avance del 70% en la elaboración de prácticas. Al terminar el proyecto se espera contar con una publicación que tenga su registro ISBN.

ABSTRACT

This report contains the highlights that took place in this research project based on the development of a specialized manual software commands, where different tools were used to carry out, such as research in various literature sources and consultancy to our project advisor. The manual is focused on the logic builder ProModel performing different simulations according to the specifications of the command that was done because most of the commands were independent of each other, although there were some exceptions where some were consequential or depended on others to be made. all commands that had the logic builder software were developed.

Palabras Clave: proceso, comando, simulación.

INTRODUCCIÓN

Pro Model es uno de los softwares de simulación más populares y utilizados en el ámbito estudiantil y profesional, pero que pasa cuando el estudiante o profesional le surge la necesidad de realizar simulaciones programando con varios comandos a la vez.

En la actualidad existen publicaciones sobre el software Pro Model, algunas de estas son enfocadas a enseñar al usuario como manipular el software desde un nivel básico, es decir, donde explican cosas muy elementales como la interfaz del programa, nombres de los comandos y dan ejemplos de algunas simulaciones. Pero no existía algo especializado, más enfocado hacia el uso de algunos comandos de gran utilidad para simulaciones más específicas, es decir diferentes formas que ayuden al usuario a satisfacer sus necesidades al momento de simular, dicha esta necesidad no había un manual del constructor de lógica

¹Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Ingeniería en Logística, Carretera Irapuato-Silao km 12.5, Colonia El Copal, C.P: 36821, Irapuato, Gto, ivicalder@gmail.com

²Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Ingeniería en Logística, Carretera Irapuato-Silao km 12.5, Colonia El Copal, C.P: 36821, Irapuato, Gto, armando.aguirre@itesi.edu.mx

de todos sus comandos para simulaciones con diferentes procesos. En este proyecto se realizó un manual basado en los comandos del constructor de lógica de dicho software, que contiene la descripción de cada uno de los comandos cabe mencionar que la descripción se realizó en español ya que dicha descripción estaba en inglés, para hacerle saber al lector de una manera más fácil y teórica para que funciona el comando, se realizaron algunas anotaciones para evitar algún error técnico por parte del usuario.

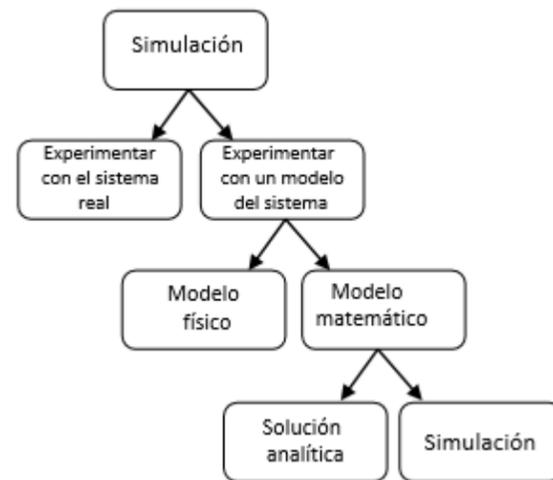


FIGURA 1

MÉTODOS Y MATERIALES

Para la realización del manual de prácticas de simulación en PROMODEL, se realizaron diversas investigaciones en libros especializados en el software para así entender los diferentes procesos que pueden generarse utilizando el mismo y aplicarlos, también consultorías con nuestro asesor de la investigación que en cada momento supervisaba los avances de la misma verificando el correcto uso de los comandos.

El manual se estructuró con su objetivo, práctica propuesta, sintaxis de la programación y la vista del texto programado. (Ver Figura 2)

```

Sintaxis:
ACCUM <expresión>
ACCUM 10
ACCUM Var1
  
```

FIGURA 2

En la Figura 3 se muestra la programación usando el comando accum.

Problema 1:
Listado del modelo formateado:
Unidades de Tiempo: Minutos
Unidades de Distancia: Pies

Locaciones

Nombre	Cap	Unidades	Estadist	Reglas	Costos
almacen	1	1	Series de tiempo	Más Tiempo, ,	
cortadora	1	1	Series de tiempo	Más Tiempo, ,	
mesa	12	1	Series de tiempo	Más Tiempo, ,	
Pallet	1	1	Series de tiempo	Más Tiempo, ,	

Entidades

Nombre	Velocidad (Ppm)	Estadist	Costos
pieza	150	Series de tiempo	

Procesamiento

Proceso	Enrutamiento
Entidad	Locación Operación

Entidad	Locación	Operación	Blk Salida	Destino	Regla	Lógica de Movimiento
pieza	almacen	1	pieza	cortadora	FIRST 1	
pieza	cortadora	1	pieza	mesa	FIRST 1	
pieza	mesa	Accum 10				
pieza	Pallet	1	pieza	Pallet	FIRST 1	
pieza	Pallet	1	pieza	EXIT	FIRST 1	

Arribos

Entidad	Locación	Cant. por Arribo	Primera Vez	Ocurrencias	Frecuencia	Lógica
pieza	almacen	1	inf	e	(5) min	

FIGURA 3

RESULTADOS

En la elaboración de las prácticas del manual se logró un avance del 80% usando el constructor de lógica del software. El objetivo es concluir el proyecto y publicar el manual con un registro ISBN.

CONCLUSIONES

Durante el proceso de realización de este manual, se adquirió un mayor y mejor conocimiento del software y de las herramientas que lo componen, para así entender más la lógica de el mismo, y mostrar a los usuarios la forma correcta en la que se utiliza cada uno de los comandos de una forma más sencilla, dando ejemplos en forma de texto y el proceso lógico de el mismo y así los usuarios podrán realizar paso a paso su propia simulación con sus diferentes requerimientos uniando los comandos que ellos necesiten para que la lógica del proceso sea lo más completa posible.

BIBLIOGRAFIA

Libros

- Charles Harrel, B. K. (2012). *Simulation Using ProModel*. New York: The McGraw-Hill Companies.
 Eduardo García Dunna, H. G. (2006). *Simulación y análisis de sistemas con ProModel*. México : Pearson Educación.
 Roberto Hernández Sampieri, C. F. (2006). *Metodología de la Investigación*. Méico: McGraw-Hill / Interamericana editores S.A de C.V.

Artículos de revistas

- Mujica Mota, M., Piera, M. A., Flores, I., & Guasch, A. (2013). Modelos de simulación usando Simio y redes petri. *Research Gate*.

USABILIDAD DE LAS PAGINAS WEB DEL 18° VCRC

Tania Valdez Gonzalez¹ y Ely Karina Anaya Rivera²

RESUMEN

La usabilidad web es una técnica que ayuda a los seres humanos a realizar tareas en un entorno grafico de una computadora, esta investigación se enfocara en estudios de usabilidad weba través de los autores Jacob Nielsen y Krug. La usabilidad web se basa en el contenido y en la estética de la página, Jacob desarrollo “Las 10 reglas heurísticas de la usabilidad”, y por otro lado Krug escribió el libro “No me hagas pensar”, en el cual indica que no existen reglas para que una página tenga usabilidad, simplemente la página web debe de ser “obvia, evidente, clara y fácil de entender”. Una vez estudiadas dichas reglas, se realizara una página web basándose en las reglas establecidas por cada uno de ellos, la página tendrá contenido correspondiente a la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales de la Universidad Politécnica de Querétaro.

ABSTRACT

The usability of the web site is a technical that help humans to do task in computer graphics environments, this investigation is focus in two usability “Gurúes” on the web site as they are Jacob Nielsen and Krug, the web site usability is based on a container and the esthetic of the web site, Jacob develop “The heuristics rules of usability” and in the other hand Krug wrote the book “Do not make me think” which indicates that does not exist the rules for a web site have usability, simply the web site must be “obvious, evident, clear and easy to understand”. Once studied this rules will be held one web site based on these rules, the container in the web site corresponds to the mayor Computer Systems Engineer in the Universidad Polytechnic de Queretaro.

Palabras Clave: Usabilidad, Programa educativo, web, jerarquía visual, etiquetas de texto.

INTRODUCCIÓN

En este reporte se describen y aplican las reglas heurísticas propuestas por Jacob Nielseny Krug., con la finalidad de realizar una página web para la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales (ISC) de la Universidad Politécnica de Querétaro (UPQ). Ambos autores identifican que para el diseño de contenidos Web se tiene que usar palabras entendibles para el usuario, que no se utilicen palabras técnicas que hagan que el usuario no entienda y por ende abandone la página, Krug se enfoca más en la parte de lo visual, por lo cual decide crear una jerarquía visual de contenido; por otro lado Jacob Nielsen, reconoce la importancia de analizar patrones Web, en donde los usuarios visualmente presentan preferencias específicas en la búsqueda de información.

MARCO TEORICO

El término Usabilidad deriva directamente del inglés usability y se utiliza desde la primera mitad de la década de los 40 del siglo XX como resultado de la creciente importancia que fue adquiriendo la

¹Universidad Politécnica de Querétaro, Ingeniería en Sistemas Computacionales; Carretera Estatal 420 S/N El Marqués, C.P: 76240, Querétaro, Querétaro , 013011528@upq.edu.mx

²Universidad Politécnica de Querétaro Ingeniería en Sistemas Computacionales; Carretera Estatal 420 S/N,Ely Karina Anaya Rivera, C.P: 76240,Querétaro, Querétaro, karina.anaya@upq.edu.mx

adaptación de las máquinas al operador humano. Sin embargo, este término no se encuentra recogido actualmente en el Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua. Según Lorés y Granollers la usabilidad aporta a las páginas web las características apropiadas para que el usuario las visite o se quede en ellas. Asimismo, facilita que el usuario consulte esa misma página en el futuro.

La Fundación CTIC13 (Centro Tecnológico de la Información y de la Comunicación) y responsable de TAW (Test de Accesibilidad web) entiende por accesibilidad el acceso a la información contenida en los sitios web sin limitación alguna por razón de deficiencia, minusvalía o tecnología utilizada sin que interfieran

MÉTODOS Y MATERIALES

Se aplican las 10 reglas heurísticas de la usabilidad de Jacob Nielsen:

1. El sistema siempre debe de informar al usuario acerca de lo que está ocurriendo.
2. El sistema debe de hablar el lenguaje del usuario huyendo de los tecnicismos.
3. El usuario no debe de estar limitado a las acciones que realice, por lo que debe de tener el control del sistema.
4. El sistema tendrá consistencia, en el tipo de letra, colores etc.
5. Diseñar el sistema evitando errores.
6. Visibilidad de las diferentes opciones, objetos, enlaces, etc.
7. El sistema debe de ser flexible y eficiente, flexible para gente con pocos conocimientos en la página web y eficiente para personas avanzadas que les permita tomar atajos.
8. Cualquier tipo de información que no sea relevante para el usuario debe de ser minimalista.
9. Permitir al usuario solucionar el error.
10. En sitios web complejos es necesaria la ayuda y documentación.

Al analizar las reglas descritas, se procede a justificar cada elemento de la página web sobre la carrera, por lo cual se decidió realizar lo siguiente en dicha página.

- Se utilizara la regla 7 x 3, por lo cual la página no tendrá más de 7 opciones por pantalla y a la vez no tendrá más de tres niveles de profundidad.
- Se utilizaran las convenciones de facto, teniendo enlaces, elementos activos e iconografía para una mejor orientación del usuario.
- La página principal llevara información e imágenes sobre la carrera en Ingeniería en sistemas computacionales, la cual sirve como tarjeta de presentación de la página web.
- El nombre de cada enlace comenzara con una palabra clave más importante, esto con la finalidad de facilitar el escaneo de la información por parte del usuario.
- Se unificara con un solo diseño, para etiquetas, botones, las etiquetas tendrán texto plano sin relieve, al contrario de los botones los cuales contarán con texto sombreado y relieve.
- Se utilizara un fondo con ruido permitiendo al usuario no perder el enfoque y la esencia de la página.
- Se eliminaran las palabras innecesarias y redundantes.
- Se utilizara un diagrama de flujo fácil y eficiente, para que el usuario no entre en frustración al navegar en la página.
- Los colores estarán basados en la normatividad de la página web de la universidad.

RESULTADOS



Figura 1- Página principal



Figura 2- Menú (Información sobre la carrera)



Figura 3- Conoce más sobre la carrera

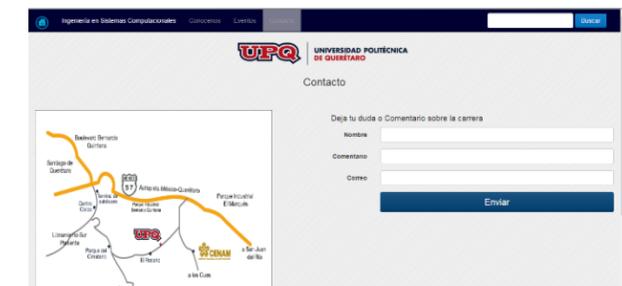


Figura 4-Contacto de la Universidad

En cada una de las figuras se observa que se agregan tecnicismos, además de que en cada una de ellas no se usan más de 7 elementos, los colores de cada página están basados en los colores institucionales.

- En la figura 1 que es la página principal se observa un carrusel de imágenes de la universidad.
- En la figura 2 se observa que los botones tienen relieve.
- En la figura 3 se observa la información correspondiente a la carrera, donde se eliminan palabras redundantes.
- En la figura 4 se observa el formulario para aquellos usuarios que tengan dudas sobre la carrera de ingeniería en sistemas computacionales.

CONCLUSIONES

La importancia de la usabilidad de una página web radica en que cuando se mira una página, ésta ha de ser obvia, evidente, clara y fácil de entender; cumpliéndose, según Krug la primera norma de la Usabilidad: "No me hagas pensar". Su aplicación en el desarrollo de páginas web conlleva una reducción de los costes de producción y de mantenimiento y una mejora en la calidad del producto. La usabilidad

permite una navegación intuitiva, clara y lógica por parte de los usuarios, contribuyendo a un ahorro de esfuerzos intelectuales y de tiempo para lograr encontrar la información deseada.

BIBLIOGRAFIA

Steve Krug. (2005). Una aproximación a la usabilidad. En No me hagas pensar (210). Madrid: PEARSON Prentice hall.

Braintive. (2014). 10 reglas heurísticas de usabilidad de Jakob Nielsen. 23 de Julio 2016, de Braintive Sitio web: <http://www.braintive.com/10-reglas-heuristicas-de-usabilidad-de-jakob-nielsen/>

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DE RIZHOCTONIA UTILIZANDO TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Aníbal Ramsses Vázquez García¹ y Miguel Ángel Guzmán Alatmirano²

RESUMEN

En este documento se presenta el desarrollo de un sistema automatizado de captura de imágenes y procesamiento digital para evaluar los efectos antifúngicos de extractos de plantas vs Rizhoctonia solani cultivado in vitro. Para ello se cuantificó el área de crecimiento (biomasa). El sistema experimental se calibró, posteriormente se capturaron imágenes secuenciales del cultivo del patógeno con y sin extracto y con los datos obtenidos se calculó la razón de crecimiento (dA/dt). Con los datos se pudo concluir que el extracto presenta efecto antifúngico.

ABSTRACT

This document describes the development of an automated image capture and digital processing, in order to evaluate the antifungal effects of plant extracts vs Rizhoctonia solani cultivated in vitro. For this, the area growth (biomass) was quantified. The experimental system was calibrated, then sequential images captured pathogen culture with and without extract and the data obtained with the growth rate (dA/dt) was calculated. With these data, we conclude that the extract has antifungal effect.

Palabras Clave: hongos, procesamiento digital de imágenes, biocontrol.

INTRODUCCIÓN

El análisis de imágenes con técnicas de procesamiento digital de imágenes (PDI) es una herramienta útil para la caracterización de la morfología general de especímenes biológicos (P. W. Cox, 1998). Tiene diversas aplicaciones como: el cálculo del tamaño de partículas de madera y evaluar los cambios en la composición granulométrica (Iwona Michalska Po-zogaa, 2016), el análisis de imágenes para el control en línea de fermentaciones de levadura, y el análisis de la textura de las colonias de hongos para su posterior transferencia, entre otros. Algunas aplicaciones recientes notables incluyen estudios sobre el crecimiento pulsátil de ápices de las hifas, la diferenciación bioquímica de las colonias de hongos y la diferenciación estructural sencilla de micelios de hongos a partir de cultivos sumergidos. (Colin R Thomas, 1996).

En México el cultivo de chile (*Capsicum annum*) es el octogésimo lugar con mayor valor generado en la agricultura, debido a que alcanza alrededor de 13 mil mdp anualmente, con un volumen de producción promedio de 2.2 millones de toneladas, del cual se exportan cerca de 900 mil toneladas de chiles frescos, secos y en preparaciones. Los chiles pueden clasificarse en verdes y secos, éstos últimos se someten a un

¹Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Departamento de Micro y Nanotecnología; Carretera Irapuato - Silao km 12.5 Colonia El Copal, C.P: 36821, Irapuato, Guanajuato, anibal.rvg@gmail.com

²Instituto Tecnológico Superior de Irapuato Departamento de Micro y Nanotecnología; Carretera Irapuato - Silao km 12.5 Colonia El Copal, C.P: 36821, Irapuato, Guanajuato, C.P: 36821, Irapuato, Guanajuato, miguzman@itesi.edu.mx

proceso de deshidratación para su venta. En nuestro país se conocen cerca de 90 variedades, aunque sólo cerca de 30 dominan el mercado, como el jalapeño que participa con el 22.8% del valor de producción, el bell pepper (15.4%), el serrano (8.4%), el seco mirasol (7.8%), el poblano (7.3%) y el seco ancho (6.8%) (Financiera Nacional de Desarrollo, 2014). Sin embargo, la marchitez del chile causada por *Phytophthora capsici*, *Fusarium spp* y *Rhizoctonia solani* llega a ocasionar pérdidas hasta del 80% en regiones productoras como el Bajío, Aguascalientes, San Luis Potosí, Zacatecas, Nayarit, Jalisco, Puebla y Veracruz. Para controlar esta enfermedad actualmente se emplean fungicidas como Captan 50 PH, Ridomil Gold 480 SL, Daconil 2787 W-7 y Aliete (Valdez Salas, 2000). La aplicación de estos plaguicidas, conlleva daños a la salud y al medio ambiente (Vakurov A, 2004). De ahí la necesidad de desarrollar sistemas de producción sustentables, inocuos y amigables con el medio ambiente. Actualmente la capacidad antimicrobiana de extractos vegetales se está incorporando como fungicidas orgánicos, ejemplo de ello son extractos de ajo, acuyo, guayaba y eucalipto blanco, que se ha demostrado inhiben el crecimiento de *Colletotricum gloeosporioides* (1, 2012).

Por lo anterior el presente trabajo plantea analizar el efecto anti fúngico de los extractos etanolito de los residuos agrícolas de estos cultivos vs los agentes causales de la marchitez del chile utilizando un sistema experimental de captura y procesamiento digital de imágenes.

MARCO TEÓRICO

En el área del procesamiento digital de imágenes (PDI) se emplean técnicas y algoritmos matemáticos cuyo objetivo fundamental es obtener características visuales de las imágenes de nuestro interés, tales como la reducción de ruido, la optimización del contraste y brillo, resaltar el color de bordes de objetos, etc. Dichas operaciones se pueden realizar tanto en el dominio espacial como en el de la frecuencia.

En general el valor de una imagen digital en cualquier coordenada (m,n) es denotada por $f(x,y)$ (se hace la conversión de $m=x$ y $n=y$ para estandarizar la nomenclatura utilizada en este texto con la literatura técnica existente). La sección del plano real abarcado por las coordenadas de una imagen se denomina como el dominio espacial, con x y y definidos como coordenadas espaciales.

Las operaciones que se realizan en el dominio espacial con las imágenes son del tipo arreglo, donde los procedimientos se realizan pixel por pixel. Por ejemplo consideremos las siguientes imágenes de 2×2 :

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \text{ y } \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix}$$

El producto arreglo será

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11}b_{11} & a_{12}b_{12} \\ a_{21}b_{21} & a_{22}b_{22} \end{bmatrix}$$

Considerando lo anterior y que $f(x,y)$ y $g(x,y)$ son las matrices 2 imágenes, las cuatro operaciones aritméticas básicas son:

$$s(x,y) = f(x,y) + g(x,y) \quad (1)$$

$$r(x,y) = f(x,y) - g(x,y) \quad (2)$$

$$m(x,y) = f(x,y) \times g(x,y) \quad (3)$$

$$d(x,y) = f(x,y) \div g(x,y) \quad (4)$$

También es posible realizar operaciones de conjuntos, transformaciones geométricas espaciales, operaciones matriciales y utilizar métodos probabilísticos para procesar las imágenes. Por ejemplo, el cálculo del área de una región de interés en una imagen es la siguiente;

para cada elemento de la imagen $f(i, j) = 0$

$$Area = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Area + 1$$

(5)

Otro método para realizar operaciones sobre las imágenes esta denotada por la expresión

$$g(x,y) = T[f(x,y)] \quad (6)$$

donde $f(x,y)$ es la imagen de entrada, $g(x,y)$ ahora es la imagen procesada, y T es el operador definido sobre alguna vecindad de un punto en $f(x,y)$.

MÉTODOS Y MATERIALES

Nuestro sistema experimental, véase Figura 1, consta de un compartimento cerrado aislado de la radiación lumínica ambiental con una videocámara digital interna de 5 MP y 2592 x 1944 pixeles de resolución, un sistema electrónico de control de temperatura del compartimento tipo ON/OFF (-9°- 99°) y un control de iluminación PID. Todos estos componentes son administrados por una microcomputadora Raspberry Pi +B.

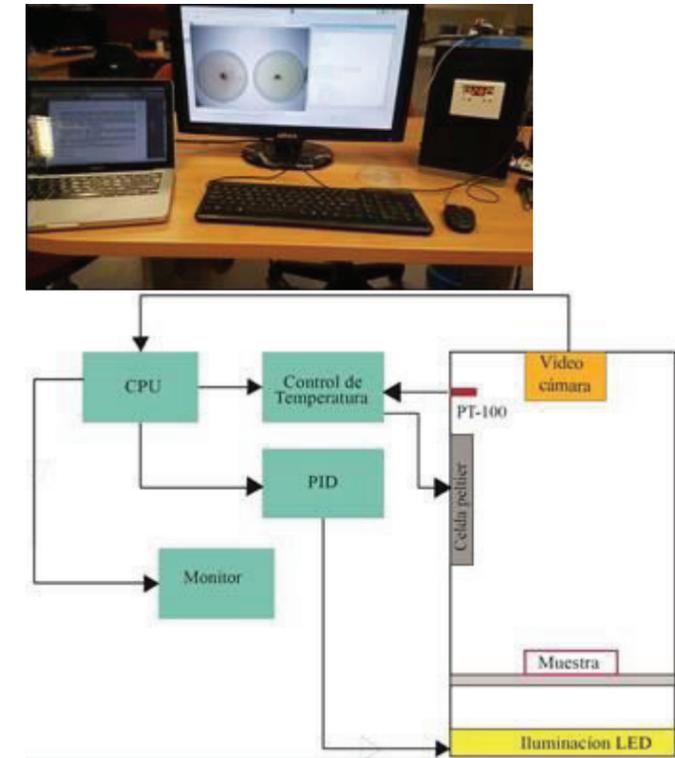


Figura 1. Sistema experimental de captura de imágenes.

Previo a la realización de la parte experimental con los cultivos in vitro, calibramos nuestro sistema para obtener la razón pixel-mm usando un patrón barras cruzadas con intervalo de separación de 5mm (Figura 3a.). Capturamos una imagen de este patrón y mediante el proceso *imagen RGB* → *imagen binarizada* → *cálculo de centroides de las barras* su obtuvieron las distancias euclidianas entre ellas. Estos datos se graficaron en función de los valores esperados y se ajustaron a una curva del tipo $y=a+bx$ considerando a b la razón pixel-mm. Para validar el proceso de calibración generamos un patrón de cuadros de 1x1 cm, 2x2 cm y 3x3 cm; y un patrón de círculos de 1cm, 2cm y 3 cm de diámetro, capturando sus imágenes con nuestro sistema experimental. Mediante el proceso de la Figura 2, calculamos sus áreas para compararlos con los valores esperados.

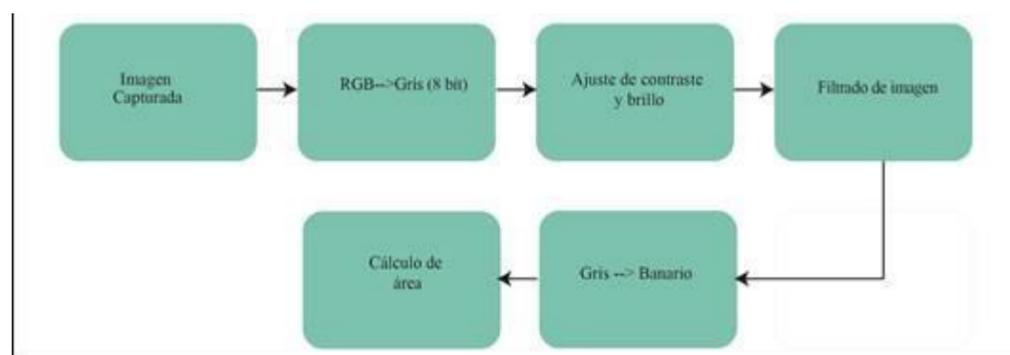


Figura 2. Proceso de análisis digital de imágenes

Para obtener el extracto etanólico se realizó la recolección del material biológico (estigmas de maíz, residuos agrícolas de brócoli y residuos agrícolas de jícama) los cuales se almacenaron hasta su deshidratación y molienda. Al material deshidratado se le adiciono etanol y se dejo macerar durante 24 h, posteriormente se filtró y el sobrenadante fue colocado en el rotavapor hasta la eliminación total del solvente. Para evaluar el potencial de los extractos vs los patógenos de *Capsicum annuum* se adaptó el método empleado por Camele y cols 2012.

Finalmente se capturaron imágenes secuenciales del cultivo del patógeno con y sin extracto. La captura de las imágenes se hizo en un periodo de 22 horas con un intervalo de tiempo de 2 horas entre cada imagen y con una temperatura promedio de $28^{\circ} \pm 1^{\circ}$ en compartimento.

RESULTADOS

En la figura 3b se muestran los resultados del proceso de calibración, como es posible observar la relación entre las distancias calculadas y las esperadas es casi lineal, por lo que el ajuste a la función $y=a+bx$ es adecuada. El valor de la pendiente b es 7.35124, lo que establece una relación de 1 mm = 7 pixeles.

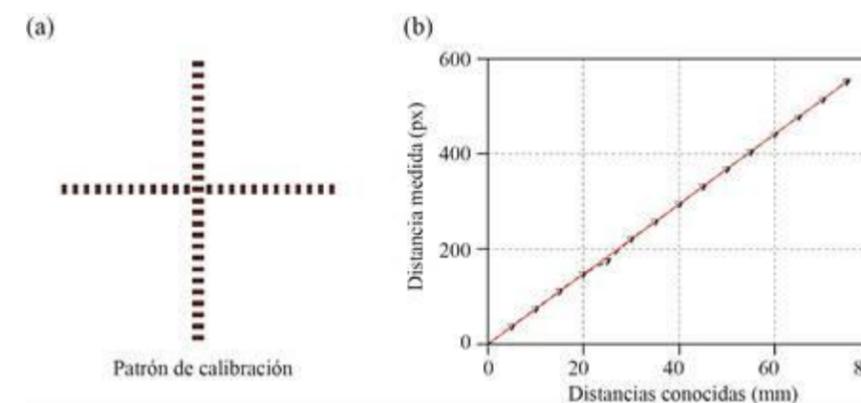


Figura 3. Patrón de calibración y gráfica de Relación de pixeles vs milímetros

En la tabla 1 se presentan los resultados de los cálculos del área de los patrones de prueba (círculos y cuadros), en la cual se observa que el factor de error máximo de nuestro sistema experimental es de 2.25% respecto a los valores conocidos.

Tabla 1. Resultados de calibración de áreas

Forma	Área calculada (cm ²)	Área conocida (cm ²)	Error (%)
Cuadrado 1x1cm	1.0096	1	0.96
Círculo de 2cm	3.1076	3.1416	1.082
Cuadrado 2x2cm	3.969	4	0.775
Círculo 3cm diámetro	7.1183	7.0685	0.704
Cuadrado 3x3cm	9.2028	9	2.25
Círculo 4cm de diámetro	12.7204	12.5663	1.226

La razón de crecimiento de los cultivos se observa en la figura 4. En la figura 4.a se muestran los cultivos en la fase inicial de captura. C1 corresponde al cultivo sin biocontrol, C2 corresponde al cultivo con extractos etanólicos y respectivamente su transformación a imagen binaria se muestra en C3 y C4. La figura 4.b pertenece a la última imagen del experimento con sus respectivas imágenes originales y binarizadas.

En la figura 4.c se muestran las gráficas de las áreas calculadas de la biomasa en función del tiempo. En ellas es posible observar que el cultivo sin extracto (línea negra) crece a partir de los 60 mm² hasta un valor mayor a 80 mm², mientras que el cultivo con extracto (línea roja) se mantiene alrededor de los 40 mm². Con el objetivo reducir la incertidumbre que genera el tamaño de la colonia inicial del hongo en los cultivos consideramos la razón de cambio del área respecto al tiempo y obtuvimos que para el cultivo sin biocontrol tiene en promedio una razón de cambio de área con respecto al tiempo de 0.46685 mm²/h y para el cultivo con biocontrol de 0.07209 mm²/h, lo que nos muestra que extracto de biocontrol tiene el comportamiento esperado.

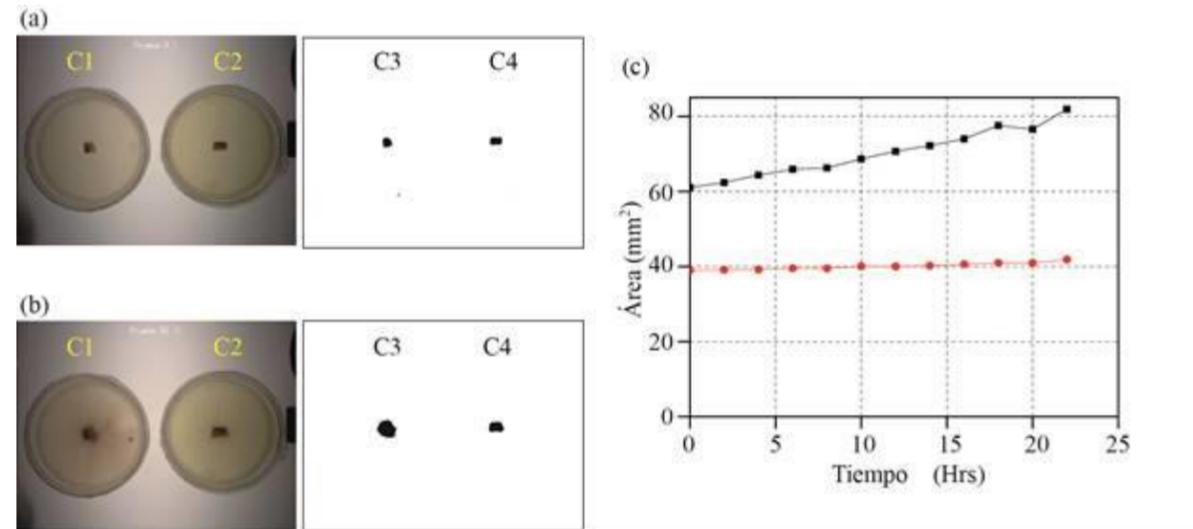


Figura 4. Imágenes originales y binarias de cultivos in vitro y grafica de áreas calculadas en función del tiempo

CONCLUSIONES

Desarrollamos el prototipo de una cámara de crecimiento para cultivos de hongos in vitro, con control de temperatura, iluminación y tiempo de captura de imágenes; el cual es útil como herramienta auxiliar en los estudios sobre los efectos antifúngicos de extractos de plantas como el brócoli.

Sin embargo, es necesario realizar un proceso de rediseño del sistema para reducir el valor máximo de error para incrementar el desempeño de nuestro sistema experimental.

BIBLIOGRAFIA

Camele I, Altieri L, De Martino L, De Feo V, Mancini E, Rana GL. 2012 In vitro control of post-harvest fruit rot fungi by some plant essential oil components. *Int J Mol Sci.* 13(2):2290-300

Colin R Thomas, G. C. (1996). Applications of image analysis in cell technology. *Analytical biotechnology*, 11.

Iwona Michalska Po-zogaa, R. T. (2016). Towards the usage of image analysis technique to measure particlessize and composition in wood-polymer composites . 8.

Kerstin Zalewski, R. B. (1996). Morphological analysis of yeast cells using an automated image processing system. *Journal of Biotechnology* (48), 6.

P. W. Cox, G. C. (1998). Image analysis of the morphology of filamentous micro-organisms. 10.

Valdez Salas, B., García Durán, E.I., cobo Rivera, J. M. & López Badilla, G. (2000) Impacto de los plaguicidas en la salud de los habitantes del Valle de Mexicali, México. *Rev. Ecol. Lat. Am.* 6(3): 15:21.

Vakurov A, Simpson C, Daly C, Gibson T and Millner P. (2004) Acetylcholinesterase-based biosensor electrodes for organophosphate pesticide detection: I. Modification of carbon surface for immobilization of acetylcholinesterase. *Biosensors and Bioelectronics* 20(6):1118-1125

Financiera Nacional de Desarrollo (2014) *Panorama del chile*. Recuperado de [http://www.financiararural.gob.mx/informaciónsectorrural/Panoramas/Panorama%20Chile%20\(04/20/2014\).pdf](http://www.financiararural.gob.mx/informaciónsectorrural/Panoramas/Panorama%20Chile%20(04/20/2014).pdf) 1-2.

HYPERLINK

"http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=Camele%20I%5BAuthor%5D&cauthor=true&cauthor_uid=22408454" Camele I , HYPERLINK

"http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=Altieri%20L%5BAuthor%5D&cauthor=true&cauthor_uid=22408454" Altieri L , HYPERLINK

"http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=De%20Martino%20L%5BAuthor%5D&cauthor=true&cauthor_uid=22408454" De Martino L , HYPERLINK

"http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=De%20Feo%20V%5BAuthor%5D&cauthor=true&cauthor_uid=22408454" De Feo V , HYPERLINK

"http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=Mancini%20E%5BAuthor%5D&cauthor=true&cauthor_uid=22408454" Mancini E , HYPERLINK

"http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=Rana%20GL%5BAuthor%5D&cauthor=true&cauthor_uid=22408454" Rana GL . (2012) In vitro control of post-harvest fruit rot fungi by some plant essential oil components. HYPERLINK "<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22408454>" \o "International journal of molecular sciences." *Int J Mol Sci.* 13(2):2290-300

MEDICIÓN DEL CRECIMIENTO CELULAR Y PROTEÍNA TOTAL SECRETADA EN CEPAS DE *PICHIA PASTORIS* HIPERRESISTENTES A G418

Sofía Alejandra Vázquez Martínez¹ y Antonio de León Rodríguez²

RESUMEN

Se lleva a cabo la medición del crecimiento celular a una Densidad Óptica de 600 nm, y de la proteína total secretada por el método de Bradford en 28 cepas de *Pichia Pastoris* hiper resistentes a G418 en concentraciones de 2 y 4 mg de antibiótico por mL de medio, para determinar si dicho factor tiene influencia sobre la producción de la proteína vasoinhibina, la cual se sabe que reduce el proceso de angiogénesis, y por lo tanto es utilizada para combatir el cáncer, también se realiza la selección de las cepas sobre expresantes de cada bloque, debido a que el gen que expresa esta proteína es inducible los cultivos se inician en medio YPD + G418, a las 24 horas se transfieren a YP + Glicerol y a las 48 horas a YP + Metanol, se mide DO y proteína total a las 24, 48 y 72 horas después de transferir al medio YP + Metanol.

ABSTRACT

It is performed the measurement of cell growth to an optical density of 600 nm, and the total protein secreted by the Bradford method in 28 strains of *Pichia pastoris* hyper resistant G418 at concentrations of 2 and 4 mg/mL to determine whether the factor has influence on production of vasoinhibina protein, which is known to reduce the angiogenesis process, and therefore is used to fight cancer, the selection of overexpressing strains of each block is also performed, because the gene expresses this protein is inducible, cultures are initiated on YPD + G418, at 24 hours are transferred to YP + Glycerol and 48 hours to YP + Methanol, DO and total protein is measured at 24, 48 and 72 hours after transferring the YP medium + Methanol.

Palabras Clave: angiogénesis, vasoinhibina, geneticina.

INTRODUCCIÓN

Las vasoinhibinas son proteínas que inhiben el proceso de angiogénesis el cual consiste en la formación de vasos sanguíneos nuevos partiendo de los ya existentes, por esta razón resultan importantes para el tratamiento de padecimientos como retinopatía diabética, artritis, y cáncer, en el caso del último los nuevos vasos sanguíneos permiten el suministro de nutrientes y oxígeno al tumor y por lo tanto se promueve un crecimiento masivo y la dispersión del mismo, lo cual lleva a la metástasis o tumores secundarios, por esta razón la terapia con proteínas antiangiogénicas resulta eficaz para detener el progreso de dichos padecimientos (Dulak, Józkwicz y Łoboda, 2013).

P. pastoris es una especie de levadura metilotrófica que ha sido utilizada a lo largo de las últimas tres décadas para producir proteínas recombinantes con altos niveles de expresión, que llegan hasta 20 g/L según estudios anteriores (Serrano, Marrero y Fando, 2015). Algunas de las características que hacen ideal a *Pichia pastoris* como sistema de expresión son: que es capaz de alcanzar una alta densidad de crecimiento celular en un medio simple y de bajo costo, además de ser capaz de realizar modificaciones

¹Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad De Ciencias Biologicas; Carretera Torreón-Matamoros Km. 7.5., Ciudad Universitaria, C.P. 27276, Torreón, Coahuila, sofivzqm_95@hotmail.com

²Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, División de Biología Molecular, Camino a la Presa San José 2055, Col. Lomas 4 sección, CP. 78216, San Luis Potosí S.L.P., aleonr@ipicyt.edu.mx

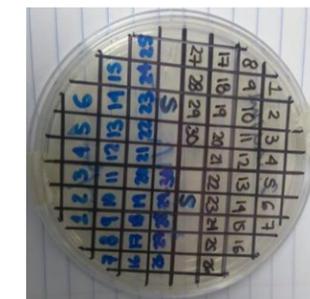
post-traduccionales como el procesamiento y plegamiento de las proteínas, además de secretarlas al medio lo que facilita su purificación (Balamurugan, Reddy y Suryanarayana, 2006). Como mencionan los autores Aw y Polizzi (2016), una de las metodologías conocidas para obtener cepas con altos niveles expresión de la proteína de interés, se basa en aumentar el número de copias del gen codificante integradas al genoma de la cepa a en manipulación, esta técnica ha comprobado en diversos estudios ser eficaz para expresar proteínas intracelulares principalmente, y así mismo, hay estudios en donde este factor tiene influencia en la expresión de proteínas extracelulares. Sin embargo, aunque en la mayoría de los casos la integración de copias múltiples del gen genera un aumento en la producción de proteína, existen también situaciones en donde la relación de multicopias y proteína expresada no es lineal, con frecuencia esto es adjudicado al efecto de cuello de botella en la vía secretora. Por lo tanto, es de importancia evaluar cepas de interés con diferencia en el número de copias integradas para determinar si este factor tiene una influencia lineal significativa y así lograr los máximos niveles de expresión.

Convencionalmente, para obtener cepas resistentes a la geneticina (G418) es necesario seleccionar primero cepas transformantes His⁺ y posteriormente realizar un tamizaje incrementando los niveles de resistencia a G418, la cual se relaciona con el número de copias del cassette de expresión integrado al genoma de la levadura y es conferida por el gen kanamicina presente en pPIC9K (Cab, 2000). En el laboratorio de bioingeniería y biotecnología molecular perteneciente al IPICYT, se desarrolló un método para obtener cepas de *Pichia pastoris* hiperresistentes a G418, el cual requiere de una menor inversión de tiempo, recursos y esfuerzo. Por tanto, el objetivo de este trabajo es evaluar si las cepas obtenidas, resistentes a 2 y 4 mg/mL, son heterogéneas en cuanto a la producción de proteína recombinante.

MÉTODOS Y MATERIALES

Las cepas híper resistentes de *P. pastoris* (His⁺ Vi), seleccionadas a concentración de 2 y 4 mg/mL de G418 con el fin de obtener cepas multicopias, fueron proporcionadas en medio solido de YPD+G418, por el investigador a cargo del proyecto, perteneciente departamento de Biología Molecular de IPICYT. Y se sembraron 30 cepas de 2 mg/mL, como se muestra en la Figura 1, para posteriormente seleccionar 14, divididas en dos bloques de 7, y de la misma forma para las de 4 mg/mL dando un total de 14 cepas por bloque, agregando como control a cada bloque la cepa silvestre (His⁻) en medio YPD con antibiótico y sin antibiótico.

Figura 1. Caja medio YPD+G418



Las cepas multicopias y los controles fueron sembradas en tubos estériles tipo Falcon de 15 mL con 1 mL de medio YPD+G418 a una concentración de 0.5mg/mL, y se incubaron en agitación a 28°C por 24 horas, al transcurrir el tiempo de incubación se midió la densidad óptica a cada una para determinar el volumen de inóculo necesario para transferir a tubos falcon con 2 mL de medio YP+Glicerol utilizando la ecuación 1), y se incubaron bajo las mismas condiciones por 24 horas para transferir a matraces de 25 mL, con 5 mL de medio YP+Metanol 10% + Sol. De Fosfatos 10% empleando la misma ecuación, al transcurrir las 24 horas de incubación bajo las mismas condiciones, se tomó una muestra de 500 µl de

cada cultivo, de los cuales 25µl fueron colocados en celdillas agregando 975 µl de H₂O para medir la Densidad Óptica a 600 nm, y los 475 µl restantes se colocaron en tubos ependorf de 1.5 ml, y se centrifugaron a 7500 rpm a -4°C por 15 minutos, para posteriormente recuperar el sobrenadante y almacenar las muestras a -70 °C

Inmediatamente después de tomar las muestras, se añadió metanol puro al 1% del volumen total de cada matraz, para volver a llevar a incubación y realizar la toma de muestras a las 48 y 72 horas, dándoles el mismo tratamiento, al recolectar todas las muestras se realizó la medición de proteína específica con el método de Bradford, haciendo la corrección a cada muestra restándole la absorbancia obtenida del agua y medio YPD+metanol, se realizaron diferentes ensayos y contrastes de las muestras para seleccionar las cepas ganadoras.

Para asegurar que las 28 cepas analizadas contaran aun con el gen de interés, en 50 µl de agua miliQ se diluyó una asada de cada colonia, y las muestras se incubaron a 100°C por 10 minutos para romper las paredes celulares y realizar PCR con las siguientes especificaciones:

-Mix para PCR: 22.5µl Buffer 10x, 5µl dNTP's, 7.5MgCl₂, 3.75 µl Enzima Taq Polimerasa, 5µl Primer α-Factor, 5µl Primer AOX, y 161.5 µl de agua miliQ, esto para 15 reacciones de PCR de 14 µl cada una, el programa empleado en el Termociclador se especifica en la tabla 1.

Tabla. 1. Descripción de programa en Termociclador

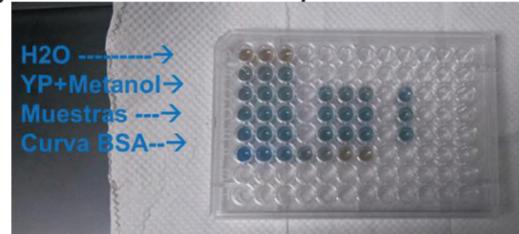
1.- 95°C	12 minutos	
2.- 95°C	1 minuto	*30 ciclos
62°C	1 minuto	
72°C	1:30 minutos	
3.- 72°C	10 minutos	

Posteriormente se realizó electroforesis en gel de agarosa al 1% en Buffer TAE 1x, agregando un control positivo y un marcador de peso molecular, además de adicionar indicador a cada muestra, se corrió el gel durante 30-35 minutos a 100 Volts, fue revelado en Bromuro de etidio y se observaron las bandas.

RESULTADOS

Para obtener la concentración de proteína de las muestras recuperadas y centrifugadas a las 24, 48 y 72 horas de cada bloque, se analizaron por el método de Bradford realizando una curva de calibración con seroalbumina bovina, figura 2.

Figura 2. Muestras analizadas por método de Bradford



Posteriormente a la absorbancia obtenida de cada muestra, se le restó la obtenida de agua miliQ y del medio YP+metanol, se realizaron las conversiones para obtener mg/L y posteriormente se dividió entre la densidad óptica obtenida de cada muestra con anterioridad, para obtener la cantidad total de proteína secretada al medio, y se realizaron varios contrastes, posteriormente se realizaron gráficas para observar el comportamiento durante los 3 días las cuales se muestran en las figuras 3, 4, 5 y 6.

Figura 3.- Concentración de Proteína Total del primer bloque en cepas de *P. pastoris* híper resistentes a 2 mg/ml de G418

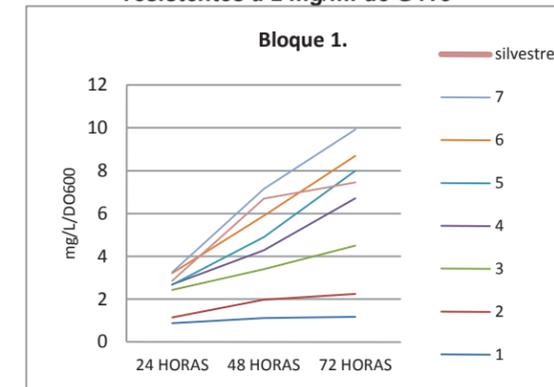


Figura 4.- Concentración de Proteína Total del primer bloque en cepas de *P. pastoris* híper resistentes a 4 mg/ml de G418

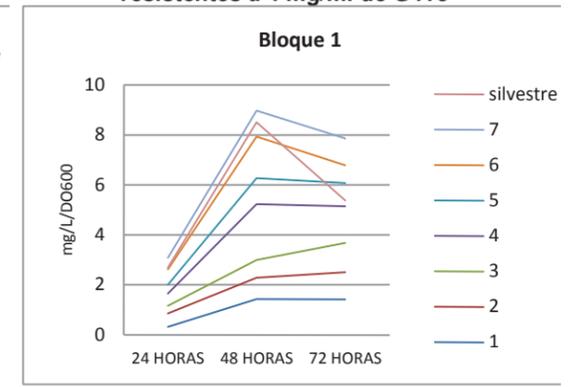


Figura 5.- Concentración de Proteína Total del segundo bloque en cepas de *P.pastoris* híper resistentes a 2 mg/ml de G418

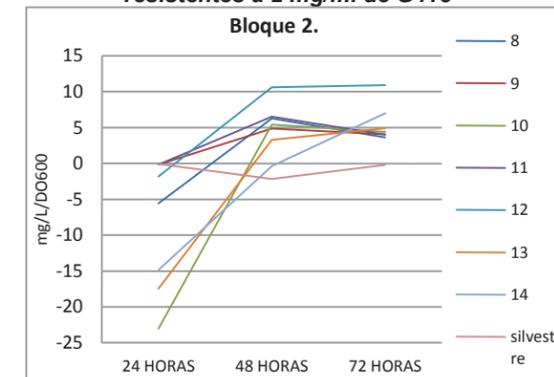
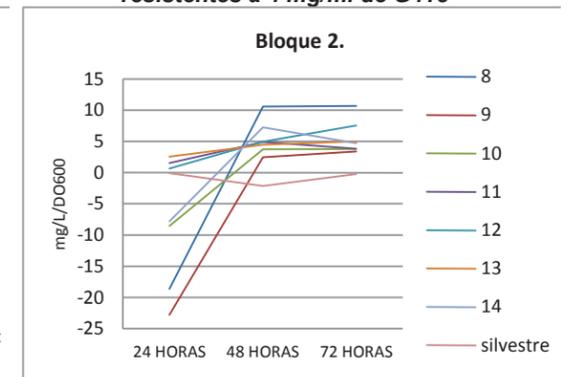


Figura 6.- Concentración de Proteína Total del segundo bloque en cepas de *P.pastoris* híper resistentes a 4 mg/ml de G418



Así mismo se realizaron gráficas de barras para comprobar que la secreción de proteína no fuera alterada por diferencias significantes en la cantidad de crecimiento celular, la figura 7 y 8 muestran la Densidad óptica obtenida a las 72 horas de cada bloque contrastando las cepas resistentes a 2 y 4 mg/ mL. En el primer bloque a las 72 horas las cepas hiperresistentes a 2 mg/mL presentaron una densidad óptica promedio de 30.35, mientras que las de 4 mg obtuvieron un promedio de 29.81 con una desviación promedio de 0.2735, y en el segundo bloque las hiperresistentes a 2 mg/ml un promedio de 26.33714286, mientras que las de 4 mg/ml 26.34 con una desviación de 0.0028, lo que se traduce a un comportamiento bastante uniforme lo cual no representa un factor que influyente.

Para determinar si existe una diferencia entre la cantidad de proteína total secretada en las cepas hiperresistentes a 2mg/mL de G418 con respecto a las hiperresistentes a 4mg/ml, se realizó un ANOVA, del cual se obtuvo una $F_{\text{experimental}} = 0.0177$ y una $F_{\text{referencia}} = 4.28$ con $\alpha = 0.05$

Se seleccionaron las cepas ganadoras o sobre expresantes de cada bloque en 2 y 4 mg/ml dando un total de 4 cepas *P. pastoris*, siendo las siguientes; del Bloque 1, la cepa número 3 de 2 mg/mL con una concentración de proteína total máxima de 2.25 mg/L/DO600 alcanzada al tercer día, y la cepa 4 de

4mg/ml con 2.239 mg/L/DO600 alcanzada al segundo día , y para el bloque 2, la cepa 12 de 2 mg/mL con una concentración máxima de proteína de 10.92 mg/L/ DO600 alcanzada al tercer día , y la cepa 12 de 4mg/ml con 7.55 mg/L/DO600 alcanzados al tercer día.

Figura 7.- Densidad Óptica del bloque 1 alcanzada a las 72 horas en cepas de *P. pastoris* hiper resistentes a 2 y 4 mg/mL de G418

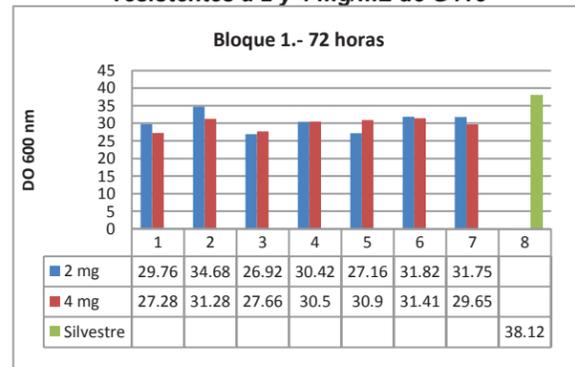
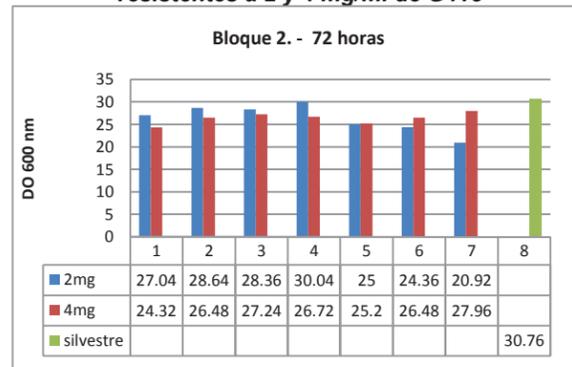
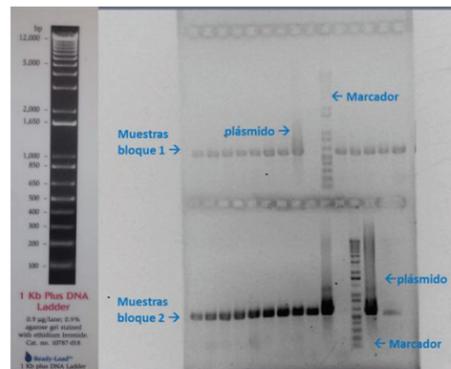


Figura 8.- Densidad Óptica del bloque 2 alcanzada a las 72 horas en cepas de *P. pastoris* hiper resistentes a 2 y 4 mg/ml de G418



Como se aprecia en la Figura 9, se comprobó que el casete insertado en las levaduras aún permanecía integrado en su genoma comparando el número de pares de base con las del plásmido y usando un marcador de peso molecular.

Figura 9. Muestras del primer y segundo bloque, plásmido y marcador de peso molecular, en gel de electroforesis a 100V



CONCLUSIONES

Se observó una alta heterogeneidad entre cepas de cada bloque en cuanto a la producción de proteína total. Sin embargo también se pudo observar que no existió diferencia en la producción de proteína entre las cepas resistentes a 2mg/mL y las resistentes a 4mg/mL de G418. Por lo tanto se concluye que el aumentar la resistencia a 4 mg/mL de G418 no genera un aumento en la producción de la proteína vasoinhibina. Así mismo se observó que la integración del casete de expresión a las cepas, genera una disminución en el crecimiento alcanzado, esto al compararse con el crecimiento alcanzado en la cepa silvestre.

BIBLIOGRAFIA

DULAK, J., JÓZKOWICZ, A., y LOBODA, A., (2013). *Angiogenesis and Vascularisation. Cellular and Molecular Mechanisms in Health and Diseases*, New York, NY: Springer.

SERRANO, Y., MARRERO, K., y FANDO, F., (2015). "Pichia pastoris: una plataforma para la producción de proteínas heterólogas" en *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, Núm. 2, , Vol. 47, [pp.67-77].

BALAMURUGAN, V., REDDY, G.R., y SURYANARAYANA, V. V. S., (2006). "Pichia pastoris: A notable heterologous expression system for the production of foreign proteins—Vaccines" en *Indian Journal of Biotechnology*, Vol 6, April 2007,[pp 175-186].

AW, R. y POLIZZI, K., (2016). "Liquid PTVA: a faster and cheaper alternative for generating multi-copy clones in Pichia pastoris" en *Microbial Cell Factories*, 2016. 15:29. Consultado en <https://microbialcellfactories.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12934-016-0432-8>

CAB BARRERA, E. (2000). *Construcción de una cepa de Pichia pastoris sobreproductora de la isoforma de 20kDa de la hormona de crecimiento humano* (Tesis de Maestría). Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Medicina.

AGRADECIMIENTOS

Principalmente al M.C. Sergio Calderon Salais, por su disponibilidad, por todos los conocimientos transmitidos, por sus comentarios positivos, buen humor y chascarrillos.

Al Dr. Antonio de León Rodríguez por aceptarme en su programa, y aunque no tuve la suerte de conocerlo me abrió las puertas del laboratorio y me dejó en manos de personas totalmente capacitadas.

Al Dr. Victor Balderas quien estuvo a cargo del laboratorio durante mi estancia, por proporcionarme siempre todo el material necesario, su tiempo y disposición.

A todos mis compañeros de laboratorio durante la estancia, por recibirme de la mejor manera, disponibilidad, apoyo, conocimientos aportados y amistad Kathia, Sergio, Joel, Kelly, Marco, César, Esaú, y Azu.

A mi familia por su apoyo y constante e incondicional en todos los aspectos.

Al Dr. Nagamani por siempre impulsar a sus estudiantes a superarse y dedicarse a la investigación.

Al programa y organizadores del Verano Regional Región Centro por brindarme la oportunidad de esta experiencia, y al IPICYT por prestar sus instalaciones y equipos, y contar con el mejor personal en todas las áreas.



EVALUACIÓN DE LOS TIEMPOS DE RESPUESTA PARA ACCIDENTES DE TRÁFICO EN LA CARRETERA FEDERAL 45 EN EL TRAMO IRAPUATO-LEÓN

Alejandra Vela Aceves¹ y Daniel Armando Aguirre Ibarra²

RESUMEN

El presente trabajo es una investigación de carácter analítico y de campo cuyo objetivo es identificar los tiempos de respuesta de los servicios de emergencia en la atención a los accidentes vehiculares que ocurren en la carretera federal 45, particularmente en el tramo Irapuato-León. Actualmente existen investigaciones relacionadas con el tema pero estas han sido realizadas en otros países como Estados Unidos de América donde hay centros de investigación de transporte en cada estado que se especializan en estos temas. En México se cuenta con el Instituto Mexicano del Transporte pero al momento de buscar información relacionada con los tiempos de respuesta de los servicios de emergencia no se encontraron registros en ninguna de las dependencias gubernamentales, por tal motivo se decidió trabajar la presente investigación con el objetivo de contribuir a las investigaciones de transporte en México para así poder en un futuro mejorar el servicio brindado por la Policía Vial y ambulancias.

Para realizar la investigación se inició con una búsqueda documental en bases de datos científicas y gubernamentales como las de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y la Policía Federal, también en centros de investigación como el Instituto Mexicano del Transporte. Se realizó investigación de campo recolectando datos de aforo vehicular, velocidades y cuellos de botella generados. Con el uso de herramientas como Google Maps y programas de simulación de tráfico vial se determinaron los tiempos de respuesta promedio para los servicios de emergencia en la atención de accidentes carreteros. La importancia del trabajo consiste en generar un registro de información para futuros trabajos de investigación y aplicación que tengan por objetivo la mejora de los tiempos de respuesta de los servicios de emergencia. Los resultados obtenidos se contrastan con la información registrada en investigaciones realizadas por el Departamento de Transporte de Texas y la Universidad de Texas A&M.

ABSTRACT

This paper is an analytical and field research with the aim of identifying the response times of emergency services in the attention to vehicle accidents that occur on federal highway 45, particularly in the section Irapuato – León. There are currently investigations related to the subject but these have been conducted in other countries like the United States of America where there are transport research centers in each state who specialize in these issues. Mexico has the Mexican Institute of Transport but when seeking information related to response times of emergency services no records were found in any of the government agencies, because of that it was decided to work this investigation with the aim of contributing to transport research in Mexico in order to in the future improve the support provided by the Traffic Police and ambulance service.

To conduct the research I began with a documentary search in scientific databases and government data as Secretariat of Communications and Transportation and the Federal Police, as well as research centers such as the Mexican Institute of Transport. Field research was conducted by collecting data from vehicle capacity, speeds and bottlenecks generated. With the use of tools like Google Maps and simulation programs road traffic average response time for emergency services in the care of road accidents were determined. The importance of this work is to generate a record of information for future research and

¹Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Ingeniería en Logística; Carretera Irapuato – Silao km. 12.5, Colonia El Copal, C.P:36821, Irapuato, Gto, alessdani.17@gmail.com

²Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Ingeniería en Logística, Carretera Irapuato – Silao km. 12.5, Colonia El Copal, C.P:36821, Irapuato, Gto, armando.aguirre@itesi.edu.mx

application that aim at improving the response times of emergency services. The results obtained are compared with the information recorded on research conducted by the Texas Department of Transportation and the Texas A & M University.

Palabras Clave: Tiempos de respuesta, servicios de emergencia, simulación.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de las áreas urbanas ha provocado como consecuencia un aumento en el volumen del tráfico vehicular provocando un aumento en los niveles de accidentabilidad (Steenbruggen, Tranos, & Rietveld, 2016). Los accidentes vehiculares se han convertido en un problema económico y de salud para la sociedad (Instituto Mexicano del Transporte, 2015), llegando a colocarse como una de las principales causas de muerte en todo el mundo entre los jóvenes de 15 a 29 años (Organización Mundial de la Salud, 2015) y generando una carga económica del 1% a 2% de su producto nacional bruto (Herrera Gómez, 2010). Incluso con el desarrollo de estrategias para el manejo de accidentes en las carreteras los accidentes siguen siendo una fuente importante de congestión (Parham, y otros, 2000), cuellos de botella (Kerner, Koller, Klenov, Rehborn, & Leibel, 2015) y retraso al manejar (Balke, Cooner, Durkop, Fenno, & Arredondo, 2001).

La respuesta a los accidentes debe ser rápida y efectiva para que estos no afecten el flujo del tránsito, por tal razón los servicios de emergencia públicos y privados tienen que trabajar en conjunto y realizar su parte de manera efectiva (Steenbruggen, Tranos, & Rietveld, 2016). Tanto el congestionamiento como las consecuencias graves que causan los accidentes en las víctimas se pueden reducir mediante sistemas que aseguren una rápida respuesta de los servicios de emergencia (Roess, Prassas, & McShane, 2011), aumentar la seguridad en la respuesta de los servicios de emergencia es esencial para el manejo de los accidentes de tráfico (Federal Highway Administration, Office of Transportation Operations, 2010). Los tiempos de respuesta siempre variarán dependiendo de cuál de los servicios de emergencia responda primero al llamado, además de que se puede obtener una respuesta más eficiente cuando los servicios cuentan con una línea de atención directa (Balke, Cooner, Durkop, Fenno, & Arredondo, 2001).

Acerca del presente trabajo, se han realizado investigaciones referentes a los tiempos de respuesta a emergencias viales. Texas Transportation Institute realizó una investigación en el año 2001 en la que se determinó que el proceso para responder a los accidentes viales no es una serie de eventos repetitivos, estos más bien varían dependiendo del accidente, otro aspecto que notaron fue que en algunas estaciones de servicios de emergencia el ruido hace la comunicación más complicada entre los equipos. Son estos y varios otros elementos los que determinan los tiempos de respuesta. (Balke, Cooner, Durkop, Fenno, & Arredondo, 2001).

En todo el mundo el número de muertes provocados por accidentes viales de los que se tiene conocimiento ha ido aumentando en gran medida desde el año 2001 hasta la fecha, tan solo en el 2014 se sabe de 1,000,000 de muertes (véase figura 1).

Según los reportes que la Policía Federal genera las causas de los accidentes en las carreteras federales son 80% debido al conductor, 7% al vehículo, 9% a agentes federales y solo el 4% al camino, (Secretaría de Gobernación, 2015) estos elementos deben interactuar entre sí y tomarse en cuenta al momento de plantear un programa de prevención de accidentes. En las carreteras federales de México el número de accidentes viales casi ha llegado a alcanzar los 500,000 con los datos registrados desde el año 2001 hasta el 2014 (véase figura 2).



FIGURA 1



FIGURA 2

En el año 2014 murieron dentro del sistema carretero estatal se registró el deceso de 184 personas en choques frontales, múltiples, laterales y volcaduras, entre otros. El municipio en el que se registraron más fallecimientos fue en Guanajuato. (El Universal, 2015). En el estado de Guanajuato, el año en el que la Secretaría de Seguridad Pública registro más cantidad de accidentes viales fue en el 2006 con 22,000 accidentes (véase figura 3).

El Consejo Estatal de Protección Civil de Guanajuato tiene identificados 71 puntos donde hay mayor incidencia de accidentes carreteros, entre los cuales, de acuerdo a las Secretaría de Seguridad Pública del Estado, en Silao se encuentran cinco, en Irapuato cuatro y en León tres, dejando a estos como los municipios con las carreteras más peligrosas del estado de Guanajuato (El Universal, 2016). León se encuentra en el primer lugar del total de accidentes que ocurren en el estado de Guanajuato, seguido por Irapuato y Celaya (véase figura 4)



FIGURA 3

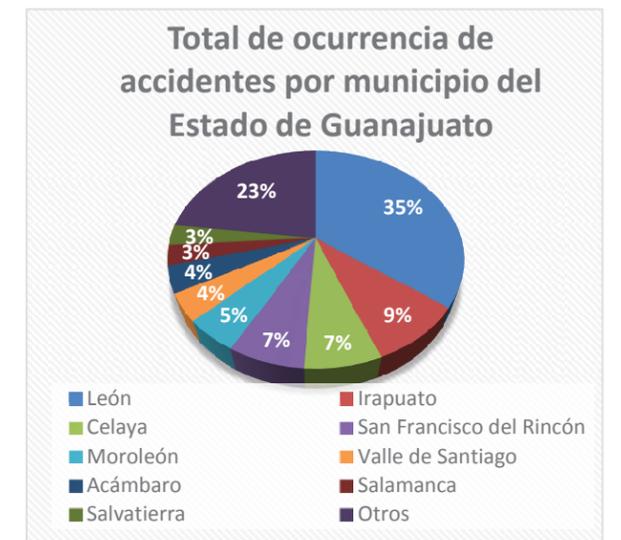


FIGURA 4

MÉTODOS Y MATERIALES

La realización del análisis se llevó a cabo recabando información referente a tasas de accidentes viales y estadísticas en las bases de datos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), Policía Federal e Instituto Mexicano del Transporte (IMT). La basta biblioteca virtual de estos organismos junto con la base de datos de Science Direct fueron los proveedores principales de publicaciones técnicas de estudios realizados por los investigadores.

Con la información anterior se determinó que el trabajo de investigación se centraría en el kilómetro 41 de la carretera federal 45 tramo Irapuato-León, debido a que en este punto se encontró que en promedio cada año el 39% de los accidentes ocurren en el punto conocido como “La Curva del Potrero”.

Para fines de esta investigación fue necesario utilizar el servidor Google Maps para ubicar los servicios de emergencia en el municipio de Silao. Posteriormente se obtuvieron las distancias y los tiempos de traslado de las unidades de servicio, ya que el fin era coleccionar los parámetros propicios para la creación del modelo.

RESULTADOS

Según una previa investigación realizada, se pudieron identificar los puntos con mayor índice de accidentes en la carretera federal 45, tramo Silao – León y de esta manera se determinó que el punto más adecuado para enfocar la investigación se encuentra en el kilómetro 1, el cual se conoce mejor como “la curva del potrero” en el que, tan solo en lo que va del año 2016 han ocurrido 16 accidentes viales (véase figura 5). La ciudad de Silao cuenta con tres centros de servicios médicos, un departamento de bomberos y uno de policía municipal, solo se tomaron en cuenta los hospitales dentro de esta ciudad ya que desde aquí se hace el menor tiempo al punto a estudiar (véase figura 6).

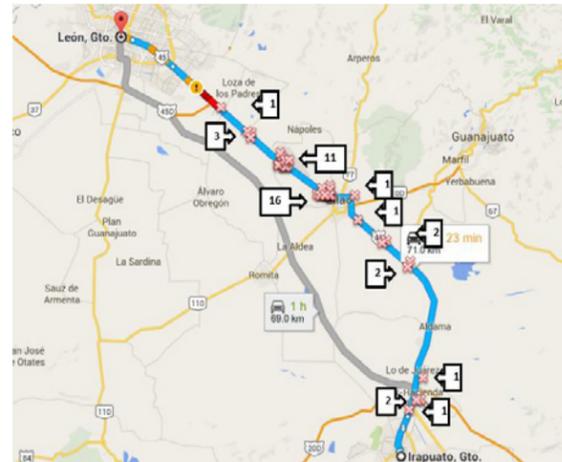


FIGURA 5

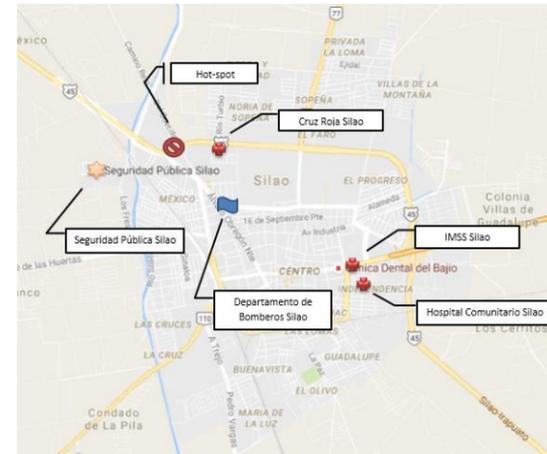


FIGURA 6

CONCLUSIONES

Esta investigación generó una base de datos acerca de los niveles de accidentabilidad que se presentan dentro de la carretera federal 45 tramo Irapuato – León, los puntos donde hay mayor incidencia de accidentes carreteros debido a la mala infraestructura de la carretera, las principales causas de accidentes en cuanto al factor humano y al modo de transporte. Además, con el presente trabajo de investigación se generó un antecedente de accidentabilidad, se plantearon posibles medidas de prevención y se recopiló una vasta cantidad de datos estadísticos que servirán para complementar futuras investigaciones referentes a este tema o que promuevan la prevención de accidentes en carreteras. A partir de la recopilación de datos se pudo aseverar que el kilómetro 1 de la carretera Silao – León es el punto más adecuado a estudiar ya que además de ser uno de los más peligrosos, tienen el mayor nivel de accidentabilidad dentro del tramo estudiado.

BIBLIOGRAFIA

- El Universal . (25 de Marzo de 2016). Los 71 puntos más peligrosos en las carreteras de Guanajuato . pág. 1.
- El Universal. (26 de Marzo de 2015). Las 10 carreteras más mortales de Guanajuato . pág. 1.
- Federal Highway Administration, Office of Transportation Operations. (2010). *Traffic incidents management handbook*. Washington, DC: FHWA.
- Kerner, B., Koller, M., Klenov, S., Rehborn, H., & Leibel, M. (2015). The physics of empirical nuclei for spontaneous traffic breakdown in free flow at highway bottlenecks. *Elsevier*.
- Roess, R. P., Prassas, E. S., & McShane, W. R. (2011). *Traffic Engineering*. Nueva York: Pearson.
- Secretaría de Gobernación. (10 de Septiembre de 2015). *Secretaría de Gobernación* . Obtenido de http://cns.gob.mx/portalWebApp/appmanager/portal/desk?_nfpb=true&_pageLabel=portals_portal_page_m2p1p2&content_id=830068&folderNode=830052&folderNode1=810277
- Steenbruggen, J., Tranos, E., & Rietveld, P. (2016). Traffic incidents in motorways: an empirical proposal for incident detection using data from mobile phone operators. *Elsevier*.
- Herrera, R. (2010). *Propuesta de un sistema de gestión de los riesgos para la prevención de los accidentes vehiculares*. México DF: IPN.

Informador MX. (21 de Diciembre de 2009). Obtenido de <http://www.informador.com.mx/mexico/2009/164578/6/sct-presenta-el-numero-telefonico-074-para-emergencias-en-carretera.htm>

Krug, E. (s.f.). Más de 1.3 millones mueren al año en el mundo por accidentes viales. *Conferencia magistral del doctor Etienne Krug, en el XXVI Congreso*, (pág. 2).

Organization, W. H. (2013). *Global status report on road safety 2013*.

Reacciona por la vida . (2015). Obtenido de <http://reaccionaporlavida.mx/conocenos/>

ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES METALÚRGICAS DE AGLOMERADOS A BASE DE MINERAL DE HIERRO Y RESIDUOS SIDERÚRGICOS UTILIZANDO MEZCLAS DE CARBÓN MINERAL Y ALQUITRÁN DE HULLA COMO AGENTE AGLUTINANTE

Fernando Verduzco Martínez¹ y Jesús Emilio Camporredondo Saucedo²

RESUMEN

El determinar la viabilidad de alimentar briquetas en verde de Fe utilizando alquitrán de hulla como agente aglutinante a procesos de reducción es de interés particular, debido a la posibilidad del uso de este sub-producto para obtener arrabio y/o acero. Se diseñaron mezclas con diferente relación de C/Fe₂O₃ y se fabricaron briquetas en verde, las cuales se les realizaron mediciones de sus propiedades metalúrgicas mediante ensayos shatter. Los resultados del ensayo shatter revelan que la aglomeración de las partículas finas de la mezcla se logra en una mayor parte a las elevadas cargas de prensado, y no al efecto de los materiales aglutinantes.

ABSTRACT

Determine the feasibility of feeding green briquettes of Fe using coal tar as binder a reduction processes is of particular interest, due to the possibility of using this product due to the possibility of using this product to get pig iron or steel. The mixtures were designed with different relation of C/Fe₂O₃ and then were manufactured briquette on green, to which they were performed measurements of its metallurgical properties by tests shatter. The result of shatter test reveals that the agglomeration of the fine particles of the mixture is achieved in most of the high pressing loads, and not to the effect of the binder materials.

Palabras clave: Alquitrán de hulla, aglomerados de mineral de hierro/carbón, aglutinante, propiedades metalúrgicas, residuos siderúrgicos.

INTRODUCCIÓN

Actualmente en la industria siderúrgica se presentan problemas con la producción de finos de retorno en el proceso de reducción, debido a su nulo reciclado. Dichos materiales contienen una alta concentración de hierro y carbón en su composición química, sin embargo, también contienen porcentajes significativos de contaminantes, principalmente, óxidos de Na, K y Zn, que perjudican el proceso de reducción/fusión. Cantidades por encima de un 8.5 kg/ton de dichos compuestos alimentados al reactor, producen desprendimiento del refractario del horno y desequilibrios térmicos, delimitado así su uso en la fabricación de aglomerados. La remoción de álcalis y Zn contenidos en los residuos siderúrgicos promueve la posibilidad del su reciclado, aumentando la gama de materias primas para la fabricación de aglomerados. Además que la generación de aglomerados de mineral de hierro/carbón promueve el implemento de distintos materiales carbonosos, ejemplo de ello es el alquitrán de hulla cuya concentración de carbono ronda el 90%, aunado a que es un líquido viscoso con capacidad de aglomerar partículas finas.

El principal aporte de la presente investigación, se basa en el evaluar las propiedades metalúrgicas de briquetas en verde desarrolladas a partir de mezclas de mineral de hierro y residuos siderúrgicos usando como material aglutinante mezclas de alquitrán de hulla y carbón mineral.

¹ Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Colonia Guadalupe S/N, C.P: 00000, Monclova, Coahuila.

² Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Colonia Guadalupe S/N, C.P: 00000, Monclova, Coahuila

2. MARCO TEORICO

La literatura [1,2,3] demuestra que el fabricar briquetas en caliente a partir de mezclas ferrosas con carbón mineral genera aglomerados con propiedades metalúrgicas de buenas a excelentes. Los investigadores S. Mang-Sheng *et. al* [2] en su investigación revelan que las briquetas en caliente tienen un comportamiento metalúrgico superior al de los pelets de Fe convencionales una vez realizado el tratamiento de termólisis. A su vez la elaboración de aglomerados de mineral de hierro mezclados con agentes reductores (materiales carbonosos) y someterlos a termólisis favorece la reducción de Fe y remoción de compuestos tales como el Zn, que gasifica en el intervalo de temperatura de proceso, como lo comprobaron en su investigación García Carcedo *et. al* [3], donde se determinó también que el aumento de la temperatura de la termólisis aumenta y acelera la reducción del Fe y la remoción del Zn por volatilización.

MÉTODOS Y MATERIALES.

La preparación mecánica para la elaboración de las briquetas en verde fue la siguiente: 1) pulverizar la materia prima, 2) tamizar y 3) homogenizar la mezcla. Para fabricar la briqueta se alimentan 10 gr de la mezcla en un molde, se compacta en una prensa hidráulica y se somete a 450°C en horno tipo mufla por un lapso de 30 minutos, ver Figura 1. La composición química de los minerales usados se muestra en la Tabla 1. En la Tabla 2 se presentan las denominaciones de las mezclas, y la relación de C/Fe₂O₃.

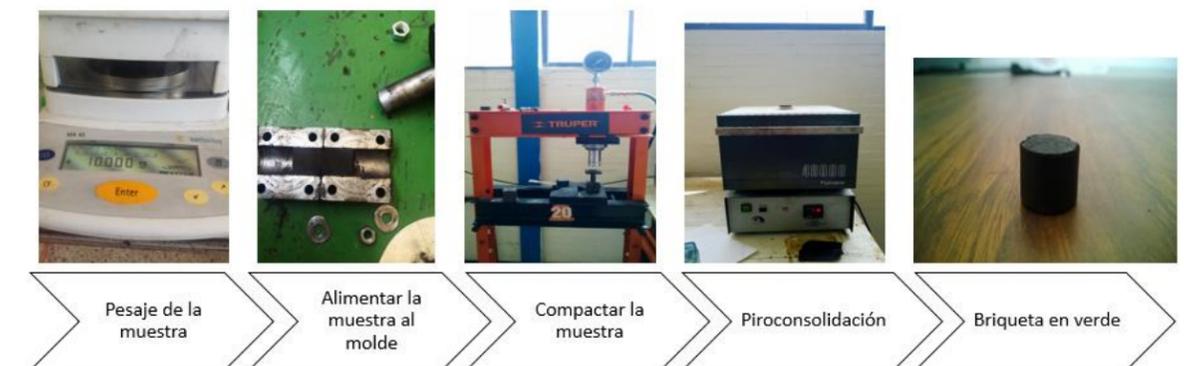


Figura 1. Secuencia de fabricación de la briqueta en verde.

Tabla 1. Composición química de la mezcla ferrosa.

Material ferroso	% en peso	Análisis químico								Parámetros críticos		
		Fe ₂ O ₃	K ₂ O	CaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Na ₂ O	ZnO	Otros	Fe _{total}	IB ₂	Alcalis y Zn en mezcla
Conc. Durango	45											
Polvos Ciclón	5	71.391	1.140	5.162	2.09	6.912	0.7726	0.5478	10.609	49.94	0.746	2.49

Lodos de A.H	50									
Material carbonoso	C	H	O	N	S					
Alquitrán	90.98	5.1	2.39	0.74	0.58					
Carbón mineral	50.63	/	/	/	1.69					

Nota: al carbón mineral se le realizó un análisis próximo donde el contenido de: Cnz = 16.06 y M. V.= 33.31

Tabla 2. Condiciones de procesamiento de mezclas.

Denominación	C/Fe ₂ O ₃ , % en peso	Carbón/alquitrán en la mezcla, %	Carga de prensado	Piroconsolidación, °C
M1	15	50-50	0.4 GPa	450 °C
M2	24			
M3	30			

Una vez elaboradas las briquetas en verde se sometieron a ensayo shatter, esta prueba consiste precipitar los aglomerados desde una altura de 2 metros, este procedimiento se repite en 8 ocasiones, para cada caída se registra la pérdida de peso del sólido, si este pierde más del 12% de masa, dicho aglomerado no puede alimentarse al reactor de reducción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las briquetas en verde obtenidas se muestran en la Figura 2 y 3. La Figura 3 muestra las briquetas que fueron sometidas al ensayo shatter. La medición de las propiedades metalúrgicas de los aglomerados se observan en la Figura 4.



Figura 2. Briquetas en verde posterior al ensayo shatter.

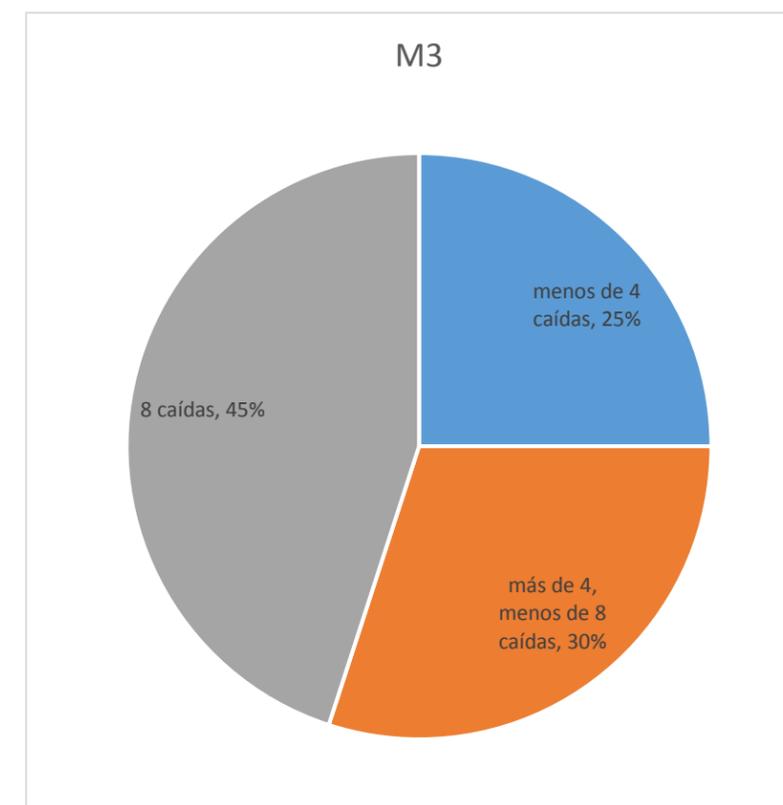
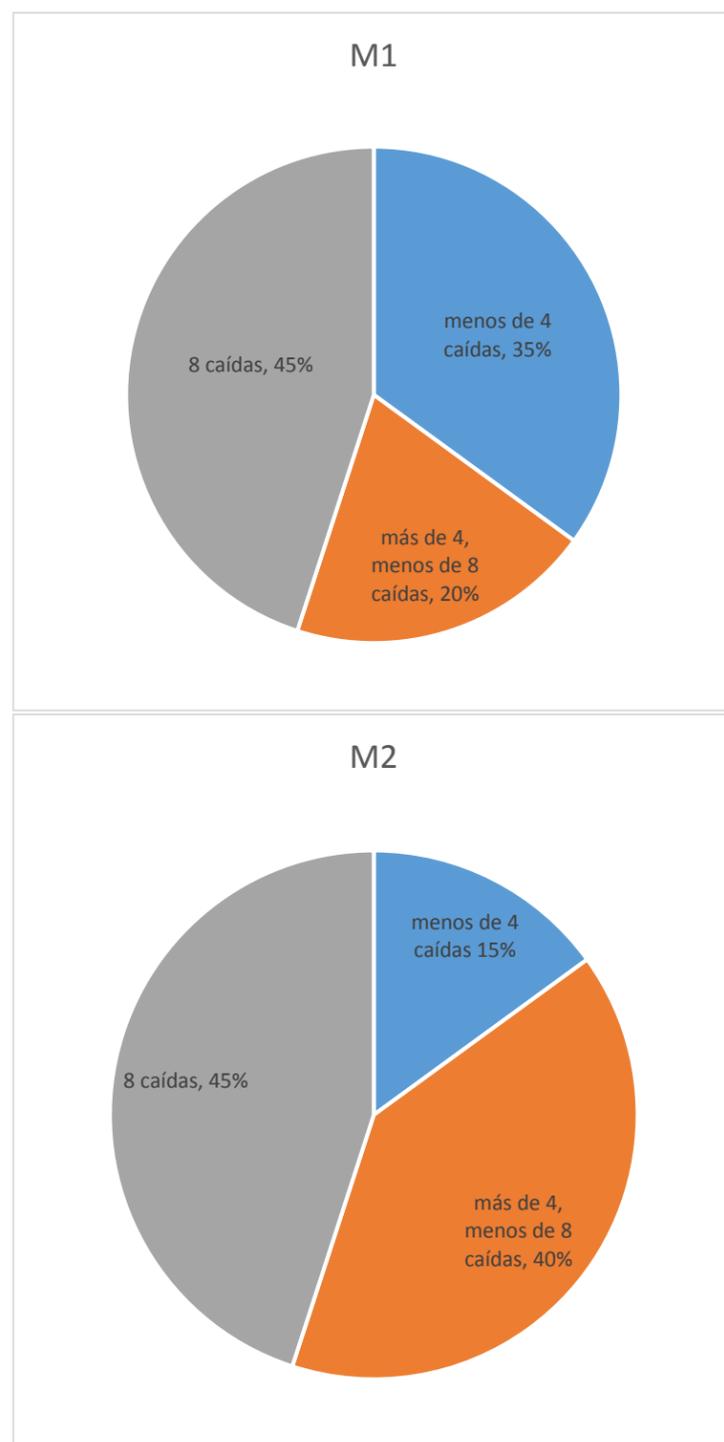


Figura 3. Resultados del ensayo shatter para las mezclas M1, M2 y M3.

La estadística que se presenta en la Figura 4, indica que las mezclas se comportaron de manera similar, esto probablemente se adjudique a que las briquetas se aglutinaron por las cargas de prensado que por la acción del material aglutinante. En base a los resultados estadísticos obtenidos se recomienda para futuras investigaciones una variación en la mezcla de carbón mineral/alquitrán de hulla, aunado a utilizar distintas cargas de prensado para dilucidar las condiciones óptimas para la formulación de los aglomerados en verde.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos del ensayo shatter realizado a las briquetas en verde se tienen las siguientes conclusiones:

1. La aglomeración de los finos de mineral se logra por las elevadas cargas de prensado, y no por la acción de los agentes reductores.
2. El dilucidar la relación óptima de carbón/alquitrán es de particular interés ya que esto promueve al incremento de propiedades metalúrgicas de los aglomerados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. S. Ramos, S. Oreggioni, O. Baglivo, M. Domínguez, D. Costoya, 2011, Transformando subproductos en nuevas materias primas – avances en argentina respecto de la reutilización de subproductos siderúrgicos, memoria de seminario, 42 seminario de Redução de Minério de Ferro & Tecnología mineral, Vila Velha, Brasil, 741-750.
2. C. Man-sheng, L. Zheng-gen, W. Zhao-cai, Y. Jun-ichiro, 2011, Fundamental study on carbon composite iron ore hot briquette used as blast furnace burden, *Steel Reserch International*, 82, 521-528.
3. F. García-Carcedo, N. Ayala, A. Hernández, M.A. Palacios, E. García, N. Goicoechea, I. Dañoibeitia, 1998, Desarrollo de una tecnología más limpia para la obtención de ZnO a partir de residuos generados en la fabricación del acero, *Revista de metalurgia*, 34, 432-435.
4. K. Miura, K. Miyabashi, M. Kawanari, R. Ashida, 2011, Enhancement of reduction rate iron ore by utilizing low grade iron ore and brown coal derived carbonaceous materials, *ISIJ International*, Vol. 51, 1234-1239.
5. M. Lara, J. Camporredondo, A. García, F. Equihua, R. Servín, 2013, Reducción por activación térmica de aglomerados a base de concentrados de hierro, residuos siderúrgicos y materiales carbonosos, *Revista colombiana de materiales*, Edición especial artículos cortos, 27-32.
6. M. Lara, J. Camporredondo, 2014, Evaluación de las propiedades metalúrgicas de briquetas en verde conformadas por mineral de hierro/carbón, en A. Martínez, C. Pérez (coords.) *Química de materiales y sus propiedades*, México, universidad autónoma de Coahuila, 23-32.

AGRADECIMIENTOS

En la realización de este proyecto, participaron alumnos quienes directamente aportaron la mano de obra, agradezco a mi compañero Alexis Flores Soto y Josue Hernandez Mancha, por su colaboración y apoyo incondicional, nuestro asesor, el Dr. Alejandro Lara Castro que en ningún momento nos dejó solos en este proyecto, siempre estuvo pendiente de cada detalle apoyándonos en conocimiento, como en trabajo, al igual que el Ingeniero Alberto Izaguirre, por último, al Dr. Jesús Emilio Camporredondo Saucedo quien fue quien nos guió en este proyecto, hemos notado que en realidad puede haber un cambio dentro de nuestra institución cuando se trabaja en equipo y se da la muestra de cooperación y colaboración entre sus integrantes..

REALIDAD VIRTUAL EN LA EDUCACIÓN

Carlos Eduardo Villa Fajardo¹ y Víctor Manuel Fernández Mireles²

RESUMEN

En el presente trabajo se desarrolló una aplicación para la implementación de la realidad virtual en el apoyo de la enseñanza de la física hacia el tema de caída libre, utilizando la plataforma Unity 3D y se enlazó con Oculus DK2, esta investigación está enfocada a que el alumno pueda experimentar de manera real la velocidad que alcanza un objeto en caída libre y así comprenda de una manera kinestésica los problemas de caída libre, esto llevaría a tener resultados más coherentes a la hora de analizar un problema, la aplicación logra su objetivo al ser presentada a cierto grupo de alumnos.

ABSTRACT

In this paper an application for the implementation of virtual reality in support of the teaching of physics to the subject of freefall was developed using the Unity 3D platform and linked with Oculus DK2, this research is focused on the students can experience the speed reaches an object in free fall and so understand a kinesthetic way problems freefall, this would lead to be more consistent when analyzing a problem results, application achieving its goal to be presented to a group of students.

Palabras Clave: Virtual Reality, Unity 3D, Oculus.

INTRODUCCIÓN

La aplicación consiste en un entorno virtual en el cual se deja caer de una altura escogida por el usuario, debido a la acción de la gravedad podemos apreciar en un marcador el cambio de velocidad y de posición que se alcanzan, lo cual va permitir que los alumnos experimenten esto con los Oculus DK2 con cierto realismo, teniendo como finalidad que al momento de una prueba académica se obtengan resultados más coherentes.

En física, se denomina caída libre al movimiento de un cuerpo bajo la acción exclusiva de un campo gravitatorio. Esta definición formal excluye a todas las caídas reales influenciadas en mayor o menor medida por la resistencia aerodinámica del aire, así como a cualquier otra que tenga lugar en el seno de un fluido; sin embargo, es frecuente también referirse coloquialmente a éstas como caídas libres, aunque los efectos de la viscosidad del medio no sean por lo general despreciables. En este tipo de problemas como en muchos otros los alumnos llegan a resolverlos presentando resultados carentes de lógica, debido a que no se percatan de las velocidades que se alcanzan en la caída libre, en base a esto se desarrolló la aplicación proporcionando al alumno ser parte del medio en que se desenvuelve el problema.

Diversos investigadores, tales como Winn (1993) han propuesto que la Realidad Virtual aplicada en ambientes de educación puede contribuir con estos factores:

¹ Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Álvaro Obregón #64, Col. Centro, C.P. 78000, San Luis Potosí, S.L.P. México, caedvifa@hotmail.com

² Universidad Politécnica de San Luis Potosí, Urbano Villalón núm. 500, Colonia La Ladrillera, C.P: 78368 San Luis Potosí, S.L.P., 120992@upslp.edu.mx; victor.fernandez@upslp.edu.mx

- Los estudiantes exploran y analizan información utilizando sus sentidos de la vista, oído y tacto. Esto puede contribuir a acortar el tiempo de aprendizaje.
- La realidad virtual facilita la manipulación y análisis de modelos complejos y grandes, que se pueden analizar desde cualquier ángulo y punto de vista.
- La información multisensorial puede apoyar diversos estilos de aprendizaje.
- La realidad virtual puede mejorar la comprensión de información compleja y abstracta, ya que realiza reificación (mostrar de manera concreta conceptos abstractos).
- Los ambientes virtuales en línea (colaborativos) conforman un espacio de trabajo adecuado para que interactúen social y pedagógicamente alumnos, maestros e investigadores.
- Con la realidad virtual, los estudiantes pueden realizar actividades y aprender ciertos conceptos científicos más fácil y rápidamente.

MÉTODOS Y MATERIALES

Para poder hacer que la aplicación sea realista, se utilizó la ecuación 1) para conocer la velocidad terminal a la cual un cuerpo al caer deja de aumentar su velocidad.

$$v = \sqrt{\frac{2 * m * g}{\rho * A * C}} \quad (1)$$

Donde:

- m = es la masa del objeto en caída.
- g = la aceleración ocasionada por la gravedad. En la Tierra, ésta es aproximadamente 9.8 metros sobre segundo al cuadrado.
- ρ = la densidad del fluido a través del cual cae el objeto.
- A = el área proyectada del objeto. Ésta es el área del objeto si la proyectas en un plano perpendicular a la dirección en la que viaja el objeto.
- C = el coeficiente de arrastre. Este número depende de la forma del objeto. Entre más aerodinámica sea la forma, menor el coeficiente.

Para calcular la masa y el área proyectada, se tomó como objeto de estudio una gota de agua, con esto vamos a tener un diámetro máximo y uno mínimo.

Una gota de lluvia puede tener un diámetro mínimo de 0.5 milímetros, como un grano de sal, y un máximo de 6.35 milímetros.

Los resultados obtenidos de dichas ecuaciones fueron introducidos en Unity que es un motor de videojuego multiplataforma creado por Unity Technologies. Unity está disponible como plataforma de desarrollo para Microsoft Windows, OS X y Linux, y permite crear juegos para Windows, OS X, Linux, Xbox 360, PlayStation 3, Playstation Vita, Wii, Wii U, iPad, iPhone, Android y Windows Phone. Gracias al plugin

web de Unity, también se pueden desarrollar videojuegos de navegador para Windows y Mac. Unity tiene dos versiones: Unity Professional y Unity Personal, con esta herramienta se desarrolló la aplicación mencionada utilizando la versión Unity Personal.

A la par de esto se utilizó Oculus rift, los cuales son unos lentes de realidad virtual que están siendo desarrollados por Oculus VR, Oculus comenzó Development Kit 2 (DK2) en julio de 2014.

RESULTADOS

Como producto final se obtuvo la aplicación terminada y se presentó a un grupo de alumnos, en la figura 1 se puede apreciar el entorno creado en unity 3D.

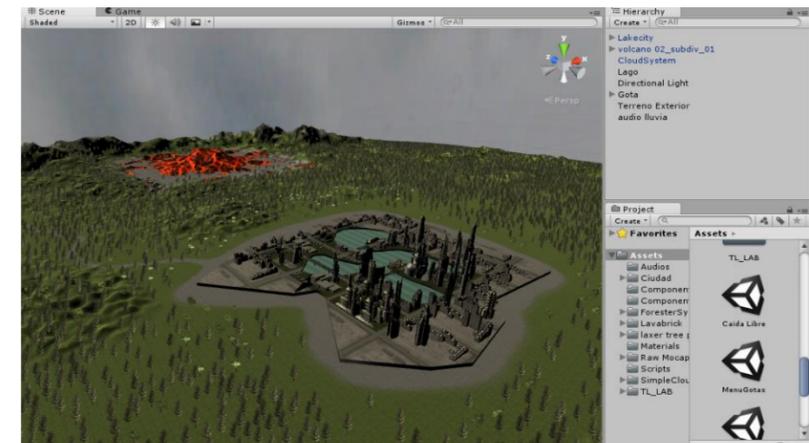


Figura 1) Entorno desarrollado en Unity 3D

El diámetro se elige mediante un menú el cual se puede apreciar en la figura 2.

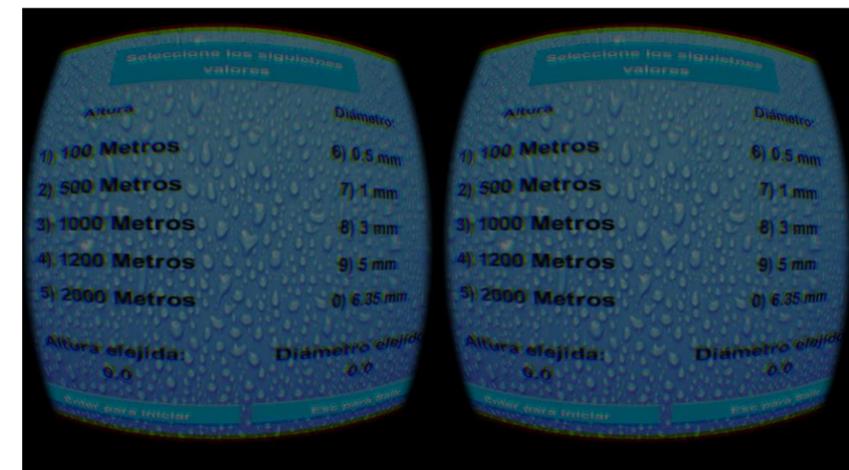


Figura 2). Menú de la aplicación

las velocidades terminales obtenidas para este caso fueron las siguientes:

- Velocidad terminal para el caso de 0.5mm: $3.28 \frac{m}{s}$
- Velocidad terminal para el caso de 6.35mm: $11.70 \frac{m}{s}$

CONCLUSIONES

El alumno puede experimentar de una manera virtual el contexto del problema, lo que le permite comprender mejor los problemas enfocados en la caída libre.

BIBLIOGRAFIA

Libros

- 1) Winn, W. (1993). A Conceptual Basis for Educational Applications of Virtual Reality. Human Interface Technology Laboratory, Washington Technology Center, University of Washington. Reporte técnico no. TR-93-9.

Páginas web:

- 1) <https://es.wikipedia.org/wiki/Aire>
- 2) https://en.wikipedia.org/wiki/Drag_coefficient
- 3) <http://es.m.wikihow.com/calcular-la-velocidad-terminal>
- 4) https://es.wikipedia.org/wiki/Ca%C3%ADda_libre

MODIFICACION FÍSICOQUÍMICA DE MATERIALES ADSORBENTES EMPLEANDO ULTRASONIDO

Villagómez Palma Pedro¹ y Bonilla Petriciolet Adrián²

RESUMEN

En el presente estudio se utilizó un residuo lignocelulósico (flamboyán) como precursor para la síntesis de materiales adsorbentes empleando rutas de preparación asistidas con ultrasonido. Específicamente, el flamboyán se puso en contacto con ácido cítrico y tartárico empleando diferentes concentraciones y posteriormente, se sometió a un tratamiento ultrasónico a diferentes tiempos de contacto. A fin de evaluar el efecto del ultrasonido sobre el flamboyán, se siguió la metodología descrita previamente sin someter al material a la exposición ultrasónica. Se evaluó el desempeño de los adsorbentes obtenidos en la remoción de cobre y níquel en condiciones por lotes. Los resultados obtenidos indican que la máxima capacidad de adsorción para cobre y níquel es de 11.18 y 9.83 mg/g, respectivamente. Dichas capacidades de adsorción se obtuvieron con el material sintetizado con ácido tartárico sin exposición ultrasónica. Adicionalmente, se observó que la capacidad de adsorción obtenida con los materiales sintetizados es inferior a la obtenida con el flamboyán natural.

ABSTRACT

In this study a lignocellulosic residue (flamboyán) was used as a precursor for the synthesis of adsorbent materials using preparation paths assisted with ultrasound. Specifically, the biomass was put in contact with citric and tartaric acid using different concentrations and subsequently, it was subjected to ultrasonic treatment during different contact times. In order to evaluate the effect of ultrasonic treatment on the flamboyán, the same methodology previously described was followed without the ultrasonic exposure. On the other hand, the performance of the obtained adsorbents was evaluated on the removal of copper and nickel ions in batch conditions. The obtained results indicate that the maximum adsorption capacity for copper and nickel is 11.38 and 9.83 mg/g, respectively. These adsorption capacities were obtained with the material synthesized using tartaric acid without ultrasonic exposure. Finally, the adsorption capacity obtained with the synthesized materials is less than that one obtained with the raw flamboyán.

Palabras Clave: Flamboyán, ultrasonido, metales pesados, adsorción.

INTRODUCCIÓN

La tecnología ultrasónica de la cavitación, se ha propuesto como un método alternativo atractivo para el tratamiento de contaminantes debido a sus ventajas. Específicamente esta alternativa es no selectiva y no genera contaminantes secundarios (Wu, 2013). Bajo este contexto en el presente proyecto se propuso desarrollar materiales adsorbentes que sean capaces de remover contaminantes prioritarios del agua como el cobre y el níquel empleando rutas de preparación asistidas con ultrasonido. Dichos metales fueron seleccionados ya que al ser altamente solubles en agua, representan un riesgo para el organismo humano y el ambiente (Rubio Clemente, Chica Arrieta, Peñuela Mesa, 2013).

¹ Instituto Tecnológico de Celaya, Departamento de Ingeniería Química; Antonio García Cubas 600 y Av. Tecnológico, Alfredo V. Bonfil, C.P: 38000, Celaya, Guanajuato, pedro_villapalma@hotmail.com

² Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Departamento de Ingeniería Química; Av. Adolfo López Mateos Ote. No. 1801 Fracc. Bona Gens C.P: 20256, Aguascalientes, Aguascalientes, petriciolet@hotmail.com

MÉTODOS Y MATERIALES

Preparación de la biomasa.

Partiendo de la biomasa limpia y seca, se tomaron 0.5 gramos y se pusieron en contacto con 10 mL de ácido (tartárico o cítrico) empleando concentraciones 0.5 y 2.0 M, para después ser expuestos a tratamiento ultrasónico durante diferentes tiempos de contacto (5, 15 y 60 minutos). Para evaluar el efecto que causa el ultrasonido sobre la biomasa, se hicieron las mismas pruebas, sin la exposición ultrasónica. Transcurrido el tiempo de contacto entre la biomasa y el ácido, el material fue separado de la solución ácida mediante filtración y se sometió a un proceso de secado a 50°C por un tiempo de 24 horas.

Experimentos de adsorción de cobre y níquel en solución acuosa

Con el objetivo de cuantificar la capacidad de adsorción de los adsorbentes obtenidos, se realizaron experimentos de adsorción en condiciones por lotes durante 24 horas a 30 °C, pH 5 y 120 rpm empleando 0.25 g de adsorbente y 10 mL de soluciones de cobre y níquel con concentración inicial de 200 mg/L. Una vez transcurrido el tiempo de agitación, se separó la solución mediante filtración y la concentración de los metales fue determinada mediante absorción atómica. Los datos experimentales obtenidos se utilizaron para calcular la capacidad de adsorción (q) de los diferentes adsorbentes empleando la siguiente ecuación

$$q = \frac{(C_0 - C_e)v}{m} \quad (1)$$

dónde: C_0 y C_e representan la concentración inicial y en el equilibrio, respectivamente, ambas expresadas en mg/L, v representa el volumen de la solución expresada en litros y m representa la cantidad de masa de adsorbente empleado, expresado en gramos.

RESULTADOS

Con fines ilustrativos en la Figura 1 se muestran las capacidades de adsorción para níquel (a) y cobre (b) obtenidas con algunos de los materiales sintetizados.

Como se puede apreciar, en general la capacidad de adsorción es inferior a la obtenida con el material sin tratamiento alguno (blanco). Por otra parte, se observa que la capacidad de adsorción de los materiales que no se expusieron al ultrasonido es generalmente mayor a la obtenida con los materiales tratados ultrasónicamente.

Para el caso del níquel, la capacidad máxima registrada fue de 8.34 mg/g y se obtuvo con el material tratado con ácido tartárico 2 M por un tiempo de exposición ultrasónica de 1 hora. En el caso del cobre, la capacidad máxima de adsorción que se registró fue de 11.18 mediante el material sintetizado con ácido tartárico sin exposición ultrasónica.

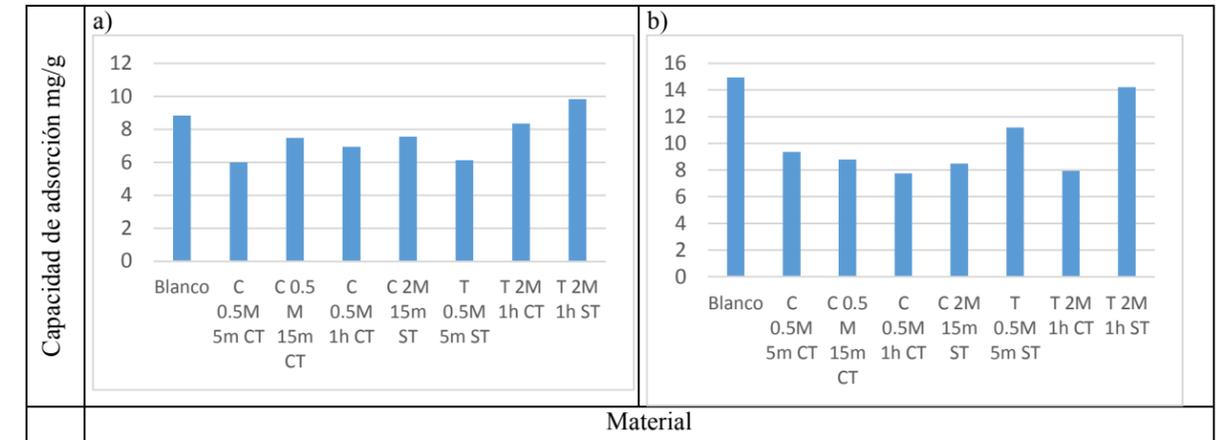


Figura 1. Capacidades de adsorción de Níquel (a) y Cobre (b) empleando flamboyán tratado con ácido cítrico (C) y tartárico (T) con concentración 0.5 M y 2 M, con tratamiento (CT) y sin tratamiento (ST) ultrasónico y tiempos de contacto de 5 (5m), 15 (15m) y 1 hora (1 h).

Rótulos de las figuras 1 y 2: el material tratado con ácido cítrico empleando una concentración 0.5 M y un tiempo de contacto de 5 minutos (C 0.5 M 5 m); el material tratado con ácido cítrico empleando una concentración 0.5 M y un tiempo de contacto de 15 minutos (C 0.5 M 15 m); el material tratado con ácido cítrico empleando una concentración 0.5 M y un tiempo de contacto de 1 hora (C 0.5M 1 h); el material tratado con ácido cítrico empleando una concentración 2 M y un tiempo de contacto de 15 minutos sin exposición a ultrasonido (C 2 M 15 m su); el material tratado con ácido tartárico empleando una concentración 0.5 M y un tiempo de contacto de 5 minutos sin exposición a ultrasonido (T 0.5 M 5 m su); el material tratado con ácido tartárico empleando una concentración 2 M y un tiempo de contacto de 60 minutos sin exposición a ultrasonido (T 2 M 60 m su); el material tratado con ácido tartárico empleando una concentración 2 M y un tiempo de contacto de 60 minutos (T 2 M 1 h).

CONCLUSIONES

La capacidad de adsorción del flamboyán se ve afectada cuando este se somete a un tratamiento ácido. En forma particular se observa un decremento en dicho parámetro y este efecto se enfatiza más cuando la biomasa se expone a tratamiento ultrasónico. Además, se observó que el níquel es más sensible que el cobre. Finalmente, los resultados muestran que el uso del flamboyán tratado con ácido tartárico o cítrico no representa ninguna mejora significativa para la adsorción de níquel o de cobre en solución acuosa.

BIBLIOGRAFIA

BARAKAT, M.A. (2011). "New trends in removing heavy metals from industrial wastewater" en *Arabian Journal of Chemistry*, No. 4, pp. 361-377. Consultada en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878535210001334> (fecha de consulta 18-07-2016).

Ainhoa Rubio Clemente; Edwin Lenin Chica Arrieta; Gustavo Antonio Peñuela Mesa. (2013). "Procesos de tratamiento de aguas residuales para la eliminación de contaminantes orgánicos emergentes" en *Rev. Ambient. Agua*, Núm. 8. Consultada en http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-993X2013000300008 (fecha de consulta 20-07-2016).

Wu, T.Y.; Guo, N.; Teh, C.Y.; Hay, J.X.W; *Advances in Ultrasound Technology for Environmental Remediation*, 2013.

RESISTENCIA A LA CORROSIÓN LOCALIZADA Y UNIFORME DE ACERO INOXIDABLE DÚPLEX Y SUPERDÚPLEX ENVEJECIDO TÉRMICAMENTE: PARTE II, CORROSIÓN UNIFORME DE ACERO INOXIDABLE DUPLEX 2205 Y SUPERDUPLEX ZERON 100

Jesús Ernesto Villasana Alarcon¹ y Marco Arturo García Rentería²

RESUMEN

En este trabajo, se analizó el efecto de la presencia de la fase sigma en la resistencia a la corrosión uniforme. El experimento se llevó a cabo realizando un tratamiento térmico de envejecido a 850 °C de los acero inoxidable dúplex (AID) 2205 y superdúplex (AISD) Zeron 100 por diferentes tiempos (5, 15 y 30 minutos) en el rango crítico de precipitación de fase sigma. Las pruebas electroquímicas realizadas consistieron en evaluar la resistencia a la corrosión uniforme en el pico máximo de corriente anódica en una solución acuosa 4.2 % NaOH + 2 % NaClO, siendo este medio utilizado en la industria de la pulpa y papel para el proceso de blanqueo. Se realizaron metalografías por microscopía óptica convencional después del ensayo electroquímico. De los resultados, se observó que a medida que aumenta el tiempo de permanencia del tratamiento térmico disminuye la resistencia a la corrosión de la fase ferrítica en ambos materiales.

ABSTRACT

In this study, the effect of the presence of the sigma phase in uniform corrosion resistance was analyzed. The experiment was carried out by ageing heat treatment at 850 °C of 2205 duplex stainless steel (DSS) and superduplex stainless steel (SDSS) Zeron 100 for different times (5, 15 and 30 minutes) in the critical range of sigma phase precipitation. Electrochemical tests were performed to evaluate the resistance to uniform corrosion at the maximum activation anodic current peak in an aqueous solution 4.2% NaOH + 2% NaClO, being this medium used in the pulp industry and paper bleaching process. Microstructures were obtained by optical microscopy after electrochemical test. From the results, it was observed that as increasing the exposure time of heat treatment, the corrosion resistance of the ferritic phase in both materials decreases.

Palabras Clave: Acero inoxidable dúplex, Acero inoxidable superdúplex, corrosión uniforme.

INTRODUCCIÓN

Los aspectos que se relacionan con la corrosión general de los AID y AISD se refiere siempre a la posibilidad de la disolución selectiva de la fase menos resistente a la corrosión, en este caso, en términos de la condición del material se pueden generar efectos galvánicos microscópicos por la segregación elemental como ocurre en soldaduras con una microestructura en condición de fundición [1], por lo que en el análisis de este tipo de corrosión en AID y AISD, las pequeñas diferencias en composición química de las fases austenita y ferrita características de estos aceros, pueden generar este efecto en medios agresivos en presencia de iones Cl⁻, ya que en otros medios oxidantes la cantidad de Cr y Mo de estas aleaciones permiten la estabilidad de la capa pasiva [2, 3]. Respecto del Ni se ha encontrado que genera que contribuye formando una película sobresaturada de este elemento en la interfase óxido-metal, donde en presencia de N en la aleación forma nitruros de Ni [4], aunque aún se especula sobre su efecto además

¹ Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia; Carr. 57, km.5, C.P: 25710, Monclova, Coahuila, chuyvillasana@hotmail.com

² Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia; Carr. 57, km.5, C.P: 25710, Monclova, Coahuila, marcogarciarenteria@uadec.edu.mx

de estabilizar a la fase γ . El efecto de la disolución selectiva de la fase menos resistente se ha estudiado en aleaciones de AID y AISD, se ha observado que la velocidad de corrosión de las fases δ y γ es similar [5] a pesar de que a altos potenciales anódicos, la fase γ facilita la disolución anódica de la fase δ debido a que esta última es alrededor de 100 mV menos noble que la fase γ en medios ácidos.

Lo anterior correlaciona con las observaciones donde en la transición activo-pasivo en la polarización de AISD y AID describen la presencia de dos picos separados en la región anódica correspondientes el de menor potencial al de la fase δ y a mayor potencial el de la fase γ [6, 7]. Así mismo, se ha reportado que el efecto de la presencia de fases detrimentales reduce la resistencia a la corrosión en el límite de grano de la fase δ , donde precipita la fase σ cuando se lleva un TT a 850 °C [8]. Por estos factores, resulta interesante evaluar el efecto del envejecido de estos materiales a 850 °C en su comportamiento a la corrosión en una solución utilizada en el blanqueo para industrias de la pulpa y papel.

MÉTODOS Y MATERIALES

Se cortaron probetas de AID y AISD (1 x1.5 x 1 cm) en condición de laminado y en condición de fundición respectivamente, posteriormente se realizó un tratamiento térmico de envejecido a 850 °C con tiempos de permanencia de 5, 15 y 30 minutos y enfriamiento al aire para ser comparadas con los metales base (MB). La composición química de los MB se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición química de los materiales base en por ciento en peso.

Material	C	P	Si	Ni	Cu	N	Mn	S	Cr	Co	Mo	Fe
2205	0.016	.002	0.40	5.72	0.15	0.17	1.37	0.001	22.420	0.240	3.130	Bal.
ZERON 100	0.035	.021	0.816	6.62	0.85	0.21	1.35	0.007	23.94	0.22	4.16	Bal.

La resistencia a la corrosión uniforme se llevó a cabo en las muestras metálicas con pruebas electroquímicas potencioestáticas en el pico máximo de corriente anódica de activación, justo en la zona de transición de activo-pasivo como se muestra en la Figura 1 a, para determinar qué fase es la que tiene una mayor actividad de disolución.

Para esto, las muestras metálicas se embebieron en resina epóxica, conectando un alambre de cobre en la cara posterior de la muestra para hacer la conexión eléctrica y formar la celda electroquímica convencional de tres electrodos Figura 1b.

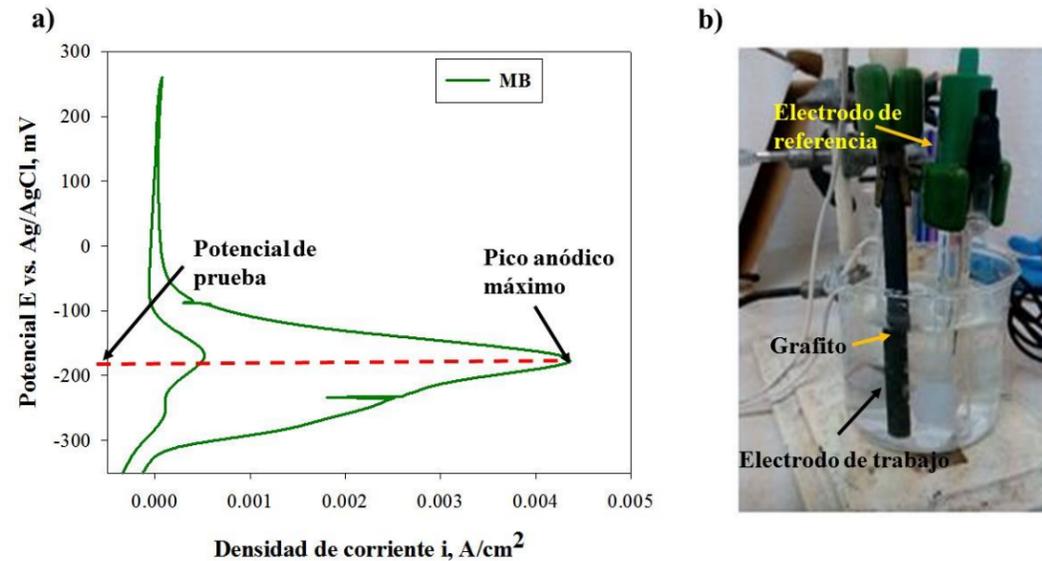


Figura 1. Prueba de resistencia a la corrosión uniforme. a) Metodología de análisis a partir de las de polarización anódica por DL-EPR, b) disposición experimental de la celda electroquímica convencional.

Las muestras de AID y AISD se utilizaron 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 desbastó con papel de carburo de silicio hasta una granulometría 1200, se enjuagaron con agua y se desengrasaron con acetona.

Para determinar la resistencia a la corrosión uniforme, se utilizó la técnica de reactivación electroquímica potenciocinética de doble ciclo (DL-EPR) para determinar el pico máximo de activación de disolución anódica como se muestra en la Figura 1 a, utilizando una solución acuosa 4.2% NaOH + 2% NaClO abierto al aire y $30 \pm 1^\circ \text{C}$, una velocidad de barrido de 1 mV/s hasta 600 mV vs. Ag/AgCl. Una vez establecido el potencial del pico máximo de disolución anódica en la región de transición, se realizaron pruebas potenciostáticas en el mismo electrolito. Las pruebas se realizaron en superficies con áreas aproximadas a 1 x 1 cm. La polarización anódica potenciostática se hizo durante 900 s, con potenciales de $\sim 150 \text{ mV}$ a circuito abierto utilizando un equipo Potenciostato/Galvanostato Gill ACM. Posterior a la prueba electroquímica, las muestras se analizaron en el MO para observar el daño y localizar las regiones donde este ocurrió.

RESULTADOS

De los resultados de este trabajo se observó que el efecto del tratamiento térmico en términos del efecto en la permanencia a 850°C , la estructura presenta láminas alternas de las fases austenita (blanca) y ferrita (coloraciones marrones y cafés) en el AID, mientras que en el AISD, la microestructura consiste de la islas de austenita dentro de la matriz de ferrita. En la identificación de la fase sigma por MO, se ve un cambio marrón cerca de los límites de granos entre la ferrita y la austenita, la cual corresponde a la fase sigma.

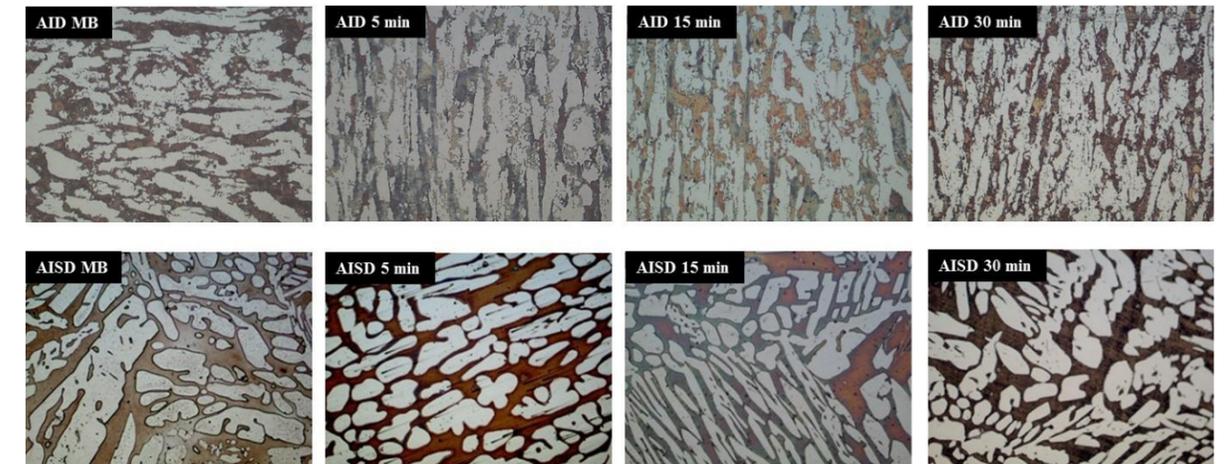


Figura 2. Microestructuras obtenidas con y sin tratamiento térmico del AID 2205 y AISD ZERON 100. Micrografías adquiridas a 200X.

Las curvas de polarización anódica potenciostática se muestran en las gráficas de la Figura 3. Se observa de este análisis que el AISD, Figura 3 b, presenta menor densidad de corriente en la disolución anódica en comparación con las curvas observadas para el AID, Figura 3 a, aún envejecidas a los diferentes tiempos. Por otro lado, se observa que las condiciones expuestas a 5 y 30 minutos, no se pasivan, incrementando la disolución másica de la fase menos noble. Estos resultados indican entonces que el efecto en el material tratado termomecánicamente y el menor contenido de cromo y molibdeno, se reflejan en una mayor susceptibilidad a la corrosión selectiva. De la misma forma, puede apreciarse en la Figura 3 a, que en el AISD, las muestras tratadas térmicamente por 5 y 30 minutos presentan mayor disolución. En términos de carga, lo cual corresponde a la densidad de corriente multiplicada por el tiempo, y al observar cualitativamente las curvas, el área debajo de ellas, es menor para los metales base, sin embargo un envejecido de 5 minutos muestra una disminución de esta área en ambos materiales indicando menos disolución.

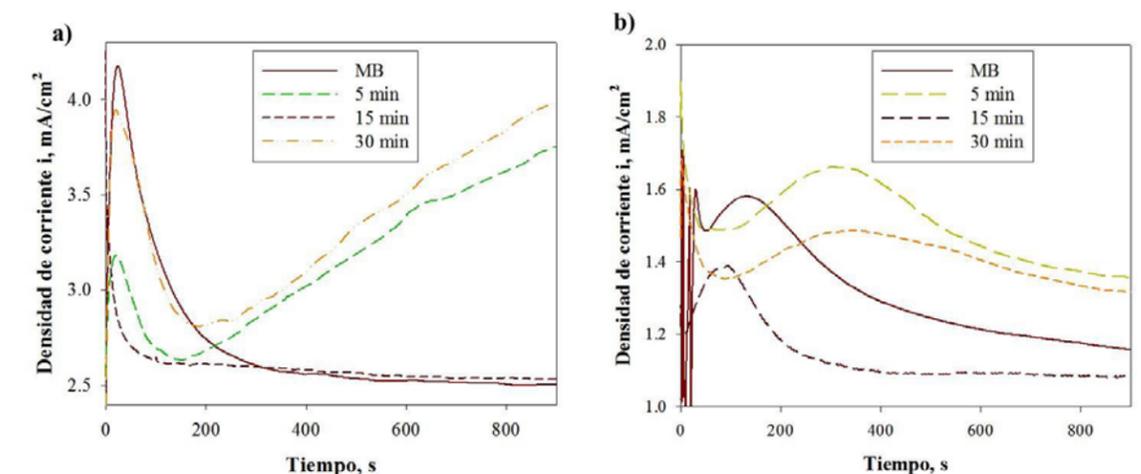


Figura 3. Curvas DL-EPR obtenidas de los materiales base y tratados térmicamente. a) AID, b) AISD.

Las imágenes de la Figura 4 muestran cómo se llevó a cabo el daño selectivo de la fase ferrita, lo que indica que es menos noble que la fase austenita y sigma, principalmente en las muestras tratadas térmicamente durante 5 y 30 minutos, correlacionando este daño con los datos de las pruebas potencioestáticas, este efecto puede ser atribuido a que la fase sigma tiene una mayor cantidad de cromo y molibdeno, mientras que la presencia de nitrógeno en la austenita mejora su resistencia a la corrosión de acuerdo a la literatura [7].

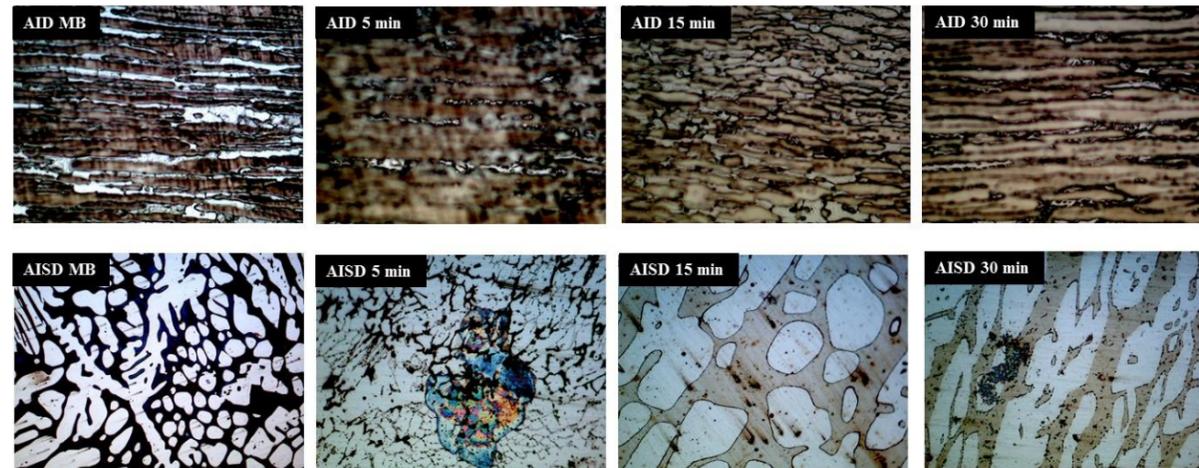


Figura 4. Microestructuras obtenidas con y sin tratamiento térmico del AID 2205 y AISD ZERON 100 después de las pruebas potencioestáticas. Micrografías adquiridas a 500X.

CONCLUSIONES

- De las pruebas potencioestáticas se pudo determinar que la fase más susceptible a la corrosión uniforme es la ferrita en ambos materiales, esta prueba además nos permitió evaluar cuál es el efecto de la precipitación de fases detrimentarias como la fase sigma, observándose que esta fase promueve una mayor disolución anódica, posiblemente por el incremento de la diferencia de potencial entre ambas fases.

BIBLIOGRAFIA

- [1] A. Wahid, D.L. Olson, D.K. Matlock., Corrosion of weldments, ASM Handbook, 6 (1996) 1065-1069.
- [2] A.J. Sedriks, Effects of alloy composition and microstructure on the passivity of stainless steels, Corrosion-NACE, (1985) 376s-389s.
- [3] A.J. Sedriks, Corrosion of stainless steels, Second ed., John Wiley and Sons, 1996.
- [4] C.O.A. Olsson, D. Landolt, Passive films on stainless steels-chemistry, structure and growth, Electrochimica Acta, 48 (2003) 1093s-1104.
- [5] E. Symniotis, Galvanic effects on the active dissolution of duplex stainless steel, Corrosion, 46 (1990) 2-12.

- [6] A.J. Aldykiewicz-JR, H.S. Isaacs, Dissolution characteristics of duplex stainless steels in acidic environments, Corrosion Science, 40 (1998) 1627-1646.
- [7] H. Hwang, G. Lee, S. Jeon, Y. Park, Selective dissolution characteristics of 26Cr-7Ni-2.5Mo-3W duplex Stainless Steel in H₂SO₄/HCl mixed solution, Materials Transactions, 50 (2009) 1214-1218.
- [8] H. Hwang, Y. Park, Effects of heat treatment on the phase ratio and corrosion resistance of duplex stainless steel, Materials Transactions, 50 (2009) 1548-1552.

ELABORACION DE PELICULAS DELGADAS POR LA TECNICA SOL-GEL

Damián Vite González¹ y Dra. Mónica Trejo Durán²

RESUMEN

Se utilizaron técnicas de sol-gel y recubrimiento por inmersión para fabricar películas delgadas de sílice embebidas con colorantes orgánicos. Las películas obtenidas fueron caracterizadas con técnicas espectroscópicas para determinar sus propiedades ópticas.

Los colorantes fueron obtenidos de la flora local. Se extrajeron moléculas con grupos cromóforos de los pétalos de las flores de diversas especies con etanol. Se realizaron mediciones de absorción en Uv-Vis de los colorantes extraídos en etanol para determinar sus propiedades ópticas.

Las películas obtenidas fueron analizadas por espectroscopía de absorción de Uv-Vis y transmitancia por FTIR. Se observó que las películas elaboradas presentan propiedades ópticas similares a las de los colorantes orgánicos con las que fueron embebidas.

ABSTRACT

Sol-gel and dip-coating techniques were used to develop thin silica films embedded with organic dyes. The films were subsequently characterized with spectroscopic techniques to determine its optical properties.

Organic dyes were obtained from local flora. Chromophores were extracted from the selected flowers with ethanol. Uv-Vis absorption measurements of the resulting ethanol took place to study the optical properties of the extracted dyes.

The resulting films were also analyzed by absorption spectroscopy in the Uv-Vis range and transmittance by FTIR. It was noticed that the resulting films and the organic compounds extracted have similar absorption peaks in the spectrum.

Palabras clave: Sol-gel, thin film, chromophore, Uv-Vis, FTIR, organic dye.

INTRODUCCIÓN

La técnica de sol-gel ha sido utilizada ampliamente para la elaboración de películas y recubrimientos en el pasado, principalmente debido a su bajo costo y versatilidad. Esta técnica permite la inmovilización o adición de diversos componentes a la película para obtener diversas propiedades y aplicaciones [1-5] [10]. La actividad óptica de las películas obtenidas por este método, en relación a los compuestos que se le han embebido a la película, también ha sido estudiada por métodos espectroscópicos [7]. Los espectros de absorción de compuestos cromóforos orgánicos, así como las propiedades ópticas no lineales de los cristales de sílice, han sido estudiados con técnicas espectrométricas. [8-10]

La técnica de dip-coating se ha utilizado para la elaboración de películas de diversos materiales. En el caso de la sílice, esta técnica nos brinda el beneficio de ser de muy bajo costo y nos brinda películas de un grosor relativamente uniforme. Al utilizar la técnica de sol-gel en conjunto con el método de dip-coating, podemos tener condiciones de operación sencillas y de bajo costo [6,10].

¹ Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ingeniería, Cerro de Las Campanas s/n, Las campanas, C.P: 76010, Santiago de Querétaro, Querétaro, damian.vite7@gmail.com

² Universidad de Guanajuato, Departamento de Estudios Multidisciplinarios, División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca, Av. Universidad s/n, Yacatitas, C.P: 38940, Yuriria, Guanajuato, montredur@gmail.com

MARCO TEÓRICO

El proceso sol-gel es un método de fabricación de materiales a partir de óxidos. El proceso consiste en la conversión de monómeros de una solución coloidal (sol) en una red de partículas discretas (gel). La solución de partículas coloidales evoluciona en un gel al irse evaporando gradualmente el solvente, lo que permite manipular la solución de diversas maneras para obtener el producto deseado, ya sean fibras, películas, cerámicos, etc. Durante la etapa de gelificación es posible adicionar compuestos que quedarán embebidos en la red del gel una vez que el solvente se haya evaporado. Debido a su bajo costo y baja temperatura de operación, es un método ideal para la obtención de películas delgadas. [8] El método dip-coating nos brinda películas delgadas de grosor relativamente uniforme al ser combinado con la técnica sol-gel. El sustrato es sumergido en la solución, y al irse evaporando el solvente, la red del gel se adhiere al sustrato formando una película. Diversos parámetros afectan la formación de la película, como número de inmersiones, temperatura, presencia de contaminantes y calidad de la solución. [7-9].

Los colorantes orgánicos presentes en diversas plantas han sido estudiados en el pasado por sus componentes cromóforos. La estabilidad de estas moléculas al ser extraídas, permite utilizarlas para diversos fines. Los componentes cromóforos de estas moléculas son de interés debido a que pueden presentar propiedades no lineales, las cuales tienen múltiples aplicaciones en la optoelectrónica. [8-9].

METODOLOGÍA

Se recolectaron muestras de pétalos y hojas de pelargonium hortorum (geranio rojizo), zantedeschia aethiopica (alcatraz blanco) y bougainvillea glabra (buganvilia morada). Se realizaron pruebas de espectroscopia por reflectancia de los pétalos en el Uv-Vis.

Las hojas y flores fueron pesadas y para la extracción del colorante orgánico fueron colocadas en un frasco de vidrio con 5ml de alcohol etílico absoluto de Karal, S.A. de C.V., reposando por 24 horas (ver figura 1-3).



Figura 1: Geranio



Figura 2: Buganvilia



Figura 3: Alcatraz

Se realizaron pruebas de reflectancia en Uv-Vis a los pétalos al recolectarlos y también después de la extracción del colorante con etanol. Posteriormente a cada concentrado de color en etanol se le realizó un análisis espectroscópico por absorción en Uv-Vis.

La preparación de la solución se llevó a cabo mezclando 3 ml de tetraetil ortosilicato (TEOS) de Sigma Aldrich con 3 ml del concentrado de colorante en agitación, a una temperatura de 55° C por 50 minutos. A continuación se les agrego 0.1 ml de ácido nítrico de Karal S.A de C.V. y 15 minutos después 0.7 ml de agua destilada por goteo. Se dejó agitando 15 minutos más y finalmente se dejó reposar por media hora. Para la elaboración de las películas se limpiaron con agua destilada cubreobjetos de vidrio PYREX como sustratos, y fueron colocados en el sistema de dip-coating, sumergiéndose 1200 veces con un tiempo de inmersión de 15 segundos (Ver figura 4).



Figura 4: Equipo de dip-coating



Figura 5: Películas resultantes

Se obtuvieron dos sustratos con película por cada solución preparada (ver figura 5). La mitad de las películas resultantes fueron sometidas a un tratamiento térmico a 60°C por 10 horas, con rampas de calentamiento y enfriamiento de 7 horas cada una. Finalmente las películas fueron caracterizadas por espectroscopia de absorción en Uv-Vis y transmitancia en el IR para determinar sus propiedades ópticas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron ocho películas en total, dos por cada especie de planta utilizada y dos películas blanco. Las fotos tomadas con un microscopio óptico (aumento de 5x) de las películas embebidas con los colorantes se muestran en las figuras de la 6 a la 11.

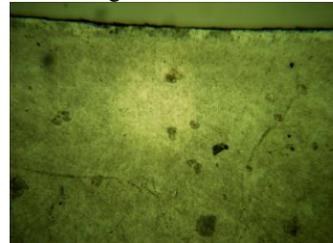


Figura 6: Película con colorante extraído del Geranio sin tratamiento térmico.

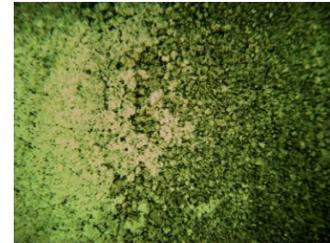


Figura 7: Película con colorante extraído del Geranio con tratamiento térmico.

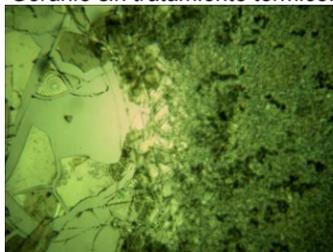


Figura 8: Película con colorante extraído de la Buganvilia sin tratamiento térmico.

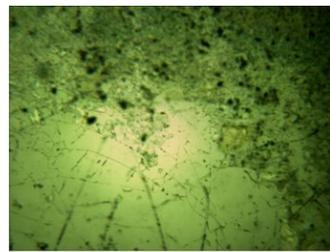


Figura 9: Película con colorante extraído de la Buganvilia con tratamiento térmico.

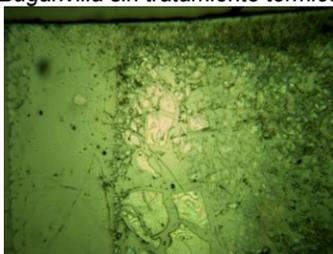


Figura 10: Película con colorante extraído del Alcatraz sin tratamiento térmico.

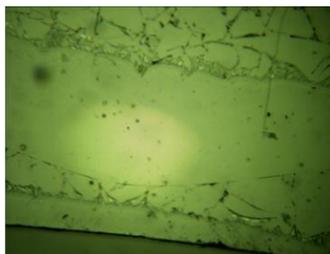


Figura 11: Película con colorante extraído del Alcatraz con tratamiento térmico.

En las figuras de la 6 a la 11 se puede observar que las películas no son homogéneas. En todas la película se formó adecuadamente en la parte inferior del sustrato, mientras que en la parte central y superior la película parece quebrada, y en todas se observa la presencia de acumulación de compuestos orgánicos. El tratamiento térmico parece no tener un efecto significativo en la morfología de las películas, la principal diferencia es que en las películas sin tratamiento aún se observan depósitos de solvente como gotas atrapadas en la película, y en las que llevaron tratamiento térmico no se observan restos de solvente.

De las pruebas de reflectancia de los pétalos (Fig. 12 y 13), tanto previo como posterior a la extracción, se observa que la reflectancia se reduce después de que los pétalos fueran sumergidos en etanol en las regiones del espectro que corresponden al color de cada pétalo, lo cual nos indica que el colorante fue extraído exitosamente.

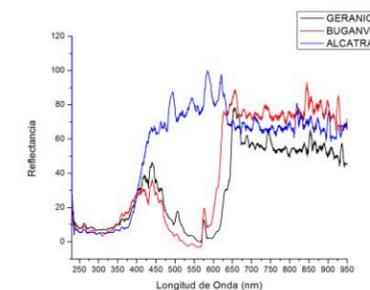


Figura 12: Reflectancia de los pétalos en UV-vis previo a la extracción del colorante.

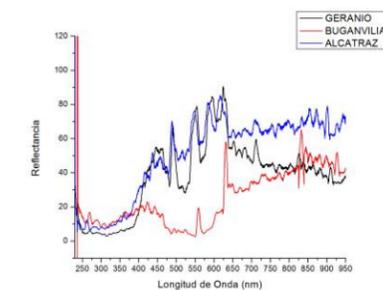


Figura 13: Reflectancia de pétalos en UV-vis posterior a la extracción del colorante.

Se realizó el análisis espectroscópico del concentrado de colorante en etanol con un espectrofotómetro de Uv-Vis. Se obtuvieron los espectros de la figura 14, obtenidos de la forma mostrada en la figura 15. Se observa que los colorantes extraídos del geranio no absorben en 450 nm y por arriba de 600 nm, la buganvilia absorbe en el UV-vis hasta los 600nm y un pico en 675 nm, acorde a los colores de los pétalos, y el alcatraz no presenta una absorción en la región del espectro visible, acorde con su color blanco.

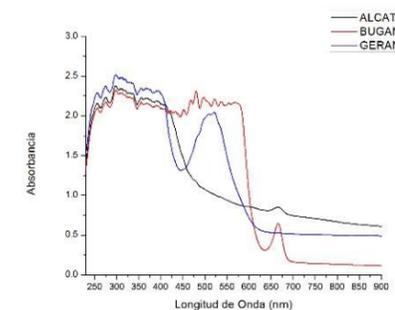


Figura 14: Absorbancia de los concentrados en etanol en UV-vis



Figura 15: Equipo empleado para la medición de la absorbancia de las películas en el Uv-Vis.

De las pruebas de absorbancia en el Uv-Vis se obtuvieron las gráficas mostradas en las figuras 16 y 17, para las películas sin tratamiento térmico y con tratamiento respectivamente. En la figura 16 se observa que las películas presentan leves regiones donde no absorben radiación electromagnética, en el caso de las películas con colorante de buganvilia se observa un pico ancho desde 375 hasta 500 nm, la película con colorantes del alcatraz nos da un espectro parecido al de la película blanco, acorde con su color, y la película con colorante del geranio tiene un muy leve pico donde no absorbe en la región del color rojo. A

comparación entre las películas con tratamiento térmico y sin tratamiento térmico, se observa que las propiedades ópticas de las películas con colorantes de geranio y buganvilia no cambian significativamente, pero la película de alcatraz presenta unos picos de absorción diferentes después del tratamiento térmico.

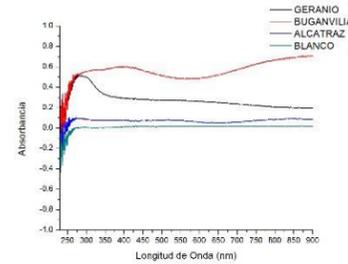


Figura 16 Absorbancia de las películas sin tratamiento térmico en UV-vis.

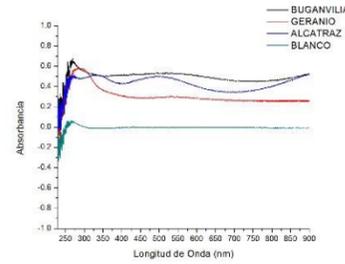


Figura 17: Absorbancia de las películas con tratamiento térmico en UV-vis.

A continuación se presentan los espectros de transmitancia en el IR de las películas en las figuras 18 y 19. Se observan los picos característicos de compuestos orgánicos en los espectros tanto de las películas con tratamiento como las que no tienen tratamiento térmico. Se observa que de nuevo, la película con colorantes de alcatraz cambia sus picos de absorción después del tratamiento térmico, en este caso en la región entre los 1600 y los 2400 nm.

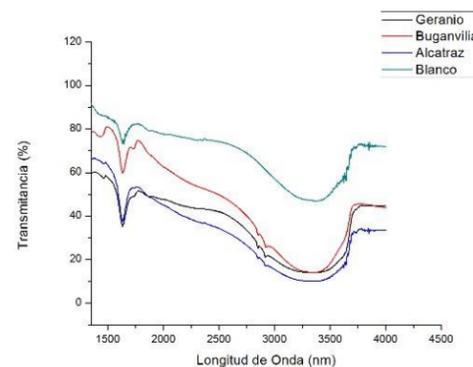


Figura 18: Transmitancia de las películas sin tratamiento térmico en el IR.

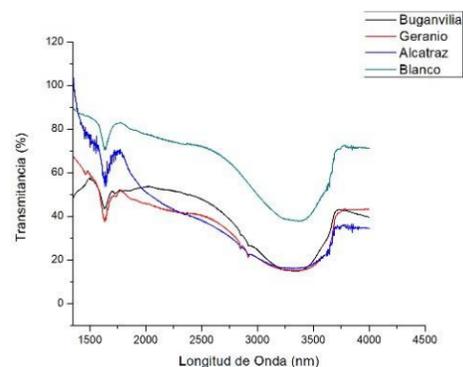


Figura 19: Transmitancia de las películas con tratamiento térmico en el IR.

CONCLUSIONES

Se obtuvieron películas embebidas con colorantes orgánicos y fueron estudiadas por técnicas espectroscópicas. La mitad de las películas fueron sometidas a un tratamiento térmico y se compararon sus propiedades ópticas con las que no recibieron tratamiento. Se utilizaron las técnicas de sol-gel y dip-coating para la elaboración de estas películas, lo que resultó en películas que no fueron completamente homogéneas.

Las fotografías en el microscopio óptico revelan que las películas tienen una morfología quebrada, probablemente debida a la rapidez con la cual se secó el gel con el que se formó la película. Se evaluaron las propiedades ópticas de las películas obtenidas por absorción en el Uv-Vis y transmitancia en el IR. Se observó que las películas conservaron las propiedades ópticas de los colorantes orgánicos con las cuales

fueron embebidas, aunque también se observó la presencia de compuestos orgánicos contaminantes en las mismas, los cuales interfirieron en la medición de una de las películas; un proceso de purificación de los colorantes deseados podría solucionar este problema.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] DAN, D. (2007). "Immobilization of acetylcholinesterase on gold nanoparticles embedded in sol-gel film for amperometric detection of organophosphorous insecticide" en *Biosensors and Bioelectronics*, Núm. 1, Vol. 23, Agosto. [pp. 130-134].
- [2] WANG, Q. (2004). "Hydrogen peroxide biosensor based on direct electrochemistry of hemoglobin immobilized on carbon paste electrode by a silica sol-gel film" en *Sensors and Actuators B: Chemical*, Núm. 1, Vol. 99, Julio-Octubre, [pp. 50-57].
- [3] WANG, B. (1999). "Sol-Gel Thin-Film Immobilized Soybean Peroxidase Biosensor for the Amperometric Determination of Hydrogen Peroxide in Acid Medium" en *Analytical Chemistry*, Núm. 10 Vol. 71, Mayo, [pp. 1935-1939].
- [4] LIA, T. (2004). "Development of an amperometric biosensor based on glucose oxidase immobilized through silica sol-gel film onto Prussian Blue modified electrode" en *Sensors and Actuators B: Chemical*, Núm 1 y 2, Vol. 101, Junio, [pp. 155-160].
- [5] McEVOY, A. K. (1996). "Dissolved oxygen sensor based on fluorescence quenching of oxygen-sensitive ruthenium complexes immobilized in sol-gel-derived porous silica coatings" en *The Analyst*, Núm. 1, Vol. 121 Junio, [pp. 785-788].
- [6] INNOCENZI, P. (1997). "Fluorescence Properties of the Ru(bpy)₃²⁺ Complex Incorporated in Sol-Gel-Derived Silica Coating Films" en *J. Phys. Chem. B*, Núm. 13, Vol. 101, Diciembre. [pp. 2285-2291].
- [7] CHERNOVA, R.K. (1985). "Effect of some colloid surfactants on spectrophotometric characteristics of metal chelates with chromophore organic reagents" en *Zhurnal Analiticheskoy Khimii*, Núm, 8, Vol. 32, [pp. 1477-1486].
- [8] AYNIR, D. (1985). "Organic fluorescent dyes trapped in silica and silica-titania thin films by the sol-gel method. Photophysical, film and cage properties" en *Journal of Non-Crystalline Solids*, Núm. 2-3, Vol. 74, Noviembre, [pp. 395-406].
- [9] FUKUMI, K. (1991). "Au⁺-Ion-Implanted Silica Glass with Non-Linear Optical Property" en *Japanese Journal of Applied Physics*, Núm. 4B, Vol. 30-2.
- [10] DE LA TORRE, G. (1998). "Phthalocyanines and related compounds: organic targets for nonlinear optical applications" en *J. Mater. Chem.*, Núm. 8, Vol. 8, Mayo, [pp. 1671-1683].

AGRADECIMIENTOS

En este trabajo agradecemos a nuestros padres y familiares por el apoyo que nos han dado durante el transcurso de la estancia de investigación.

A la Universidad de Guanajuato y al comité organizador del 18° Verano de la Ciencia Región Centro por brindar el espacio y los medios para el desarrollo de este proyecto.

De igual manera a la Dra. Mónica Trejo Durán, quien propuso y nos guió durante la realización del presente trabajo.

FORMULACIÓN DE AGREGADOS MULTI ENZIMÁTICOS CON ACTIVIDAD HIDROLÍTICA SOBRE RASTROJOS

Jesús Hector Wong Lizarraga¹ y Aldo Amaro Reyes²

RESUMEN

Se tiene una fermentación sólida utilizando como soporte el olote de maíz con diferentes contenidos de humedad (60,70 y 80%), para medir su actividad enzimática con almidón en pH 5, para su posterior análisis de temperatura óptima utilizando el software JMP para la reducción de materiales, creando conciencia del desecho de los laboratorios, ahí se hizo una matriz cuadrática con la cual se obtuvo la temperatura óptima de 78° C y también nos dio una concentración de genipino óptima para el entrecruzamiento de las enzimas de 0.60%, para después probar su actividad a diferentes pH de 3 a 9, al hacer las comparaciones nos dio un pH óptimo de 6 que fue en el que más se tuvo absorbancia para poder concluir que estas enzimas hidrolíticas tienen aplicación de investigación e industrial.

ABSTRACT

It has a solid fermentation using as support corn cob different moisture contents (60,70 and 80%), to measure its enzyme activity at pH 5 starch , for further analysis of optimum temperature using JMP software for reducing materials, creating awareness of waste from laboratories , there was a quadratic matrix with which the optimum temperature of 78 ° C was obtained and also gave us a concentration of optimal genepino for cross-linking enzymes 0.60 % for then test their activity at different pH 3 to 9 , by making comparisons he gave us an optimal pH of 6 was the most absorbance had to conclude that these hydrolytic enzymes have research and industrial application.

Palabras Clave: actividad enzimática, DNS, reactivo de Biuret, reactivo de Bradford, enzimas hidrolíticas, xilanasas, amilasa.

INTRODUCCIÓN

Las enzimas tienen una enorme variedad de funciones dentro de la célula: degradan azúcares, sintetizan grasas y aminoácidos, copian fielmente la información genética, participan en el reconocimiento y transmisión de señales del exterior y se encargan de degradar subproductos tóxicos para la célula, entre muchas otras funciones vitales [1]. Existen varias maneras de medir qué tan eficiente es una enzima. La más simple es determinar qué tan rápidamente ocurre la reacción en términos de cuántas moléculas de sustrato se transforman por segundo. Las enzimas hidrolíticas son capaces de degradar moléculas grandes de azúcares por ejemplo el xilano, celulosa y el almidón [2]. El objetivo de este trabajo fue evaluar diferentes formulaciones de extracto enzimático, agente entrecruzante y precipitantes para obtener un extracto multi enzimático en polvo con actividad hidrolítica sobre olote de maíz[3].

MATERIALES Y MÉTODOS

• Fermentación sólida

Se utilizaron para este apartado 100 g de olote de maíz molido del cual 80 g eran de un olote de tamaño mayor a 1 cm y 20 g restante de olote más fino para tener un balance adecuado, a esta materia orgánica se le generó un contenido de humedad de 60,70 y 80% , en donde ya llevaba 2g del hongo a tratar que en

¹ Universidad Autónoma de Querétaro, Cerro de Las Campanas, s/n, Las Campanas, 76010 Santiago de Querétaro, QRO, jrjhwong@gmail.com

² Universidad Autónoma de Querétaro, Cerro de Las Campanas, s/n, Las Campanas, 76010 Santiago de Querétaro, QRO, aldo.amaro@uaq.edu.mx

este caso fue *A. niger*, después de una incorporación adecuada se dejó en un horno a 37° C por 36 h, tras haber pasado dicho tiempo, se recogieron 20 g de lo fermentado y a esto se le añadió un volumen de 20 ml de amortiguador pH 5, del cual se dejó a 4°C para preservación.

• Determinación de actividad hidrolítica

La actividad hidrolítica se realizó con la metodología de Miller (1959) usando el reactivo de DNS, las cantidades que se utilizaron fueron 100 µl del extracto enzimático, 200 µl de sustrato que fue Olote de maíz (malla 30) en amortiguador acetatos pH 5 y leyendo absorbancia en el lector de micro placas iMark, a 570 nm. Se realizó una curva estándar usando glucosa.

• Determinación de la temperatura óptima de los agregados multi enzimáticos:

El software de JMP se utilizó para hacer modelos matemáticos para optimizar el uso de reactivos y materiales así que se hizo un modelo de 40 reacciones de temperaturas de 60,65,70 y 80°C, se utilizó las enzimas hidrolíticas de la fermentación a 60% de humedad por ser la que tenía más actividad a este se le hicieron entrecruzamiento con genipino, a concentraciones de 1,0.1 y 0.01% para revisar también la efectividad del genipino y se utilizó un sustrato nuevo que estaba al 1% (p/v) de pericarpio en buffer pH 5, y por supuesto que se debe de revisar su actividad enzimáticas.

• Determinación del pH óptimo:

Para conocer el pH óptimo se realizó el ensayo de actividad hidrolítica en diferentes amortiguadores de pH 3 a 9, usando pericarpio de maíz 1% (p/v) como sustrato., se pusieron en los microtubos cantidades de 100 µl de enzima con genipino a diferentes concentraciones, 100 µl de sustrato y por último 100 µl de buffer de pH 3 a 9 y se hizo la prueba de DNS para ver actividad enzimática.

• Precipitación de los agregados multi-enzimáticos:

Se hicieron 3 mezclas para este estudio la mezcla 1 tenía 700 µl de extracto enzimático, 100 µl de glicerol o sorbitol por la razón de que se quería revisar cual era más efectivo para precipitar y 200 µl de sulfato de amonio, la mezcla 2 tenía 700 µl de extracto, 100 µl de sulfato de amonio, 100 µl de glicerol o sorbitol y 100 µl de cloruro de sodio por último la mezcla 3 tenía 800 µl de extracto y 200 µl de glicerol o sorbitol, después de tener las muestras se les extrajo 0.5 ml y se les añadió a esos 1 ml de etanol y se centrifugaron a 13000 rpm por 10 min. Se recuperó el precipitado, se re suspendió en el buffer óptimo de pH y se revisó su actividad enzimática con la prueba de DNS a la temperatura óptima.

RESULTADOS

En la fermentación sólida el que tuvo mayor crecimiento del hongo *A. niger* fue el de olote con 60% de humedad, obteniéndose una actividad hidrolítica de 6.36 g/ml, En la (Figura 1) se observa la fermentación sólida.



Figura 1. Fermentación sólida de olote de maíz



figura 2. Presentación en la microplaca

La temperatura más alta alcanzada por las enzimas reticuladas fue de 78.10° C a una concentración de genipino de 0.60% en la Figura 5. Se pueden ver las absorbancias a 570 nm de la lectura de las microplacas y con el software al hacer cálculos nos dio nuestras condiciones óptimas.



Figura 3. Tubos preparados para la prueba de temperatura óptima



Figura 4. Prueba de DNS en tubos de temperatura óptima

Pericarpio			
Temperatura °C	Abs	concentración (mg/ml)	Actividad específica (uM/min*mg)
60	0.074	0.66	9.55
65	0.113	0.76	11.11
70	0.127	0.87	12.67
80	0.047	0.26	3.82

5. Temperaturas óptimas

El pH óptimo para poder tener un amortiguador adecuado para dicho sustrato de pericarpio fue de pH 6, la figura que realizo es la de una campana de gauss, y el pico más alto está en el pH 6

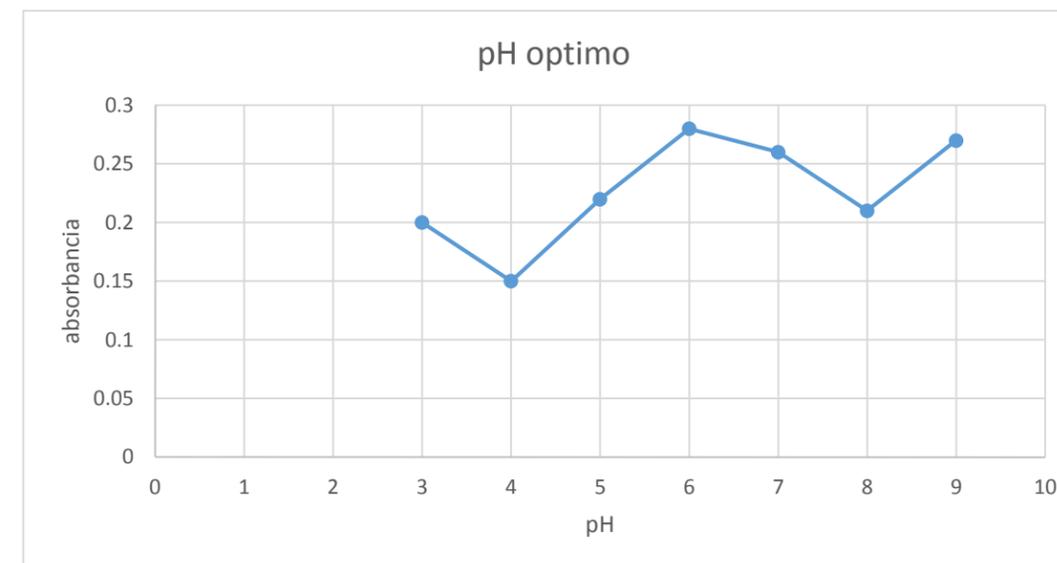


Tabla 1. pH óptimo del extracto enzimático

Por último se realizaron las pruebas de precipitados en las que se midieron los tratamientos con las mezclas 1,2 y 3 a estas se les midió la concentración de proteína con el reactivo de Bradford y además se les hizo la actividad enzimática, saliendo la máxima absorbancia posible en la mezcla 3 donde solo había enzima y sorbitol en el caso más generoso.



Figura 6. Cuantificación de proteínas y DNS en pH optimo

cuantificación de proteína Bradford				
blanco	tratamiento 1	tratamiento 2	tratamiento 3	
0.554	6.39	4.87	5.94	sorbitol
0.54	6.73	5.56	6.12	glicerol

actividad enzimática DNS			
blanco	tratamiento 1 glicerol	tratamiento 2 glicerol	tratamiento 3 glicerol
-0.007	8.53	7.21	7.11

0.013	6.98	4.65	8.43
	7.23	6.47	8.45
blanco	tratamiento 1 sorbitol	tratamiento 2 sorbitol	tratamiento 3 sorbitol
-0.003	7.45	8.34	12.78
-0.005	6.98	7.32	11.79
	6.84	7.72	12.54

Figura 7. Mediciones finales de absorbancias del proceso de pH óptimo

CONCLUSIONES

Se obtuvieron resultados sobre la utilidad de estas enzimas hidrolíticas de las cuales las finales son una temperatura óptima de 78°C, una concentración de genipino de 0.60%, un pH óptimo de 6 con los cuales se probó su capacidad de hidrolizar el pericarpio y el almidón que se utilizaron como sustratos.

Se puede concluir con este trabajo la importancia fundamental que tienen las enzimas en los procesos de investigación e industriales por la razón de que si ellas no se podría realizar ningún trabajo biológico. Le agradezco al comité organizador y a mi universidad por haberme dado la oportunidad de entrar en el mundo de la investigación y los laboratorios, además al doctor Aldo por permitirme en su proyecto y tener un conocimiento más amplio de las enzimas, al igual que a los compañeros que tuve en la estancia, sé que son amistades que perduran.

BIBLIOGRAFIA

- Ramírez Ramírez Joaquín, Ayala Aceves Marcela (2000), Enzimas: Qué son y cómo funcionan?. *Revista Digital Univeristaria de la UNAM*. 5.12 [1]
- Blandino A., Botella C., De Ory I., Webb C., Cantero D. 2005. Hydrolytic enzyme production by *Aspergillus awamori* on grape pomace. *Biochemical Engineering Journal*. 26: 100-106. [2]
- Krishna C. 2005. Solid State Fermentation Systems - An Overview. *Critical Reviews in Biotechnology*. 25 (1-2): 1-30. [3]

DESARROLLO DE BIOMARCADORES IMAGENOLÓGICOS PARA EL TAMIZAJE CLÍNICO DE CÁNCER DE MAMA

Laura Alejandra Zanella Calzada¹ y Carlos Eric Galván Tejada²

RESUMEN

El cáncer de mama continúa siendo una importante enfermedad de manera global y es el tipo de cáncer más común en las mujeres. Uno de los mayores problemas de esta enfermedad es que no presenta síntomas, por lo que es difícil tener un diagnóstico temprano, lo que disminuye la tasa de supervivencia. Estudios recientes han implementado algoritmos para mejorar la detección usando diferentes características descriptoras de cáncer de mama obtenidas de mamografías, con ayuda de diagnóstico asistido por computadora. El propósito de este trabajo es la clasificación de tumores malignos y benignos de cáncer de mama por medio de modelos univariados. Los resultados sugieren que algunas características descriptoras tienen una capacidad individual de predicción lo suficientemente alta para clasificar al tumor de manera correcta.

ABSTRACT

Breast cancer continues being an important public health problem and is the most common cancer among women. One of the biggest problems of this disease is that doesn't present any symptom, therefore becomes difficult an early diagnose, decreasing the survival rate. Recent studies have implemented algorithms to improve detection by different breast cancer descriptor features obtained from mammograms, helped by computed - assisted diagnosis. The purpose of this work is to classify cancer tumors in benigns and maligns through univariate models. Results suggest some descriptor features have an individual prediction capability sufficiently high to correctly classify the tumor.

Palabras Clave

Cáncer de mama, Modelos univariados, Diagnóstico asistido por computadora, Características descriptoras

INTRODUCCIÓN

El cáncer de mama es una importante enfermedad de manera global y es la más común en las mujeres. De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en el 2004 se asociaron el 13.3% de muertes en México con cáncer de mama, siendo la segunda causa de muerte en mujeres [1]. Un problema grave con respecto a esta enfermedad es la detección tardía, debido a que no presenta síntomas iniciales, provocando que disminuya la probabilidad de supervivencia, mientras que una detección temprana aumenta de manera significativa la tasa de supervivencia [2]. Existe una gran cantidad de métodos para detectar el cáncer de mama, sin embargo, no todos presentan una alta precisión en sus resultados, como lo es la auto-examinación de seno, donde muchos estudios indican que no hay evidencia en la reducción de la tasa de mortalidad en mujeres que practican este método contra aquellas que no lo hacen [3].

¹ Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ciencias, Lateral Av. Salvador Nava s/n, Col. Lomas, CP: 78290, San Luis Potosí, S.L.P., lau_zanella@hotmail.com

² Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, Programa de Ingeniería de Software, Carr. Zacatecas-Guadalajara Km. 6, Ejido "La Escondida", CP: 98160, Zacatecas, Zac., ericgalvan@uaz.mx

En la actualidad, el mejor instrumento para la detección temprana de esta enfermedad es la mamografía, que ha probado ser efectiva en la reducción de la tasa de mortalidad en un 30 – 70% [4]. Las características obtenidas de las mamografías describen una gran cantidad factores que ayudan a predecir y clasificar si un tumor de cáncer de mama es benigno o maligno, sin embargo, pueden llegar a ser difíciles de interpretar debido a diferentes variables como la experiencia del radiólogo y la calidad de la imagen. Recientes estudios han demostrado que el diagnóstico asistido por computadora puede mejorar notablemente la lectura de las mamografías y obtener resultados más exactos en el pronóstico de la enfermedad [5].

Este trabajo se enfoca en la búsqueda de un modelo univariado que tenga una capacidad de predicción y clasificación lo suficientemente alta para que una sola variable pueda decidir si el tumor de cáncer es benigno o maligno, reduciendo así el trabajo de radiólogo y cumpliendo la función de dar una segunda opinión, sin necesidad de obtener más características.

MÉTODOS Y MATERIALES

Descripción de los datos

En este trabajo se utilizó la base de datos disponible para el público Breast Cancer Digital Repository (BCDR) [6]. Esta base de datos está compuesta por; Digital Mammography dataset number 1 (BCDR-D01), un repositorio de mamografías que contiene información de 64 mujeres, representando 143 segmentaciones. Digital Mammography dataset number 2 (BCDR-D02), un repositorio basado en mamografías digitales de campo completo que contiene información de 164 mujeres, representando 455 segmentaciones.

Los sujetos se encuentran en un intervalo de edades de 58 ± 11 años, con una edad máxima de 89 años y una mínima de 23. La base de datos está compuesta por 79 lesiones obtenidas por biopsia, incluyendo datos clínicos y descriptores basados en imágenes. Todas las lesiones son nódulos o una combinación de nódulos con otras anomalías.

BCDR es una base de datos de clase binaria asociada a la clasificación inicial Breast Imaging Report and Database System (BI-RADS) del resultado de la biopsia (Benigno vs Maligno).

De cada una de las 598 segmentaciones fueron extraídas un total de 37 características: 8 características fueron extraídas de datos clínicos y generales, 8 características fueron extraídas de descriptores de intensidad computarizados directamente de los niveles de gris de los píxeles dentro del contorno de la lesión identificada por los radiólogos, 13 características de textura fueron computarizadas de la matriz de co-ocurrencia de los niveles de gris relacionada con el cuadro delimitador del contorno de las lesiones, y finalmente 8 características relacionadas a los descriptores de la forma y localización de la lesión.

El conjunto de datos total, con 491 salidas benignas y 75 malignas, fue separado usando selección aleatoria balanceada en un conjunto de datos de entrenamiento (70%) con 344 salidas benignas y 75 malignas, y un conjunto de prueba (30%) con 147 salidas benignas y 32 malignas. Ambos conjuntos de datos fueron normalizados con normalización Z para evitar valores atípicos.

Análisis de datos

En este trabajo se llevó a cabo la búsqueda de un modelo univariado a través del modelo de regresión logística (RL). RL es un modelo estadístico que busca conocer la relación entre una variable dependiente cualitativa binaria y una o más variables independientes cualitativas o cuantitativas. Se utilizó el modelo de RL debido a que la clasificación buscada se limita dos salidas, benigna y maligna.

La RL univariada fue llevada a cabo con cada una de las 37 características por separado, con el conjunto de datos de entrenamiento, realizando posteriormente una prueba ciega con el conjunto de datos de prueba. Para conocer la precisión del modelo, se obtuvo una matriz de confusión de la prueba ciega, donde se calcularon los falsos positivos y los falsos negativos. Se obtuvieron los valores del área bajo la curva de la característica de funcionamiento del receptor (AUC, ROC), el ODD ratio (OR) y sus intervalos de confianza, para comparar la aptitud de las características entre ellas. En la figura 1 se muestra el diagrama de flujo del proceso seguido en la metodología.

Por simple validación del modelo univariado, se obtuvo la precisión del modelo multivariado para comparación.

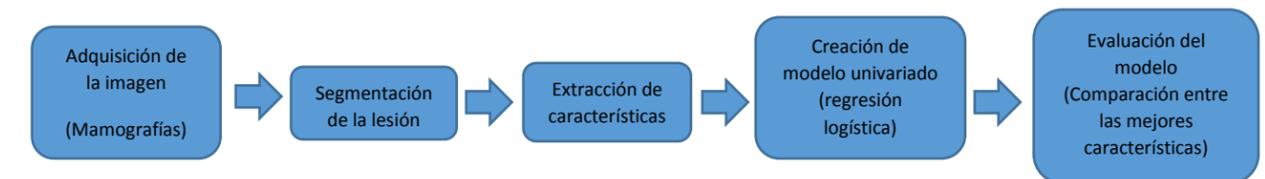


Figura 1. Diagrama de flujo que representa la metodología seguida para la creación del modelo y su evaluación.

Todo el análisis y procesamiento de los datos se realizó en R (3.3.1), un software libre para computación estadística y gráficas [7].

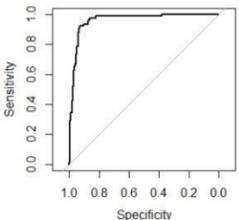
RESULTADOS

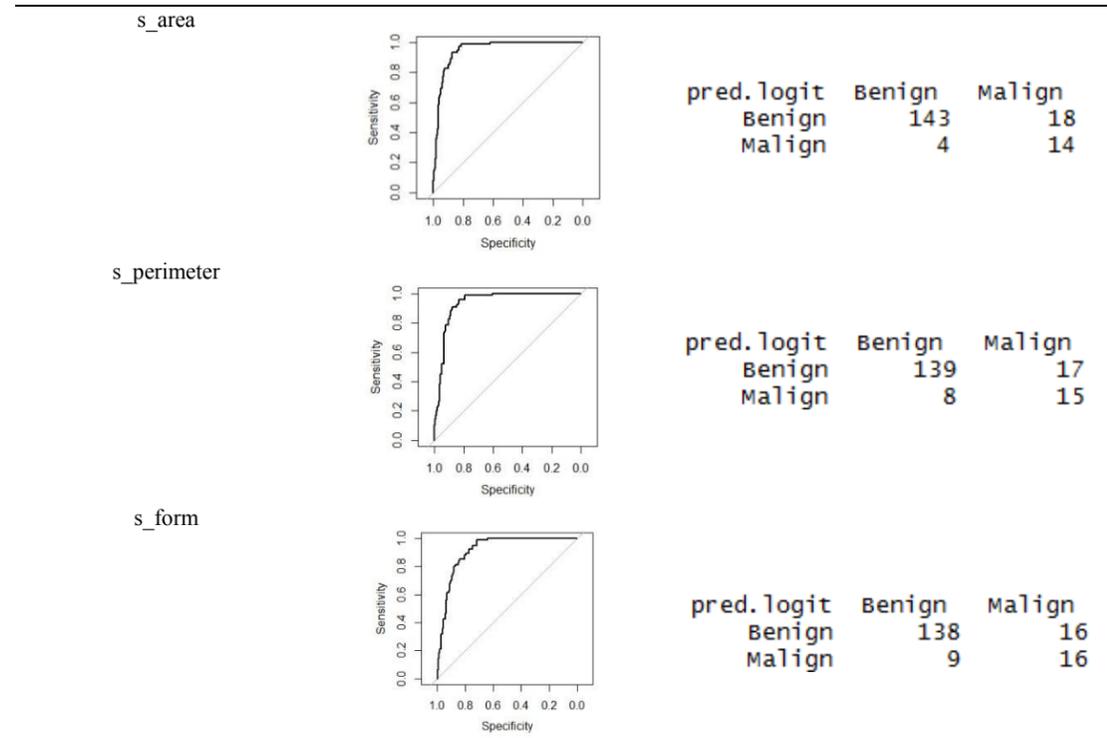
Los resultados estadísticos obtenidos del modelo univariado entrenado con el conjunto de datos de entrenamiento normalizados y posteriormente puesto a prueba con el conjunto de datos de prueba normalizados se presentan en la tabla 1, en donde se puede observar que las 4 características tienen una predicción lo suficientemente alta. En la tabla 2 se puede ver la comparación de las curvas ROC de las mejores características y sus matrices de confusión.

Tabla 1. Datos estadísticos obtenidos con la base de datos de prueba normalizada de las 4 características más predictoras.

Características	AUC	OR	2.5%	97.5%
t_corr	0.958	2.74e+04	3.00e+03	4.34e+05
s_area	0.948	1.000	1.000	1.000
s_perimeter	0.937	1.002	1.002	1.003
s_form	0.913	3.14e-287	0	2.55e-206

Tabla 2. Curvas ROC y matrices de confusión obtenidas con la base de datos de prueba normalizada de las 4 características más predictoras.

Características	Curva ROC	Matriz de confusión									
t_corr		<table border="1"> <thead> <tr> <th>pred. logit</th> <th>Benign</th> <th>Malign</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Benign</td> <td>139</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>Malign</td> <td>8</td> <td>21</td> </tr> </tbody> </table>	pred. logit	Benign	Malign	Benign	139	11	Malign	8	21
pred. logit	Benign	Malign									
Benign	139	11									
Malign	8	21									



En la tabla 3 se pueden observar los valores de los resultados obtenidos con el modelo multivariado, con el único fin de validar al modelo univariado construido con cualquiera de las características anteriores. Es indistinto el uso de las características para el modelo univariado debido a que todas presentan resultados similares.

Tabla 3. AUC y curva ROC obtenidas con la base de datos de prueba normalizada del modelo multivariado, con la base de datos de prueba normalizada.

Características	AUC	Curva ROC
Modelo Multivariado (37 características)	0.910	

CONCLUSIONES

Los resultados presentados en la tabla 1 confirman que existen características descriptoras que individualmente son capaces de clasificar si un tumor de cáncer de mama es benigno o maligno asociado a los valores AUC, en donde todas las características tienen un AUC > 0.900 y a los valores OR, con sus intervalos de confianza, principalmente. En la tabla 2 es posible observar que las curvas ROC tienen una relación de sensibilidad/especificidad lo suficientemente alta para considerarlas predictoras por sí

mismas, confirmando este hecho con las matrices de confusión, en donde se muestra que los falsos positivos y los falsos negativos no son relevantes en comparación con los datos clasificados correctamente. En la tabla 3 se confirma que un modelo univariado es suficiente para obtener la clasificación de los tumores, debido a que el resultado del valor de AUC obtenido del modelo multivariado, a pesar de ser también mayor que 0.900, es menor que cualquier AUC obtenido de las mejores características de manera individual.

Esto demuestra que tomando cualquiera de las 4 características (t_corr, s_perimeter, s_area o s_form) para crear un modelo univariado, se va a tener una precisión similar o incluso mejor en la clasificación de los tumores de cáncer de mama que si se tuviera un modelo multivariado, logrando de esta manera disminuir el trabajo del radiólogo y además obtener una segunda opinión. Cabe resaltar que las 4 características sobresalientes son parte de las características descriptoras de textura y, descriptoras de forma y localización del tumor.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Brandan, M. E. (2006). "Detección del cáncer de mama: estado de la mamografía en México." Cancerología 1.3.

[2] A. Jemal, L. C. (1975-2001). Annual report to the nation on the status of cancer., Cancer 101 (1), 3-27.

[3] X. Zhou, R. G. (1989). Detection of early breast cancer: an overview and future prospects. Crit. Rev. Biomed. Eng. 17, 203-255.

[4] Rangaraj M. Rangayyan, F. J. (2007). A review of computer.aided diagnosis of breast cancer: Toward the detection of subtle signs. Journal of the Frankiln Institute 344, 312-348.

[5] H.P. Chan, K. D. (1987). Image feature analysis ans computer-aided diagnosis in digital radiography I. Automated detection of microcalcifications in mammography. Med. Phys. 14 (4), 538-548.

[6] Daniel C. Moura, Miguel A. Guevara López. An evaluation of image descriptors combined with clinical data for breast cancer diagnosis. International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, 2013 (in press). doi: 10.1007/s11548-013-0838-2

[7] R. (21 de June de 2016). The R Project for Statistical Computing. Obtenido de (The latest version): <https://www.r-project.org/>

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de manera enorme a mis asesores, que ampliaron mucho mi panorama, me ayudaron y me siguen ayudando, y que gracias a este proyecto se vienen muchos más. Agradezco mucho haber participado en el verano de la ciencia y más que me tocara trabajar al lado de ellos.

Un gusto trabajar contigo, espero sea el
comienzo de muchas colaboraciones!!!
11-08-16
Dr. Carlos Eric Galván-Tejada
EJ

FORMACIÓN DE PELÍCULAS TEXTURIZADAS DE TiO₂ MEDIANTE EL PROCESO DE REPLICACIÓN POR MOLDEO: OBTENCIÓN DE UN MOLDE DE POLISILOXANO

Sergio Zaragoza Ramírez¹ y Oliver Muñiz Serrato²

RESUMEN

En este trabajo de verano se estudio la importancia que tienen las superficies texturizadas de TiO₂ en celdas solares. Estas superficies se pueden obtener mediante el proceso de replicación por moldeo asistido con vacío, el cual tiene la peculiaridad de permitir el copiado de patrones nanométricos, usando un molde elastomérico, el cual se hace comúnmente con polisiloxano. En este sentido, la finalidad de este trabajo experimental fue analizar el efecto de la presión durante la formación de los moldes de polisiloxano, usando como estructura el patrón de las superficies cuasialeatorias de un DVD. Los resultados de microscopía óptica mostraron que los moldes obtenidos presentaron la estructura cuasialeatoria del DVD y también se observó que éstas estructuras se replicaban menos a presiones bajas.

ABSTRACT

In this summer, we studied the importance of the TiO₂ textured surface in dye sensitized solar cells. These surfaces can be obtained by replica molding process assisted with vacuum. This process uses a polysiloxane elastomeric mold to copy inclusive nanoscale patterns. In the laboratory, we analyzed the pressure effect on the forming polysiloxane mold, using as a master the DVD quasi-random surface structure. In the results, the DVD quasi-random structure was replicated in the mold, but it was affect by the vacuum pressure.

Palabras Clave: Molde de polisiloxano, superficies cuasi-aleatorias, litografía suave y absorción de luz.

INTRODUCCIÓN

Las superficies texturizadas de TiO₂ son una estrategia para el manejo de fotones y sirven para incrementar la eficiencia de las celdas solares sensibilizadas con colorantes, a través del aumento de la absorción de la luz. Las superficies texturizadas pueden presentar patrones aleatorios, cuasi-aleatorios y ordenados. En este proyecto, a largo plazo, se pretende copiar las superficies cuasi-aleatorias de discos DVD, cuya estructura puede ser idónea ya que presenta dimensiones que concuerdan con las longitudes del rango de la luz visible (400-800nm). Dichas estructuras se obtendrán por medio del proceso de replicación por moldeo asistido con vacío, el cual es una técnica económica de litografía suave. Este proceso de replicación tiene la peculiaridad de permitir el copiado de patrones con estructuras en la escala submicrométrica o en la nanométrica, usando un molde elastomérico, el cual se hace comúnmente con polisiloxano.

En este trabajo se continuó con la primera etapa del proyecto que es la obtención de moldes de polisiloxano con la estructura cuasi-aleatoria del DVD, en donde se analizó el efecto de la presión sobre la calidad de los moldes.

MARCO TEORICO

Las superficies texturizadas permiten dispersar los fotones, incrementando el camino óptico y en consecuencia aumentando el nivel de absorción de la luz; por lo que son de gran interés en celdas solares [1]. Las celdas solares son una apuesta importante en los métodos alternativos de producción de energía, por lo que la absorción de la luz es uno de los parámetros más importantes que permitirán aumentar la

¹Instituto tecnológico Superior de Irapuato, departamento de Ingeniería en Materiales; Carretera Irapuato - Silao km 12.5, Col. el Copal, C.P: 36821, Irapuato, Guanajuato, sergiozaragoza15@hotmail.com

²Institución Instituto tecnológico Superior de Irapuato, departamento de Ingeniería en Materiales; Carretera Irapuato - Silao km 12.5, Col. el Copal, C.P: 36821, Irapuato, Guanajuato, olmuniz@itesi.edu.mx

eficiencia de estos dispositivos. Entonces, el manejo de los fotones a través de su captura es una de las claves para el aumento de la absorción de la luz [2].

Al texturizar una superficie, la luz interactúa con ésta y se dispersa (fig. 1b). Consecuentemente, el camino óptico de la luz se incrementa considerablemente comparado con los casos donde las superficies son planas (fig. 1a). El camino óptico (α) máximo logrado está dado por el límite de Yablonovitch [3],

$$\alpha = 4 n^2 \quad (1)$$

donde n : es el índice de refracción. Algunos aspectos que se asumen en la teoría de Yablonovitch son el hecho de que se da una dispersión lambertiana ideal en la superficie de la estructura y además hay poca absorción de la capa activa.

La litografía suave es una opción para replicar rápidamente estructuras de diferentes tipos que van desde la microescala hasta la nanoescala [4]. La litografía suave implica una serie de técnicas para replicar estructuras y todas éstas usan materiales orgánicos y poliméricos –que son llamados por los físicos materiales suaves– durante el proceso. Algunos de estos métodos son: Impresión por micro-contacto, micro-moldeado en capilares, impresión por nano-transferencia y moldeado por replicación.

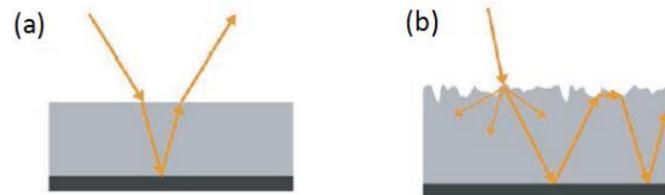


Fig. 1 Camino óptico de la luz (a) de una superficie plana y (b) de una superficie texturizada, usando en ambas un recubrimiento reflejante en la parte posterior de un sustrato [2].

Para analizar estructuras con dimensiones en el rango micrométrico o submicrométrico se puede usar técnicas de microscopía. La que se utilizó en este proyecto de verano fue la microscopía óptica debido a que es una técnica muy usada para analizar materiales con dimensiones micrométricas y submicrométricas, ya que este microscopio tiene un límite máximo de resolución de $0.2 \mu\text{m}$ [5].

MÉTODOS Y MATERIALES

El proceso de replicación por moldeo consta de tres etapas: la preparación del patrón, formación del molde con presiones menores a la atmosférica y la obtención de la superficie texturizada de TiO_2 . El patrón usado fue la estructura sub-micrométrica de un DVD, la cual se tiene que exponer retirando la capa protectora. Mientras que, el molde se obtuvo con un polisiloxano comercial que se usa para aplicaciones dentales.

La reacción de entrecruzamiento del polisiloxano se llevaron a cabo entre el oligomero de siloxano y el agente de curado, usando un catalizador. Estos precursores se mezclaron bajo condiciones atmosféricas y luego la reacción de entrecruzamiento se llevó a cabo a diferentes niveles de vacío, en el rango de 330mm de Hg hasta presión atmosférica. Finalmente, el molde de polisiloxano que contiene la réplica de la superficie del DVD se usará próximamente para imprimir de manera directa dicha estructura cuasi-aleatoria sobre una película de una suspensión coloidal de TiO_2 . Las superficies del DVD y del molde fueron analizadas mediante microscopía óptica en un equipo marca LECO 550. El proceso de formación del molde de polisiloxano, que consta de las dos primeras etapas del proceso de replicación por moldeo y que fue lo que se hizo durante este verano, se muestra en la fig.2.

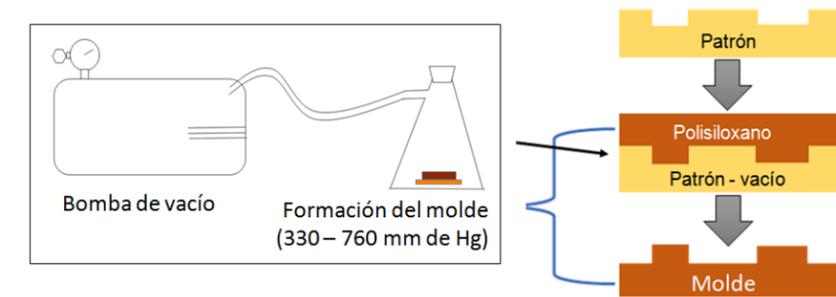


Fig.2 Esquema que muestra el proceso de formación del molde de polisiloxano

RESULTADOS

CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA CUASI-ALEATORIA DEL DVD

La fig.3 es una imagen de microscopía óptica (MO) donde se observa la estructura cuasi-aleatoria del patrón del disco DVD, una vez que fue separada de la capa protectora del disco. La estructura sub-micrométrica del DVD está constituida por pozos rectangulares acomodados sobre una línea o pista. Además, la distancia entre una pista y otra, a lo cual se le denomina paso de pista, es constante. En la dirección X se observa el arreglo periódico de las pistas, mientras que en la dirección Y se muestra el acomodo aleatorio de los pozos.

El tamaño de los pozos más pequeños fue de $0.47 \mu\text{m}$ con una desviación estándar de $0.05 \mu\text{m}$ y el paso de pista fue de $0.78 \mu\text{m}$ con una desviación estándar de $0.07 \mu\text{m}$. Como se había mencionado anteriormente, la estructura del DVD que se muestra en la imagen de MO es cuasi-aleatoria.

Esto implica que esta estructura se comporte como una rejilla de difracción de la luz en la dirección donde hay un arreglo periódico de las pistas. Para observar esto se hizo incidir un haz de luz monocromático (650nm) sobre la estructura cuasi-aleatoria y se observó un haz transmitido y dos haz difractados (fig.4).

En otras palabras, los puntos difractados en la FFT se asignan a la parte ordenada que contiene la estructura del DVD, que son las pistas ubicadas a lo largo de la dirección x. Los puntos difractados sirvieron para corroborar el paso de pista (d), medido con microscopía óptica, a través de la siguiente ecuación:

$$d = \lambda / (\sin \theta) \quad (2)$$

donde λ es la longitud de onda del haz de luz y θ es el ángulo de difracción. A su vez este ángulo se determinó con la siguiente relación geométrica:

$$\theta = \tan^{-1}(x/y) \quad (3)$$

donde x es la distancia que hay entre el haz transmitido y el haz difractado, mientras que y es la distancia entre el DVD y la pantalla. En la fig.5 se representan las distancias “x” y “y”, en un esquema donde se muestra el fenómeno de difracción en el disco.

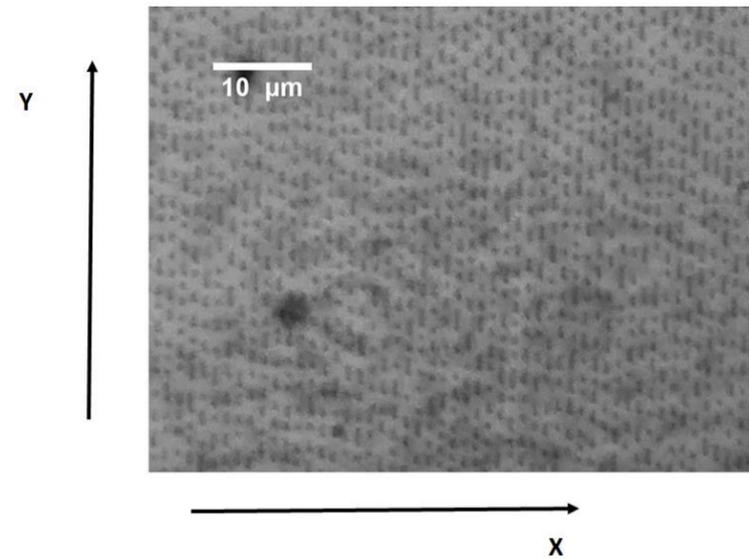


Fig.3 Imagen de microscopía óptica de la estructura cuasi-aleatoria del DVD.

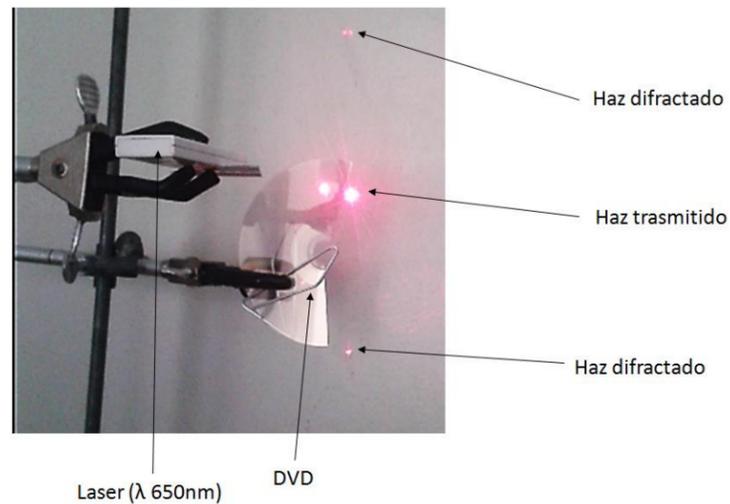


Fig.4 Patrón de difracción de luz de la estructura cuasi-aleatoria del DVD

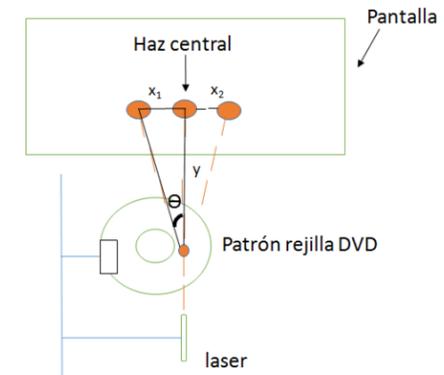


Fig.5 Esquema que muestra la difracción de luz en el DVD. Los parámetros X_1 y X_2 muestran la distancia que hay entre el haz transmitido y el haz difractado, mientras que Y es la distancia entre el DVD y la pantalla.

El cálculo del paso de pista se realizó a diferentes distancias entre el DVD y la pantalla (y), en el rango de 45 a 95mm. Así, el valor promedio del paso de pista calculado con las ecuaciones (2) y (3) fue de $0.74\mu\text{m}$ (tabla 1), el cual es similar a lo calculado mediante microscopía óptica y también concuerda con la literatura [6].

Tabla 1. Cálculo del paso de pista usando el fenómeno de difracción que presenta la estructura del DVD.

y (mm)	x (mm)		\bar{x}	θ (°)	Paso de pista, d (nm)
	x_1	x_2			
45.3	65.7	65.7	65.7	55.41	730
57.3	111.9	110.3	111.1	62.71	790
58	108.8	113	110.9	62.39	730
64.6	120.6	128.5	124.5	62.57	730
89.9	171.3	172	171.6	62.35	730
95	185.5	186.2	185.8	62.91	730

$\bar{d} = 740$
 $\sigma = 20$

CARACTERIZACIÓN DE LA SUPERFICIE DE LOS MOLDES DE POLISILOXANO

La fig.7 muestra la superficie de los moldes obtenidos a diferentes presiones, en el rango de 210 a 760 mm de Hg, donde se observa que estos presentaron los pozos rectangulares característicos del DVD y también se advierte una gran cantidad de burbujas sobre la superficie de la misma, independientemente de la presión (fig.6). En todas las muestras, las burbujas se formaron durante la etapa de mezclado de los precursores y no fue posible removerlas durante el vacío debido a la alta viscosidad del material. Además, a presiones menores a 330 mm de Hg se encontró que los pozos se encuentran grabados pero de manera muy tenue e inclusive hay una gran cantidad de zonas donde no se replicaron estos; probablemente lo ocurrido se debe a que el vacío ejerce una fuerza que tiende a separar la mezcla de PDMS del patrón del DVD durante la formación del molde.

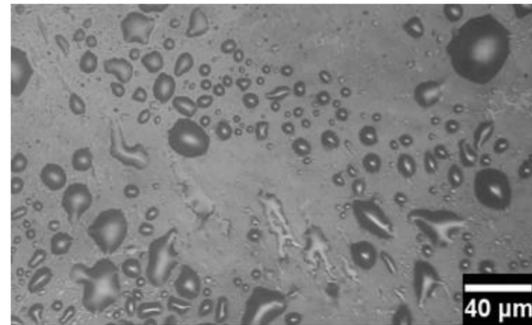


Fig.6 Imagen de microscopía óptica que ilustra las burbujas en la superficie de los moldes, formadas en la etapa de mezclado de los precursores del polisiloxano.

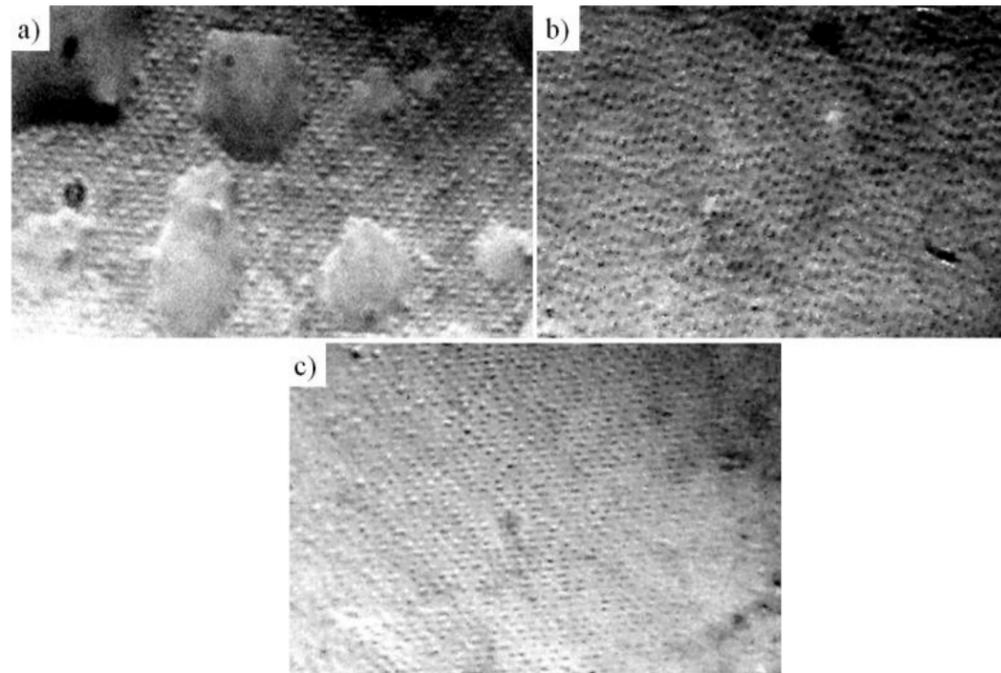


Fig.7 Imágenes de microscopía óptica de la superficie de los moldes donde se observa la estructura cuasi-aleatoria replicada del DVD a (a) 760 mm de Hg, (b) 330 mm de Hg y (c) 210 mm de Hg.

CONCLUSIONES

Los moldes de polisiloxano con la estructura cuasi-aleatoria del DVD fueron obtenidos con el proceso de replicación por moldeo asistido con vacío. Estos moldes presentaron como principal defecto burbujas, independientemente del nivel de vacío. Las burbujas se formaron durante la etapa de mezclado de los precursores y no fue posible removerlas durante el vacío debido a la alta viscosidad del material. Otro defecto encontrado, a presiones menores a 330 mm de Hg, fue que los pozos se encuentran grabados de manera muy tenue e inclusive hay una gran cantidad de zonas donde no se replicaron; probablemente esto se debe a que el vacío ejerce una fuerza que tiende a separar la mezcla de PDMS del patrón del DVD durante la formación del molde. Asimismo, es necesario seguir haciendo investigación para determinar la manera de producir moldes de alta calidad y libres de burbujas, ya que éstas se replican en las películas cuasi-aleatorias de TiO_2 durante el proceso de replicación por moldeo.

AGRADECIMIENTOS

Al soporte financiero del Tecnológico Nacional de México a través de la convocatoria 2015 de apoyo a la investigación científica, aplicada, desarrollo tecnológico e innovación; con clave 281.15-PD. Asimismo, se agradece al encargado de laboratorio de química Ing. Javier Díaz Méndez y al coordinador de carrera M. en C. Rubén Fernández Trujillo, ambos del ITESI, por las facilidades otorgadas en la realización del proyecto.

BIBLIOGRAFIA

1. J. Müller, B. Rech, J. Springer, M. Vanecek, (2004) TCO and light trapping in silicon thin film solar cells, *Sol. Energy*. NO.77, [pp. 917–930].
2. A.N. Sprafke, R.B. Wehrspohn. (2012). Light Trapping Concepts for Photon Management in Solar Cells, *Green*. Vol. 2, NO. 4, [pp. 177–187].
3. E. Yablonovitch, G. Cody. (1982). Intensity enhancement in textured optical sheets for solar cells, *IEEE Trans. Electron. Dev.* Vol. 29, NO. 2, [pp. 300].
4. Dong Qin, Younan Xia and George M. Whitesides. (2010). Soft lithography for micro- and nanoscale patterning, *nature protocols*, Vol. 5, NO. 3, [p. 491]
5. Leng, Y. (2009). *Materials characterization: introduction to microscopic and spectroscopic methods*. John Wiley & Sons.
6. Lutz, W. G, Meyers, & Kolinski E. *Applications of atomic force microscopy in optical disc technology*. Digital Instruments, Santa Barbara, CA, USA. AN18, Vol. 5, [p. 97].

ALGORITMOS PARA LA SOLUCIÓN DE LABERINTOS UTILIZANDO KINECT

Agustín Zavala Constantino¹ y Rosalía Vergara Esparza²

RESUMEN

En este trabajo se propone un algoritmo para la solución de laberintos, donde se verá el laberinto como un obstáculo a resolver, para esto se utilizará un móvil y el sensor Kinect para posteriormente emplear algoritmos de procesamiento de imágenes “morfología matemática”, y la implementación de una red neuronal artificial (RNA) para la toma de decisiones sobre el camino y de esta forma lograr que el móvil pueda tomar decisiones por su propia cuenta, las cuales lo llevaran al final del laberinto obteniendo una navegación inteligente sin necesidad de un operador. El algoritmo propuesto muestra su alta eficiencia frente a diferentes condiciones de camino obteniendo un 100% de eficiencia en la toma de decisiones.

ABSTRACT

This paper proposes an algorithm for solving labyrinths, where the labyrinths is seen as an obstacle to solving, for this mobile and the Kinect sensor will be used for later use image processing algorithms “mathematical morphology”, and the implementation of an artificial neural network (ANN) for decision-making on the road and thus make the mobile can take decisions on their own and thus make the mobile can make decisions on their own, which take him to the end of the labyrinths getting smart navigation without an operator. The proposed algorithm shows high efficiency against different road conditions obtaining 100% efficiency in decision-making.

Palabras Clave: Solución de laberinto, Kinect, Morfología Matemática, Procesamiento Digital de Imagen y Redes Neuronales MLP.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, los laberintos han llegado a ser obras fascinantes para la humanidad por su estructura y complejidad, siendo un reto para el hombre resolverlos. Más aún, los laberintos pueden ser un punto de partida para la implementación de una navegación inteligente para robots móviles sin necesidad de un operario. En la literatura revisada existen diferentes algoritmos para este tipo de aplicaciones, las técnicas tradicionales utilizadas son el uso de cámaras comerciales para el procesamiento de imágenes, el cual se utiliza como punto de partida para la toma de decisiones [JASON M. V. (2008), A. KUMARAVEL. (2012), BEHNAM R. (2012), JORDI A.C. (2012)]. Por ejemplo, BEHNAM R. (2012) presenta un algoritmo para la solución de laberintos utilizando procesamiento de imágenes, donde las imágenes capturadas de cada esquina del laberinto son utilizadas para resolver el mismo, sin embargo, este algoritmo no es muy confiable ya que en ciertas aplicaciones no se cuenta con este tipo de problema. JORDI A.C. (2012) Se presenta un sistema de bajo costo basado en un arreglo de compuertas lógicas programables FPGA, para aplicaciones de robots móviles, sin embargo no presentan ningún sistema de decisión de navegación, por estas razones, el desarrollo de algoritmos para búsqueda y el procesamiento de imágenes han favorecido el crecimiento en la solución de laberintos y lograr llevarlos a la implementación para la solución de problemas reales. Más aún la aparición de sensores de diferente índole fortalece este mismo

¹Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Ingeniería en Mecatrónica; Melchor Ocampo # 324, Apatzingán, C.P: 36545, Irapuato, Guanajuato, azavala265@gmail.com

²Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Ingeniería en Sistemas Automotrices; Carr. Irapuato-Silao, km 12.5, El Copal, C.P: 36821, Irapuato, Guanajuato, rosalia.vergara@itesi.edu.mx

objetivo, tal es el caso del Kinect para XBOX 360 [IASON O. (2011), VITOR F. (2012), SHUANGSHUANG L. (2013)]. En este trabajo se propone un algoritmo para la solución de laberintos, donde se verá el laberinto como un obstáculo a resolver, para esto se utilizará un móvil y el sensor Kinect para posteriormente emplear algoritmos de procesamiento de imágenes “morfología matemática”, y la implementación de una red neuronal artificial (RNA) para la toma de decisiones sobre el camino y de esta forma lograr que el móvil pueda tomar decisiones por su propia cuenta las cuales lo llevaran al final del laberinto. El algoritmo propuesto muestra su alta eficiencia frente a diferentes condiciones de camino obteniendo un 100% de eficiencia en la toma de decisiones.

MARCO TEORICO

Una de las partes más importantes del algoritmo propuesto es el sensor Kinect y morfología matemática para la extracción de características, además de la RNA para la clasificación de los diferentes caminos, cada uno de ellos se describen a continuación.

Kinect: Es un controlador que inicialmente su creador Alex Kipman lo diseñó con la finalidad de implementarlo y desarrollarlo junto con Microsoft para la videoconsola Xbox 360 para aplicaciones de juegos y entretenimiento. Pero en los últimos 6 años, la visión con la que se creó inicialmente Kinect se ha modificado considerablemente, se han logrado realizar proyectos en los que la información arrojada por este equipo facilita y favorecen la solución de problemas en varias áreas del conocimiento donde se trabaja con imágenes y distancias.

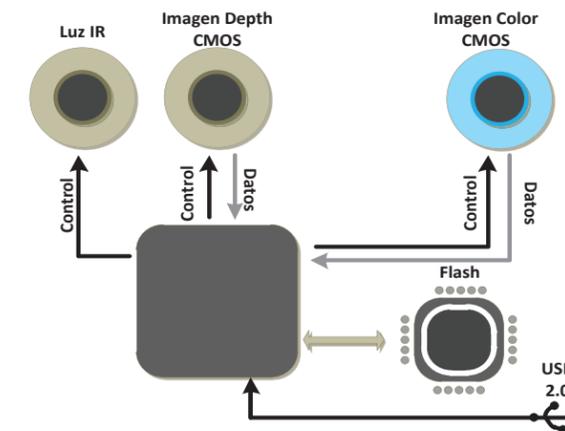


Figura 1. Estructura de Kinect para XBOX 360

Dado el diseño e implementación del Kinect, este trabaja con tres cámaras, una cámara RGB que obtiene imágenes en color y dos cámaras de infrarrojos para medir la distancia a la que se encuentran los elementos que están en el campo de visión, ver Figura 1.

Métodos de solución de laberintos: Para la solución de laberintos sin conocer su estructura los métodos más conocidos son, primeramente, el método de solución de la mano derecha, el cual consiste en tomar como prioridad moverse siempre a la derecha cuando se tiene dos opciones de camino, siendo éste el más empleado en robots para solución de laberintos, debido a su simple implementación. Otro método es el de rehacer caminos, eliminar colisiones y moverse al azar (RUSSELL, 1996), utilizando sus técnicas de inteligencia computacional para resolver el laberinto.

Procesamiento Digital de Imágenes: Es el conjunto de técnicas que se aplica a las imágenes digitales con el objetivo de mejorar la calidad o facilitar la búsqueda de información.

Redes Neuronales Artificiales: Se basan en el comportamiento de una neurona y la comunicación entre neuronas. Una neurona es un nodo dentro de una red neuronal que realiza una sumatoria no lineal para procesar información. Las conexiones neuronales (sinapsis) traslada información entre las interconexiones de la red. Las neuronas específicas son dedicadas para funciones de entrada o salida, y otras son internas en la red con configuración de perceptron de multi-niveles (MLP), para promover el procesamiento de la información.

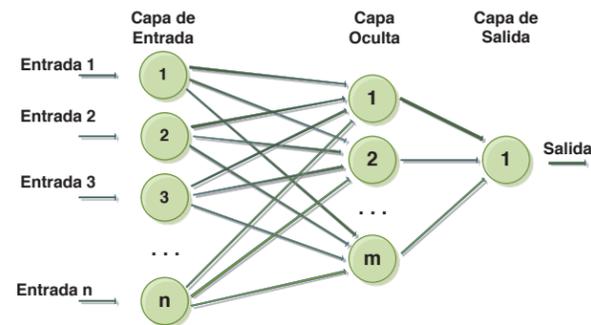


Figura 2. Arquitectura de una Red Neuronal Artificial MLP

MÉTODOS Y MATERIALES

Planteando el problema a resolver con los estados de inicio y final, así como las restricciones para el desarrollo del mismo, se requirió hacer uso de los siguientes materiales y métodos.

Los materiales utilizados para la realización del proyecto se presentan en la siguiente lista:

1. Arduino UNO: Utilizado para el control del movimiento del móvil a través del laberinto.
2. Tarjeta de comunicación Bluetooth: Utilizado para realizar la comunicación entre la PC y el Arduino UNO de forma inalámbrica.
3. Kinect XBOX 360: Utilizado para la captura de las imágenes tanto de distancia como de RGB.
4. MatLAB: Software utilizado para la programación de los algoritmos en la solución del laberinto.

Como se mencionó con anterioridad, los métodos más utilizados son dos, en el caso de este trabajo, se está haciendo uso de un método con algunas variantes del método de la mano derecha y también haciendo uso de algunas características del método de rehacer caminos, eliminar colisiones y moverse al azar. El método utilizado para lograr resolver el problema propuesto se basa en la implementación de varias áreas de la ingeniería como son electrónica (para el diseño del móvil), procesamiento digital de imágenes (para el tratado de las imágenes y lograr su clasificación de las decisiones) e inteligencia computacional (para la toma de decisiones).

1. INICIO
2. Obtención de la imagen de distancias
3. ¿Es distancia máxima <= 0?
4. No
5. AVANZAR
6. IR a Paso 2
7. Si
8. DETENER
9. Obtención de la imagen RGB
10. Pre-procesamiento de la imagen RGB
11. Obtención de características
12. Caracterización por medio de RNA
22. No
23. ¿Es camino cerrado?
24. Si
25. Girar 180°
26. IR a Paso 2
27. No
28. ¿Es camino con dos opciones?
29. Si
30. Obtener distancia izquierda y distancia derecha
31. ¿distancia izquierda > distancia derecha?
32. Si

13. ¿Es camino derecho?
14. Si
15. Girar hacia la derecha 90°
16. IR a Paso 2
17. No
18. ¿Es camino izquierdo?
19. Si
20. Girar hacia la izquierda 90°
21. IR a Paso 2
33. IR a Paso 20
34. No
35. IR a Paso 15
36. No
37. ¿Es la salida?
38. No
39. IR a Paso 2
40. Si
41. FIN

Figura 3. Pseudocódigo

En la Figura 3 se muestra pseudocódigo del método utilizado para la solución del problema propuesto en este proyecto. El método se basa en la obtención de las imágenes adquiridas por el Kinect, una de ellas es la de distancia, la cual es utilizada para controlar la posición del móvil dentro de los pasillos del laberinto, la segunda imagen tomada por el Kinect es RGB, la cual es tratada y utilizada para obtener el vector de características, clasificar e identificar el camino para tomar decisiones de movilidad para llegar a la salida del laberinto, tomando como prioridad en la opción de dos caminos, aquel camino que tenga la mayor distancia tomada por el Kinect y no la derecha como bien lo hace el método de la mano derecha.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestran las imágenes de los casos que se tratan con respecto a los caminos del laberinto y las imágenes correspondientes después de realizarles el procesamiento correspondiente para obtener sus características y poder clasificar por medio de una RNA que tipo de camino se tiene.

Tabla. 1. Resultados de las imágenes obtenidas por Kinect y su procesamiento

	Camino con dos opciones	Camino cerrado	Camino vuelta a la izquierda	Camino vuelta a la derecha
Imagen Original				
Imagen procesada para obtener característica s				

En la Tabla 2 se muestran el promedio las características de una de las imágenes muestras que se utilizaron para clasificar los caminos. Las imágenes utilizadas para el entrenamiento y validación de la clasificación en la RNA fueron 20 por cada caso.

Tabla. 2. Características de los diferentes caminos

	Camino con dos opciones	Camino cerrado	Camino vuelta a la izquierda	Camino vuelta a la derecha
Centroide X	434.03842	405.52914	335.43630	412.03697
Centroide Y	399.64023	385.46123	391.25027	401.24996
Area	5284.00000	5507.00000	5542.00000	5681.00000
Perimetro	1724.90159	1820.69343	1810.90159	1805.20310

Varianza	0.00136	0.00125	0.00476	0.00145
Media	0.99920	1.06883	0.72584	1.02045
Skewness	0.26373	0.57552	-6.78708	0.55880
Kurtosis	54.50078	248.11606	364.47847	96.35338

Posterior a la aplicación de la RNA para la clasificación de los caminos, se obtiene una matriz de confusión como se muestra en la Tabla 3, lo que muestra que el algoritmo propuesto da un 100% de eficiencia en la toma de decisiones para los caminos.

Tabla. 3. Matriz de confusión

Clase	Camino con dos opciones	Camino cerrado	Camino vuelta a la izquierda	Camino vuelta a la derecha	Exactitud %
Camino con dos opciones	20	0	0	0	100
Camino cerrado	0	20	0	0	100
Camino vuelta a la izquierda	0	0	20	0	100
Camino vuelta a la derecha	0	0	0	20	100
	Tasa de éxito global				100

CONCLUSIONES

El trabajo aporta una nueva alternativa para la solución de laberintos, esta nueva alternativa abre un nuevo camino en la solución de los mismos aprovechando las características de un Kinect que normalmente es utilizado para entretenimiento. Esto demuestra que se puede sacar provecho de dispositivos de entretenimiento en el área de investigación aportando una nueva visión en este tipo de dispositivos. Por último, es importante remarcar que el algoritmo trabaja con una matriz de confusión que nos arroja una tasa de éxito global del 100% por lo que las tomas de decisiones son seguras al hacer las clasificaciones de los caminos y así lograr el buen desplazamiento del móvil para llegar a la salida del laberinto.

BIBLIOGRAFIA

JASON M. V. (2008). Técnicas de inteligencia artificial para la solución de laberintos de estructura desconocida. *Scientia et Technica* Año XIV, 39, 135-140.

A. KUMARAVEL. (2012). Constructing and Automaton for exploring Dynamic Labyrinths. 2012 International Conference on Radar, Communication and Computing (ICRCC), 12, 161-165.

BEHNAM R. (2012). An Image Processing Approach to Solve Labyrinth Discovery Robotics Problem. 2012 IEEE 36th International Conference on Computer Software and Applications Workshops, 114, 631-636.

JORDI A.C. (2012). Embedded low-power low-cost Camera Sensor based on FPGA and its applications in mobile robots. 2012 19th IEEE International Electronics, Circuits and Systems (ICECS), 10, 336-339.

IASON O. (2011). Efficient Model-based 3D Tracking of Hand Articulations using Kinect. The 22nd British Machine Vision Conference BMVC 2011, 101, 1-11.

VITOR F. (2012). Blind navigation support system based on Microsoft Kinect. 4th International Conference on Software Development for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion (DSAI 2012), 14, 94-101.

SHUANGSHUANG L. (2013). Fusing Visual Tracking and Navigation for autonomous Control of An Intelligent Wheelchair. 3rd IFAC International Conference on Intelligent Control and Automation Science, 8, 549-554.

DEPOSITO DE PELÍCULAS DE CdS SOBRE SUSTRATOS DE VIDRIO MEDIANTE EL MÉTODO SILAR

Janelle Zúñiga Zendejo¹ y Luis Alfonso García Cerda²

RESUMEN

El método SILAR es una técnica de adsorción y reacción sucesiva de capas iónicas, es una técnica sencilla, no requiere gran equipamiento o accesorios para su ejecución, es de bajo costo y se puede llevar a cabo bajo condiciones de temperatura y presión ambiente. El CdS es ampliamente utilizado en la fabricación de celdas solares al tener un comportamiento de semiconductor tipo-n gracias al exceso de cadmio. En este trabajo de investigación se muestran los resultados obtenidos de nuestra experimentación por medio del método mencionado. Se caracterizó con difracción de rayos X para obtener datos útiles para ver la presencia de nuestra molécula deseada.

Palabras clave: método SILAR, celdas solares, CdS, Rayos X.

ABSTRACT

The SILAR method is a successive ionic layer and adsorption reaction technique, it's simple, does not require much equipment or accessories for execution, it is cheap and can be carried out under ambient conditions of temperature and pressure. CdS is widely used in manufacturing solar cells having n-type semiconductor behavior due to cadmium excess. In this research, the results of our experiment are shown by the above method. It was characterized with X rays diffraction (XRD) to observe the presence of our desired molecule.

Palabras clave: método SILAR, celdas solares, CdS, Rayos X.

INTRODUCCIÓN

La energía alterna es una apuesta a futuro para sustituir la energía por medio de combustibles fósiles favoreciendo al medio ambiente. La energía solar es una de las fuentes autóctonas principales de la Península Ibérica, y recibirá durante los próximos años la posición que merece.

Típicamente una celda solar está formada por los siguientes componentes: un vidrio que contiene un óxido conductor transparente, una película que actúa como ventana óptica o reflector de la radiación IR, el semiconductor base dopado con un tipo de portador mayoritario, y un contacto metálico para coleccionar los fotoelectrones que viajan de la banda de valencia a la banda de conducción al ser activados por la energía solar.

Existen varios métodos para preparar el material de CdS en forma de película delgada: por evaporación sublimación en espacio reducido, litografía, depósito por baño químico, electrodeposición en solución acuosa, depósito fotoquímico, SILAR, y por sales fundidas a altas temperaturas.

¹Universidad autónoma de Coahuila, facultad de metalurgia, carretera 57 Km 5, C.P. 25710, Monclova, Coahuila, janellez1403@gmail.com

² Centro de investigación en química aplicada, Director de posgrado, Blvd. Enrique Reyna #140, San José de los cerros, C.P. 25294, Saltillo, Coahuila, luis.garcia@ciqa.edu.mx

El método SILAR al ser un método sencillo, barato y no requiere equipo de alta tecnología para su elaboración, por esta razón se eligió para llevar a cabo nuestro trabajo.

MÉTODOS Y MATERIALES

El método SILAR (successive ionic layer adsorption and reaction), es una variación del baño químico. La metodología consta de la inmersión de un sustrato (vidrio) en varias soluciones, dando como resultado reacciones químicas que ocurren sobre el sustrato para dar como resultado una película. Se hace la limpieza del sustrato en un baño ultrasónico durante 5 minutos en los siguientes compuestos: se baña en acetona, después en 2-propanol y finalmente en agua desionizada. El depósito ocurre en 4 pasos secuenciales: 1) El sustrato es sumergido en la solución precursora de iones metálicos (cationes) en nuestro caso Cd^{+2} , esto se produce mediante la adición de una sal de cadmio, 2) se sumerge en agua desionizada para eliminar los iones de Cd mal adheridos, 3) Inmediatamente que la película queda recubierta por iones cadmio esta es sumergida en una solución de tiourea ($SC(NH_2)_2$) y un acomplejante, el objetivo del acomplejante es separar la sal para dejar libre al cadmio y este pueda reaccionar, esto brinda iones (aniones) de S^{2-} esto genera la reacción de los cationes con los aniones formando la película sobre del vidrio, 4) El sustrato es enjuagado en agua desionizada para remover partículas que no estén bien adheridas al sustrato. Como se muestra en la figura 1. El ciclo se vuelve a repetir varias veces, depositando una capa sobre otra, de manera que la película sea más uniforme y gruesa, hasta que se obtenga el resultado deseado.

Los factores que pueden afectar en el proceso son el pH de la solución precursora, la temperatura, las concentraciones de la solución y los tiempos de inmersión y secado.

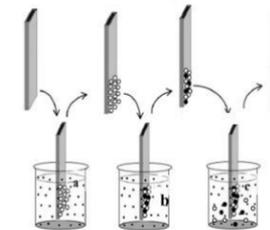


Figura 1 Procedimiento del método SILAR

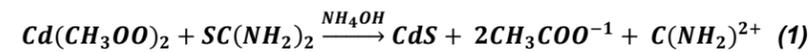
Para llevar a cabo nuestros experimentos se utilizó el siguiente material:

- 4 vasos de precipitados de 25 ml.
- 1 termómetro 150°C.
- 1 Parrilla de calentamiento.
- 1 Agitador de vidrio.
- 1 Espátula.
- 1 Báscula analítica.
- Tiras de pH
- Portaobjetos de vidrio.

Y los reactivos fueron:

- $Cd(CH_3COO)_2$
- $SC(NH_2)_2$
- NH_4OH
- H_2O Desionizada

La ecuación 1 es la reacción que se lleva a cabo en nuestro trabajo.



Durante el desarrollo de nuestro experimento se hizo a diferente número de ciclos, variación en el tiempo de enjuague y variación en el tiempo de precursores.

RESULTADOS

Las concentraciones de nuestros reactivos para todos los experimentos fueron:

- ✓ $\text{Cd}(\text{CH}_3\text{COO})_2 = .05\text{M}$
- ✓ $\text{SC}(\text{NH}_2)_2 = .05\text{M}$
- ✓ $\text{NH}_4\text{OH} = 1\text{M}$

En las figuras 2, 3 y 4 se muestra el patrón de rayos X de las películas delgadas de nanocristales de CdS sobre sustratos de vidrio por el método SILAR, se utilizó un equipo Rigaku DMAX-2000, con ángulos de exploración en el rango de 10 a 80 grados, 5° por minuto, con un paso de 0.02 con un aditamento d-tex.

a) Variación en el número de ciclos

En la tabla 1 se muestra la variación del número de ciclos en cada experimento, los tiempos de inmersión del catión y el anión fueron de 20 segundos cada uno y los tiempos de enjuague fueron de 10 segundos para cada experimento. La temperatura para todos los experimentos fue a 70°C. El pH fue de 7 para el catión y 10 para el anión.

Tabla 1 Obtención de CdS variando el número de ciclos.

Experimento	Catión	Anión	Numero de ciclos
1A	$\text{Cd}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	$\text{SC}(\text{NH}_2)_2$ NH_4OH	40
1B	$\text{Cd}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	$\text{SC}(\text{NH}_2)_2$ NH_4OH	80
1C	$\text{Cd}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	$\text{SC}(\text{NH}_2)_2$ NH_4OH	120

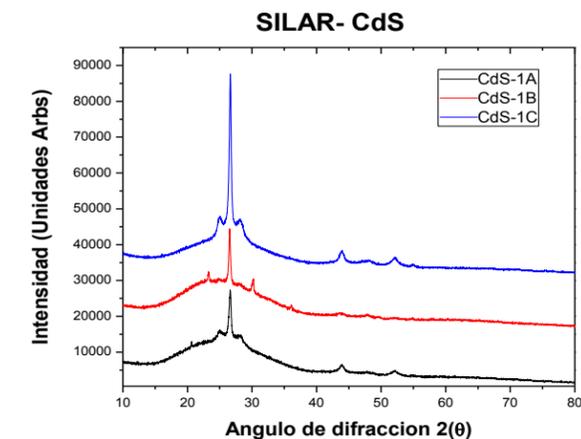


Figura 2. Patrón de difracción de rayos X de las películas delgadas de CdS, donde se muestra la variación en el número de ciclos.

b) Variación en el tiempo de enjuague

En la tabla 2 se muestra la variación en el tiempo de enjuague en cada experimento, los tiempos de inmersión del catión y el anión fueron de 20 segundos cada uno, con 40 ciclos para cada experimento. La temperatura para todos los experimentos fue a 70°C. El pH fue de 7 para el catión y 10 para el anión.

Tabla 2 Obtención de CdS variando el tiempo de enjuague

Experimento	Catión	Anión	Tiempo de enjuague (s)
2A	$\text{Cd}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	$\text{SC}(\text{NH}_2)_2$ NH_4OH	20
2B	$\text{Cd}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	$\text{SC}(\text{NH}_2)_2$ NH_4OH	10
2C	$\text{Cd}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	$\text{SC}(\text{NH}_2)_2$ NH_4OH	5

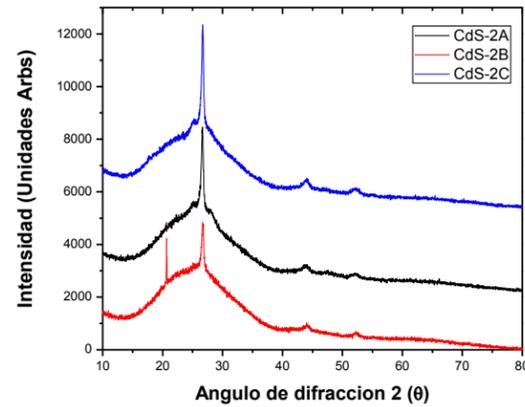


Figura 3 .Patrón de difracción de rayos X de las películas delgadas de CdS, donde se muestra la variación en el tiempo de enjuague.

c) Variación en el tiempo de precursores

En la tabla 3 se muestra la variación en el tiempo de precursores en cada experimento, los tiempos de enjuague fue de 10 segundos cada uno, con 40 ciclos para cada experimento. La temperatura para todos los experimentos fue a 70°C. El pH fue de 7 para el catión y 10 para el anión.

Tabla 3 Obtención de CdS variando el tiempo de precursores

Experimento	Catión	Anión	Tiempo de precursores (s)
3A	Cd(CH ₃ COO) ₂	SC(NH ₂) ₂ NH ₄ OH	10
3B	Cd(CH ₃ COO) ₂	SC(NH ₂) ₂ NH ₄ OH	20
3C	Cd(CH ₃ COO) ₂	SC(NH ₂) ₂ NH ₄ OH	40

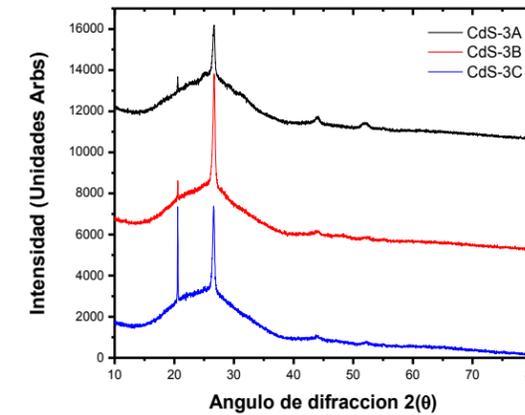


Figura 4 .Patrón de difracción de rayos X de las películas delgadas de CdS, donde se muestra la variación en el tiempo de precursores.

CONCLUSIÓN

La técnica SILAR es una alternativa, económica y sencilla para la obtención de películas delgadas, el CdS creció sobre los sustratos de vidrio, se puede observar que las películas características mostradas en las tres diferentes variaciones en el numero de ciclos, tiempos de enjuague y tiempos en los precursores, exhiben un pico de difracción de mayor intensidad en 2θ de 26.6°, este coincide con la línea de difracción (0 0 2) de la fase cristalina hexagonal del CdS.

BIBLIOGRAFIA

- A.I. Oliva. (2000). Películas delgadas de CdS: Preparación y comparación de propiedades usando diferentes técnicas de depósito. 14/08/2016, de Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN Sitio web: http://www.mda.cinvestav.mx/labs/fisica/micros/laboratorio/articulos%20pdf/Nacionales/sv_CdSfilms.pdf
- Olvera Girón N. (2013). Eficiencia en celdas fotovoltaicas. 14/08/2016, de Universidad Tecnológica de Querétaro Sitio web: www.uteq.edu.mx/tesis/ERS/010.pdf

REMOCIÓN DE BROMUROS EN SOLUCIONES ACUOSAS EMPLEANDO CARBONIZADOS DE HUESO

César Humberto Casillas Martínez¹ y Nahúm Andrés Medellín Castillo²

RESUMEN

En este trabajo se evaluaron diversos materiales adsorbentes para la remoción de bromuros de soluciones acuosas. La determinación de bromuros se realizó a través de un método potenciométrico empleando un electrodo de ion selectivo y preparando una curva de calibración. La resina polimérica de intercambio aniónico "Amberlite" resultó ser el material que presentó mayor capacidad de remoción.

ABSTRACT

In this work, different adsorbent materials for removing bromides aqueous solutions were evaluated. Bromides determination was performed a potentiometric method using an ion selective electrode and preparing a calibration curve. The polymeric anion exchange resin "Amberlite" proved the material presented greater removal capacity.

Palabras Clave: remoción, adsorbentes, bromuros, electrodo de ión selectivo, resina de intercambio aniónico.

INTRODUCCIÓN

El agua es el componente más abundante de la superficie terrestre y, más o menos puro, forma la lluvia, las fuentes, los ríos y los mares; es parte constituyente de todos los organismos vivos y aparecen en compuestos naturales (Guerrero, 2006). Pero en la actualidad gran cantidad de agua es desperdiciada y contaminada, provocando así una disminución en la calidad del agua y altos costos en su tratamiento. Los contaminantes del agua son de diversa índole: residuos sólidos, líquidos o gaseosos; materia tóxica; microorganismos; desechos radiactivos. Estas sustancias dan al agua propiedades indeseables, como corrosividad, incrustabilidad, toxicidad, mal olor, mal sabor y mala apariencia (Guerrero, 2006). El principal factor que altera el orden correcto del agua es el desecho de productos químicos donde se puede alcanzar una gran peligrosidad.

Muchos de los tratamientos de agua implican la adición de cloro, aunque el proceso de cloración implica beneficios incuestionables en la prevención de enfermedades bacterianas, virales y parasitarias. No obstante, la presencia de trihalometanos (THM) como el cloroformo, el bromodichlorometano (BDCM), el dibromoclorometano (DBCM) y el bromoformo en el agua de consumo plantea potenciales riesgos para la salud. La cantidad de THM en el agua dependerá de la cantidad de cloro añadido, además de la cantidad de materia orgánica, y concentración de bromuros del agua, pH y temperatura (Higiene ambiental, 2012). El ozono es un excelente desinfectante y es capaz de inactivar microorganismos patógenos aún más resistentes tales como protozoos, aun cuando los desinfectantes convencionales (cloro o dióxido de cloro) fallen (Gunten, 2003). Sin embargo, el problema puede ir más allá y repercutir negativamente. Para

¹ Universidad Autónoma de Aguascalientes, Departamento de Ingeniería Bioquímica, Av. Universidad 940, Ciudad Universitaria, Villas de la Universidad, C.P. 20131, Aguascalientes, Aguascalientes, México casillas.martinez.ch.402@gmail.com

² Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ingeniería, Av- Manuel Nava N0. 8, Zona Universitaria, C.P. 78290, San Luis Potosí, San Luis Potosí, México nahum.medellin@uaslp.mx

inhibir la actividad microbiológica se requieren grandes cantidades de ozono, esto puede conducir la formación de subproductos no deseados, en particular el bromato, que es considerado como un carcinógeno potencial humano. El bromato resulta ser muy problemático ya que a diferencia de muchos otros subproductos orgánicos no se biodegrada (Gunten, 2003). El bromato es formado a partir de bromuros disueltos en agua durante el proceso de ozonización, por esta razón muchos de los países controlan estrictamente la concentración de bromuros en la potabilización de agua de consumo humano. La producción de bromatos se puede tratar por medio de tres rutas: remover los bromuros antes del proceso de ozonización; control de formación de bromatos durante la ozonización; remoción de bromatos después del proceso de ozonización (Gong, et al, 2013).

En la actualidad se han realizado numerosos estudios para remover bromuros como táctica preventiva a la formación de bromatos, así pues algunos de los procesos aplicados son los tratamientos electroquímicos, usados para oxidar completamente las moléculas de bromuro, aunque causa la formación de subproductos; nanofiltración, eliminación de eficaz del ion aunque demanda altos costos a grandes escalas; coagulación, alternativa utilizada de manera eficaz para eliminar bromuros pero esta metodología debe ser considerada, ya que la mayor parte del bromuro que se retira es perjudicial para el medio ambiente (Gong, et al, 2013).

La adsorción es una operación que ha sido utilizada para remover gran cantidad de sustancias presentes en una muestra de interés debido a su bajo costo y reproducibilidad, por lo tanto la adsorción consiste en la retención selectiva de uno o más componentes (adsorbatos) de un gas o un líquido en la superficie de un sólido poroso (adsorbente), (Pau, 2005). El carbón activado es el adsorbente más utilizado y del cual se han realizado muchos estudios, aunque se pretende remover bromuros a través de carbonizados de hueso, donde el principal agente activo es la hidroxiapatita, también se pretende comparar dicha remoción con diferentes adsorbentes obtenidos de manera natural o sintética, obteniendo un resultado concreto para seguir con posteriores investigaciones de dicho material.

MÉTODOS Y MATERIALES

Experimento 1. A partir de una sal de NaBr, se prepararon 3 soluciones estándar (1000, 100 y 10 ppm) de Br⁻ de las cuales se partió para preparar 6 soluciones (0.2, 0.6, 1, 2, 6 y 10 ppm), las cuales sirvieron para hacer una curva de calibración. Para determinar la concentración de bromuro se utilizó un método potenciométrico empleando un electrodo de ion selectivo marca Hanna Instruments. El estándar de 2.0 mg/L se tomó como referencia y se ajustó su lectura a 0.0 mV. La serie de datos se ajustan perfectamente a un modelo lineal siguiendo la ecuación de la recta:

$$y = mx + b \quad (1)$$

Se analizaron 3 muestras de agua de diferente procedencia (agua de pozo, agua de una escuela pública, agua de la facultad de ingeniería) para conocer si existía contaminación por bromuros, basándose en el modelo lineal propuesto.

Experimento 2. Se corrió una cinética de adsorción, en un matraz de 1L se colocó una solución de 20 ppm de Br⁻, con pH ajustado y controlado durante el proceso a 5 ± 0.25 , regulándose con HNO₃ (1, 0.1, 0.01 M) y NaOH (1, 0.1, 0.01 M), a temperatura de 25 °C, se sumergió un contenedor con 1.0005 g de carbonizado de hueso 12-20µm en la solución, se aisló y se mantuvo en agitación a 200 rpm durante todo el experimento. Se tomaron 10 ml de muestra al t=0, para 1/4, 1/2, 1, 2, 4, 8, 12, 24 y 48 horas se tomaron muestras de 2 mL con el propósito de mantener el volumen constante. Se prepararon las muestras obtenidas para su análisis con el electrodo, y así determinar la cantidad de bromuros removidos.

Experimento 3: Los materiales utilizados para las pruebas de adsorción se eligieron de manera aleatoria con la finalidad de observar una mayor competitividad e identificar diferencias claramente marcadas, entre los cuales destacaron: palma, lechuguilla, HDL, alúmina activada, carbón activado, carbonizado de hueso 12-20µm, llanta, semilla de chile, gel quitasano, gel 4VP, NVCL, sepiolita, cascara de nuez, zeolita, amberlite y carbonizado de hueso 1N. Se prepararon 1500 ml de una solución de bromuros de 20 ppm, ajustándose el pH a 5. Se colocó la masa correspondiente en contenedores a base de tela de libre difusión. Se adicionaron 100 ml de solución a 20 ppm de bromuros en un recipiente de plástico, para cada material adsorbente, manteniéndose a 25 °C, agitándose manualmente durante el transcurso del experimento de 5 a 6 veces por día, durante 3 días. Durante la adsorción de los materiales no se ajustó en ningún momento el pH. Al final del experimento se midió el pH se tomaron 20 ml de muestra filtrada al vacío para evitar cualquier interferencia de partículas en suspensión. Se midió el voltaje de las muestras y se calculó la concentración de bromuros con respecto a la ecuación lineal (1).

RESULTADOS

Experimento 1: La calibración del equipo se realizó de manera exitosa, al obtenerse una distribución de puntos alrededor de una línea de tendencia, como se observa en la gráfica 1. Un valor de $R^2=0.9917$ respalda que dicha distribución puede utilizarse para obtener de manera aproximada la verdadera concentración de bromuros en solución. Ecuación ajustada:

$$y = -0.0441x + 0.6957 \quad (2)$$

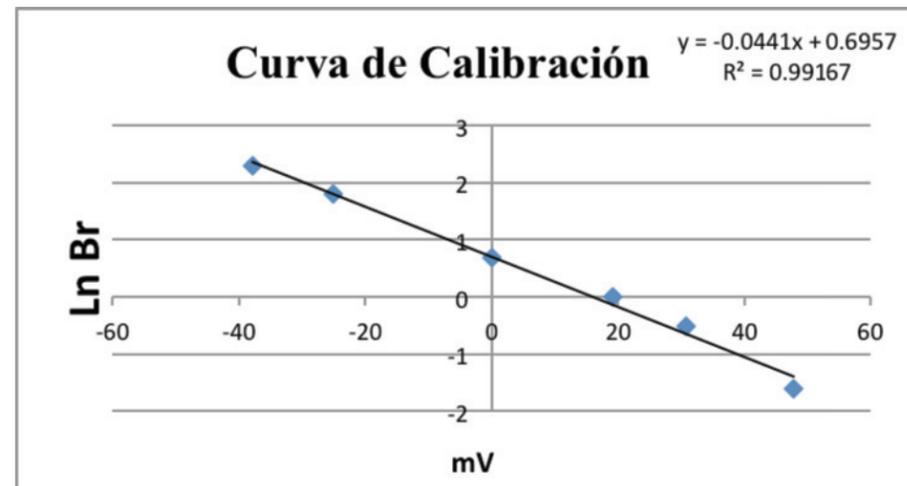


Figura 1. Curva patrón de concentración de bromuros en solución acuosa.

Tabla 1. Análisis de bromuros en agua de diferente procedencia.

Muestra	mV	Ln Br ⁻	mg/L de Br ⁻
Agua de escuela pública	31.7	-0.70227	0.495
Agua de pozo	17.2	-0.06282	0.939
Agua de facultad de ingeniería	48.5	-1.44315	0.236

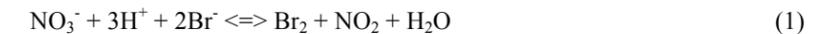
La concentración permitida de bromuros en solución para evitar cualquier transformación a bromatos durante la ozonización es de 10 mg/L según (Bromate in drinking-water), ya que una concentración mayor provoca mayor número de moléculas carcinogénicas las cuales al mantenerse en exposición prolongada puede provocar anomalías, es decir, formación de tumores. Según la tabla 1 se deben tomar precauciones al consumir el agua de pozo, debido a la concentración de bromuros.

Experimento 2:

Tabla 2. Cinética de adsorción de bromuros utilizando carbonizado de hueso.

Tiempo	mV	Factor de dilución	Ln Br ⁻	Br ⁻ diluidos	Concentración final
0	-39.6	2	2.38	10.78	21.55
0.25	-18.5	5	1.51	4.52	22.59
0.5	-19.8	5	1.56	4.77	23.83
1	-23.2	5	1.70	5.48	27.47
2	-23.6	5	1.72	5.57	27.87
4	-22.6	5	1.68	5.35	26.75
8	-23.2	5	1.70	5.48	27.42
12	-22	5	1.65	5.22	26.09
24	-21.8	5	1.64	5.18	25.88
48	-20.9	5	1.61	4.99	24.94

Se esperaba que la concentración de bromuros disminuyera conforme aumentaba el tiempo, aunque la realidad ha sido otra. La concentración final aumento conforme el tiempo tabla 2. Cabe mencionar que se ajustó el pH durante todo el experimento con HNO₃, debido a este ácido se observó una reacción desfavorable siguiendo el siguiente mecanismo:



La reacción es reversible, el equilibrio puede llegar por ambos lados de la reacción (1), aunque el equilibrio alcanzado puede ser desplazado por la adición o eliminación de los componentes que intervienen (Lengyel et al., 1989), así pues se agregó ácido nítrico para ajustar el pH aumentando la concentración de nitratos provocando un desplazamiento de izquierda a derecha favoreciendo la producción de productos, disminuyendo por consecuencia la concentración de bromuros en solución, aunque eso no es todo, el bromo molecular formado (Br₂) reacciona nuevamente con los bromuros en solución provocando una siguiente reacción:



Estudios muestran que el tribromuro afecta significativamente la absorbancia de diferentes análisis, impidiendo así medir claramente concentración de bromuros y bromo molecular, aunque no se han encontrado estudios donde se establezca que el tribromuro afecte la medición de mV para calcular la concentración de bromuros.

Experimento 3:

Tabla 3. Adsorbentes utilizados en la remoción de bromuros.

Material	Co (ppm)	mVo	Cf (ppm)	mVf	Volumen	pHf	%Remoción
Palma	20	-57.5	24.7	-56.9	100	3.81	-23.3
Lechuguilla	20	-57.5	26.2	-58.3	100	5.11	-31.1
HDL	20	-57.5	26.1	-58.2	100	9.68	-30.6
Alumina activada	20	-57.5	42.8	-69.4	100	7.09	-113.9
Carbon activado	20	-57.5	27.8	-59.6	90	7.84	-38.9
Carbonizado de hueso	20	-57.5	24.7	-56.9	100	6.64	-23.3
Llanta	20	-57.5	25.3	-57.5	100	5.73	-26.6
Semilla de chile	20	-57.5	25.2	-57.4	100	5.35	-26.0

Gel quitosano	20	-57.5	6.0	-25	100	4.11	69.8
Gel 4VP	20	-57.5	25.4	-57.6	100	3.92	-27.1
NVCL	20	-57.5	17.7	-49.4	90	5.17	11.4
Sepiolita	20	-57.5	29.9	-61.3	100	8.01	-49.7
Cascara de nuez	20	-57.5	25.1	-57.3	100	5.78	-25.5
Zeolita	20	-57.5	24.5	-56.8	100	6.04	-22.7
Amberlite	20	-57.5	0.6	29.2	100	5.07	97.2
Carbonizado de hueso 1N	20	-57.5	23.9	-56.2	100	6.43	-19.3

Efecto del pH. Al observarse una inestabilidad al utilizar ácido nítrico, se prefirió no ajustar el pH de las soluciones con los materiales adsorbentes. El pH final que presenta cada material adsorbente es característico ya que tienen capacidad acidificante diferente. Por ejemplo el pH del carbón activado depende con que grupos este cargado en la superficie, así pues si está cargado con grupos acidificantes el medio será ácido, mientras si se encuentra cargado con grupos básicos, el medio tenderá a ser alcalino. Las condiciones en las que un carbón tenga una carga neta negativa serán preferibles para adsorber cationes y aquellas en las que presente una carga neta positiva lo serán para adsorber aniones (Ciencia libre). Dado que el modificar el pH de los efluentes contaminantes no siempre resulta sencillo es preferible optimizar la química superficial del carbón activado teniendo en cuenta los criterios anteriores para que la adsorción sea máxima.

Efecto de la temperatura. Solo se ha utilizado una temperatura estándar 25°C, aunque se sabe que este factor afecta la interacción de contaminante-adsorbente. En una adsorción de bromuros realizada con hidróxidos de doble capa se observó que a temperaturas de tratamiento de 200 a 500°C existe una alta adsorción de bromuros mientras que temperaturas mayores de 500°C disminuyen la remoción. Los adsorbentes no tratados a temperatura presentaron muy baja adsorción. La capacidad de adsorción se ve favorecida cuando los experimentos se realizan a 30°C. (Lv et al., 2008), temperatura muy cercana a la utilizada en todos los experimentos.

Efecto de los adsorbentes: Se observa en la tabla 3 los distintos materiales utilizados en la remoción de bromuros, destacando entre ellos amberlite, gel quitosano y NVCL, aunque también existen otros materiales que presentan alta efectividad por ejemplo esferas de carbono cargadas con plata tuvieron una remoción del 94%, a temperaturas de 25°C y pH de 5, el proceso se favoreció a esta temperatura, ya que a 20°C se mostró una remoción tan solo del 84% (Gong, et al, 2013), dato que respalda el valor de temperatura de los experimentos realizados en este artículo.

CONCLUSIONES

La concentración de bromuros en soluciones acuosas no disminuyó utilizando carbonizados de hueso, debido a la carga superficial que tiene el material adsorbente, se tiene la teoría de que el material adsorbente libera compuestos secundarios que afectan la adsorción de los iones. Aunque se pueden emplear distintos adsorbentes capaces de remover bromuros presentes en agua, tales como amberlite, gel quitosano y NVCL que presentaron porcentaje de eliminación de 97, 69 y 11 por ciento. Para posteriores análisis se recomienda usar HCl para que no intervenga en reacciones secundarias con el analito, se debe cuidar la adición del ácido ya que el electrodo de ion selectivo de bromuros se ve afectado por concentración de Bromuros, ioduros y cianuros. También se recomienda mantener siempre las condiciones de pH 5 y temperatura de 25-35°C, con la finalidad de mejorar la capacidad de adsorción.

BIBLIOGRAFIA

- Guerrero, M. (2006). El agua. México, D.F., MX: FCE - Fondo de Cultura Económica.
- Pau, G. J. (2005). Equilibrio de adsorción de mezclas gaseosas en tamices moleculares. Madrid, ES: Universidad Complutense de Madrid.

- Gunten, U. (2003). "Ozonation of drinking water: Part II. Disinfection and by-product formation in presence of bromide, iodide or chlorine" en WATER RESEARCH, Núm. 37, [pp. 1469-1487].
- Gong, C., Zhang, Z., Qian, Q., Liu, D., Cheng, Y. y Yuan, G. (2013). "Removal of bromide from water by adsorption on silver-loaded porous carbon spheres to prevent bromate formation" en Chemical Engineering Journal, Núm. 218, [pp. 333-340].
- Lengyel, I., Nagy, I., Bazsa, G. (1989). "Kinetic Study of the Autocatalytic Nitric Acid-Bromide Reaction and Its Reverse, the Nitrous Acid-Bromine Reaction" en J. Phys. Chem, Núm. 93, [pp. 2801-2807].
- Lv, L., Wang, Y., Wei, M., Cheng, J. (2008). "Bromide ion removal from contaminated water by calcined and uncalcined MgAl-CO₃ layered double hydroxides" en Journal of Hazardous Materials, Núm. 152, [pp. 1130-1137].
- World Health Organization (2005). Bromate in drinking-water/Bromato en agua potable-OMS. Consultas: permissions@who.int
- Ciencia libre. Consultada en <http://cienciacatalisislibre.blogspot.mx/2011/11/el-carbon-activado.html> (08/08/2016)

CONVERTIDOR CD / CD BUCK

Andrés Cosaki García Carmona¹ y Luis Alejandro Flores Oropeza²

RESUMEN

Los convertidores reductores de corriente directa, o convertidores buck; son un tipo de fuente conmutada capaz de reducir un nivel de voltaje de la entrada usando elementos como capacitores y bobinas. En este documento, se expondrá de una manera general, los cambios ocurridos en un convertidor Buck, al cambiar los parámetros de capacitancia e inductancia de sus elementos, además se verá la reacción del convertidor al sustituir los elementos usados para la conmutación (SW, MOSFETs, Diodo, etc.); todo esto se verá de forma teórica mediante simulaciones en el programa OrCad. Comparando cada convertidor, se determinará cual sería el más indicado para llevarlo a la práctica; el convertidor a realizar de manera práctica, debe ser capaz de suministrar 10 V, 10 W y trabajará a una frecuencia de 100 kHz.

ABSTRACT

The step-down converter or Buck converter; It's a class of switched-mode power supply, it can reduce the voltage level with the use of electric elements like capacitors and coils. This document shows how the out voltage would change, when the capacitance and inductance of its elements change. As the same way, it shows what would happen if the switch elements (SW, MOSFETs, Diode, etc.) change; all of this will be showed in theoretical form using OrCad. Then we will compare all the viewed converters and determinate which could be the best for the practice model; the buck converter that we will be designed has to be able to supply 10 V, 10 W and it will work at 100 kHz.

Palabras Clave: OrCad, Convertidor, Buck, Inductor, Capacitor, Frecuencia, Circuito.

INTRODUCCIÓN

Las fuentes de alimentación conmutadas son una de las soluciones a la pérdida de energía dada en las fuentes de alimentación convencionales, esto es porque las fuentes conmutadas, trabajan a frecuencias muy altas, 100 kHz por ejemplo, al aumentar la frecuencia de esta forma, reducimos las pérdidas y el tamaño final del transformador. Dentro de la clasificación de fuentes conmutadas, se pueden encontrar fuentes de CA/CA y CD/CD, en los casos de convertidores de CA/CA, la corriente tiene que pasar de ser alterna a ser directa, posteriormente pasando por un proceso en el que se altera la frecuencia original, pasa de nuevo a ser alterna.

En el caso de los convertidores CD/CD, la corriente solo debe estar en forma directa, la frecuencia de la conmutación es uno de los elementos más importantes que definirá el nivel de voltaje dado en la salida. Dentro del ámbito de los convertidores CD/CD existen varias versiones, entre los más destacables se encuentran el convertidor Boost (elevador) y el Buck (reductor); en esta ocasión nos centraremos más en los reductores Buck.

¹ Universidad Autónoma de Aguascalientes, Departamento de Ing. Robótica, Miguel Estrada Iturbide #116, Fracc. Manuel Gómez Morín, C.P: 20200, Aguascalientes, Ags., cosaki60@gmail.com

² Universidad Autónoma de Aguascalientes, UAA, Departamento de Sistemas Electrónicos; Av. Universidad # 940, Cd. Universitaria, Luis Alejandro Flores Oropeza, C.P: 20100, Aguascalientes, Ags., lflores@correo.uaa.mx

Los convertidores Buck o reductores, son circuitos capaces de disminuir el voltaje de salida, dependiendo de la frecuencia de conmutación a la que esté sometido. Los otros elementos necesarios para el correcto funcionamiento de un convertidor Buck, es el elemento que servirá como switch, un diodo y dos elementos para almacenamiento de energía, un inductor y un capacitor.

MÉTODOS Y MATERIALES

Se hará uso de programas tales como OrCad para la simulación de los circuitos, MathCad para la resolución de las ecuaciones y altium para el diseño del PCB. Inicialmente, se simulará un circuito convertidor reductor genérico, éste se tomará como base para determinar el efecto que tiene sobre el convertidor los cambios en los parámetros de los sus elementos (inductor, capacitor) en el voltaje de salida; posteriormente se sustituirán algunos de sus elementos físicos y no los parámetros de estos, y se compararán los resultados con el circuito base. Todo esto con el fin de entender que sucede en la práctica si se cambian arbitrariamente los parámetros y los elementos con los que esté trabajando el convertidor reductor.

Finalmente teniendo un circuito con un buen comportamiento (voltaje de salida y estabilidad), se procederá al diseño del PCB, para esto es necesario primero calcular la capacitancia y la inductancia necesaria que necesita el condensador y la bobina a utilizar en el circuito, en este punto se usará MathCad para la resolución de las ecuaciones.

Teniendo ya los valores mínimos necesarios, se iniciará con el diseño el PCB, cabe señalar que el núcleo del inductor que se usará debe ser lo suficientemente grande para trabajar a la frecuencia solicitada sin problemas, en este caso 100 kHz.

Los materiales a usar para el circuito serán:

- 5 Diodos Schottcky
- 5 Resistencias de 1 kΩ
- 1 Resistencia de 22 kΩ
- 4 Capacitores de 10 μF
- 1 Capacitor de 100 pF
- 1 Capacitor de 10 μF
- 2 MOSFET de canal N
- 1 transistor 2N2222
- 1 IR2110
- 1 Núcleo RM-8

Las ecuaciones requeridas son:

$$d := \frac{V_o}{V_{in}} \quad (1)$$

$$L_o := \frac{(V_{in} - V_o) \cdot \frac{V_o}{V_{in}}}{\Delta i \cdot f_s} \quad (2)$$

$$C_o := \frac{1 - d}{8 \cdot L_o \cdot f_s^2 \cdot \frac{\Delta V_o}{V_o}} \quad (3)$$

RESULTADOS

El circuito base se muestra en figura 1.

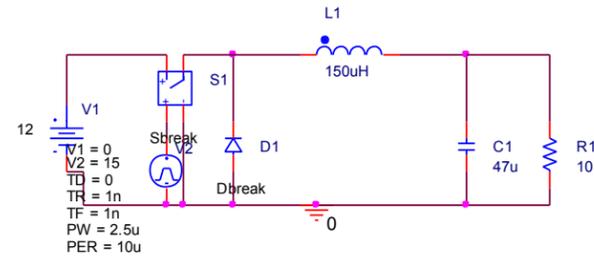


Figura 1. Circuito Buck base

Es necesario señalar que en este circuito en particular la variable “d” de la ecuación 1) es de .25 o 25%, esto quiere decir que la relación entre el voltaje de entrada y el de salida es de .25, en pocas palabras, el voltaje de salida debe ser teóricamente de 3 V (una cuarta parte de V_{in}); pero en la figura 2 se puede ver que el voltaje de salida no llega a los 3 V, es de hecho, de 2.35 V aproximadamente en su punto de estabilidad. Esto se debe varias cosas, la más notable sería la corriente que esté demandando la carga, pues sabemos que, entre más corriente, menos voltaje de esta manera la potencia demandada no cambiará. (Nota: El circuito base siempre tendrá el color verde).

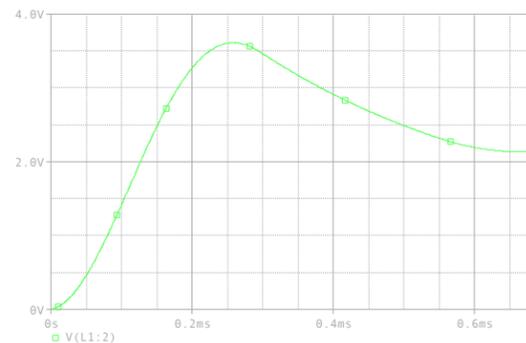


Figura 2. Voltaje de salida circuito base

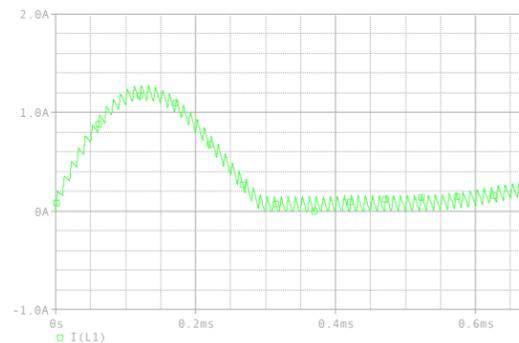


Figura 3. Corriente del inductor circuito base

De la figura 2 y 3 se puede observar que tanto la corriente como el voltaje oscilan un poco antes de llegar a un punto de estabilidad, tardan cerca de 1.4 ms para llegar a él. El rizado de la corriente es un tanto notable, teniendo un rizado de 160 mA aproximadamente.

Haciendo ligeras modificaciones a los parámetros de los elementos, se obtienen las siguientes comparaciones:

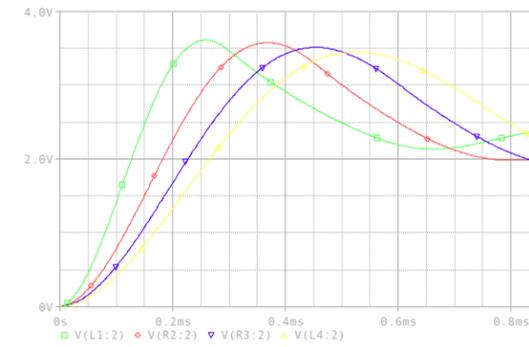


Figura 4. Comparación voltajes con aumento 150 μ H graduales en el inductor

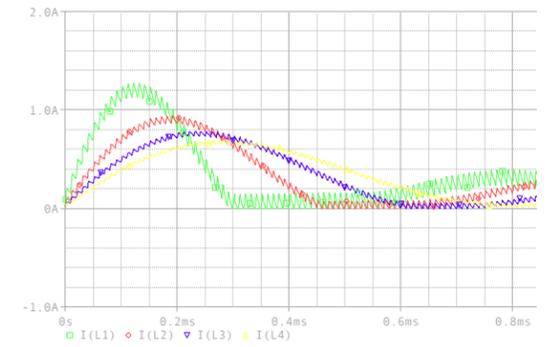


Figura 5. Comparación corrientes con aumento 150 μ H graduales en el inductor

En base a las figuras 4 y 5 se puede concluir que entre más alto sea el valor de la inductancia, el tiempo para llegar a la estabilidad aumentará, pero el rizado de la corriente disminuirá considerablemente.

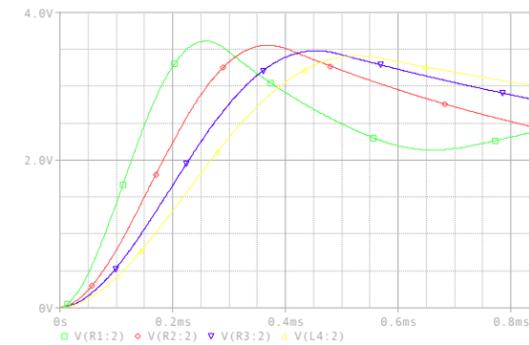


Figura 6. Comparación voltajes con aumento 47 μ F graduales en el capacitor

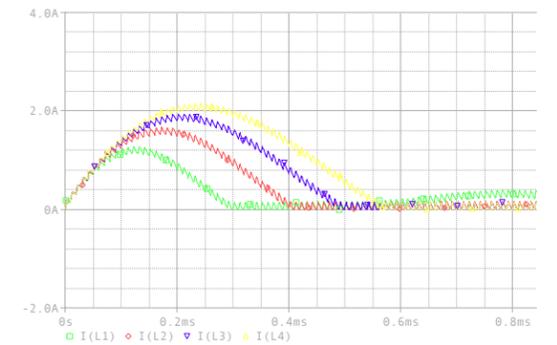


Figura 7. Comparación corrientes con aumento 47 μ F graduales en el capacitor

En las figuras 6 y 7 se puede observar que, entre más capacitancia tenga el condensador a usar, el tiempo necesario para que el voltaje llegue a una estabilidad se verá reducido y no habrá muchas oscilaciones en el proceso, pero la corriente pico será mayor.

Ahora veamos qué pasa si se sustituyen algunos de los elementos del convertidor, en primer lugar, se debe tener en cuenta que el SW principal del circuito base, es un SW casi ideal, esto en la práctica no existe, por lo que se debe optar en usar otro tipo de elemento, en este caso se usó un MOSFET, un elemento de rápida conmutación y usado para soportare grandes corrientes. Recordemos que la función del diodo en este convertidor, es solo para realizar un corto circuito cuando el interruptor o MOSFET esté en desuso, es decir en el tiempo complementario de ciclo de trabajo, por lo tanto, se puede sustituir el diodo por otro interruptor o MOSFET, pero con un ciclo de trabajo complementario al interruptor principal. El nuevo circuito puede verse en la figura 8.

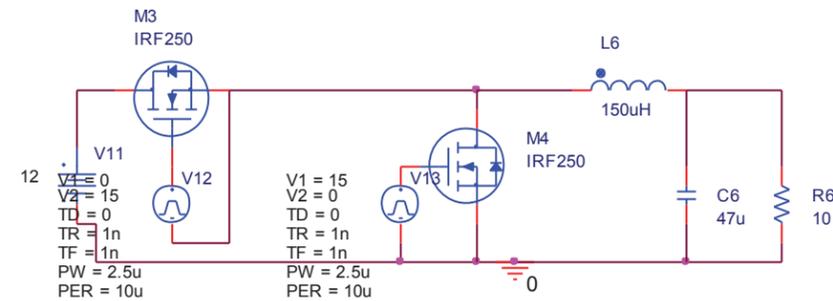


Figura 8. Variante de convertidor Buck con dos MOSFETs

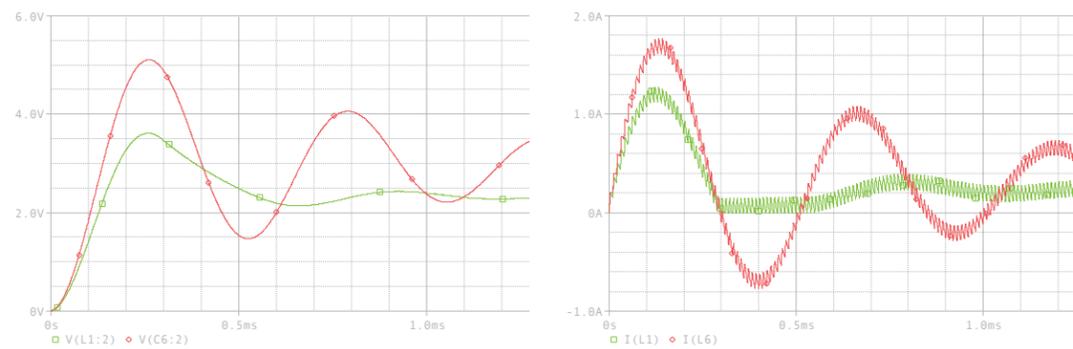


Figura 9. Comparación voltajes con aumento 47 μF graduales en el capacitor

Figura 10. Comparación voltajes con aumento 47 μF graduales en el capacitor

De las figuras 9 y 10 se puede concluir que al usar dos MOSFETs, tanto el voltaje como la corriente tardan mucho más en llegar a su punto de estabilidad, pero tiene una gran ventaja. Anteriormente se señaló que el valor esperado del voltaje de salida debería ser de 3 V, pero con el circuito original el valor apenas superaba los 2 V. Con el uso del MOSFET esto cambia y el valor del voltaje de salida real es muy cercano al esperado.

Por la ventaja que tiene el uso de un MOSFET, se decidió diseñar en físico el circuito de la figura 10, para esto es necesario usar un buffer para aumentar la potencia de la señal mandada por el tren de pulsos o PWM hacia los MOSFETs, El circuito integrado que se usó para la función de buffer, es el IR2110, un circuito integrado muy práctico si se necesita de controlar dos MOSFETs a la vez.

Mediante las ecuaciones 2) y 3) podemos determinar el valor de la capacitancia y la inductancia necesarias para el circuito. Los parámetros que hay que tener en cuenta para este convertidor en particular, son:

- $V_{out} = 10 \text{ V}$
- $P_{max} = 10 \text{ W}$
- $f_s = 100 \text{ kHz}$
- $\Delta V_o = .1 \text{ V}$
- $\Delta i = .2 \text{ A}$

Esto nos da como resultado una inductancia L_o de $2.917 \cdot 10^{-4} \text{ H}$ y una capacitancia C_o de $2.5 \cdot 10^{-6} \text{ F}$, ahora teniendo estos valores, se pudo proceder a la construcción del inductor, el cual por la frecuencia a la que el circuito trabajará, se requería de un núcleo RM-6 como mínimo, en este caso se optó por usar un núcleo RM-8; la bobina se realizó con 28 vueltas de alambre, teniendo una inductancia de casi 300 μH .

Las distribuciones de los componentes del circuito se pueden ver en las figuras 13 y 14, siendo la figura 13 el esquemático y la 14 el diseño del PCB, en la figura 13 se pueden apreciar dos circuitos que podrían parecer estar separados entre sí, pero esto no es así; el circuito superior corresponde al circuito general del convertidor reductor y el circuito inferior corresponde a las conexiones necesarias para el buffer IR2110.

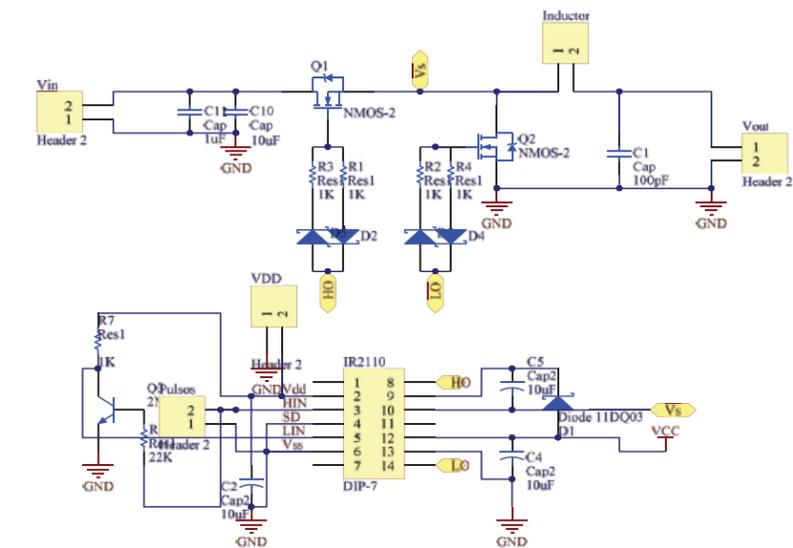


Figura 11. Esquemático circuito final

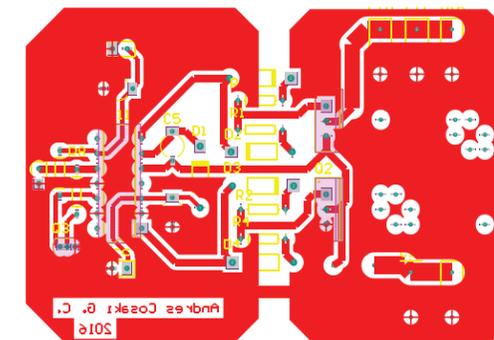


Figura 12. PCB circuito final

CONCLUSIONES

Para el diseño de las fuentes conmutadas, más específicamente, para el diseño de convertidores Buck es necesario tener en cuenta varias cosas, pues ya no solo se deben de considerar las medidas para hacer que el circuito sea de alta potencia, me refiero al grosor de las pistas que deben de ser más grandes que las

pistas para la parte de control, y al uso de polígonos para la tierra. Sino que además se deben considerar medidas para que el circuito funcione a altas frecuencias, estas medidas más que nada son el uso de los elementos electrónicos capaces de trabajar a altas frecuencias; un ejemplo muy claro es el de los diodos, no se pueden usar diodos comunes para este tipo de circuitos porque su tiempo de recuperación inversa es demasiado alto; es más recomendable usar diodos Schottcky que trabajan bastante bien a frecuencias incluso superiores a los 100 kHz.

BIBLIOGRAFIA

Libros

Figueres, E., Benavent, J. M. y Garcerá, G. (2000). *Simulación de circuitos electrónicos de potencia con PSpice*, México: ALFAOMEGA GRUPO EDITOR

IMPLEMENTACIÓN ELECTRÓNICA DE SISTEMAS BIOINSPIRADOS Y SISTEMAS CAÓTICOS

Joaquín Fernando Ortega Silva¹ y Luis Javier Ontañón-García Pimentel²

RESUMEN

A continuación se presenta la implementación electrónica del modelo matemático de las neuronas de FitzHugh-Nagumo y de las células pancreáticas β como sistemas dinámicos, debido a la estructura de los sistemas de ecuaciones diferenciales de estos modelos, se podrán implementar de forma análoga utilizando amplificadores operacionales. Además se estudia la sincronización de estas estructuras con el propósito de simular sistemas complejos como redes neuronales o islotes de Langerhans. Estos modelos matemáticos describen la excitación eléctrica que presentan estas estructuras lo que abre paso al estudio y desarrollo de sistemas biológicos aplicando dichos modelos matemáticos. El objetivo del proyecto no es solo estudiar sistemas bio-inspirados sino la de aplicar la computación analógica en el desarrollo de investigaciones de problemas reales como la diabetes.

ABSTRACT

Here we present the electronic implementation of the mathematical models of the FitzHugh-Nagumo neuron and the pancreatic β cell as dynamic systems, due to the structure of the systems of differential equations of these models it can be implemented analogously with operational amplifiers. We also study the synchronization between these structures with the purpose of simulating neural networks or Langerhans islets. These mathematical models describe the electrical activity of biological systems, and therefore enable us to keep studying and developing bio-inspired systems. The objective is not only to study the behavior of bio-inspired systems but also putting analog computation to real life applications such as research of problems like diabetes.

Keywords: electronic implementation, mathematical model, dynamical system, chaos, FitzHugh-Nagumo neuron, pancreatic β cell, synchronization, diabetes.

INTRODUCCIÓN

La teoría del caos trata sobre cierto tipo de sistemas complejos y dinámicos muy sensibles a sus condiciones iniciales, donde pequeñas variaciones pueden provocar grandes diferencias en su comportamiento futuro. Por eso en un sistema dinámico no se trata sobre encontrar las soluciones exactas

¹ Universidad Autónoma de Aguascalientes, Departamento de Ingeniería Biomédica, Av. Universidad #940, C.P. 20131, Aguascalientes, Aguascalientes, jfoskeny4.1@hotmail.com

² Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Departamento de Sistemas Computacionales, Carretera Salinas-Santo Domingo # 200, C.P. 78600, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, luis.ontanon@uaslp.mx

de un conjunto de ecuaciones que define a dicho sistema- sino las de establecer los parámetros, límites y tendencias del sistema estudiado. Para esta investigación se tomó el modelo matemático de las neuronas de FitzHugh-Nagumo y de las células pancreáticas β descrita por M. Pernarowski (véase referencia [1] y [2]). Una manera en que se implementan estos sistemas de acuerdo a sus respectivos modelos matemáticos es a través de dispositivos electrónicos analógicos tales como los amplificadores operacionales en sus configuraciones inversora, sumador-restador, e integrador inversor. Este proceso logra usar las soluciones exactas en vez de la solución a través de métodos numéricos. A su vez el proyecto tiene como objetivo estudiar si al acoplar estas estructuras resultan en sistemas sincronizados, ya que estar acoplados no forzosamente signifique que sincronicen entre sí, debido a que son dos o más sistemas distintos los que se buscan acoplar. Este artículo se ordena de la siguiente manera: En la segunda sección se presentan los modelos matemáticos de los sistemas bio-inspirados de la neurona y de la célula β , después, la implementación electrónica de éstos sistemas, a continuación discusión y resultados, y finalmente las conclusiones del proyecto.

Modelos Matemáticos

1. Modelo matemático de Fitz Hugh-Nagumo

El modelo teórico fue propuesto por R. FitzHugh (1969). Su implementación electrónica fue descrita en [1]. El modelo toma la siguiente forma cuando acoplamos 2 neuronas:

$$(1) \quad \dot{x}_1 = x_1 - \frac{1}{3} x_1^3 - y_1 + I + \gamma_1 \quad (1)$$

$$\dot{y}_1 = \frac{1}{c} (x_1 + a - by_1) + \gamma_2 \quad (2)$$

$$\dot{x}_2 = x_2 - \frac{1}{3} x_2^3 - y_2 + I + \gamma_3 \quad (3)$$

$$\dot{y}_2 = \frac{1}{c} (x_2 + a - by_2) + \gamma_4 \quad (4)$$

Donde x representa en el potencial de la membrana y su excitabilidad, mientras y representa el acomodo y obstinación del potencial. γ es el parámetro de acoplamiento. Los valores comunes de los parámetros en el cual el sistema presenta oscilación son $I=0.5$, $a=0.7$, $b=0.8$, $c=12.5$. Las ecuaciones de acoplamiento son las siguientes:

$$\gamma_1 = \alpha (x_2 - x_1) \quad (5)$$

$$\gamma_2 = \alpha (y_2 - y_1) \quad (6)$$

$$\gamma_3 = \alpha (x_1 - x_2) \quad (7)$$

$$\gamma_4 = \alpha (y_1 - y_2) \quad (8)$$

2. Modelo matemático de la Célula β

Este modelo describe el comportamiento de una célula beta dentro de un cluster de células ubicadas en el islote de Lagerhans en el páncreas [2-3]. Su modelo está representado por el sistema de ecuaciones:

$$(2) \quad \dot{u} = f(u) - \omega - c \quad (1)$$

$$\dot{\omega} = \omega_{\infty}(u) - \omega \quad (2)$$

$$\dot{c} = \varepsilon(h(u) - c) \quad (3)$$

Donde u representa el potencial de membrana, ω es un parámetro para la activación del canal de potasio, y c es la concentración de agentes que regulan la actividad eléctrica (como el calcio). Estas ecuaciones se componen a su vez de las siguientes funciones:

$$f(u) = -\frac{a}{3} u^3 + a\hat{u} u^2 + (1 - a(\hat{u}^2 - \eta^2))u \quad (4)$$

$$\omega_{\infty}(u) = \left(1 - \frac{a}{3}\right) u^3 + a\hat{u} u^2 - (2 + a(\hat{u}^2 - \eta^2))u - 3 \quad (5)$$

$$h(u) = \beta(u - u_{\beta}) \quad (6)$$

Al usar valores específicos de $a=1/4$, $\hat{u} = 3/2$, $\beta=4$, $\varepsilon = 1/400$, $\eta = 3/4$, $u_{\beta} = -0.954$ el sistema exhibe ondas cuadradas análogas a las de las células activas, este comportamiento se conoce como *Bursting Electrical Activity* (BEA) y corresponde al potencial eléctrico de membrana de la célula.

METODOLOGÍA

Se construyeron dos neuronas, de acuerdo a la referencia [1], para simular la transmisión de señales eléctricas entre ellas; presentando los diagramas de la Figura 1 y 2, donde $X1$ y $Y1$ conforman los estados de una neurona FitzHugh-Nagumo, y $X2$ y $Y2$ hace referencia a una segunda neurona independiente. Debido a que cada neurona funciona autónomamente, es necesario crear un mecanismo para permitir que éstas se acoplen como el que se muestra en la Figura 3, que corresponden a las ecuaciones (5) (6) (7) y (8).

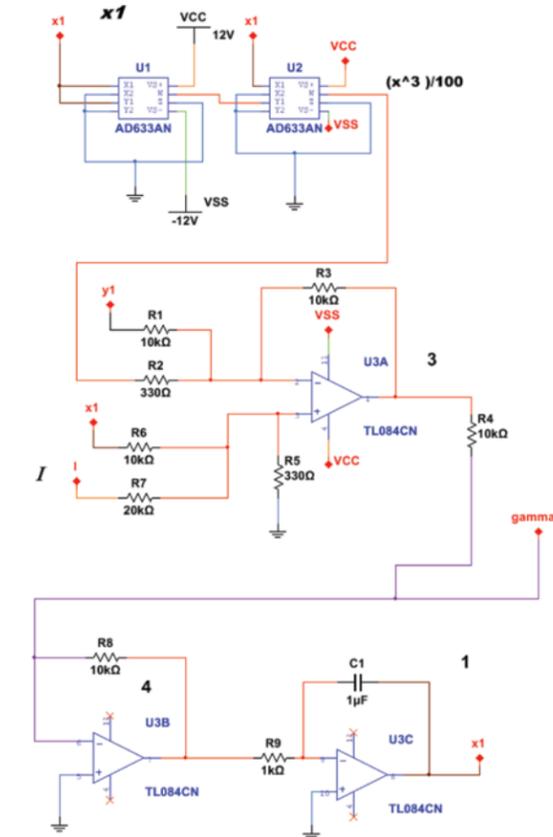


Figura 1. Diagrama esquemático del estado X1

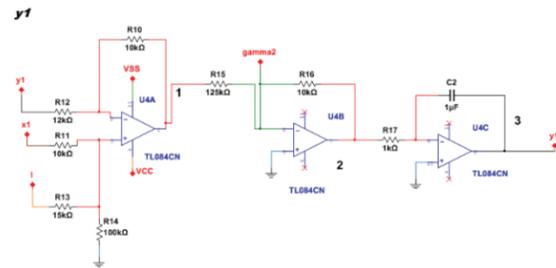


Figura 2. Diagrama esquemático del estado Y1. La conexión 'I' es una fuente de 1 Volt

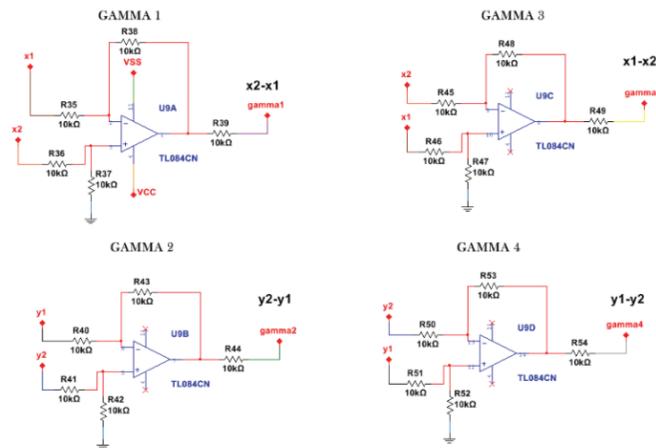


Figura 3. Circuito de acoplamiento bidireccional para dos neuronas implementadas electrónicamente. Esto permite que el estado de una neurona dependa del estado de otra neurona y por lo tanto oscilara los estados X1 con X2 y Y1 con Y2. Con $\alpha = -1$, debido a la ganancia en los amplificadores operacionales

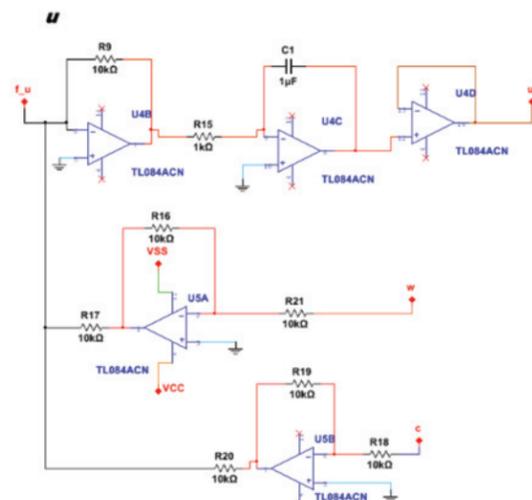


Figura 4. Diagrama esquemático del estado 'u'.

Se siguió el procedimiento de la referencia [2] para implementar electrónicamente una célula β . El diagrama eléctrico se puede apreciar en las Figuras 4-9 que corresponden al sistema de ecuaciones (2) y las funciones (4) (5) y (6) del segundo modelo matemático. Cabe destacar que se utilizaron valores comerciales de resistencias por lo que para estas funciones se reajustan y sus coeficientes quedan de la siguiente manera:

$$f(u) = -\frac{82}{100}u^3 + \frac{39}{100} + \frac{10}{22}u$$

$$\omega_\infty(u) = u^3 + \frac{39}{100}u^2 - \frac{22}{10}u - 3$$

$$h(u) = 3.9u + 3.7206$$

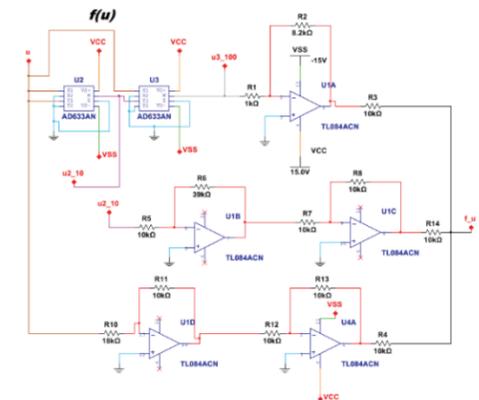


Figura 7. Diagrama esquemático del estado 'f(u)'.

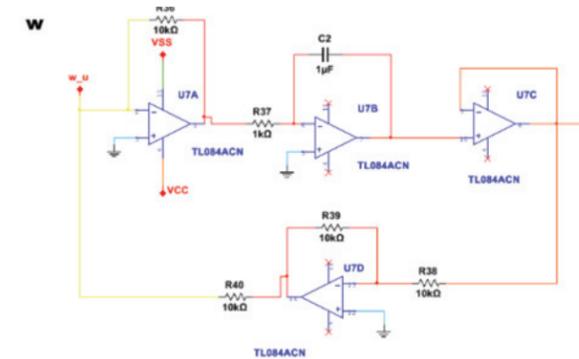


Figura 5. Diagrama esquemático del estado 'w'.

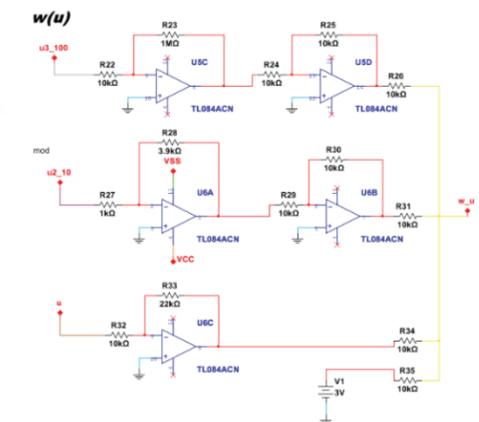


Figura 8. Diagrama esquemático del estado 'w(u)'.

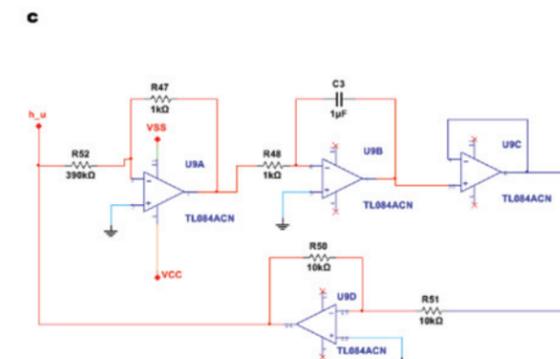


Figura 6. Diagrama esquemático del estado 'c'.

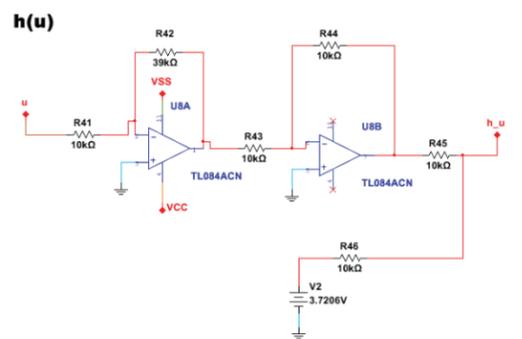


Figura 9. Diagrama esquemático del estado 'h(u)'.

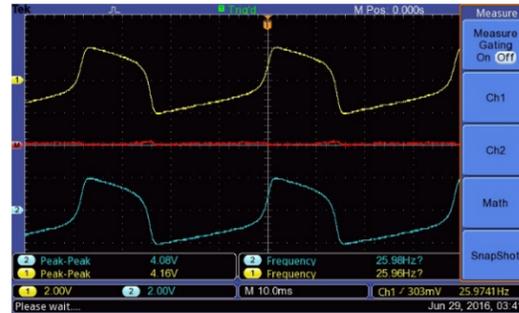


Figura 10. X1 (amarillo). X2(azul). Diferencia entre X1 y X2 (rojo). Dos neuronas sincronizadas. En el caso de las neuronas el método de acoplamiento implica que dos o más neuronas dependen del estado de la otra y por lo tanto al excitar una, la otra debería verse afectada

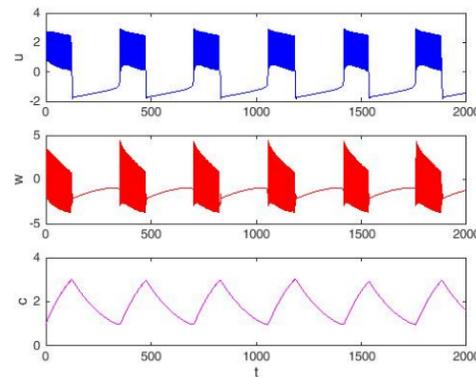


Figura 11. Se observa los estados de u , w y c . Con el reajuste de resistencias los siguientes parámetros quedan de la siguiente manera $a = 246/1000$, $\hat{u} = 390/246$, $\beta = 3.9$, $\varepsilon = 1/390$, $\eta = 0.5441$, $u_\beta = -0.846$.

DISCUSIÓN Y RESULTADOS

La implementación electrónica de las neuronas FitzHugh-Nagumo fue exitosa, y observamos como genera una señal oscilatoria en la Figura 10.

En la Figura 11 vemos el resultado de la simulación de la célula β , debido a que no hubo suficiente tiempo para implementarla físicamente. Sin embargo se respetaron los parámetros de las resistencias comerciales anteriormente establecidas. Y observamos que, en efecto oscilan sus tres estados al mismo tiempo por lo que podemos deducir que la célula β está funcionando de manera similar al modelo propuesto.

CONCLUSIONES

Estos circuitos nos presenta señales que no son señales aproximadas ni discretas, la respuesta de estos circuitos análogos se asemeja más a la respuesta natural de sistemas bio-inspirados que sus versiones digitales.

Al observar el comportamiento de potencial de membrana de una neurona, observamos que este fenómeno es el que realiza el control para que existan cambios en su potencial y por ende se utiliza para enviar señales eléctricas entre las células, por eso se estudió el modelo de FitzHugh-Nagumo, porque al ser un sistema excitable, podríamos provocar señales como por ejemplo la de activar las células β , si se acoplaran correctamente las neuronas y las células β .

La ventaja de implementar electrónicamente modelos matemáticos como el de la célula β es el que esta debe de reaccionar como una estructura orgánica, y por lo tanto puede ser posible sincronizar una célula β electrónica con una orgánica lo cual podría ofrecer la posibilidad de prevenir o curar la diabetes porque en el cuerpo humano no encontramos una sola célula aislada, sino que todas se encuentran interconectadas, es por eso que estudiamos mecanismos de acoplamiento y sincronización.

La idea es la de forzar una respuesta, por eso una de estas estructuras artificiales podría servir de 'maestro' para que las células que naturalmente no funcionan bien sean las que deban de obedecer la señal del maestro

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a D. Gallardo, a la Dra. Ruiz Azúa y a todos mis compañeros por su apoyo e interés en el proyecto, además del apoyo económico proporcionado por el CONACYT y a la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ontañón-García, L.J., & Lozoya-Ponce, R.E., García-Martínez, M. (2016). Electronic implementation for an elemental unit of a Fitz Hugh neural network. II Congreso Internacional de Sistemas Embebidos y Mecatrónica.
- [2] Ontañón-García, L. J., Campos-Cantón, E., Sánchez-Sahagún, J., & Campos-Cantón, I. (2014). Electronic implementation of a pancreatic β cell. Conference: XVI Congreso Latinoamericano de Control Automático, At Cancún, Quintana Roo, México
- [3] Ontañón-García, L. J., & Campos-Cantón, E. (2013). Discrete Coupling and Synchronization in the Insulin Release in the Mathematical Model of the β Cell. Discrete Dynamics in Nature and Society Volume 2013, Article ID 427050, 7 pages.



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



UASLP
Universidad Autónoma
de San Luis Potosí