



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
Facultad de Ingeniería Arquitectura y Diseño
Facultad de Ciencias



Imagen: Equipo de diseño de la FIAD-UABC

Publicación de Proyectos de las
XX Jornadas De Ingeniería Arquitectura y Diseño
XXX Semana de Ciencias
Ensenada B.C. 22 - 25 de octubre de 2013.
ISBN 978-0-615-93971-1

Editores
Dr. Jorge Mata Ramírez.
Dr. Juan Iván Nieto Hipólito
M. C. Ana Erika Ruiz Arellano
Dra. Eunice Vargas Viveros



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

Dr. Felipe Cuamea Velázquez
RECTOR

Mtro. Ricardo Dagnino Moreno
SECRETARIO GENERAL

Dr. Oscar Roberto López Bonilla
VICERRECTOR CAMPUS ENSENADA

Dr. Juan Iván Nieto Hipólito
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y DISEÑO

Dr. Juan Tapia Mercado
Director de la facultad de ciencias

M en I. Joel Melchor Ojeda Ruiz
SUBDIRECTOR DE LA FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y DISEÑO

C.P. María Del Consuelo Armendáriz Flores
ADMINISTRADOR, FIAD

© D.R. 2013 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

Las características de esta publicación son propiedad de la
Universidad Autónoma de Baja California.

ISBN: 978-0-615-93971-1

XX Jornadas de Ingeniería Arquitectura y Diseño, FIAD-UABC

XXX Semana de Ciencias, UABC

[http:// fiad.ens.uabc.mx/](http://fiad.ens.uabc.mx/)

Correo electrónico. : direccionFIAD@uabc.edu.mx

Diseño de Portada: Equipo de Diseño FIAD-UABC

Edición: Jorge Mata

\$25.00
ISBN 978-0-615-93971-1
5 2 5 0 0 >



9 780615 939711

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA



LIBRO DE TRABAJOS DE LAS XX JORNADAS DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO Y DE LA XXX SEMANA DE CIENCIAS

Ensenada, Baja California, Diciembre de 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

Libro de trabajos

XX JORNADAS DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO

y de la

XXX SEMANA DE CIENCIAS

Editores

Dr. Jorge Octavio Mata Ramírez

Dr. Juan Iván Nieto Hipólito

M. en C. Erika Ruiz Arellano

Dra. Eunice Vargas Viveros

Ensenada, Baja California, Diciembre de 2013

PRESENTACIÓN

Mostramos en este libro a manera de artículos de divulgación y memorias, algunos de los trabajos que se presentaron en el marco de la *Expo Ciencia y Tecnología 2013 del Campus Ensenada*, que se efectuó durante los días 22, 23, 24 y 25 de octubre de este año 2013 en las instalaciones de la UABC, Campus Ensenada-Sauzal y que tuvieron una asistencia de más de 14000 estudiantes, de todos los niveles educativos y visitantes externos interesados en estos temas científico-tecnológicos tan atractivos hoy en día.

En esta semana científica, contribuyeron diversas Facultades e Institutos del *campus*, mencionando primeramente a la Facultad de Ciencias con su XXX “Semana de Ciencias”, la Facultad de Ciencias Marinas y el Instituto de Investigaciones Oceanológicas con su VI “Casa Abierta” y a la Facultad de Ingeniería Arquitectura y Diseño con el tradicional evento “XX Jornadas de Ingeniería, Arquitectura y Diseño”.

En esta *Expo Ciencia y Tecnología*, se mostraron más de 300 trabajos experimentales, y de ahí derivan algunos de los artículos que aquí mostramos. Dichos artículos muestran claramente la actividad experimental que actualmente desarrollamos tanto en clase como en los laboratorios, con la participación directa de nuestros alumnos, ya que sin ellos, este evento no podría llevarse a cabo.

Los proyectos están dirigidos a un público plural, abarcando desde el kínder hasta un nivel universitario. Mostramos así experimentos científicos, fenómenos físicos y químicos, así como de ingeniería aplicada, que ilustran y plasman la aplicación científica en diversos mecanismos, equipos y aparatos tecnológicos de vanguardia.

Este año el lema de la *Expo Ciencia y Tecnología* ha sido: ¡*Ven a sembrar la semilla del futuro, tu educación!*!, por lo que esperamos que en un futuro próximo, muchos de los estudiantes de los diferentes niveles educativos previos a la universidad que asistieron a este evento, vengan a nuestras aulas y sean de nuestros mejores alumnos.

Atentamente
Ensenada Baja, California, Diciembre de 2013

Dr. Juan Iván Nieto Hipólito
Director de la FIAD

ÍNDICE**Pág.**

Presentación	v
---------------------------	----------

Índice	vii
---------------------	------------

Título**Pág.**

1. CRISTALIZACIÓN REALIZADA EN SEGUNDOS	1
<i>Luis Fernando Colin Zavala, Cristian Covarrubias Cerda, Francisco Díaz Moreno, Eunice Vargas Viveros, Dora Luz Flores Gutiérrez & Jorge Mata</i>	
2. EL TRAYECTO A LA VIDA	5
<i>José Aguilar Castro, Melissa Bojórquez Guzmán, Martha Cecilia Duarte Martínez, Karla Joseline Gómez Sanabria & Hortensia Riesgo Tirado</i>	
3. LA MEJOR MANERA DE HACER LAS COSAS	9
<i>José Osualdo Gómez Aguilar, Rodolfo Ibarra Rodríguez, Olivia Martínez Castro, Jesica Isel Reyes Granados, Priscilla Sarabia Razo, Erick Antonio Villegas Lozano, Guillermo Amaya Parra & Claudia Camargo Wilson</i>	
4. CONSTRUCCION DE UNA LAMPARA DE PLASMA	13
<i>Diego Castañeda Rodarte, Wilverht Hernández Estrada, Ernesto Huerta Rodríguez, Ana Ortiz, Alexia Ruiz López & Jorge Mata</i>	
5. LUCES LED EN UN CIRCUITO DE FRUTAS	17
<i>Eduardo Capistran Romero, Sergio Cisneros Hernández, Daniel Ballesteros Álvarez, Max Núñez Delgado, Stephanie Suarez Salman & Jorge Mata Ramírez</i>	
6. PRÓTESIS DE MANO CONTROLADA POR MIOPOTENCIALES ...	21
<i>José Luis Dueñas Villalobos, Federico Aronni Nanni Zepeda, Ángel E. Narváez Reyes & Josué Ernesto Castillo Aranda</i>	
7. SISTEMA DE MONITOREO Y PROCESAMIENTO DE SEÑALES BIOFISIOLÓGICAS	25
<i>Marylena Gómez Vázquez, Alma Yasmin Lozano Valenzuela, Itzel Annette Ortiz Rodríguez, Francisco Alfonso Ortiz Sandoval & Josué Ernesto Castillo Aranda</i>	
8. GRÚA BIOMÉDICA	29
<i>Héctor Bernardo Rascón Pérez, Yoshiki Leonell Rojas Leon, Rosa Cristina Sánchez Gutiérrez & Josué Ernesto Castillo Aranda</i>	
9. HEART ALARM	33
<i>Heberto Molina-Villamil, Diego Padilla-Villavicencio, Everardo Inzunza-González, Oscar Roberto López-Bonilla & Efrén García-Guerrero</i>	
10. OXIMETRÍA DE PULSO	37
<i>Sarah Camacho-Aguilar, Oscar Colunga-Flores, Montserrat Domínguez-Martínez, Saira Martínez-Mireles, Alessandra Páez-Beltrán, Elihu Vázquez-Ortiz, Dora L. Flores-Gutiérrez, Everardo Inzunza-González, Claudia M. Gómez-Gutiérrez, Oscar López-Bonilla & Efrén García-Guerrero</i>	

Título	Pág.
11. CONTROL DE TEMPERATURA VÍA BLUETOOTH	41
<i>Alan Calderón-Velderrain, Josué Cruz-Gómez, Edén Parra-Fuentes, Cecilia Talancón-Mesta, Everardo Inzunza-González, Oscar López-Bonilla & Efrén García-Guerrero</i>	
12. TRATAMIENTO DE AGUA GRISES MEDIANTE AIREACIÓN	45
<i>Darío Jaczael Cruz Ríos, David Shimomoto Sánchez, José Antonio Tejeda Rodríguez & Gerardo Soto Herrera</i>	
13. FITODEGRADACIÓN DE AGENTES CONTAMINANTES	49
<i>Melissa Quezada Luna, Martín Severo Ubiña Audelo, Gloria Salinas Lucero & Tatiana Nenetzen Olivares Bañuelos</i>	
14. DEL RELOJ DE YODO AL ARCOÍRIS QUÍMICO	53
<i>José Ramón López Madueño, Jesús Miguel Partida Martínez, Yarithza Pérez Arriola, Ulises Augusto Pont de la Torre, York Alfredo Vara Herrera, Roberto Daniel Verdugo Siqueiros & Dina María González-Cota</i>	
15. REPRESENTACIÓN DE LLUVIA ÁCIDA	57
<i>Claudia Alfaro García, Cesar Eduardo Corella Rochin, Josué González Martínez, Ricardo Ontiveros Castro, Maiquel Susarrey Murillo, Kathya Vega Pérez, Dina María González- Cota & José Edgar Arroyo Ortega</i>	
16. ¿CONOCES TU CIUDAD? PATRIMONIO URBANO ARQUITECTÓNICO	61
<i>Claudia Calderón Aguilera, Vivel Portugal, María Guadalupe Peralta & Claudia Zavala</i>	
17. DESALINIZACIÓN DE AGUA DE MAR POR DESTILACIÓN	65
<i>Josué Del Moral Phelps, Misael Rodríguez Bastarrachea, Irving Kevin Del Real Gómez, Eunice Vargas Viveros & Jorge Mata Ramírez</i>	
18. EL EXPERIMENTO DE LA DOBLE RENDIJA	69
<i>Jesús David Rojas Méndez, Jesús Abraham Gálvez Villa, Omar Cobos Viguera, Dairy Karleth Oseguera Flores, Iván Eduardo Covarrubias Ruiz, Jonathan Juvenal Santiago Juárez & Jorge Mata Ramírez</i>	
19. EFECTO TERMOELÉCTRICO- EFECTO SEEBECK- PELTIER	73
<i>Jorge Jurado González, Daniel Muñoz Santana, Alan Navarro Herrera, Torres Rodríguez Jorge, Jorge Vázquez Arce & Jorge Mata</i>	
20. COORDENADAS CILÍNDRICAS, ESFÉRICAS Y RECTANGULARES “UN CASO PRÁCTICO”	77
<i>Jesús Vázquez Suarez, Luis Enrique Hernández Beltrán, Diana Guadalupe Cruz Ramírez, Ollinahui Almazán González, Sergio Iván Retan Aguilera, Andrés Lara Núñez & Jesús Salinas Coronado</i>	
21. VISUALIZANDO LA CÉLULA: PROTEÍNAS FLUORESCENTES	81
<i>Brandon Adolfo Huerta Plaza, Armando Sotelo Corrado, Ana Victoria Gutiérrez Montoya, José Juan Araiza Liera, Brianda Jazmín Delgado Vázquez & Haydeé López Rodríguez</i>	

Título	Pág.
22. CÁLCULO DE CENTROIDES	85
<i>Alberto Parra Meza, Miguel Mario Juárez Villarreal, Manuel Ramos Muñiz, Joanna Santillán González & Tania Monserrat Girón Nava</i>	
23. LÁSER DE ALTA POTENCIA	89
<i>Axel Guadalupe Torres López, Leticia Angélica López Silvas, Fitzgerald Yael Gutiérrez Martínez María de Jesús Montserrat Guevara Meza, Esmeralda Vaca Morán, Hugo André Ibarra Serrano & Jorge Mata</i>	
24. FÍSICA DE LOS SUPERHÉROES	93
<i>Fabiola Armenta-Monzon & Jorge Mata Ramírez</i>	
25. ENCRPTADO CAÓTICO DE AUDIO UTILIZANDO EL SISTEMA DE LORENZ	97
<i>Miguel Ángel Murillo Escobar, Rosa Martha López Gutiérrez, César Cruz Hernández & Fausto Abundiz Pérez</i>	
26. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA CAÓTICO DE LORENZ EN TECNOLOGIA DIGITAL FPGA	101
<i>Miguel Ángel Murillo Escobar, Rosa Martha López Gutiérrez, César Cruz Hernández y Fausto Abundiz Pérez</i>	
27. SINCRONIZACIÓN DE NUEVE LUCIÉRNAGAS ELECTRÓNICAS ...	105
<i>Miguel Ángel Murillo Escobar, Rosa Martha López Gutiérrez, César Cruz Hernández & Fausto Abundiz Pérez</i>	
28. SISTEMA DE ACCESO SEGURO BASADO EN HUELLA DACTILAR Y ENCRPTADO CAÓTICO CON MAPA LOGÍSTICO	109
<i>César Cruz Hernández, Rosa Martha López Gutiérrez*, Fausto Abundiz Pérez & Miguel Ángel Murillo Escobar</i>	
29. DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE CÁMARA DE TURBULENCIA ATMOSFÉRICA PARA EXPERIMENTOS DE COMUNICACIONES ÓPTICAS INALÁMBRICAS	113
<i>Juan de Dios Sánchez López, Juan Iván Nieto Hipólito & Mabel Vázquez Briseño</i>	
30. MANUFACTURA ESBELTA = ELIMINACIÓN O REDUCCIÓN DE LOS SIETE DESPERDICIOS	117
<i>René A. Godínez Enríquez, Sabtha P. Crespo Díaz, Jeniffer Guzmán Ramírez, Guadalupe del C. Fonseca Luciano, Miguel A. Hale Ambriz, Lucas M. Lim Chang, Gerardo B. Álvarez Verdugo & Jesús Salinas Coronado</i>	
31. INSTRUMENTO MEDIDOR DE LUZ PARA EL PROCESO DE CRECIMIENTO DE ORGANISMOS VIVOS	121
<i>Alma Leticia Ojeda Rivera, Angélica Ochoa Palominos, Saida Anai Ricario Vázquez, Luis Aurelio López Hernández, Gonzalo Grijalva Guerrero, Efren García Guerrero, Everardo Inzunza González, Oscar Roberto López Bonilla & Dora Luz Flores Gutiérrez</i>	
32. ROBOT SEGUIDOR DE LÍNEAS	125
<i>Eduardo Ramón Aguilar Cruz, Jesús Fernando Gutiérrez García y Joel Alejandro Solís Sumuano, Enrique Efrén García Guerrero, Everardo Inzunza González & Oscar Roberto López Bonilla</i>	

Título	Pág.
33. REDISEÑO DE UN “SISTEMA” PARA CONTROLAR LOS CAMBIOS DE INGENIERÍA EN LA INDUSTRIA	129
<i>Vania Esthela Juárez González, Cesar Rosario Obeso González, Francisco Xavier Carvajal Álvarez, María Daniela Molina Moreno, Esteban Campos Búrquez, Eliel Quintanilla Carrillo, Rodolfo Ibarra Rodríguez, Fernando Gómez Reyes, Jesús Salinas Coronado & Héctor Efraín Ruiz y Ruiz</i>	
34. APLICACIÓN DE LA NORMA ISO/TS 16949 EN LA INDUSTRIA AURTOMOTRIZ	133
<i>Ángel Castro Campas, José L. Díaz Rubio, Fernando Gómez Velázquez, Carlos León Martínez, Samantha Medina Cárdenas, Daniel S. González Iturburo, Yuliana A. Martínez Villalobos, Walter G. Cornejo Lesso & Jesús Salinas Coronado</i>	
35. CALORÍMETRO DIGITAL	137
<i>J. Efrén Cabrera-Ortega, Brianda López-Santini, Alan Navarro-Herrera, David Rodríguez-Vázquez, E. Solorio-Hernández, Everardo Inzunza-González, Oscar Roberto López-Bonilla & Efrén García-Guerrero</i>	
36. DISEÑO DE SOFTWARE LABORATORIO VIRTUAL PARA ANÁLISIS Y DISEÑO DE SISTEMAS DE FIBRA ÓPTICA	141
<i>Juan de Dios Sánchez López, Juan Iván Nieto Hipólito & Mabel Vázquez Briseño</i>	
37. FILTRO NANOESTRUCTURADO: NANOPARTICULAS DE PLATA COMO AGENTE ANTIBACTERIAL	145
<i>José Antonio Tejeda Rodríguez, David Shimomoto Sánchez, Darío Jaczael Cruz Ríos, Gerardo Soto Herrera & Guillermo Amaya Parra</i>	
38. FORMACIÓN DE DOMINIOS FERROELÉCTRICOS EN CRISTALES DE LiTaO₃ MODIFICADOS POR LA TÉCNICA VTE	149
<i>Fabiola Armenta-Monzon, Eunice Vargas Viveros & Jorge Mata Ramírez</i>	
39. DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXPRESIÓN DE COLÁGENO RECOMBINANTE TIPO I DE PARASTICHOPUS PARVIMENSIS EN SPODOPTERA FRUGIPERDA POR MEDIO DEL BACULOVIRUS SFMNPV	153
<i>Carlos F. Ayala R., Héctor Blancket M., Gastón Martínez R., David H. Ramos R., Nadia G. Rubio P., Dante Magdaleno M, Claudia M. Gómez G. & Graciela Guerra Rivas</i>	
40. CARACTERIZACIÓN DE TÚNEL DE VIENTO ARMFIELD C-15	157
<i>Oscar Adian Morales, Antonio Gómez Roa, José Francisco, Trejo Luevano, Roberto Cervantes & Arian Flores Urrutia</i>	
41. CARRITO SIGUE LA LUZ	161
<i>José Osvaldo Gómez Aguilar, Rodolfo Ibarra Rodríguez, Olivia Martínez Castro, Jesica Isel Reyes Granados, Priscilla Sarabia Razo, Erick Antonio Villegas Lozano & Víctor Manuel Juárez Luna</i>	
42. SUPERFICIES CUADRÁTICAS EN MATLAB	165
<i>Sergio Aquino Moreno, Pedro Delgado Lucero, Ramón Encarnación Herrera, Luis Manuel García, Cesar Rosario Obeso González & Jesús Salinas Coronado</i>	

Título	Pág.
43. SIMULANDO LOGO CON LEGO: EXPERIENCIAS DURANTE LA SEMANA DE CIENCIAS	169
<i>Erik E. Macip Cano, Miguel A. Salgado Zapién, Jorge Galarza Falfán, José A. González Fraga, Adrián Enciso Almanza, Evelio Martínez Martínez, & Alejandro González Sarabia</i>	
44. ESTACIÓN DE JUEGOS: EXPERIENCIAS DURANTE LA SEMANA DE CIENCIAS	173
<i>Miguel Ángel González Cota, Jesús Andrés Morales Ramos, Antonio de Jesús García Chávez, Alberto de la Rocha Ruíz, César González Rocha, José A. González Fraga, Omar Álvarez Xochihua & Evelio Martínez Martínez</i>	
45. ELECTROLIZADOR DE AGUA INTEGRAL A PARTIR DE ENERGÍAS; FOTOVOLTAICA, EÓLICA Y UNDIMOTRIZ	177
<i>Ulises J. Tamayo-Pérez, Janeth G. Contreras-Márquez & Alejandro Martínez-Ruiz*</i>	
46. FÍSICA DE LOS JUGUETES EQUILIBRISTAS	181
<i>Juan C. Tapia Mercado, Jesús Ramón Lerma Aragón, Claudio Valencia Yaves & Juracy Soares-López</i>	
Índice de Autores.....	187
Palabras Clave.....	193

CRISTALIZACIÓN REALIZADA EN SEGUNDOS

Colin Zavala Luis Fernando, Covarrubias Cerda Cristian, Díaz Moreno Francisco, Eunice Vargas Viveros*, Dora Luz Flores-Gutiérrez* & Jorge Mata-Ramírez*

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO
CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS.
Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333.

*E-mail: fernando.colin@uabc.edu.mx, cristian.covarrubias@uabc.edu.mx,
francisco.diaz.moreno@uabc.edu.mx

Abstract. Los procesos desarrollados durante la práctica experimental son diversos, en los cuales, se manifiestan las características de las sustancias a lo largo de los fenómenos en desarrollo. Dentro de las reacciones químicas, existen los procesos denominados como exotérmicos y endotérmicos, los cuales se denominan como la liberación de energía a lo largo de una reacción en forma de calor y la energía necesaria para poder llevar a cabo una reacción química respectivamente. Los fenómenos manifestados en el desarrollo de la actividad se clasifican como una cristalización, proceso en el cual una sustancia, inicialmente en estado líquido, mediante una reacción química, forma cristales de la misma sustancia. Para que esto sea posible, es necesario tener una solución saturada de acetato de sodio, en un medio acuoso escaso; posteriormente es necesario adicionar energía para transformar el acetato de sodio en líquido, el cual será sometido a enfriamiento y posteriormente se llevara a cabo la reacción de cristalización en cuestión en segundos.

Palabras claves: cristalización, proceso exotérmico, proceso endotérmico, fusión, acetato de sodio, reactivos, productos, solución, medio acuoso, solución saturada, sobresaturación.

1. Introducción

Dentro de la química, existen diversos procesos en los cuales la materia reacciona y se transforma, generando diferentes productos a base de reacciones químicas, las cuales son estudiadas y utilizadas para comprender y analizar los fenómenos que ocurren en la naturaleza. La química se enfoca en el estudio de la materia y su comportamiento, es decir, estudia los estados de la materia [1]. Básicamente existen 5 estados generales de la materia, de los cuales usualmente consideramos tres:

1. Sólido
2. Líquido
3. Gaseoso

Comúnmente dentro de las aplicaciones en ingeniería, es fundamental contar con programas lógicos de simulación los cuales nos permitan estudiar estos fenómenos de forma detallada; dentro de estos programas, se destaca el uso en especial y que hemos utilizado para este trabajo, es el de **Matlab™**, el cual nos permite realizar

mediante valores teóricos o experimentales diversos cálculos referentes al estudio del fenómeno en cuestión. Es importante conocer y estudiarlo detenidamente, ya que nos será de gran utilidad en la elaboración de diverso proyectos, reduciendo el tiempo empleado para la deducción de las muy diversas características que este posee [2].

Teoría:

La razón de elaboración del proyecto descrito, manifiesta las propiedades de una reacción química, manifestando sus características de una forma visual y práctica para los observadores. En el ámbito científico y tecnológico, es importante aplicar los conocimientos generados en base a la experiencia, resaltar la importancia de poder identificar los procesos que se manifiestan a lo largo de una reacción química y las propiedades de los mismos. En de las investigaciones aplicadas al proceso de cristalización, existen gran variedad de reactivos en los cuales se manifiestan el fenómeno de cristalización, (ordenamiento a escala atómica de las moléculas), la diferencia radica en el tipo de sustancia

utilizada y las propiedades que proporciona la sustancia en la reacción [3-6].

Teóricamente, no es muy sencillo de explicar el fenómeno de saturación de una sustancia y posteriormente su cristalización, a pesar de ello, se sabe que, para cristalizar una sustancia, es necesario disminuir la energía cinética de las moléculas, facilitando el reacomodo de las moléculas a un estado más estable, logrando así que estas moléculas se ordenen y crezcan tridimensionalmente formando así cristales de gran tamaño y belleza [3-6].

Objetivo:

Se dará una pequeña enseñanza de cómo funciona el programa **Matlab™**, y posteriormente se desarrollará un script en el programa, con la finalidad de que los alumnos apliquen los conocimientos adquiridos y desarrollados durante la práctica y desarrollo de actividades experimentales. Así mismo, el alumno aplicará los diversos métodos para conocer las características y el comportamiento de una reacción química durante un tiempo determinado.

2. Materiales y Métodos

Ejemplos:

La sección de material y métodos se organiza estas áreas:

1. Diseño: Para el diseño del proyecto, fue necesario identificar los pasos del fenómeno, el cual se basa en la creación de una solución saturada, calentamiento, enfriamiento y finalmente la reacción de la cristalización. Se adiciona la aplicación de métodos numéricos para conocer el comportamiento de la actividad experimental y realizar interpolaciones mediante la ecuación calculada.

2. Entorno: El proyecto fue desarrollado bajo el régimen estricto de un laboratorio químico.

3. Intervenciones: Para el desarrollo del proyecto, se utilizan técnicas básicas de calentamiento y enfriamiento, así como fusión y saturación. Para el desarrollo de estos procesos es necesario utilizar una

parrilla de calentamiento, vasos precipitados, y métodos de enfriamiento.

4. Análisis estadístico: los valores estadísticos de la actividad experimental se basan en el tiempo de fusión y la temperatura empleada para llevar a cabo la reacción. Estos datos fueron empleados en el programa de **Matlab™**, de tal forma que podemos conocer las características del proceso y conocer valores teóricos en base a métodos numéricos [4].

3. Parte Experimental.

El desarrollo de la actividad experimental se basa en una serie de reacciones tomando como base una solución saturada de acetato de sodio en un medio acuoso escaso.

1. Es necesario realizar una solución de acetato de sodio (la cantidad de acetato de sodio utilizado es de 50 g) en un medio acuoso (30 ml de agua destilada).
2. Realizar el calentamiento de la solución saturada a diferentes temperaturas (figura 1).



Figura 1. Método de fusión, utilizando una mufla y un vaso de precipitado a temperatura controlada.

3. Una vez que la solución se encuentre en estado líquido completamente, pasará la solución a enfriamiento en baño de agua helada (figura 2).
4. En esta fase del procedimiento, es de suma importancia tener cuidado ante movimientos bruscos o el contacto con impurezas de la solución. Una vez que la

solución se encuentre en temperatura ambiente o menor, con precaución retirar el vaso precipitado del enfriamiento, posteriormente, agregar una porción pequeña de acetato de sodio para poder efectuar la reacción química (no tener contacto directo con la sustancia bajo ninguna circunstancia, ya que sufre un proceso exotérmico). Obsérvese la figura 3 y 4.



Figura 2. Solución líquida en un vaso de precipitado.

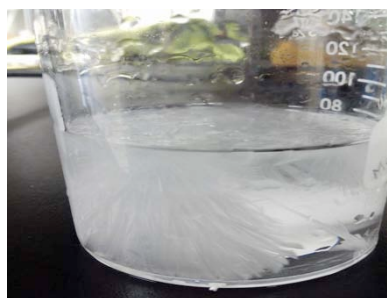


Figura 3. Reacción de cristalización

5. Dado al hecho de que es un proceso reversible, podemos regresar al estado inicial de la solución adicionando energía en forma de calor.

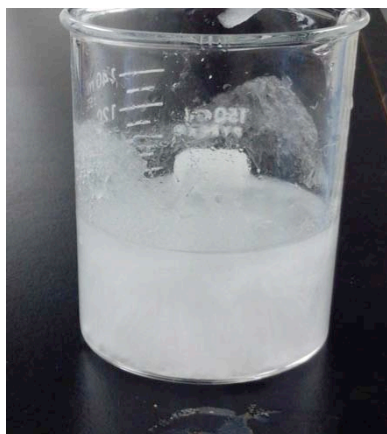


Figura 4. Reacción final de cristalización

4. Resultados y Discusión.

Temperatura en °C	Tiempo en minutos
200	51.37
225	49.45
250	45.56
275	44.17
300	42.29
325	38.07
350	33.21
375	29.29
400	26.59
425	22.16

Tabla 1. Datos experimentales

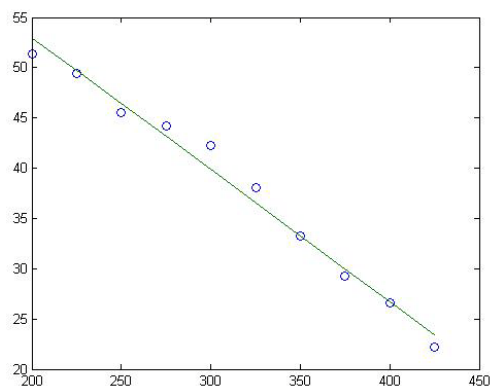


Gráfico 1. Regresión lineal

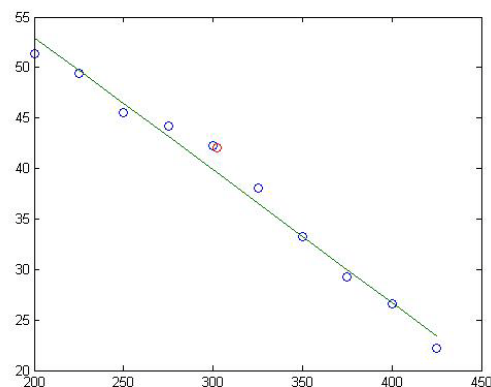


Gráfico 2. Interpolación de Newton y Lagrange

Discusión:

En la gráfica 1, se observa el comportamiento de la reacción estudiada, la cual fue elaborada por el programa Matlab mediante métodos numéricos, específicamente el método de Regresión lineal. En el gráfico 2, se observa el comportamiento de la reacción, además de realizar una interpolación de datos mediante el método de Interpolación de *Newton* y *Lagrange*, de tal forma que podemos conocer valores teóricos a partir de los valores capturados. En las gráficas se puede apreciar un comportamiento completamente lineal, pero esto en la práctica o con un número mayor de datos, se puede comprobar lo contrario.

4. Conclusiones

En base a los datos capturados, la información obtenida, el análisis y la interpretación de datos apoyados por Métodos Numéricos, concluimos que en un proceso de cristalización por saturación, las moléculas buscan un estado máximo de estabilidad, por lo tanto al encontrarse en un estado líquido en bajas temperaturas, las moléculas de acetato de sodio en poca agua carecen de energía cinética, por lo tanto, al agregar una impureza o un movimiento brusco, las moléculas se organizan de tal forma que forman una red cristalina, aumentando la estabilidad del reactivo, por lo cual se libera energía en forma de calor denominado como un proceso exotérmico. Dado a las características de la reacción, es un proceso reversible, por lo cual al agregar un poco de energía en forma de calor a la solución, transformaremos la solución salida en líquida, aumentando la energía cinética de las moléculas y aumentando el desorden en el sistema.

Mediante métodos numéricos, se pueden realizar aproximaciones a valores no calculados, es decir, mediante los métodos prácticos, se puede realizar regresión lineal, de tal forma que se puede interpolar mediante el método de *Newton* y *Lagrange*.

Estos métodos son efectivos, pero es necesario realizar gran cantidad de repeticiones para tener la mayor cantidad de datos experimentales posibles. En la gráfica se muestra un comportamiento aparente lineal, pero esto no es así, dado a las características de la solución, en algún punto de la actividad, la temperatura y el tiempo de reacción disminuirán con el tiempo, de tal forma que su comportamiento a través del tiempo es no lineal.

5. Bibliografía.

- [1].- **Housecroft, Catherine E., Sharpe, Alan G.**, *Química inorgánica*, Pearson, 953 páginas.2001.
- [2].- **Chapra**, *Métodos Numéricos Para Ingenieros*, Editorial: McGraw Hill, México, (2012).
- [3].- **A Umantsev**, *Thermal effects of interface motion in crystallization*, Modelling Simul. Mater. Sci. Eng. 20 045013 (2012)
- [4].- **H Kumar, N Mehta and K Singh**, *Calorimetric studies of thermal crystallization in glassy $Se_{80-x}Te_{20}Sn_x$ ($0 \leq x \leq 10$) alloys*, Phys. Scr. 83 065602 (2011). doi:10.1088/0031-8949/83/06/065602
- [5].- **F Kail, J Molera, J Farjas, P Roura, C Secouard and P Roca i Cabarrocas**, *Can the crystallization rate be independent from the crystallization enthalpy? The case of amorphous silicon*, J. Phys.: Condens. Matter 24 095401 (2012).
- [6].- **Chihiro Kaito, Yu Miyazaki, Akihito Kumamoto and Yuki Kimura**, *Exothermic Chemical Reactions Can Drive Nonthermal Crystallization of Amorphous Silicate Grains*, The Astrophysical Journal, 666 L57 (2007). doi:10.1086/521604,

EL TRAYECTO A LA VIDA

José Aguilar Castro, Melissa Bojórquez Guzmán, Martha Cecilia Duarte Martínez,
Karla Joseline Gómez Sanabria, Hortensia Riego Tirado*

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO
CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS.
Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333

*E-mail: hriesgo@gmail.com

Abstract: Se describirá la estructura biológica del espermatozoide y la cinemática que estos describen en su trayecto al óvulo, dando a conocer que los espermatozoides son células con movimientos propios y especializados con el único propósito de fecundar. Sus principales características físicas son: una cabeza, que contiene el núcleo; el segmento intermedio, que contiene mitocondrias; y un flagelo que les permite desplazarse.

Palabras clave: ecuaciones diferenciales, espermatozoide, cinemática, óvulo.

1.- Introducción.

Este proyecto se realizó para conocer de manera más amplia la fecundación, enfocándonos en la célula del espermatozoide ya que en él podemos encontrar varios conceptos biológicos y cinemáticos importantes no entendidos por el público general.

El objetivo del proyecto es llevar la aplicación de la innovación del conocimiento que se tenía en el movimiento del flagelo. El trayecto a la vida comienza en dos pequeñas micro células, estas células son las más importantes en la vida para el ser humano ya que dan vida a otro ser vivo, hablamos del espermatozoide y el óvulo. En nuestro caso, nos enfocaremos en el espermatozoide ya que es él quien pasa por el trayecto, largo y peligroso, para poder lograr su misión: la fecundación del óvulo.

2.- Materiales y metodología

1.- Realizando una amplia investigación sobre el espermatozoide y

teniendo todas las especificaciones a presentar.

2.- Continuando con la construcción de un modelo a escala de un espermatozoide.

2.1 Inflando el globo, dándole la forma adecuada de la cabeza del espermatozoide. Después, colocamos papel secante adherido con pegamento y agua con un pincel haciendo capas ligeras de papel y así dando rigidez.

2.2 Para crear la zona media o segmento intermedio, se colocó cartón y se tomó el método de la cabeza para darle la misma rigidez.

2.3 Al flagelo se le dio forma con alambre recocido y tubos de cartón y para darle rigidez se envolvió con vendas con yeso.

2.4 Una vez formado el espermatozoide, éste se montó en una base de madera suspendida por tarugos.

3.- Todo este trabajo fue realizado de manera artesanal por los miembros del equipo.

4.- Visualización de un espermatozoide en microscopio.

4.1 Se obtuvo una muestra, la cual se deja sedimentar 30 min.

4.2 Con un gotero, se colocó una gota de la muestra entre un portaobjetos y un cubreobjetos.

4.3 Con ayuda de un microscopio compuesto observamos a 10x y 40x (ver la siguiente figura).

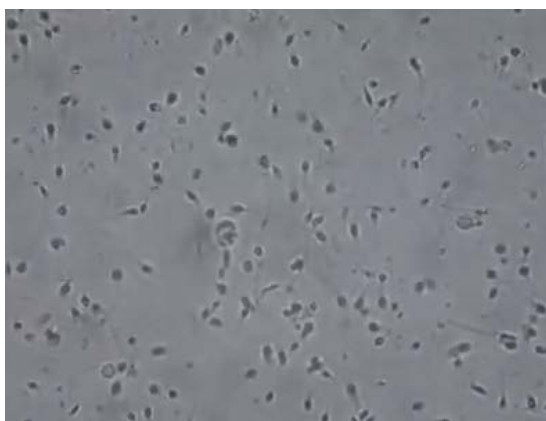


Figura 1. Espermatozoides con un aumento de 40 x.

5.- Laptop y pantallas.

5.1 Utilizando un programa llamado movie-maker, se realizaron videos visualizando el movimiento de flagelo acompañado de una gráfica y la estructura biológica.

6.- Ecuación diferencial lineal de segundo orden. En esta sección se discutirá el movimiento que vibra hacia arriba y hacia abajo suspendida en el extremo de un resorte [2].

Tomando en cuenta la forma que genera el movimiento del flagelo determinamos que la solución de la siguiente ecuación diferencial lineal de segundo orden con coeficientes constantes representa una gráfica, con

coordenadas similares al movimiento del flagelo.

Ecuación:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + kx = F_1 \cos \sqrt{\frac{k}{m}} t$$

3.- Parte experimental

En este proyecto de divulgación científica se describirá los siguientes puntos del espermatozoide.

Espermatozoide o espermatozoo:

Célula germinal masculina que es producido en los túbulos seminíferos

Reproducción: Los espermatozoides se reproducen en los túbulos seminíferos que son el lugar del testículo donde se lleva a cabo la espermatogénesis o producción de espermatozoides.

Temperatura: La temperatura ideal es de 3 o 5 °C menos que la temperatura normal del cuerpo.

Número aproximado: En una eyaculación se liberan aproximadamente 250 millones de espermatozoides que entran en un gran trayecto dentro del aparato reproductor femenino donde se encontrarán con diversos obstáculos, es aquí donde la carrera empieza y solo uno será el ganador.

Solución: [2]

$$X = c \cos \left(\sqrt{\frac{k}{m}} t + \phi \right) + \frac{E_1}{2} \sqrt{\frac{m}{k}} t \sin \sqrt{\frac{k}{m}} t.$$

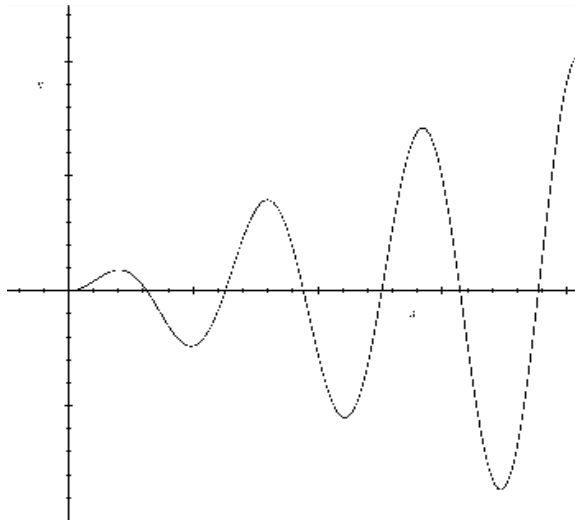


Figura 2. Representación grafica del movimiento del flagelo.

Estructura:

- Cabeza: Con un diámetro de 5 micras, contiene un núcleo donde se encuentran 23 cromosomas. Los cromosomas son estructuras que transportan fragmentos largos de ADN, la punta de la cabeza del espermatozoide corresponde a la porción llamada *acrosoma* que permite al espermatozoide penetrar al óvulo.
- Zona media: Con un diámetro de 1.3 micras, su función es unir la cabeza con la cola o flagelo, esta contiene la mitocondria que suministra el ATP o energía que el flagelo necesita para su movilidad.
- Flagelo: Con un diámetro de 53.7 micras está conformado por una membrana.

Movimiento:

Su movimiento en 3D es en forma de taladro. Si observamos en un microscopio estéreo la parte periférica, notaríamos, en 2D, en un microscopio compuesto, que su movimiento es de un lado a otro en

forma de “s” para impulsar el espermatozoide.

Sobre el porcentaje de ellos que presentan movilidad. Existen 4 tipos de movilidad en los espermatozoides. Los movimientos A y B son movimientos buenos y estándares, sin mucha diferenciación de movimiento de flagelo que es lo que se evaluará. Los movimientos C y D no tienen movimiento continuo. Como se mencionaba anteriormente, se evaluará la forma física del espermatozoide, es decir, si su forma es estándar y normal.

Trayectoria:

Para que el espermatozoide fecunde al óvulo debe cubrir un trayecto de 15-18cm; la velocidad alcanzada en la eyaculación es más de 10 km/h, con una velocidad constante en todo su recorrido de 2.3 a 2.5 mm por minuto; su tiempo de vida dentro del *endocervix* es de 72 horas, aproximadamente.

4.- Resultados y discusiones

Como resultado obtenemos que el movimiento de todo el flagelo es de distinta magnitud, esta aumenta directamente con la longitud del flagelo.

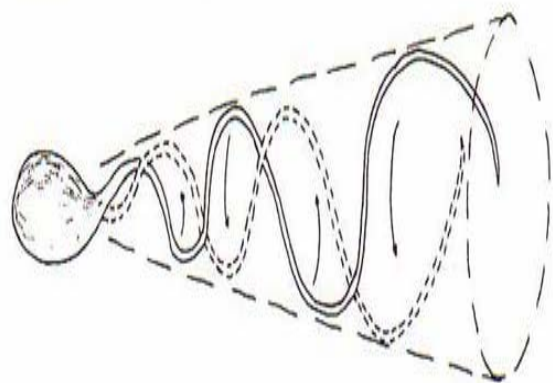


Figura 3. Dibujo de un espermatozoide que muestra el movimiento ondulante del flagelo [6].

5.- Conclusiones

El objetivo del proyecto es reconocer lo que hay más allá sobre el gran origen de la vida humana, logrando demostrar que mediante ciertos conocimientos matemáticos se pueden estimar procesos biológicos como la fecundación. Además, se observó satisfactoriamente la obtención de aprendizaje por parte de los receptores, notando su asombro al profundizar en el tema, superando así sus expectativas sobre la información que lograron obtener.

6.- Bibliografía

- [1].- **Mader, Sylvia S; Biología**, Mc Graw Hill, pág.: 797-817(2008).
- [2].- **Ross, S.L;** *Introducción a las Ecuaciones Diferenciales*, Editorial Interamericana, pág.: 179-221 (1982).
- [3].- **Ángel Mejía, Gilberto**, Mauricio Ángel. Interpretación clínica del Laboratorio / Gilberto Ángel Mejía, Ramelli. 7ª ed. Bogotá: Editorial Medica Internacional, (2006).
- [4].- **Lewis Wolpert** *Principios del desarrollo*. Ed. Médica Panamericana (2010).
- [5].- **Scott F. Gilbert W. H. Freeman**, *Bioethics and the New Embryology*: Springboards for Debate (2005).
- [6].- **Keith L. Moore, T. V. N. Persaud** *Embriología clínica: el desarrollo del ser humano*. Elsevier España, (2004).

LA MEJOR MANERA DE HACER LAS COSAS

José Osualdo Gómez Aguilar, Rodolfo Ibarra Rodríguez, Olivia Martínez Castro, Jesica Isel Reyes Granados, Priscilla Sarabia Razo, Erick Antonio Villegas Lozano, Guillermo Amaya Parra*& Claudia Camargo Wilson*

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y DISEÑO
CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS.
Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333

*E-mail: jesica.reyes@uabc.edu.mx

Abstract. La presente aportación evidencia la importancia de la ergonomía y la ingeniería de métodos en el campo laboral y su aplicación en la vida cotidiana, por ello es que se escogieron actividades tan sencillas para niños cuyas edades oscilan entre 4 y 12 años, dos de estas actividades consisten en colorear o armar rompecabezas. A dos de los espectadores, se les asignó una de las actividades antes indicadas, para someterlos a distintas condiciones, tomar el tiempo que tardan en realizar la actividad y explicarles la diferencia de una estación con condiciones favorables y una estación en la que sus condiciones no son las adecuadas, basándonos en los conocimientos ya antes obtenidos sobre ergonomía e ingeniería de métodos.

Palabras claves: Ergonomía, ingeniería de métodos, diseño de trabajo, tiempos, movimientos, posturas.

2. Introducción

Actualmente el ambiente industrial ha sufrido cambios debido a globalización del mercado y de la manufactura. Dicho cambio ha puesto a las empresas en una situación crítica ya que estas deben ser cada vez más competentes para permanecer en el mercado. Mediante la productividad un negocio o empresa puede crecer haciéndose más competente y además incrementar sus ganancias.

Productividad es aumentar la cantidad de producción por hora trabajada; para mejorar la productividad es necesario utilizar alguna de las siguientes herramientas o si lo es posible todas: métodos, estudio de tiempos y movimientos, y el diseño de trabajo.

Teoría:

Se sabe que el diseño de una estación de trabajo es de gran importancia para la economía de una empresa pero no sólo abarca esto, sino que también una correcta estación de trabajo evitará que se presenten problemas de salud en los operadores, además de facilitarles el trabajo haciéndolos más eficientes.

Por ello es que mediante los conocimientos de Ingeniería de Métodos y Ergonomía se concientizara sobre la gran importancia que tienen los tiempos, movimientos y posturas en el campo laboral. La técnica de Ingeniería de Métodos incluye tanto el diseño, creación y selección de métodos de fabricación.

Mediante el estudio de tiempos y movimientos se busca analizar cuidadosamente los diversos movimientos que efectúa el cuerpo humano al llevar a cabo una actividad o trabajo y el tiempo en el que esta se realiza, para posteriormente eliminar o reducir todos aquellos movimientos que sean innecesarios e ineficientes, logrando facilitar y acelerar los movimientos eficientes y por lo tanto reducir el tiempo [1].

Para diferenciar los movimientos fundamentales, Frank Gilbreth denominó “*Therblig*” a cada uno de los 17 movimientos y los dividió en dos secciones: ineficientes y eficientes [2].

- *Ineficientes:* Buscar, seleccionar, colocar en posición, inspeccionar, planear, retrasos evitables, retrasos inevitables, sostener, descansar.

- *Eficientes:* Alcanzar, tomar, mover, ensamblar, desensamblar, usar, pre colocar en posición, soltar.

Diseño del Trabajo

El diseño de trabajo es una gran herramienta para mejorar la productividad, sus principios sirven para adaptar una tarea y estación de trabajo ergonómicamente al operador humano. Lo principal es diseñar un lugar de trabajo al tamaño y estructura del cuerpo humano. La ciencia que se encarga de las mediciones del cuerpo es la antropometría. La ergonomía estudia los

factores que intervienen en la interrelación hombre-artefacto [3].

2. Materiales y Métodos

Para llevar a cabo el presente trabajo se utilizaron una mesa y una caja para simular una altura mayor, piezas para armar de foam, hojas con dibujos para colorear, colores y dos rompecabezas.

La técnica consistió en seleccionar dos de los espectadores para posteriormente asignarles una actividad apta para su edad. Ya sea armar las piezas del rompecabezas uno en la parte alta y otro en una mesa adecuada a su estatura, iluminar con los colores a un lado o en una mesa aparte, ordenados y desordenados respectivamente, o armar el rompecabezas.

Posteriormente se midieron los tiempos que tardaron en realizar la actividad cada uno de los participantes, y así contar con bases para explicarles los motivos por los cuales las estaciones de trabajo influyen en gran medida en un proceso de producción y en esta caso en una actividad, tanto de manera productiva como en la salud de la persona que la realiza.

3. Parte Experimental.

Basados en la Ingeniería de Métodos y Ergonomía se optó por adaptar cada una de las actividades para su fácil explicación de cómo se podría mejorar dicha actividad ya sea reduciendo el tiempo o evitando alguna lesión.

A continuación se presentan los principios que consideramos para la adaptación de una estación de trabajo.

Principios del Diseño de Trabajo: *El lugar*

- Determinar la altura de la superficie del trabajo a través de la altura de los codos: Basándonos en este principio fue que decidimos colocar a los niños a distintas alturas para una mejor explicación.
- Proporcionar una silla cómoda al operador: En este caso al no ponerles sillas, tuvieron que trabajar encorvados lo cual nos facilitó el explicarles que realizar esa actividad de forma repetitiva por un tiempo prolongado llegaría a perjudicar su salud.

- Colocar todas las herramientas y materiales dentro del área de trabajo normal: Con base en los Principios del Diseño de Trabajo planteados en la sección anterior, se les asignó a dos niños la tarea decolorar, a uno de ellos le colocábamos los colores a su alcance y al otro se los colocábamos un poco alejados.
- Ubicación de las herramientas y materiales para permitir la mejor secuencia: Además de colocarles los colores a diferentes distancias, a uno de ellos le dábamos sólo los colores necesarios y en orden, al otro le dábamos todos los colores y desordenados [4].

Diseño del Ambiente de Trabajo

Los analistas se deben de encargar de proporcionar todas las condiciones de trabajo que sean seguras, buenas y cómodas para el operador. Además de incrementar la producción, las condiciones de trabajo ideales mejoran la seguridad, elevan la moral de los empleados, mejoran las relaciones públicas.

Factores a considerar:

- Iluminación
- Ruido
- Temperatura
- Ventilación
- Vibración
- Radiación

El presente trabajo se desarrolló en el marco de la Semana de Ciencia y Tecnología, la ubicación fue en el gimnasio de la UABC, se contaba con poca iluminación lo que hacía que a los operadores, en este caso representados por niños entre 4 y 12 años, se les dificultara distinguir piezas del rompecabezas, mucho ruido que impedía que se concentraran en la actividad que estaban realizando, se sentía calor porque el lugar estaba rodeado de gente a además había muy poca ventilación.

Piezas de foam.

Al llevar a cabo esta actividad se contó con dos estaciones con diferentes condiciones, dichas estaciones se dividieron como se describe a continuación:

Estación con Buenas Condiciones: La mesa quedaba a la altura de los codos, las

piezas quedaban a su alcance normal y estaban ordenadas.

Estación con Malas Condiciones: La mesa les quedaba a la altura de los hombros, se debían estirar para alcanzar las piezas y algunas piezas estaban boca abajo.

Dibujos.

Para esta actividad de igual forma decidimos dividirla en dos estaciones distintas:

Estación con Buenas Condiciones: Sólo contaba con los colores necesarios, los colores estaban ordenados y la mesa se encontraba a la altura de los codos.

Estación con Malas Condiciones: Contaba con todos los colores desordenados y la mesa quedaba a la altura de la cadera.

Rompecabezas.

Enseguida se presenta la descripción para cada estación de trabajo que se utilizó para esta actividad:

Estación con Buenas Condiciones: Las piezas acomodadas boca arriba, al alcance normal y la mesa a la altura de los codos.

Estación con Malas Condiciones: Las piezas puestas unas boca abajo y otras boca arriba, fuera del alcance normal forzándose a estirarse y la mesa a la altura de la cadera.

4. Resultados y Discusión.

Resultados:

En lo que respecta a las piezas de foam, debido a que esta actividad fue hecha a niños muy pequeños estos presentaban mucha dificultad al armar las piezas.

El niño que estaba a la altura de los codos se le facilitaba más el armarlas, además de que él las tenía al alcance, en cambio al niño que se encontraba en la parte alta se le dificultó un poco más el alcanzar tanto a tomarlas como para ver el lugar en donde debía colocarlas, obligándolo a ponerse de puntas y estirarse.

A continuación se presentan los tiempos obtenidos por niño para cada una de las estaciones, cabe aclarar que fueron distintos niños para cada estación (Ver Tabla 1):

Tabla 1. Tiempos de armado de piezas de foam

Estación con Buenas Condiciones	Estación con Malas Condiciones
18 seg	8 seg
51 seg	34 seg
46 seg	48 seg
39 seg	48 seg
13 seg	12 seg
23 seg	33 seg
14 seg	17 seg
6 seg	20 seg
12 seg	24 seg
10 seg	49 seg

La actividad que consistió en colorear les fue asignada a niños entre los 7 y 10 años. La mayor dificultad que presentaron consistió en la altura de la mesa ya que en muchas de las ocasiones debían encorvarse o hincarse para poder dibujar. En estos casos fue sencillo explicarles la diferencia entre cada una de las estaciones de trabajo.

La tabla 2 presenta los tiempos resultantes de esta actividad en cada una de las estaciones, tomando en cuenta que fueron distintos niños en cada estación (Ver Tabla 2):

Tabla 2. Tiempos de coloreado de dibujos

Estación con Buenas Condiciones	Estación con Malas Condiciones
4 min	2.5 min
3 min	3 min
4 min	5.5 min
5 min	4 min
2 min	4.5 min
7 min	6.5 min
3 min	4 min

El rompecabezas constó de 48 piezas lo cual resultó ser tardado para los niños, por lo que decidimos armar las orillas y que ellos sólo armaran lo del centro, esta actividad la enfocamos a niños mayores de 10 años.

En esta actividad igual que en la de colorear la mayor dificultad fue la altura de la mesa pues debían hincarse y encorvarse.

A continuación se presentan los tiempos que fueron tomados de cada niño en su

respectiva estación, ya que un mismo niño no podía realizar la actividad en ambas estaciones (Ver Tabla 3):

Tabla 3. Tiempos de armado de rompecabezas

Estación con Buenas Condiciones	Estación con Malas Condiciones
3 min	3.5 min
3.5 min	2.5 min
4 min	4.5 min
5 min	3 min
5 min	6 min
3.5 min	5.5 min
4 min	4.5 min
3.5 min	4 min

Discusión:

Para el análisis de los datos se utilizó *Minitab 15*.

Prueba para coloreado.

Prueba t de diferencia media = 0 (vs. no = 0): Valor T = -0.53 Valor P = 0.618

Prueba para piezas de foam.

Prueba t de diferencia media = 0 (vs. no = 0): Valor T = -1.27 Valor P = 0.236

Prueba para rompecabezas.

Prueba t de diferencia media = 0 (vs. no = 0): Valor T = -0.58 Valor P = 0.582

Las pruebas de hipótesis para determinar si existe diferencia entre las condiciones y buenas, y condiciones malas nos dice que estadísticamente son iguales.

No existe evidencia de que las condiciones de trabajo influyan en el tiempo, a un nivel de confianza de 0.95.

Esto pudiese ocurrir debido a la poca complejidad de las actividades. Sin embargo en cuanto al impacto ergonómico, los participantes de la estación en malas condiciones opinaron que fue más cansado. Esto ocurrió mayormente en las actividades que requirieron más tiempo.

Para encontrar un impacto en los tiempos relacionado con lo ergonómico, es posible realizar una prueba similar. Pero para encontrar una relación mayor, el proceso debiera ser repetido durante un tiempo prolongado, en el cual después de varias repeticiones se podrá observar que el diseño de una mala estación causa fatiga, y la

productividad de un operador puede reducir considerablemente al paso del tiempo.

5. Conclusiones

El armado de las piezas de *foam* afectó en gran medida en las posturas que tomaban los niños, pero impactó muy poco en los tiempos ya que posiblemente la habilidad que presentaba cada niño era distinta.

En algunas de las ocasiones al realizar la actividad de colorear algunos tiempos no reflejaron la diferencia y eso fue debido a que los niños no se encontraban enfocados en lo mismo. A través de la observación se identificó que algunos de ellos se enfocaban en hacerlo lo más rápido posible y otros en sólo hacerlo bien.

Algunos inconvenientes con los que nos topamos en la toma de tiempos en la siguiente actividad fue que en una ocasión al terminar de armar el rompecabezas el niño nos comentó que tenía el mismo en su casa así que sin importar la estación en la que estaba, él armo rápido el rompecabezas.

De ahora en adelante al observar una actividad o un proceso cualquiera que sea no solo nos enfocaremos en el producto final sino también en todo lo que este involucra como lo es la estación de trabajo, el operador, las condiciones en las que se realiza, etcétera ya que cada detalle podrá mejorarse.

En combinación la Ingeniería de Métodos y la Ergonomía forman bases fuertes y un amplio conocimiento para la mejora de un proceso o actividad.

6. Bibliografía.

- [1].- Krick, Edward V., *Ingeniería de Métodos*, Limusa, 543 p.p., (2000).
- [2].- Roig Ibáñez, José, *El estudio de los puestos de trabajo: la valoración de tareas y valoración de personal.*, Edición Díaz de Santos, 488 p.p., (1996).
- [3].- Cruz G. Alberto, *Principios de Ergonomía*, Géminis Ltda., 227 p. (2001).
- [4].- Niebel, Benjamin W., *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*, McGraw-Hill, 58 p.p., (2009).

CONSTRUCCION DE UNA LAMPARA DE PLASMA

**Diego Castañeda Rodarte, Wilverht Hernández Estrada, Ernesto Huerta Rodríguez,
Ana Ortiz, Alexia Ruiz López & Jorge Mata-Ramírez***

**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO
CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS.
Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333.**

*** E-mail: hi.alerl@gmail.com**

RESUMEN: Este proyecto trato básicamente en la realización de un prototipo de una lámpara de plasma, elaborada anteriormente por el científico conocido Nikola Tesla. Esta lámpara no tiene en si un funcionamiento, pero se usa principalmente para representar el cuarto estado de la materia, así como lo que pasa al aplicar alto voltaje. Para llevar a cabo este proyecto necesitamos un circuito de una televisión antigua, es decir de las que están compuestas de un circuito que contiene flyback, al tener este circuito tomamos el cable de salida del flyback y lo acercamos a uno de los tornillos positivos de un soquet el cual contiene un foco de 60w fundido. En el otro experimento necesitamos una bobina de un carro, la cual conectábamos igualmente a un soquet con un foco de 60w (Este no debe de estar fundido) mediante un circuito en serie compuesto por 5 capacitores de 12 microfaradios 12v y 1 capacitor de 680 microfaradios y 12v.

Palabras claves: voltaje, lámpara de plasma, circuitos, capacitores, watts, electricidad.

Introducción

¿Cómo funciona una lámpara de plasma?

En el presente trabajo hablaremos sobre las lámparas de plasma. Usualmente las conocemos, estas tienen toda la imagen de ser un objeto decorativo. Aunque también puede pasar por un juguete más de los muchos que funcionan con electricidad. Incluso se puede utilizar como lámpara. Sin embargo, al mirarlo con detenimiento, vemos que se trata de todo un aparato científico.

La historia nos dice que esta lámpara fue inventada y patentada por Nikola Tesla a principios de 1894 [1], cuando experimentaba con corrientes de alta frecuencia en un tubo de cristal vacío. Pero en aquellos tiempos, los gases que se emplean en la actualidad no eran tan accesibles por lo cual el artilugio no llamó mucho la atención.

De hecho no se supo más de él hasta 1980, cuando lo hizo muy popular un tal Bill Parker [2]. Un artista que utilizó una mezcla de gases raros en su composición interior, formas externas de ampollas variadas de silicio en su aspecto exterior y circuitos integrados en su interior para las descargas [2].

Una lámpara de este tipo es, por lo general, es una esfera de cristal transparente, llena de una mezcla de gases nobles a baja presión, sobre el que se le aplica una corriente alterna de alta frecuencia y alto voltaje [3].

En este trabajo que presentamos, mencionamos que como equipo, hemos realizado 2 lámparas; una está hecha con un *coil* (Un transformador de tipo impulso para el aumento de la tensión para disparar las bujías de encendido) y el otro por *flyback* ((convertidor AC/DC y DC/DC)). Utilizamos lo que fueron capacitores (un dispositivo que almacena carga eléctrica), caimanes (cable para generar un corto circuito o cerrar el circuito donde sus puntas tienen un caimán para el agarre) y un *dimmer* (sirve para regular la energía en uno o varios focos, con el fin de variar la intensidad de la luz que emiten) que nos fueron de gran ayuda al realizar estas lámparas.

Ampliando un poco la explicación acerca del funcionamiento de la lámpara, esta tiene una esfera pequeña en su centro que funciona como electrodo. Los destellos que se producen es por la ionización de los gases encerrados dando lugar al plasma (*cuarto estado de la materia*), similar a los rayos de

descarga en una tormenta. Esto se produce porque los electrones acelerados por el campo eléctrico creado por el electrodo esférico central arrancan electrones de los átomos del gas noble que hay en su interior, los cuáles, al recapturar otros electrones, emiten luz, lo que indica la trayectoria que van siguiendo los primeros, hasta los límites de la esfera de cristal, donde el potencial eléctrico es menor. El color tan característico de los rayos depende de la mezcla de los gases inertes que hay en su interior. La colocación de una mano cerca del cristal altera el campo eléctrico de alta frecuencia, causando un único rayo dentro de la esfera en dirección al punto de contacto.

Esto es así porque cuando se acerca cualquier objeto conductor a la esfera se produce una corriente eléctrica; como el cristal no bloquea el flujo de corriente cuando están implicadas altas frecuencias, actúa como el dieléctrico en un condensador eléctrico formado entre el gas ionizado y, en este caso, la mano.

2. Materiales y Métodos

1. Diseño: Utilizamos básicamente circuitos relacionados con capacitores en serie.
2. Entorno: Este proyecto se realizó en diferentes locaciones, destacando el laboratorio de mediciones físicas y en especial en la materia de electricidad y magnetismo.

3. MATERIAL:

- 5 Capacitores 12v.
- 1 Capacitor de 680 μ F
- Cables tipo caimán.
- 1 Bobina de carro.
- Cable de cobre.
- 1 Foco de 60w (fundido).
- 1 Foco de 60w (no fundido).
- 1 Circuito de televisión antigua.
- Cables de colores.
- 1 Dimer.
- 2 reóstatos

Para la construcción de la lámpara, elaborada por la bobina de carro mencionamos que (el generador del

encendido del auto la cual suelta una chispa de alto voltaje) está conectado por medio de caimanes, capacitores unidos en serie, un cable conectado de la bobina al foco, controlado por un *dimer* donde se le regula la intensidad, el alambre de cobre se utilizó alrededor del foco en forma de maya para generar un campo eléctrico más visible.

La lámpara fue elaborada por un circuito de televisión viejita (*flyback*) se utilizó el circuito ya incluido del televisor, un foco ya fundido fue la prueba que se utilizó para generar un pequeño campo eléctrico de un color violeta, el color de ambos focos fue debido al tipo de gas que contienen los focos, en este caso el gas es el argón.

Parte Experimental.



Fig 1. Integrantes del equipo

Para realizar este experimento, necesitamos realizar diversas investigaciones, ya que en internet se encuentran descritos muchos experimentos de este tipo pero no todos son confiables. Al encontrar en libros una demostración sobre uno de los muchos de los experimentos proseguimos con la acción de elaborarlo de acuerdo a lo señalado anteriormente.



Fig 2. Lámpara de plasma en el Stand.

Debido a que el primer experimento que realizamos manejaba mucho voltaje (alrededor de 30k) no permitíamos el contacto directo con este. Pero en nuestro segundo experimento debido a que estaba hecho con un circuito de una tele, no se manejaba tanto voltaje y en este si nos permitía el contacto.

Primeramente nos dedicamos a conseguir una bobina de un carro Volkswagen, después compramos 6 capacitores, 5 de estos de 12 microfaradios, 12 volts y 1 de 680 microfaradios igual de 12 volts.

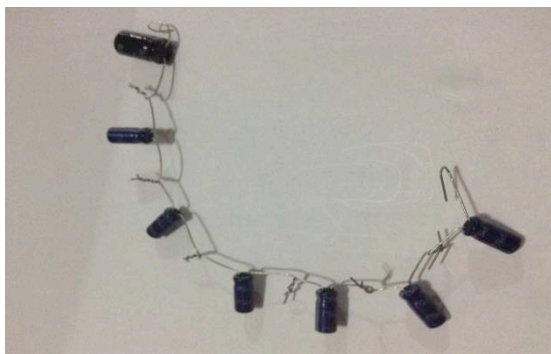


Fig 3. Arreglo de Resistencias en serie,

Estos deben de estar conectados en serie; figura 3. Para conectar el circuito comenzamos con una fuente de 12 volts la cual es conectada a un *dimmer*, del *dimmer* sale un cable el cual mediante cables caimán, va conectado a los capacitores que conectamos en serie, después conectamos estos capacitores igual con cables caimán a la parte positiva de la bobina.

Al terminar esto ponemos un tornillo grueso en la parte central de la bobina, este estará conectado a la parte positiva del *soquet* donde está conectado el foco.

Después conectamos 1 cable tipo caimán a la parte negativa de la bobina y en la punta del cable colocamos otro cable caimán y la punta de este va conectada hacia uno de los cables de la fuente que utilizamos al principio. Ya hecho esto, colocamos el foco en el *soquet*. Para representar el contacto en el foco, colocamos cable de cobre, solo la parte de cable que toque el foco va sin aislante, ya hecho esto, colocamos el final del cable entre los dos cables caimán que

estaban conectados a la parte negativa de la bobina.



Fig 4. Lámpara de plasma sobre la base

Finalmente conectamos la fuente a la luz normal y con el *dimmer* controlamos la luz que entra y la que sale.



Fig 5. Imagen del arreglo de nuestra lámpara en donde mostramos todos los componentes.

El segundo experimento consistió en desarmar una televisión antigua, de las que usaban *flyback* a color potente. Utilizando la bobina de la televisión, la chispa del *flyback* y al conectarlas, una contra una tierra formaban el plasma de color violeta, utilizando un foco de 60 watts para 110 voltios que estuviera fundido lo enroscamos a la chispa del *flyback* y junto con la tierra se formaba el arco de plasma dentro del foco y de podía observar claramente los colores violetas y algunos azules. Dicha lámpara ya funcionando cuando acercábamos la mano se creaba un campo de atracción que lograba atraer los rayos de luz (plasma) y moviendo los dedos de lugar los rayos seguían los movimientos [1-7].

4. Resultados y Discusión.

Resultados:

La lámpara construida con el *coil* tuvo un voltaje saliente de aproximadamente 35000 V con una fuente de 120 V y los rayos violeta se dispersaban en todo el interior del foco hacia el cable de cobre colocado alrededor del foco.



Fig 6. Imagen del foco en donde se muestra la descarga de colores.

El circuito de televisión tuvo la misma fuente de 120 V y el voltaje que salió fue de aproximadamente 1300 V. Los rayos violeta dentro del foco fueron muy pocos en comparación a la otra lámpara. Había siempre un rayo presente en el centro del foco y en ocasiones otros rayos más débiles se dirigían los extremos de éste.

Discusión:

El color violeta que muestran los rayos de ambas lámparas se debe al gas noble (argón) contenido en todos los focos.

En el foco utilizado con el arrancador, los rayos son de un alto voltaje y se dirigen hacia afuera en todo momento debido al cable de cobre situado alrededor del foco, ya que al ser conductor, atrae a los rayos.

Los rayos del foco del circuito de la televisión eran débiles porque el voltaje transformado no era suficiente.

4. Conclusiones

Gracias a conocimientos previamente adquiridos en nuestra clase de electricidad y magnetismo, pudimos realizar este proyecto ya que aplicamos varios conceptos e ideas

aprendidos en el laboratorio y la clase y los condensamos en este proyecto. Fabricamos una lámpara con una esfera de cristal transparente, con un cierto gas, sobre el que se le aplicamos una corriente alterna de alta frecuencia y alto voltaje. En este trabajo hemos realizado 2 lámparas; una está hecha con un *coily* la otra por *flyback* [7].

Este experimento fue muy educacional, debido a que necesitábamos conocer distintos conceptos relacionados con esta lámpara, como por ejemplo como conectar los circuitos en serie con los capacitores y los que no sabíamos los íbamos aprendiendo poco a poco, como los gases que se utilizan en los focos y el funcionamiento de la bobina. Fue una experiencia muy interesante e inolvidable, llena de aprendizaje, esperamos participar igualmente el próximo año. Agradecemos a Fernando Alvarez, becario del laboratorio por la ayuda prestada para el desarrollo de este proyecto.

5. Bibliografía.

- [1].- Dommermuth-Costa, Carol. *Nikola Tesla: A Spark of Genius. Twenty-First Century Books.* p. 75. ISBN 0822549204 (1994).
- [2].- "Tesla coil". **Museum of Electricity and Magnetism**, Center for Learning. National High Magnetic Field Laboratory website, Florida State Univ. 2011. Retrieved September 12, (2013).
- [3] Thomas Parke Hughes *Networks of Power: Electrification in Western Society: 1880-1930.*, 474 páginas, (1993).
- [4].- Margaret Cheney, Turner, *Nikola Tesla: el genio al que le robaron la luz.* ISBN 9788475068787, Editorial: Turner (2010).
- [5].- Pablo G. Polite; Sergi Sánchez, (EDS.) *El Sonido de la Velocidad: Cine y Música Electrónica*, ISBN 9788493427849, editorial Alpha Decay, (2005).
- [6].- A. Paul Tipler, / Mosca, Gene. 6ta. Edición, *Física para la ciencia y la tecnología*, 313 páginas, Editorial Reverté (2010).
- [7].- http://www.cienciapopular.com/n/Experimentos/Bola_de_Plasma/Bola_de_Plasma.php

LUCES LED EN UN CIRCUITO DE FRUTAS

**Eduardo Capistran Romero, Sergio Cisneros Hernández, Daniel Ballesteros Álvarez,
Max Núñez Delgado, Stephanie Suarez Salman & Jorge Mata-Ramírez***

**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO
CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS.
Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333.**

*** E-mail: Stephanie.suarez@uabc.edu.mx**

Abstract. *Elaboramos un circuito eléctrico hecho a base de frutas naturales las cuales que se conectan a unas luces LED. En este experimento las frutas funcionaban como una batería por medio de una grapa de zinc galvanizada y un cople de cobre y cada fruta. Conectando más de seis frutas cítricas en serie teníamos como resultado un voltaje suficiente para encender dos luces LED ya que en las frutas cítricas se llevaba a cabo una reacción electroquímica que nos producía energía eléctrica.*

Palabras claves: *Reacciones electroquímicas, reducción, oxidación, electrones, solución electrolítica, circuito eléctrico, luces LED.*

1. Introducción

En las ferias de ciencia, en nuestra casa y en el laboratorio, las actividades manuales nos ayudan a visualizar de manera objetiva y así entender como ocurren muchos de los procesos electroquímicos.

Muchos conceptos elementales sobre electroquímica se puede aprender a partir de las actividades experimentales relacionadas con las pilas y las baterías que comúnmente utilizamos. Sumado a esto, podemos entender y relacionar estos conceptos de electricidad y cargas con el uso adecuado de un equipo de medición como es el caso de un Multímetro, esto nos ayuda a explicar de mejor manera en que consiste nuestro experimento. Muchas moléculas fácilmente "ceden" electrones y / ó protones a una solución, y por otra parte, otras moléculas los aceptan fácilmente. Podemos decir entonces que dentro de las soluciones la función de estas moléculas es lograr de alguna manera una estabilidad eléctrica. Cuando utilizamos una batería, un polo (comúnmente denominado ánodo) transfiere fácilmente los protones (carga) a la solución (llamada electrolito) de la misma manera, los electrones viajarán desde otro polo (para mantener la estabilidad) a través de un cable o algún tipo de conductor, para que finalmente lleguen al otro polo (cátodo), que tiende recibe los electrones. En una solución los electrones desde el cátodo y los protones

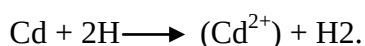
liberados en el electrolito se combinan. El flujo de electrones que pasan a través del cable o el medio constituyen potencial eléctrico de la batería. La materia en sus diferentes aspectos, y muchas soluciones que utilizamos todos los días contienen partículas cargadas positivamente y negativamente, esto incluye la mayoría de frutas y verduras, que para este proyecto experimental las podemos utilizar como un electrolito. Los Metales (como el cobre y hierro) que tienen diferente manera de transportar a los protones y electrones que los componen, nos sirven como medios de transporte para las reacciones electroquímicas que aquí describiremos y realizaremos. Este conjunto de conocimientos es la base de nuestro proyecto y se apoya en el hecho de que los estudiantes aprenden sobre los procesos de la electroquímica a través de actividades que combinan la ciencia y la ingeniería detrás de las baterías. El conocimiento obtenido a través de estos, nos lleva a construir una batería económica a partir de frutas naturales.

Recordemos que en la transferencia de electrones entre átomos, un donador de electrones se denomina *agente reductor*, un aceptador de electrones se denomina comúnmente como *agente oxidante*. Cuando un agente reductor dona electrones, se dice que se ha oxidado; cuando un agente

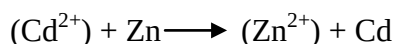
oxidante acepta electrones, se dice que se ha reducido. La oxidación y la reducción ocurren siempre simultáneamente; si un átomo o ion dona un electrón, otro átomo o ion debe de aceptarlo [1].

En muchos de los procesos biológicos, las células-moléculas donantes de iones-electrones liberan un electrón durante la respiración celular, lo cual se transforma en la liberación de energía [2-4]. Algunos de los micro-organismos más elementales como es el caso de las bacterias, obtienen energía en los procesos en los que está involucrada la transferencia de electrones [2-3].

El proceso de donación y aceptación de electrones es reversible. Por ejemplo, bajo unas condiciones determinadas el cadmio metálico puede donar electrones y transformarse en iones Cd^{2+} , como lo hace cuando se trata con HCl,



O bajo otras condiciones, el ion Cd^{2+} puede aceptar electrones y ser reducido a Cd metálico, como ocurre cuando se pone en contacto con Zn metálico:



Los agentes reductores difieren en su facilidad para donar electrones, Por ejemplo, Zn metálico puede donar electrones a Cd^{2+} para producir Cd metálico y Zn^{2+} , pero Cd metálico es incapaz de donar electrones a Zn^{2+} para producir Zn metálico y Cd^{2+} . Esto ilustra el hecho de que Zn metálico es un agente reductor más fuerte que Cd metálico [2].

Una reacción de transferencia electrónica reversible escrita en la forma

$\text{ne-} + \text{agente oxidante} \rightleftharpoons \text{agente reductor}$ se denomina una *semireacción* por que no puede transcurrir a menos que se acople con otra semireacción que transcurra en sentido opuesto.

2. Materiales y Métodos

Materiales: Frutas cítricas, casa hecha de madera con cuadrícula, caimanes, coples de cobre, grapas galvanizadas, diodos LED (*Light-Emitting Diode*: ‘diodo emisor de luz’) y cables de red.

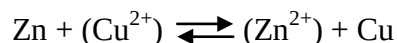
Diseño: Circuito hecho con frutas haciendo estas el papel de baterías. Entorno: Universidad Autónoma de Baja California; XX jornadas de Ingeniería.

Equipo: Multímetro para medir el voltaje de las frutas en el circuito.

3. Parte Experimental.

Una corriente eléctrica es un flujo de electrones a través de un conductor. Muchas reacciones de transferencia electrónica pueden disponerse de manera que los electrones donados por el agente reductor sean obligados a fluir a través de un hilo conductor hasta llegar al agente oxidante.

Una disposición de este tipo se denomina batería o célula electroquímica (galvánica). En este caso la reacción de transferencia electrónica que produce la corriente es:



En nuestro proyecto pusimos en práctica esta reacción. Colocando una grapa galvanizada en una fruta cítrica (por su concentración ácida) y un *cople* de cobre. El ácido de la fruta provocaba la “descomposición” de los metales para ceder electrones que fluían entre ellos. La unidad del potencial de reducción se expresa en voltios (V).

Al tener ya varias frutas sometidas a este procedimiento continuamos colocándolas en los nichos de la cuadrícula de la casa de madera y conectándolas en serie con caimanes, tal y como si estos fueran baterías, siendo la grapa de cinc el polo negativo y la parte de cobre el polo positivo. Finalmente soldamos los cables de red a las terminales positivas y negativas de los diodos LED para conectar todo el circuito y

de esta manera comenzar a hacer nuestra explicación a los alumnos.



Figura 1. Dos manzanas y dos peras con coples de cobre y grapas galvanizadas en la casa para el circuito.



Figura 2. Daniel Ballesteros, soldando los cables red a las luces LED en la casa para el circuito.

Tabla 1. Resultados de voltaje en frutas*.

Cantidad de fruta	Luces LED	Voltaje
6	2	5.08 V
8	2	6.86 V
10	2	8.98 V
12	2	10.65 V

Voltaje promedio por fruta	$0.86V < V < 1.02V$
----------------------------	---------------------

* Las mediciones eléctricas en las frutas fueron efectuadas con un Multímetro marca Steren.

4. Resultados y Discusión.

Resultados:

Conectando las frutas haciendo el papel de baterías y las luces en paralelo conseguíamos prender dos luces LED pero también dependía de la cantidad de frutas cítricas, tal y como muestra la tabla 1. Como dato curioso pudimos observar que la manzana y que incluso una uva tenían más de 1 Volt, pero lo que sucedía al momento de conectar el circuito era que teníamos menos voltaje total que el esperado al sumar el voltaje de cada manzana.

Discusión:

Cuando elaboramos este experimento quisimos comprobar si sólo se podía llevar a cabo con las frutas cítricas, ya que en todos los sitios de internet mencionaban solo el uso de cítricos, así que nosotros intentamos hacer el experimento con distintas frutas y verduras. Observamos que sí se logra conseguir resultados de corriente con manzana, peras, cebollas, etc., pero pudo ser realmente costoso usar otras frutas poco acidas por la razón de usar más de 12 de ellas para encender 2 luces LED.



Figura 3. Stephanie Suarez y Max Núñez con el proyecto Luces LED en circuito de Frutas.

5. Conclusiones

Las frutas ácidas tienen un sabor agrio y reaccionan con ciertos metales desprendiendo hidrógeno. Las disoluciones acuosas de los ácidos conducen la electricidad (jugo de limón). Las frutas básicas tienen sabor amargo e igualmente, las bases disueltas en agua, conducen la electricidad ya que al igual que los ácidos se ionizan o disocian presentando iones oxidrilos OH^- . la explicación del por qué estos ácidos- bases de las frutas disueltos en agua conducen la electricidad, se debe a que estos al disolverse se ionizan, estos iones y ocasionan su conductividad. Recordemos que una base al disolverse en agua incrementa la concentración de los iones hidróxido (OH^-). Es importante mostrar aquí que si quisiéramos repetir este tipo de experimentos, es conveniente utilizar algunas frutas en vez de otras, es decir, las frutas que tiene un PH más ácido producen mayor corriente que las otras. Por ejemplo la manzana, a pesar de que esta tiene mayor voltaje por sí sola, entre un circuito hecho únicamente de manzanas el voltaje total no es el esperado; esto debido a que los electrones que se ceden en la reacción no son tantos por el medio poco ácido de las manzanas o cualquier otra fruta no cítrica.



Figura 4. Eduardo Capistran, mostrándoles a niños de primaria como funcionaba el circuito.

A pesar de que resulta ser un experimento bastante sencillo de hacer, nos pareció difícil de explicar lo que sucedía con estas frutas a los niños de primaria, y sobre todo a niños de kínder. Solo tratamos de no usar palabras que no entendieran y usamos analogías para que tuvieran una idea de lo que se llevaba a cabo en este proyecto.



Figura 5. Presentación del experimento durante las jornadas a un alumno visitante.

6. Bibliografía.

- [1].- **R. Nelson Smith, Conway Pierce.** *Resolución de problemas de química general*, 485 páginas, Editorial Reverté (1991).
- [2].- **G. William Daub, William S. Seese.** *Química*, Editorial Pearson Educación, - 652 páginas (1996).
- [3].- **David L. Nelson,** *Lehninger: Principios de Bioquímica*, 5ª edición, ISBN 9788428214865, editorial omega, 1296 págs.(2007).
- [4].- **Gilberto Enríquez.** *Electricidad básica y experimentos*, ISBN 9786070503184, Editorial HARPER, 270 págs. (2011).
- [5].- **Paul Tipler, Gene Mosca** *Física para la Ciencia y la Tecnología* (vol. II) (6ª ED.), Editorial Reverté, 513 págs. (2010).

PROTESIS DE MANO CONTROLADA POR MIOPOTENCIALES

José Luis Dueñas Villalobos, Federico Aronni Nanni Zepeda, Ángel E. Narváez Reyes
& Josué Ernesto Castillo Aranda*

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO
CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS.
Ensenada, B.C., C.P. 22860.

*Correo Electrónico: lduenas@uabc.edu.mx, fnanni@uanc.edu.mx,
a330556@uabc.edu.mx, jcastilloaranda@uabc.edu.mx

Resumen. Este proyecto consiste en la elaboración de una mioprótesis, la cual tiene la peculiar característica de brindar al paciente funcionalidad, es decir intenta emular las características de un miembro faltante, para esta prótesis fue necesaria la elaboración de un miógrafo, para reconocer los potenciales de disparo de los músculos (Flexores y extensores de los dedos), y con ello diferenciarlos de los distintos músculos del antebrazo, para posteriormente activar un mando de control que a su vez acciona la prótesis.

Palabras claves: Mioprótesis, electromiografía, Electrodo, Frecuencia de corte

Introducción

Actualmente las prótesis se clasifican en funcionales o pasivas, estas últimas son de carácter estético, es decir no ofrecen funcionalidad. Por otra parte las funcionales se clasifican en dos tipos, las mecánicas y las mioeléctricas, estas últimas son las que ofrecen mejoras en cuanto agarre y funcionalidad [1].

Este tipo de prótesis mioeléctricas empezaron a elaborarse en Rusia en 1960, el diseño y la técnica de fabricación ha ido perfeccionándose hasta nuestros días.

Actualmente las mejores prótesis de este tipo se comercializan en Alemania, país que se ha distinguido por prótesis de alta tecnología y funcionalidad sumadas a una gran calidad [2].

Con esto en mente trabajamos con el objetivo de elaborar una prótesis de vanguardia con la finalidad de brindar al paciente una mejor calidad de vida.

Una de las características de las prótesis mioeléctricas es ofrecerle al paciente la oportunidad de mejorar su calidad de vida, con esto en mente se

trabajó para que sea el mismo paciente el que controle su prótesis mediante el impulso eléctrico que producen sus propios músculos [2,3].

Por eso el presente trabajo se realiza con la finalidad de ofrecer a los pacientes con una amputación, una alternativa para mejorar su calidad de vida, ofreciéndoles una prótesis de vanguardia, que permite emular las capacidades de un miembro no amputado. Este tipo de prótesis funciona a partir del potencial eléctrico que producen los mismos músculos adyacentes del paciente, ya que a partir del censado de los miopotenciales, se procesa la señal para controlar los motores de la prótesis [3].

Materiales y Método Experimental

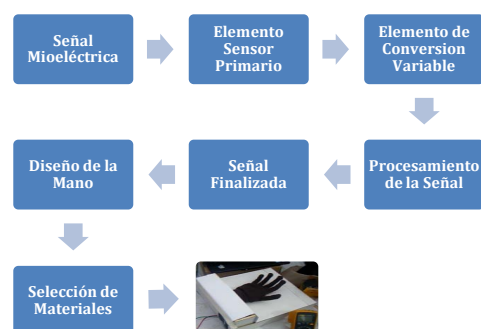


Figura 1. Diagrama de bloques del proceso de fabricación.

Como se puede ver en el diagrama, para la realización de este trabajo fue necesario captar las señales producidas por los músculos, específicamente de los músculos flexores y extensores de los dedos. Para esta propósito se elaboró un electro miógrafo el cual cuenta con cinco electrodos, dos para el músculo flexor y dos para el extensor, más el de tierra o de referencia.

El electro miógrafo se compone de las siguientes etapas las cuales se describen a continuación.

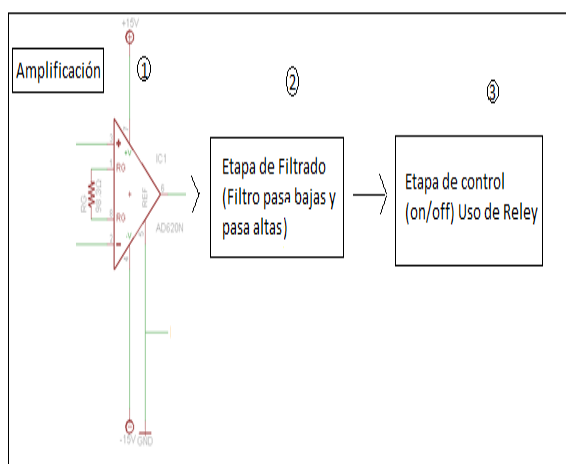


Figura 2. Diagrama de fabricación del Circuito del EMG y etapa de control.

Etapa de amplificación.

La señal típica que producen los músculos tiene una amplitud que va desde 0.1 a 5mv [2], esta señal es muy pequeña para poderse utilizar por lo que se amplifica para alcanzar un rango dinámico de 5v, es decir una ganancia de 1000.

En esta etapa es recomendable ubicar el amplificador bastante cerca de los electrodos y del sujeto, de esta forma se evitan capacitancias externas al sistema y problemas producidos por el movimiento de los artefactos y del cable.

En la etapa de amplificación se utilizó un amplificador de instrumentación debido a que cumple con ciertas características necesarias para tener un

buen rendimiento en la adquisición de señales biológicas.

El amplificador de instrumentación utilizado fue el AD620 con un CMRR de 100 db esto nos asegura que tendremos un buen inicio en la obtención de la señal biológica, obteniendo así la mayor información en la primera etapa.

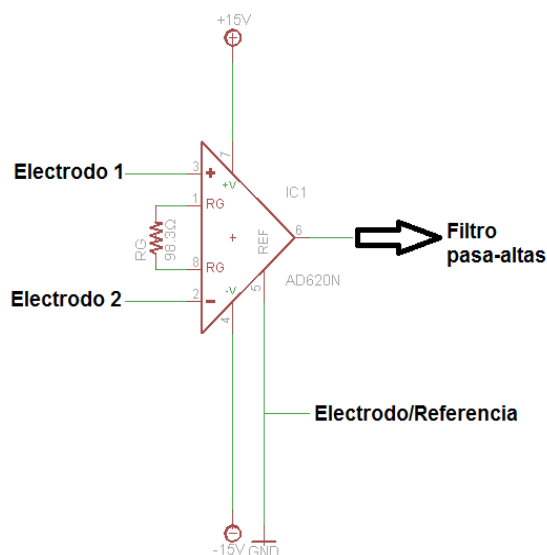


Figura 3. Diagrama esquemático de la parte de amplificación del amplificador de instrumentación.

Etapa de Filtrado.

Una vez que se amplificó la señal hasta alcanzar un rango de 5v, el siguiente paso es la etapa de filtrado, las señales que manejan los músculos generalmente producen un rango de frecuencia que va de los 10 a los 500Hz [2], por lo que una etapa de filtrado es fundamental, ya que se necesita aislar la señal del ruido producido por elementos externos como el movimiento de los cables y de los artefactos que se encuentran entre los 0 y 15 hz, por lo que se implementó un filtro pasa bandas cuyas frecuencias de corte son de 20 y 500 hz.

Se utilizaron amplificadores operacionales con los cuales se construyeron los filtros necesarios para obtener una señal lo más limpia posible. Una vez obtenida la señal, fue procesada de modo que se obtuvieran dos señales cuadradas proporcionadas

por los músculos. La señal del músculo flexor es de 0 a 5v y la del músculo extensor es de 0 a -5v.

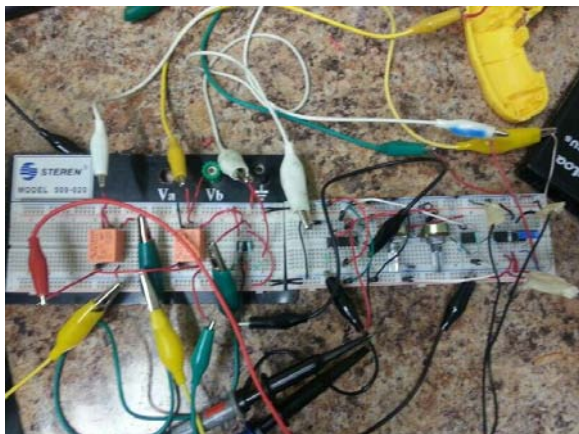


Figura 4. Circuito armado en protoboard.

Etapas de Control.

Una vez terminado con el captado y filtrado de la señal, seguimos con la etapa de control. Esta etapa consistió en un sistema de control *on-off*, el cual se compone de comparadores de voltaje. Estos comparadores proporcionan las señales que controlan el sentido del giro del motor.

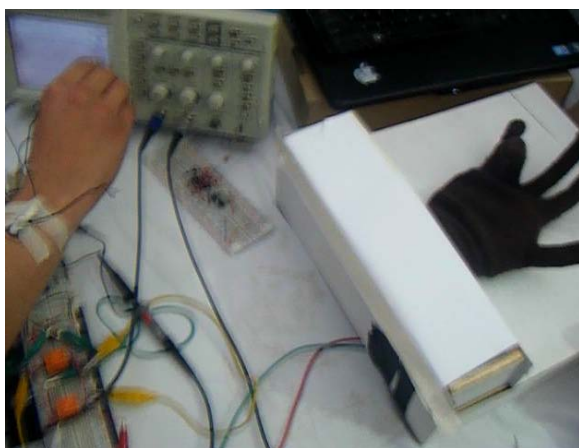


Figura 5. Prótesis de mano en acción.

Electrodos

Para la adquisición de las señales de este EMG, el tipo de electrodos que se utilizaron cumplieron con las características de sensibilidad y conductividad necesarias para el

captado de este tipo de señales, en este primer prototipo tuvieron que cumplir ciertas características para poder realizar las diversas pruebas de una manera sencilla y práctica; estas características son:

- Los electrodos deben poder ser montados y desmontados de una manera limpia y fácil.
- Los electrodos deben ser capaces de captar la señal de EMG con un nivel de ruido adecuado.

Tomando en cuenta estas características, se optó por trabajar con electrodos de metal.

Resultados y Discusión.

En términos generales, el proyecto salió como se esperaba, pudimos captar las señales producidas por los músculos flexores y extensores de los dedos, y amplificarla correctamente. Gracias a estas primeras etapas fue posible controlar el motor de manera eficiente, haciendo que la prótesis funcionara adecuadamente con las características esperadas.

El objetivo a futuro es mejorar la mano implementando motores independientes a cada dedo, ya que en esta ocasión se utilizó un solo motor para controlar los 5 dedos. Posteriormente se utilizarán herramientas de procesamiento de señales para tener una mejor resolución para así poder controlar los dedos de manera independiente. Será necesario aislar las señales de cada músculo, con la finalidad de que la mano tenga una mayor autonomía y funcionalidad.

Conclusiones

Una vez concluido el presente trabajo, se pudo cumplir con el objetivo inicial que era el de controlar una prótesis mecánica por medio de la captar la señal y traducirla a partir de la

diferencia de potencial eléctrico producido por los propios músculos.

Se puede demostrar que es posible la activación de las prótesis por medio de los mismos impulsos eléctricos de los músculos del paciente, esto es de vital importancia ya que abre el panorama en la implantación de prótesis funcionales que le permiten al paciente llevar a cabo actividades que no se podrían realizar con prótesis de características más estéticas.

En cuanto a las etapas de captado de la señal como en el caso de la etapa de control, se obtuvieron los resultados que se esperaban, siendo estos los óptimos. El movimiento de la prótesis resultó exitoso, se pudo controlar la función de abrir y cerrar la mano de la prótesis, esto se lograba al extender nuestro brazo y flexionar la mano obteniendo un reflejo de la prótesis.

A partir de esta investigación y como trabajo a desarrollar en un futuro, se tiene pensado mejorar el diseño de la mano, aislando la señal de los músculos que controlan cada dedo de la prótesis, para controlar los 5 motores que corresponden a cada dedo, esto permitirá una mayor funcionalidad al paciente ya que no sólo le permitirá abrir y cerrar la mano, si no que se podrán realizar con esta mano artificial tareas más complejas.

Bibliografía.

- [1].- Douglas G. Smith "Prótesis de extremidad superior". Volumen 17, Número 2 · Marzo/Abril (2007).
- [2].- González J. *Robótica y Prótesis inteligentes*. Revista digital Universitaria, UNAM 6: 8-15.(2005).

- [3].- Ferrero C. "Bioelectrónica, señales bioeléctricas". Tesis de doctorado de Bioingeniería. Universidad Politécnica de Valencia, pp. 198-206. (2001).
- [4].- Roberto Merletti, Philip Parker. "Electromyography: Physiology, Engineering, and Noninvasive Applications" ISBN 0-471-67580-6, Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, (2004).
- [5].- Khandpur R.S. "Biomedical Instrumentations. Technology and applications", MacGraw-Hill, (2003).
- [6].- Roberto Merletti, Philip A. Parker. Electromyography: physiology, engineering, and noninvasive applications, IEEE/John Wiley & Sons, 494 pages, (2004).
- [7].- Cameron John R. "Medical physics". John R. Cameron, James G. Skofronick, Roderick M. Grant *Medical physics: physics of the body*, 343 pages, (1992).
- [8].- B. Hudgins, P. Parker, R. N. Scott. "A New Strategy for Multifunction Myoelectric Control", IEEE Transactions on Biomedical Engineering, Vol. 40, No. 1, January (1993).
- [9].- E.A. Clancy, N. Hogan. "Single Site Electromyograph Amplitude Estimation", IEEE Transactions. on Biomedical Engineering, Vol. 44, No. 2, Feb. (1994).
- [10].- A. Dupont, E. L. Morin. "A Myoelectric Control Evaluation System", IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering, Vol. 2, No. 2, June (1994).

SISTEMA DE MONITOREO Y PROCESAMIENTO DE SEÑALES BIOFISIOLÓGICAS

Marylena Gómez Vázquez, Alma Yasmin Lozano Valenzuela, Itzel Annette Ortiz Rodríguez, Francisco Alfonso Ortiz Sandoval & Josué Ernesto Castillo Aranda*

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO
CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS.
Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333.

*E-mail: marylena.gomez@uabc.edu.mx, ylozano@uabc.edu.mx, annette.ortiz@uabc.edu.mx, francisco.ortiz@uabc.edu.mx, jcastilloaranda@uabc.edu.mx.

Resumen. El presente trabajo trata del diseño y elaboración de un sistema para la adquisición, almacenamiento y procesamiento de señales electrocardiográficas. Adquirir y almacenar dichas señales es de gran importancia para el diagnóstico y tratamiento del paciente, siendo ésta una herramienta importante para médicos especializados en el área. El sistema está compuesto por una etapa analógica que se encarga de acondicionar la señal del paciente, una etapa digital, compuesta por un microcontrolador ADUC7061 y una interfaz gráfica para visualizar dicha señal utilizando el software MATLAB. La comunicación de datos, desde el dispositivo diseñado a la computadora, se logró con éxito. El sistema se probó al comparar la señal obtenida y graficada mediante MATLAB mostrando el patrón normal característico de la señal del corazón. El desarrollo futuro de este proyecto está orientado a crear un dispositivo biomédico portátil capaz de adquirir, procesar en tiempo real la señal electrocardiográfica, así como almacenar los datos de los pacientes contribuyendo a su diagnóstico y tratamiento.

Palabras claves: Electrocardiógrafo, procesamiento digital de bioseñales, ADUC7061, Instrumentación biomédica, MATLAB.

3. Introducción

Todas las funciones que pueden generar los animales vivos se dan gracias a impulsos o potenciales eléctricos, llamados simplemente biopotenciales. La electrografía trata del registro de los biopotenciales generados por los tejidos y órganos para su posterior diagnóstico o investigación. Así mismo, como parte de la electrografía está la electrocardiografía (ECG), que estudia la actividad eléctrica del corazón que puede hacer su función de bombeo de la sangre gracias a impulsos eléctricos generados por las células especializadas del miocardio que conforman el tejido muscular y es así que la sangre puede recorrer todo el sistema circulatorio [1, 2].

El electrocardiógrafo es esencial en el diagnóstico de enfermedades cardíacas. Gracias a este dispositivo electrónico se puede realizar el electrocardiograma o ECG, que es el estudio no invasivo que se realiza con el propósito de observar la actividad eléctrica del corazón. Con este estudio es posible averiguar más sobre el ritmo cardíaco, el tamaño y funcionamiento de las

cavidades del corazón y el músculo cardíaco [2].

El sistema está compuesto por una etapa analógica que se encarga de acondicionar la señal del paciente, una etapa digital, compuesta por un microcontrolador y una interfaz gráfica para visualizar dicha señal.

El sistema analógico se encarga de amplificar la señal biofisiológica, además de eliminar el ruido presente en la misma. El sistema digital está desarrollado sobre una plataforma de microcontrolador, el cual se encarga de muestrear y digitalizar la señal analógica. El sistema también cuenta con una interfaz serie RS232 para transmitir los datos a una PC, en la cual, con un software de visualización se puede implementar un sistema de monitoreo. Para la etapa digital se seleccionó un microcontrolador de bajo consumo, bajo costo, tamaño reducido, resolución de 24 bits (por ser aplicación biomédica) y se programó para poder muestrear la señal procedente de la etapa analógica y enviar la señal resultante utilizando comunicación serial.

Para el estudio de las señales provenientes del cuerpo humano, es necesario el tratamiento por medio de

sistemas electrónicos de acondicionamiento y procesamiento de señales [5]. Actualmente la tendencia de muchos instrumentos biomédicos es la utilización de una computadora personal como parte de los equipos de diagnóstico, ya que permiten no sólo el procesamiento y almacenamiento de los datos recopilados, sino que la información puede ser transmitida a otros lugares para su evaluación por otros especialistas [6]. El presente trabajo se centra en la adquisición y procesamiento de señales de *ECG*, así como su digitalización mediante el microcontrolador *ADUC7061* y una interfaz gráfica para visualizar dicha señal utilizando el software *MATLAB*.

2. Materiales y Métodos

Implementación del electrocardiógrafo:

- Amplificador de instrumentación
- Amplificador operacional
- Resistencias
- Capacitores
- Cable conductor

Los materiales mencionados anteriormente se implementaron en un diseño propio de circuito impreso (figura 1).

Pruebas del electrocardiógrafo:

- Osciloscopio
- Fuente de voltaje
- Caimanes
- Electrodo
- Toallitas de alcohol limpiadoras
- Gel exfoliante
- Gel conductor

Microcontrolador:

- ADUC7061

Software:

- MATLAB

3. Parte Experimental.

Electrocardiógrafo

Se diseñó en un circuito impreso (figura 1), el cual capta y acondiciona la señal para su digitalización en la siguiente etapa. El

circuito electrónico con el que elaboramos el electrocardiógrafo consta de una etapa de amplificación con un *AD620* y una etapa de filtrado con la implementación de un filtro pasa-altas con frecuencia de corte de *0.6 Hz*, posteriormente un filtro pasa-bajas con frecuencia de corte de *150 Hz* y finalmente con un filtro *Notch* para eliminar el ruido de línea; así se obtuvo una señal capaz de visualizarse en el osciloscopio.

Para primeras pruebas en la etapa de filtrado se utilizaron filtros pasivos pasa-altas y pasa-bajas y una vez que se adquirió la señal cardiaca estabilizada se prosiguió a utilizar filtros activos tipo *Butterworth* de segundo orden para una mejor relación señal a ruido (*SNR*, por sus siglas en inglés).

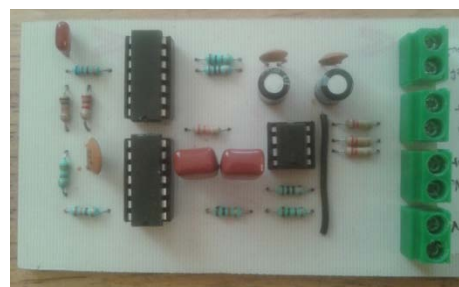


Figura 1. Electrocardiógrafo en tarjeta de circuito impreso.

Las pruebas del dispositivo se realizaron en el Laboratorio de Electrónica de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, con la persona en estado de reposo y sentada (figura 5). Los datos obtenidos en el osciloscopio se compararon con la forma del electrocardiograma de una persona sana, que debe de mostrar la siguiente tendencia (figura 2). Nuestros datos presentan una similitud dependiendo de la persona que se está analizando.

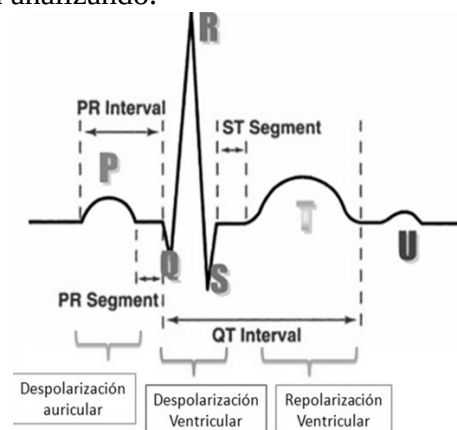


Figura 2. Señal característica del corazón.

ADUC7061

Este microcontrolador (figura 3) es el encargado de muestrear y digitalizar la señal proveniente de la etapa anterior mediante su módulo de conversión A/D Σ - Δ de 24 bits deresolución. Contiene un módulo UART utilizando la comunicación RS232 para establecer un intercambio de datos entre el electrocardiógrafo y una computadora, posteriormente tratarlos y obtener una señal en la computadora.

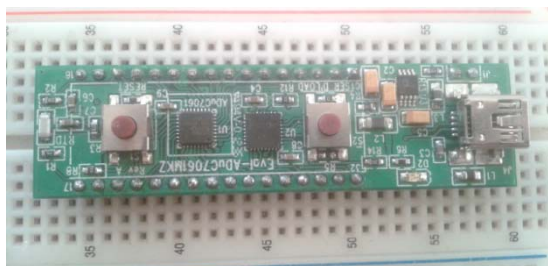


Figura 3. Microcontrolador ADUC7061.

Software

Como parte final de nuestro sistema está la realización de una interfaz gráfica para poder visualizar de una forma sencilla los datos procedentes del microcontrolador utilizando MATLAB.

El desarrollo del sistema completo se muestra en la figura 4.

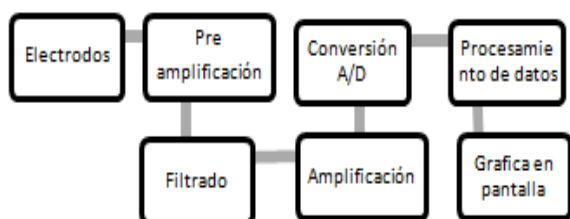


Figura 4. Diagrama de bloques del sistema.

4. Resultados y Discusión.

El sistema se probó al adquirir la señal ECG de una voluntario sano, para posteriormente ser comparada la señal obtenida con una señal característica ECG. Se comprobó mediante un método grafico, utilizando MATLAB demostrando un grado de similitud alto. Se comparo el ritmo cardiaco de una persona en reposo y haciendo esfuerzo, utilizando un pulsímetro. Mediante

esta prueba se comprobó que el sistema registra satisfactoriamente los cambios en el ritmo cardiaco.

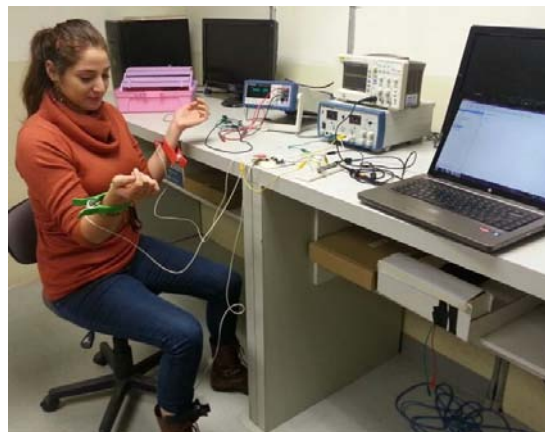


Figura 5. Realización de pruebas al proyecto con una persona en estado de reposo y sentada.

Resultados:

En una primera etapa después de un filtrado se obtuvo de la manera esperada la señal característica de un ECG observada por el osciloscopio (figura 6) como una señal analógica. Para la etapa digital, se adquirieron datos, fueron procesados y graficados (figura 7).

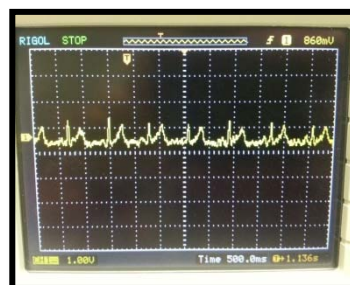


Figura 6. Señal analógica obtenida.

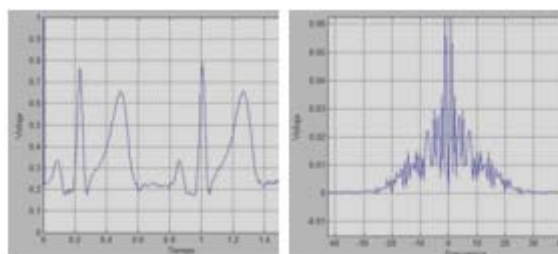


Figura 7. Señal digital en el tiempo y en el espectro de Fourier, respectivamente.

Discusión:

Nuestro proyecto es la base de lo que sería un dispositivo biomédico portátil que

analiza la señal biofisiológica para su posterior diagnóstico por un especialista. Es de gran importancia este tipo de dispositivos en la actualidad debido a las ventajas que presentan, ya que permiten y facilitan el intercambio y almacenamiento de los datos del paciente, así como el procesamiento electrónico de historias clínicas, imágenes, gráficos. La información puede ser transmitida a otros lugares para su evaluación por otros especialistas, también para la supervisión de los signos vitales de pacientes distantes de sus doctores. Otra de las múltiples ventajas que representa este proyecto es el de su bajo costo para su implementación.

El desarrollo de este proyecto representa un esfuerzo en convertir electrocardiógrafos analógicos en digitales, por otra parte se pretende mejorar la interfaz de usuario para el almacenamiento de datos de los pacientes y desplegar la gráfica de la señal biofisiológica en tiempo real. Otra de las funciones que tiene nuestro proyecto es el obtener y desplegar en pantalla la gráfica de la transformada Fourier (figura 7) de la señal biofisiológica adquirida para su análisis espectral que permitirá estudiar en detalle el comportamiento de los componentes armónicos de la señal en el dominio de frecuencia.

5. Conclusiones

La comunicación de datos, desde el dispositivo diseñado a la computadora, se logró con éxito. El sistema se probó al comparar la señal obtenida y graficada mediante MATLAB, y la señal obtenida por el osciloscopio, las cuales mostraban el patrón normal característico de la señal del corazón. Una de las grandes ventajas de

nuestro proyecto es que es de muy bajo costo comparado con los dispositivos biomédicos comerciales de este tipo.

El desarrollo futuro de este proyecto está orientado a crear un dispositivo biomédico portátil capaz de adquirir, procesar en tiempo real la señal ECG, así como almacenar los datos de los pacientes.

Nuestro proyecto contribuye con el procesamiento, análisis y manejo de la información médica, vital para el diagnóstico y tratamiento del paciente e indispensable para realizar estudios futuros.

6. Bibliografía.

- [1].- **Arthur Guyton, John Hall.** *Tratado de fisiología médica.*, 12^{da} edición. Elsevier: España (2011).
- [2].- **Juan Arango, Hernán Vélez, William Rojas, Jaime Borrero, Jorge Restrepo.** *Manual de electrocardiografía.*, 5ta edición. Corporación para Investigaciones Biológicas: Medellín (2003).
- [3].- **E. Testé, E. Pérez, B. García, A. Santana, A. Calle y E. Altshuler.** *Experimentos avanzados de Física: Electrocardiograma.* Facultad de Física, Universidad de La Habana (2009).
- [4].- Universidad de Barcelona. Sitio de internet del Departamento de Fisiología de la Universidad. Enlace directo: http://www.ub.edu/LabFisio/index.php?option=com_content&view=article&id=29&Itemid=1
- [5].- **M. Essaban.** *Sistema portátil de electrocardiografía de tres derivaciones con comunicación wireless.* Universidad Politécnica de Cataluña (2006).
- [6].- **N. Dugarte-Jerez, R. Medina-Molina, R. Rojas -Sulbarán.** *Sistema Para La Adquisición de la Señal electrocardiográfica de Alta Resolución.* Universidad, Ciencia y Tecnología 15.61:206-215. (2011).

GRÚA BIOMÉDICA

Héctor Bernardo Rascón Pérez, Yoshiki Leonell Rojas León, Rosa Cristina Sánchez Gutiérrez
& Josué Ernesto Castillo Aranda*

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO
CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS.
Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333.

E-mail: brascon@uabc.edu.mx; cristina.sanchez49@uabc.edu.mx; castilloaranda@uabc.edu.mx

Resumen. En este trabajo se realizó el diseño y construcción de una grúa electromecánica para pacientes discapacitados. Con la obtención de un prototipo de tamaño real capaz de soportar un peso aproximado de 100 kg, fusionando seguridad del paciente y economía en la fabricación del sistema mecánico.

Palabras claves: grúa electromecánica, pacientes discapacitados, sistema mecánico, seguridad, economía, etc.

1.- Introducción

Hoy en día las personas encargadas del cuidado de pacientes discapacitados, ya sea inmovilizados o de edad avanzada, se enfrentan a problemas serios a la hora del traslado de los mismos, siendo este el origen de una de cada tres bajas laborales del personal encargado de la asistencia a enfermos.

Para dar apoyo en estas actividades las grúas biomédicas son un diseño o un sistema que permite la movilización segura del paciente [1].

Dentro de esta movilización se debe tomar en cuenta la trayectoria de desplazamiento, la enfermedad o discapacidad que enfrenta el paciente y el lugar donde se desarrolla dicho traslado [1,2].

En este trabajo, la principal trayectoria de desplazamiento son ascensos, descensos y traslados pequeños. Con respecto a la colaboración del paciente existen dos tipos principales; la forma asistida, donde el paciente puede dar apoyo en su desplazamiento y la pasiva, donde el paciente no es capaz de ayudar en dicha actividad.

Con respecto al tipo de discapacidad, en México existen 5,739,270 personas con alguna discapacidad, que representan el 5.1% de la población total del país. De estas, el 58.3% presenta problemas para moverse.

Según datos del INEGI en 2010, como se puede apreciar en la figura 1, más de la mitad presentan discapacidades para desplazarse, caminar o moverse, y necesitan asistencia ya sea de un aparato o de terceros para realizar sus desplazamientos y cubrir sus necesidades básicas [2].

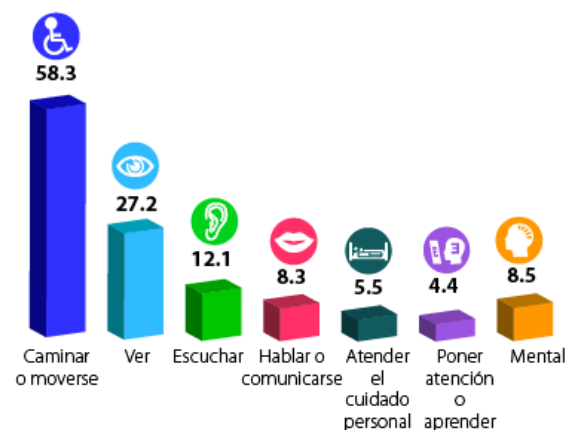


Figura 1. Porcentaje de la población con discapacidad según dificultad en la actividad (INEGI 2010).

Desafortunadamente el uso de las grúas de traslado para pacientes está haciéndose más accesible para casi cualquier lugar donde sea requerido por el paciente en cuestión.

Con esto, se busca introducir el aparato en instituciones de salud en México y como un apoyo, más accesible, a personas limitado a los hospitales, clínicas y centro geriátricos, por su elevado costo [1-2].

Por ello, en este trabajo se llevó a cabo la realización de un prototipo más que se vean en la necesidad de utilizar esta grúamóvil en casa. Lo cual consiste en levantar a una persona de la cama o de la taza del baño a una silla de ruedas, por ejemplo. El aparato es eléctrico para mayor comodidad y simple utilización de un botón de dirección.

El diseño de este circuito en el contexto científico es crear un sistema que sea seguro y a la vez económico para movilizar pacientes no solo en instituciones de salud, sino también en el hogar, mezclando las diferentes ventajas de diversos prototipos encontrados en la bibliografía consultada.

2.- Materiales y Métodos

En este trabajo se utilizó principalmente cuatro relevadores compactos modelo **RAS-0510** con dos señales para dar dirección al motor (S1, S2): además, de un motor de un atornillador inalámbrico marca *Black & Decker* (M), todo alimentado con un voltaje de 3.6 V, los cuales fueron obtenidos de las baterías incluidas del atornillador. a este circuito se le añadió una pequeña sección de control por medio de un *microswitch* con botón modelo **VAQ-7R R** y un *switch* miniatura de palanca modelo **S-116**. Esta sección permitió la rotación del motor de un lado a otro sin necesidad de la desconexión y conexión de cables dentro del circuito, así como el encendido y apagado del mismo, la cual fue colocada entre las baterías y las conexiones de entrada a dos de los relevadores. Dichos circuitos sólo fueron implementados en *Protoboard*.

Estas actividades fueron realizadas en los laboratorios de electrónica básica de la Universidad Autónoma de Baja California de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, campus Ensenada.

Los aparatos de soporte para la realización de las pruebas fueron un Multímetro digital *FLUKE* serie 110 y una fuente de voltaje *BK PRECISION* modelo 1651A para alimentar el circuito, en los

económico y con un diseño más práctico basándose en la bibliografía consultada [3], momentos de prueba, así como un Multímetro de banco *FLUKE* serie 8012a para principalmente medir la corriente que requería el circuito. El diseño de la grúa biomédica se basó en la grúa para pacientes marca *LUMEX LF1030* (figura 2). Como se puede apreciar, ésta utiliza igualmente un gato hidráulico como componente de levantamiento.



Figura 2. Grúa para pacientes LUMEX LF1030.

La grúa biomédica de este trabajo casi en su totalidad fue hecha de metal **PTR** de $\frac{1}{2}$ " x $\frac{1}{8}$ ", por lo cual se utilizó soldadura para unir las piezas, además de una caja de plástico para salvaguardar el circuito, cuatro llantas de tamaño pequeño con frenos incluidos, los mismos para aumentar la seguridad y por último un gato hidráulico para carro ya mencionado.

El ensamblado de las piezas fue realizado en un taller de soldadura, haciéndose pequeñas modificaciones al diseño original para la adaptación del motor, además de otros fines de seguridad.

3.- Parte Experimental.

Adquirido el atornillador se realizaron pruebas de funcionalidad, probando su capacidad colocando el motor directamente cerca del gato hidráulico, el cual debía

levantar a una persona con un peso de aproximadamente 100 kg. Una vez probado, éste fue desarmado para la obtención del motor y las baterías, las cuales fueron colocadas de nuevo en modo de prueba con el gato hidráulico, pero ahora también conectando al multímetro de banco *FLUKE 8012a* para la medición de la corriente. Para dar paso a la primera parte de este trabajo, se implementó el sistema de control para direccionar los giros del motor del atornillador inalámbrico *Black & Decker*, donde se utilizaron cuatro relevadores **RAS-0510**, con capacidad para soportar 10 A y 5 V, así como las baterías que incluía el mismo atornillador de 3.6 V. El arreglo antes mencionado se puede observar en la figura 3.

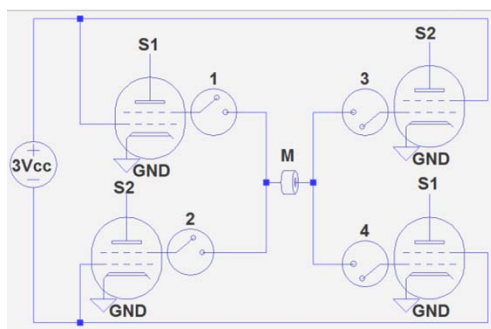


Figura 3. Diagrama del circuito implementado con los relevadores para direccionar el motor.

Una vez realizado el acomodo anterior se procedió a la implementación de un circuito adicional, para el control del encendido y apagado del sistema utilizando el switch con botón **VAQ-7R R**, así como de la direccionalidad del circuito antes descrito (figura 3), sin la necesidad de la utilización de un *Dip switch*, el cual fue reemplazado por el switch de palanca S-116, pudiéndose observar esta sección adicional en la figura 4, la cual se colocó entre la fuente y los dos primeros relevadores.

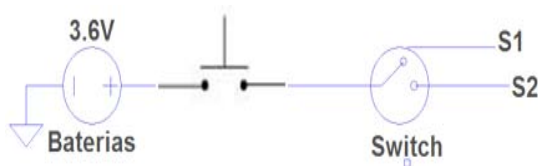


Figura 4. Circuito implementado para direccionar el giro del motor y el ON/OFF.

Terminada esta parte se procedió al ensamblaje del sistema mecánico, donde primeramente las piezas de PTR fueron cortadas para dar paso a la unión de la barra de apoyo y las patas, como se observa en la figura 5.



Figura 5. Ensamble de la barra de apoyo y las patas de la grúa biomédica.

A continuación se presenta la unión del brazo con la barra de apoyo, por medio de un tornillo de resistencia, así de la formación de la base para el gato hidráulico y el soporte para el motor *Black & Decker*, figura 6.



Figura 6. Configuración de la grúa biomédica con las patas, barra de apoyo y el brazo.

Posteriormente fueron añadidos elementos secundarios a la estructura, como las llantas con frenos incluidos, la percha hecha de acero, la caja de plástico para la protección del circuito y el gato hidráulico soldado a la base de soporte, así como la adición de secciones de seguridad. Por último se procedió al pintado de la unidad. Todos estos detalles pueden ser observados en la figura 7.

La estructura metálica modificada con el motor fue capaz de levantar un peso

de 50Kg, esto debido al incremento de peso que se crea en la palanca al cargar al paciente, además de la corriente que se pierde al pasar a través del circuito de control hasta el motor, disminuyendo significativamente la potencia del mismo.

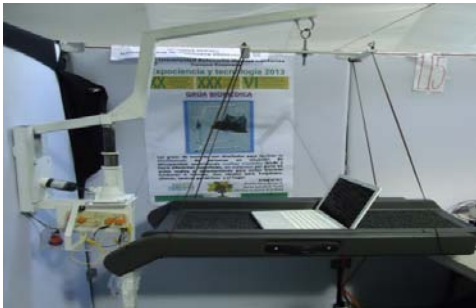


Figura 7. Aspecto final de la grúa biomédica.

Después de esto únicamente se le adicionó de manera representativa una estructura plana para ejemplificar el arnés.

4.- Resultados y Discusión.

El resultado obtenido en este trabajo fue el prototipo de un sistema electromecánico móvil para traslados pequeños de pacientes con dificultades motrices, el cual fue capaz de soportar un peso de aproximadamente 100 kg, (figura 8), diseño que como anteriormente se mencionó se basó de la grúa comercial LUMEX LF1030 (figura 2).

Otro factor importante es que no se probó el levantamiento de la grúa con las pilas cargadas al 100% como en las pruebas en el laboratorio. Sin embargo, cabe mencionar que los costos de materiales y mano de obra fueron menores que el diseño real.



Figura 8. Grúa biomédica soportando un peso de 75 Kg.

5.- Conclusiones

Se obtuvo el prototipo de una grúa electromecánica de tamaño real, la cual fue capaz de soportar el peso de una persona de aproximadamente 100 kg, y además de levantar un peso neto de 50 kg, obteniéndose un costo final mucho menor al de los actuales modelos comerciales, demostrándose con esto que con bajos recursos y la elección de materiales correctos se pueden implementar estos artefactos, principalmente para el uso en el hogar.

Este modelo se fundamenta en seguridad para el paciente y estabilidad a un costo más accesible. Sin embargo, para poder denominar formalmente a este diseño ergonómico, se pretende implementar mejoras como la colocación de un motor que sea capaz de levantar mayor peso, piezas desmontables, un mejor diseño, etc.

6.- Bibliografía.

- [1].- **Organización Mundial de la salud** (2012). *Dispositivos médicos: La gestión de la discordancia*. Recuperado el 2 de noviembre de 2013 de http://whqlibdoc.who.int/publications/2012/9789243564043_spa.pdf
- [2].- **INEGI**. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. *Discapacidad en México*. Recuperado el 1 de noviembre de (2013). de <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/discapacidad.aspx>
- [3].- **Herman, I. P.** *Physics of the Human Body*. Hardcover. ISBN: 970-3-540-29603-4. 860 pp. (2008)
- [4].- **Rashid, M. H.** *Electrónica de potencia. Circuitos, dispositivos y aplicaciones*. Editorial Prentice Hall. 701 pp(1995).

HEART ALARM

Heberto Molina-Villamil, Diego Padilla-Villavicencio,
Everardo Inzunza-González*, Oscar Roberto López-Bonilla* & Efrén García-Guerrero*

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO
CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS.
Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333.

*E-mail: heberto.molina@uabc.edu.mx, dpadilla17@uabc.edu.mx, einzunza@uabc.edu.mx, eeegarcia@uabc.edu.mx

Resumen. Se presenta el diseño e implementación de un instrumento electrónico para medir la frecuencia cardíaca (fc) y la saturación de oxígeno (SAO_2) en la sangre de personas. El instrumento utiliza métodos de detección ópticos basados en diodos emisores de luz y fotodetectores. La señal captada por el sensor óptico se amplifica y se procesa para ser enviada a un microcontrolador (μC). En el μC se hacen los cálculos para obtener la fc y la SAO_2 en la sangre. Los resultados se despliegan paralelamente en el dispositivo electrónico a través de una pantalla LCD y en un dispositivo móvil cuya comunicación con el instrumento electrónico es a través de la interfaz RS-232 y el protocolo bluetooth. El dispositivo cuenta con un sistema de alertas que indican las condiciones normales o de riesgo a las que se encuentra el paciente bajo análisis de corazón.

Palabras claves: Frecuencia cardíaca, SAO_2 (Saturación de oxígeno en la sangre), microcontrolador (μC), bluetooth.

1.-Introducción

El instrumento “Heart Alarm” fue concebido buscando una innovación en base a los pulsioxímetros comerciales, se observó que aún cuando ya existen dispositivos capaces de medir el pulso cardíaco y nivel SAO_2 , todavía no se han implementado instrumentos portátiles que puedan desplegarlos de manera remota en tiempo real esta información y alertarnos si tenemos algún problema de salud. Esto es muy útil cuando se tienen personas enfermas en casa, adultos mayores o bebés, sin la vigilancia *in situ* de un médico.

“Heart Alarm” es un instrumento que realiza los mismos procedimientos que un pulsioxímetro comercial. Los pulsioxímetros son instrumentos no-invasivos y dan al médico un indicador del “estatus” cardiorrespiratorio del paciente. Su uso es de forma cotidiana en cuidados intensivos, salas de recuperación y durante la aplicación de anestias; sin embargo, otras áreas de la medicina las emplean también tales como: guardias generales, salas operatorias, de emergencia, nacimiento y cuidado neonatal y transporte de pacientes [1].

El principio de funcionamiento del pulsioxímetro se basa en que la luz emitida por dos diodos LED de diferentes longitudes

de onda, típicamente 650 nm (rojo) y 805 nm (infrarrojo cercano) pasa a través del tejido y es captado por un fotoreceptor que responde en el mismo ancho de banda. En el instante en que la luz es emitida por los diodos, esta se absorbe por el tejido, huesos, sangre arterial y venosa. Por otro lado, cuando el corazón bombea sangre oxigenada al tejido, el instrumento ignora todas las absorciones en el mismo estado estacionario y mide solamente la absorción en el tejido que es expandido por la presión del pulso [2].

El sensor de un pulsioxímetro recibe las ondas de luz roja que representa la sangre sin oxígeno y la luz infrarroja que representa la sangre con oxígeno.

La medición de la frecuencia cardíaca se hace por medio del método conocido y empleado por los médicos y que consiste en medir las pulsaciones en las extremidades del usuario, por ejemplo, durante 15 segundos se cuentan las pulsaciones en los dedos de la mano para después multiplicarlo por 4 obteniéndose así la frecuencia cardíaca o pulsos por minuto (PPM).

En cuanto a la medición del nivel de saturación de oxígeno (SAO_2) en la sangre el

pulsioxímetro relaciona las intensidades de las radiaciones rojas e infrarrojas mediante un modelo matemático.

El modelo matemático para el pulsioxímetro se basa en medir el tiempo en que la intensidad de luz pasa a través del tejido fino, como por ejemplo, la extremidad del dedo o del lóbulo de la oreja. El procesamiento de la señal se basa en este principio y en la ley de Lambert-Beer. También se realizó, una interpolación por medio de Matlab para comprobar los valores de SAO_2 en cada medición (mL), utilizando regresión lineal y el método de LaGrange (figura 3). Obsérvese que dentro del intervalo queda el valor interpolado ($43 mL$), lo que demuestra que la confiabilidad es de 99%, al realizar el experimento obtuvimos un error 1%, lo que parece ser muy placentero.

Por un lado, la ley de Beer declara que la cantidad de luz absorbida por un cuerpo, depende de su concentración, y por el otro, la ley de Lambert declara que la cantidad de luz absorbida por un objeto, depende de la distancia recorrida por la luz. Por lo que, la ley de Lambert-Beer, es la combinación de las dos leyes [3], su ecuación es:

$$A = -\log_{10}(T) = -\log_{10}\left(\frac{I}{I_0}\right) = -\log_{10}(10^{-abc}) = abc \quad (1)$$

Donde:

A : es la absorbancia.

a : es la longitud de onda del coeficiente de absorción.

b : es la longitud de la trayectoria (cm).

c : es el coeficiente del compuesto (g/L).

La ecuación (1) es la expresión general y más compleja para la relación entre la razón de intensidad de luz roja e infrarroja y la absorbancia de los diferentes materiales. Sin embargo, los valores de SAO_2 y la razón de la intensidad de luz roja y luz infrarroja finalmente se rigen para niveles prácticos bajo la siguiente relación lineal:

$$SAO_2 = 110 - 25\left(\frac{R}{IR}\right) \quad (2)$$

El objetivo de este trabajo es desarrollar e implementar un pulsioxímetro económico y de precisión confiable. Se plantea una innovación respecto a los instrumentos comerciales, a partir de la incorporación al "Heart Alarm" una aplicación para teléfono celular, en el que en tiempo real se observe la frecuencia cardíaca, el nivel de SAO_2 y nos indique mediante un sistema de alertas en caso de que la salud del paciente se encuentre en riesgo.

2. Materiales y Métodos

El instrumento *Heart Alarm* consta de 4 etapas:

1.- Captura de datos y amplificación.- En este instrumento se utiliza un sensor a base de un *LED* rojo ultra brillante, un *LED* infrarrojo y como receptor una fotoresistencia (*LDR*). Cuando la *LDR* capte señales de luz infrarroja o roja su resistencia interna cambiará y tendrá a su salida un voltaje específico proporcional a esta resistencia, el cual es recibido por una etapa de amplificación y filtrado que consta de 4 amplificadores operacionales *LM358*.

2.- Digitalización.- En esta etapa se hace uso del dispositivo *CD4093* el cual es un comparador con histéresis Schmitt trigger con lógica *NAND*, el cual se encarga de llevar la señal obtenida de la salida del bloque de amplificación a niveles digitales.

3.- Procesamiento de la información.- La señal a la salida del amplificador es enviada a la entrada del convertidor analógico a digital de un microcontrolador (μC) *PIC16F877A*, el cual ejecuta un procedimiento matemático y lógico para obtener los niveles de SAO_2 . La salida que se obtiene del proceso de digitalización se utiliza para encontrar la frecuencia cardíaca del usuario. El microcontrolador emplea una interfaz *RS232* para transmitir el flujo de información en forma serial, la cual posteriormente entra al módulo *RN-41*, el cual es un chip capaz de enviar información vía *bluetooth*. El software utilizado para el

desarrollo del programa embebido en el microcontrolador (μC) es el CCS C compiler.

4.- Interfaz con el usuario.- “Heart Alarm” utiliza dos sistemas de interfaz con el usuario, uno de ellos es una pantalla LCDJHD 162 instalada propiamente en el instrumento, en la que se despliegan los valores de frecuencia cardiaca y el nivel de SAO_2 y la otra interfaz es una aplicación diseñada para dispositivos *androide* utilizando el sistema de programación de aplicaciones denominado MIT APP INVENTOR.

3. Parte Experimental.

El instrumento se diseñó para que el usuario introduzca su dedo índice y a partir de ahí obtener las mediciones pertinentes. El sensor cuenta con los generadores de señales lumínicas y con él foto-receptor; además, se cuenta con un *switch* que indica si el usuario ha introducido su dedo o no. La figura 1 muestra la configuración interna del “Heart Alam”.



Figura 1. Configuración interna del sensor de SAO_2 y pulsos cardiacos.

La salida del sensor es enviada mediante un divisor de voltaje a la etapa de amplificación y filtrado de la señal, en la figura 2 se muestra la etapa de amplificación y filtrado diseñadas.

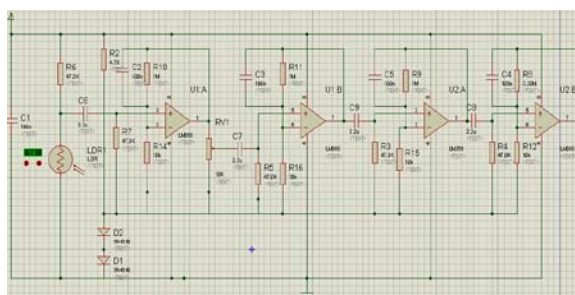


Figura 2. Etapa de amplificación y filtrado.

Los tres primeros amplificadores poseen una ganancia lineal de 100 y el último amplificador posee una ganancia teórica de 300.

La señal de salida es enviada al pin $RA0$ del microcontrolador (μC) y a la entrada de la etapa de acondicionamiento digital. Esta señal a su vez se manda al bloque digital donde dos *Schmitt trigger* de lógica *NAND* se encargan de generar una señal cuadrada que es enviada a el pin $RA4$ del microcontrolador (μC). La figura 3 muestra las interconexiones con el microcontrolador (μC).

Para que el microcontrolador (μC) pueda observar la señal amplificada generada por la recepción de luz roja o infrarroja es necesario crear un proceso de conmutación en el que el microcontrolador (μC) controle el encendido y apagado de los *LEDs*.

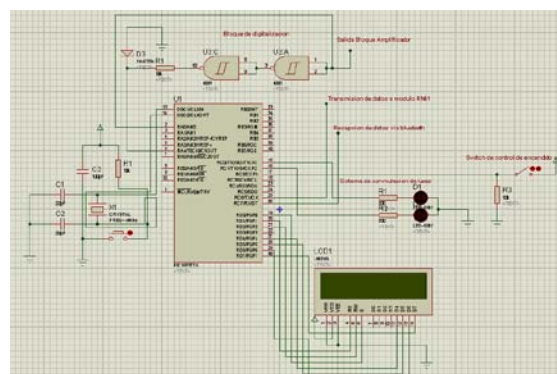


Figura 3. Diagrama eléctrico de interconexión con el microcontrolador (μC).

Se implementa un circuito de acondicionamiento para el módulo bluetooth que está conectado a los pines $C6$ y $C7$ del microcontrolador (μC).

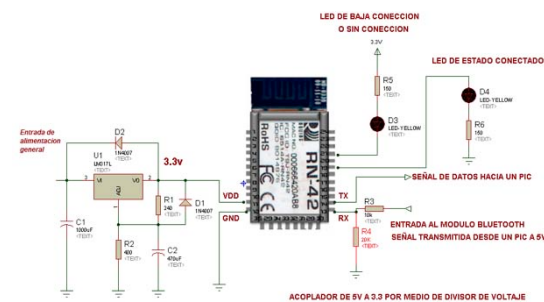


Figura 4. Bloque de interconexión del módulo bluetooth.

La última fase de “Heart Alarm” es el desarrollo de una aplicación que sea capaz de recibir los datos que se están enviando

por medio del módulo *bluetooth RN-41*. El lenguaje que utiliza el programa *MIT APP INVENTOR* es del tipo de programación orientada a objetos. La figura 4 muestra un fragmento del código desarrollado.

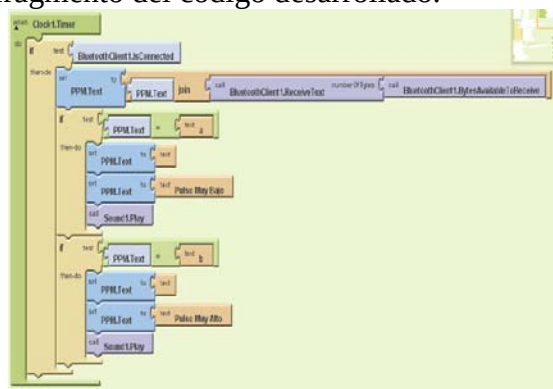


Figura 5. Fragmento del código de la aplicación donde se despliega lo que se está recibiendo vía bluetooth.

4. Resultados y Discusión.

Se hicieron mediciones en 3 usuarios de diferentes edades. En la Tabla 1 se muestran algunas mediciones que se tomaron mientras los usuarios estaban en reposo. Los valores obtenidos son un promedio de resultados arrojados durante 5 minutos.

Tabla 1. Resultados de las mediciones a los usuarios utilizando el instrumento “Heart Alarm”.

Edad del usuario	Frecuencia Cardíaca	SAO ₂
66	62	97 %
31	76	96 %
20	78	96 %

En las figuras 5 y 6 se muestran las interfaces implementadas en el “Heart Alarm”.



Figura 6. Resultados desplegados en la pantalla LCD.

Los valores obtenidos por “Heart Alarm” se encuentran en el rango de valores normales que una persona con buena salud debe de tener.

Se observa que es necesario agregar un algoritmo a la aplicación *androide* en la que se evalúe otros datos aparte de la edad del usuario, como son el peso, la estatura y el género, esto debido a que estos factores son claves de detectar en los niveles de frecuencia cardíaca en la que se debe de encontrar el usuario.

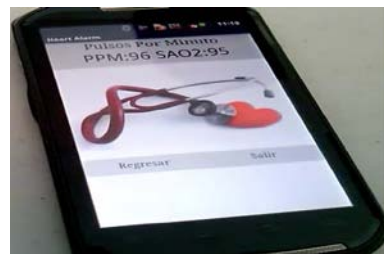


Figura 7. Imagen de los resultados desplegados en el dispositivo móvil con *Androide*.

4. Conclusiones

Se diseñó e implementó un dispositivo económico que cumple satisfactoriamente las funciones de un pulsioxímetro. De igual forma se logró proporcionar una interfaz al usuario en la que puede alertar en tiempo real si el paciente está teniendo problemas con su salud, tal como bajo porcentaje de oxígeno o bien una frecuencia cardíaca muy alta. Por otra parte, como trabajo a futuro, las señales espurias obtenidas al hacer mediciones en las que el usuario no está en reposo, pueden ser suprimidas implementando filtros activos o pasivos.

Hay mucho trabajo aún por desarrollar para estos dispositivos y aplicaciones y podemos concluir que es de vital importancia mejorar e implementar lo aquí mostrado en otros dispositivos, como es el caso del sensor el cual hemos desarrollado manualmente para la posterior aplicación *androide* como se muestra en este trabajo.

5. Bibliografía.

- [1].- Mehta N.J., Khan I.A. *Cardiology's 10 greatest discoveries of the 20th century*. Tex Heart Inst. J.; 29(3):164-71(2002).
- [2].- Dale Davis, *Interpretación del ECG*. 1er edición, Médica Panamericana. pp. 2. (2007).
- [3].- Eugene D. Olsen, *Métodos ópticos de análisis*, Reverte, (1990).[4].- M.R. Krames et al., *Appl. Phys. Lett.* 7523 (1999)

OXIMETRÍA DE PULSO

Sarah Camacho-Aguilar, Oscar Colunga-Flores, Montserrat Domínguez-Martínez, Saira Martínez-Mireles, Alessandra Páez-Beltrán, Elihu Vázquez-Ortiz, Dora L. Flores-Gutiérrez*, Everardo Inzunza-González*, Claudia M. Gómez-Gutiérrez*, Oscar López-Bonilla* & Efrén García-Guerrero*

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO
CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS.
Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333.

*E-mail: sarah.itzel.camacho.aguilar@uabc.edu.mx, oscar.colunga.flores@uabc.edu.mx, monserratt.dominguez@uabc.edu.mx, yarlet.martinez@uabc.edu.mx, alessandra.paez@uabc.edu.mx, vazquez.elihu@uabc.edu.mx, dflores@uabc.edu.mx, einzunza@uabc.edu.mx, cmgomezg@uabc.edu.mx, olopez@uabc.edu.mx, egarcia@uabc.edu.mx

Resumen. En este trabajo se presenta el diseño e implementación de un dispositivo electrónico que mide la saturación de oxígeno en la sangre del cuerpo humano, el censado se lleva a cabo a partir de la medición del oxígeno de manera indirecta y no invasiva en un dedo de la mano del paciente. El dispositivo emplea diferentes longitudes de onda sensibles a la hemoglobina para detectar la presencia de oxígeno. El dispositivo despliega el porcentaje de saturación de oxígeno en una pantalla LCD y envía en tiempo real los datos a una computadora personal. El dispositivo electrónico obtiene la concentración de oxígeno a partir de un arreglo optoelectrónico cuyos valores son convertidos a acondicionados y enviados al ADC de un microcontrolador para el cálculo de la absorbancia, de luz a partir de la ley de Beer-Lambert.

Palabras claves: Microcontrolador, saturación de oxígeno, hemoglobina, Transmitancia, Absorbancia, oxímetro.

4. Introducción

La oximetría de pulso, pulso-oximetría o saturación de pulso O_2 (SpO_2) es una tecnología de monitoreo que se basa en la saturación arterial de oxígeno (SpO_2) de forma no invasiva ya que se utiliza un sensor transcutáneo. La SpO_2 puede determinarse mediante un método espectrofotométrico ya que la proteína que transporta al oxígeno, hemoglobina (Hb), tiene propiedades químicas que permiten su identificación a 660 nm y 930 nm. Cuando la Hb está ligada al oxígeno (oxihemoglobina) es de color rojo y absorbe en el espectro del infrarrojo (930 nm) y cuando se disocia del oxígeno (desoxihemoglobina) es de color azul y absorbe en el espectro del visible (660 nm) [2]. Este diferencial entre la luz roja y la infrarroja se utiliza para derivar la saturación del oxígeno [3].

Los instrumentos basados en este principio de operación, son muy útiles para el monitoreo de la oxigenación del paciente y son más económicos que las máquinas de gases arteriales.

La oximetría ha sido una modalidad de monitoreo que ha adquirido una gran aceptación clínica ya que no es invasiva, proporciona resultados en tiempo real y no necesita calibración de sus sistemas. La oximetría de pulso está basada en los siguientes principios[2]:

- El color de la sangre es una función de la saturación de oxígeno.
- Los cambios en el color con diferentes niveles de oxígeno son causados por las propiedades ópticas de la molécula de la hemoglobina.
- Los oxímetros de pulso miden la absorción de ondas de luz específicas con relación a los niveles de hemoglobina oxigenada y hemoglobina reducida.

La oximetría de pulso funciona colocando un lecho de arteria vascular pulsátil entre una fuente de luz de dos longitudes de onda y un detector. El lecho arterial pulsátil crea un cambio en la distancia que debe recorrer la luz y modifica la cantidad de luz que es detectada, resultando en una onda

plestismográfica típica. La amplitud de la forma de la onda depende del tamaño del cambio en el pulso arterial, la longitud de onda de la luz usada y la saturación por el oxígeno de la hemoglobina (*Hb*) arterial. El cambio en la intensidad de luz es absorbida desde la sístole hasta la diástole determina la frecuencia del pulso [2], tal como se ilustra en la figura 1:

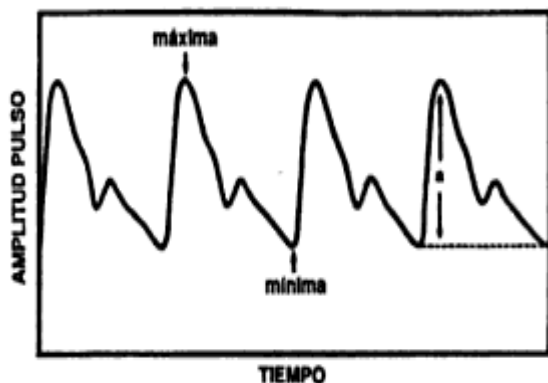


Figura 1. Frecuencia de pulso.

Durante la sístole, debido a un volumen incrementado de sangre que resulta de adicción de sangre arterial, la mayoría de la luz es absorbida y por consiguiente poca luz es censada en el fotodetector. Durante la diástole ocurre el fenómeno inverso y menos sangre existe en el lecho por lo que menos luz es absorbida y más luz alcanza el fotodetector[2], esto se ilustra en la figura 2.

El principio para determinar la saturación de oxígeno está basado en la ecuación o ley de Beer-Lambert que postula: La absorción total en un sistema de absorbedores es igual a la suma de sus absorbencias independientes.

A una intensidad de luz constante y a una concentración de *Hb* constante, la saturación del oxígeno de la *Hb* es una función logarítmica de la intensidad de la luz transmitida a través de la muestra de *Hb*, tal como se muestra en la ecuación 1.

$$T\% = \frac{I}{I_0} * 100 (1),$$

en donde *I* es la cantidad de luz transmitida por la muestra e *I₀* es la cantidad total de luz incidente y *T* es el valor porcentual de la transmitancia.

La absorción de luz de la desoxihemoglobina y la oxihemoglobina, tienen una banda en la

región de onda, en el intervalo de luz roja e infrarroja. A una longitud de onda aproximadamente de 660 nm, la luz roja que es visible es absorbida más por *Hbr* que por la *Hbox*. A una longitud de onda de 940 nm la luz infrarroja es absorbida más por la *Hbox* que por la *Hbr*.

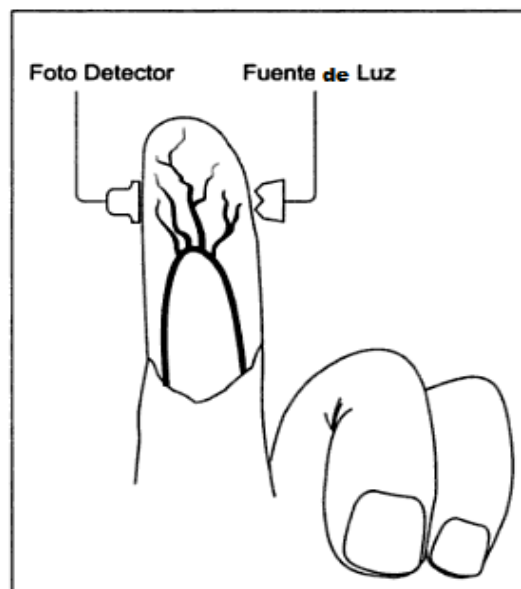


Figura 2. Diagrama de la fuente de luz y el foto-detector.

El oxímetro de pulso mide la saturación funcional de la *Hb* y la no saturada fraccional que representa el porcentaje de *Hbox* de todas las hemoglobinas presentes, tales como la carboxihemoglobina (*COHb*), metahemoglobina (*Met-Hb*), hemoglobina glucosilada (*HbA1* y *HbA1c*), etc.[2].

La confiabilidad de los oxímetros de pulso, ha sido extensamente evaluada en adultos normales respirando diferentes concentraciones de oxígeno. La utilización de los oxímetros de pulso está ampliamente reconocida en [2]:

- **Unidad de cuidado intensivo.**
- **Monitoreo intraoperatorio.**
- **Unidades de recuperación postquirúrgica.**
- **Evaluación preoperatoria cardio-respiratoria.**
- **Investigación en apnea del sueño.**
- **Terapia a largo plazo con oxígeno.**
- **Pacientes neonatos y pacientes pediátricos.**

El oxímetro de pulso es una gran ayuda en el monitoreo y vigilancia de los pacientes ofreciendo un método simple, no invasivo, seguro y que registra en forma continua la oxigenación arterial[2-3].

Con el diseño e implementación del oxímetro presentado en este trabajo se muestra la factibilidad de construir estos dispositivos a precios accesibles. La aplicación de nuestro dispositivo valida que a partir de diferentes condiciones a las que se somete el cuerpo humano, afectan directamente la saturación de oxígeno en la sangre.

2. Materiales y Métodos.

En la figura 3 se muestra el diseño del oxímetro implementado para la medición y monitoreo en tiempo real de la saturación de oxígeno en la sangre.

La operatividad y funcionamiento del oxímetro de pulso implementado se validó en diferentes personas y bajo dos criterios: i) una primera medición bajo una condición de reposo del “paciente” y ii) una segunda tras cambiar los signos vitales del “paciente” realizando esfuerzo físico.

La recolección de datos sólo se realizó dentro del marco de las XX Jornadas de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, los factores que se consideraron para elegir a los candidatos fueron los siguientes:

- **Edad entre 18 y 25 años.**
- **No ser fumador.**
- **No consumir drogas.**
- **No padecer ni tener historial de asma.**
- **No padecer de taquicardias,**
- **No padecer de hipertensión.**
- **No padecer de diabetes.**
- **No tener un nivel bajo de hemoglobina.**
- **No contar con enfermedades o condiciones de imposibiliten el movimiento normal del cuerpo.**
- **En caso de mujeres no estar embarazadas.**



Figura 3. Vista exterior del equipo de medición de oxígeno en la sangre.

3. Parte Experimental.

El oxímetro de pulso fue desarrollado con base en un microcontrolador que activa la transmisión-recepción entre Diodos Emisores de Luz (LED, de sus siglas en inglés) y sus respectivos receptores. En la figura 4 se muestra la correlación de encendido-apagado en la etapa de censado.

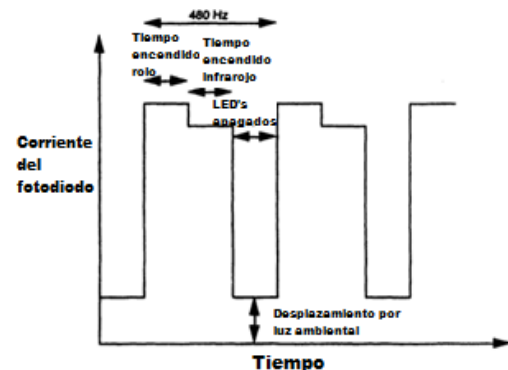


Figura 4. Gráfica del tiempo de funcionamiento de los LED en un oxímetro de nivel médico.

El microcontrolador mantiene una conexión activa con la computadora por medio de un puerto USB, la cual por un lado nos permite monitorear en tiempo real los datos que son censados, y por otro archivarlos para análisis posteriores de interpretación. En la figura 5, se muestra el funcionamiento del oxímetro implementado en este.

En la Tabla 1 se muestran algunos de los resultados obtenidos al tomar las mediciones de la saturación de oxígeno en algunos pacientes.

4. Discusión y Resultados.

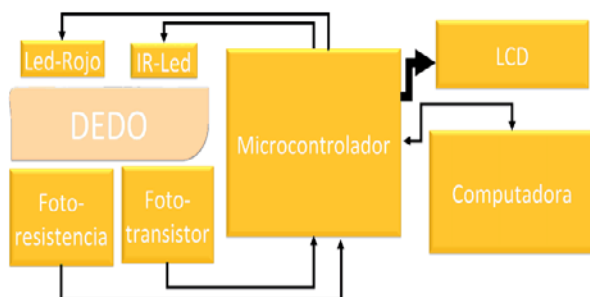


Figura 5. Diagrama de bloques del oxímetro de pulso.

Discusión.

Se puede observar de los datos recolectados en las tablas, que las mediciones de saturación de oxígeno en la sangre cambian después de realizar ejercicio por cierto tiempo (es necesario para cambiar los signos vitales), esta información concuerda con el comportamiento real del sistema (paciente).

Resultados.

La validación del equipo de medición de oxígeno se realizó tomando los estándares para pacientes sanos en reposo, representados por la columna con saturación de oxígeno inicial, que están dados por la OMS (Organización Mundial de la Salud). Estos estándares pueden ser aplicados ya que usamos pacientes sanos en reposo para hacer las mediciones.

5. Conclusiones

1. El oxímetro de pulso desarrollado es funcional y se ajusta a lo que reportado en la literatura para el caso de las condiciones normales de los pacientes en reposo.
2. Se hacen evidentes los cambios en los niveles de saturación de los pacientes cuando se les alteran los signos vitales cuyos rangos esperados coinciden con los estándares que proporciona la OMS [3].

3. Se valida que la implementación de este instrumento es económica, dada las alternativas de diseño desarrolladas, sin sacrificar la precisión del mismo.

Paciente	Sexo	Saturación de Oxígeno	
		Inicial	Final
1	M	95.38%	86.01%
2	M	96.34%	83.59%
3	F	97.08%	89.57%
4	F	95.68%	82.38%
5	F	97.63%	91.18%
6	M	96.41%	82.87%
7	M	95.16%	81.22%
8	M	97.27%	89.40%
9	M	96.75%	85.97%
10	M	94.50%	84.95%
11	M	95.58%	86.47%
12	F	96.51%	89.92%
13	F	97.20%	83.46%
14	F	97.60%	83.62%
15	F	95.47%	80.67%
16	M	97.04%	88.60%
17	M	95.63%	80.05%
18	F	97.62%	88.95%
19	M	97.04%	88.60%
20	F	96.06%	87.66%

Tabla 1. Datos capturados para demostrar el funcionamiento correcto del oxímetro.

6. Bibliografía.

- [1].- CENETEC, SALUD. Guía Tecnológica en Salud No. 3: oxímetro. Secretaría de Salud. 27pp.(2006).
- [2].- González, M., Restrepo, G., y Sanín, A. *Fundamentos de medicina*. Colombia: Corporación para Investigaciones Biológicas(2003).
- [3].- Berry, W., Barreiro, G., Dziekan, G., Enright, A., Evans, P., Funk, L., Wilkinson, D. *Manual de Oximetría de Pulso Global*. Ginebra: Ediciones de la OMS.(2010).
- [4].- Buschmann, J. P. Huang, J. *Nw Ear Sensor for mobile, continuous and log term pulse oximetry*. 32nd Annual International Conference of the IEEE EMBS(2010).

CONTROL DE TEMPERATURA VÍA BLUETOOTH

Alan Calderón-Velderrain, Josué Cruz-Gómez, Edén Parra-Fuentes,
Cecilia Talancon-Mesta, Everardo Inzunza-González *, Oscar López-Bonilla & E. García-Guerrero*

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO
CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS
Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333

*E-mail: einzunza@uab.edu.mx, egarcia@uabc.edu.mx

Resumen: En este trabajo se presenta un sistema electrónico de control de temperatura provisto de comunicación dual para la definición del valor de la variable a controlar: vía teclado matricial o vía bluetooth desde un dispositivo móvil con sistema operativo android. El sistema de control consta de varias etapas: i) la de sensado, ii) la de amplificación, iii) la de comunicación entre un microcontrolador (μC) a través de teclado matricial o por vía de un dispositivo móvil, iv) la de visualización en una pantalla de cristal líquido (LCD), y v) la etapa de potencia con la cual activa un sistema de ventilación o de calefacción, según sea el caso. El sistema de control es del tipo on/off, en donde el usuario final establece el valor constante a la que se debe mantener la temperatura.

Palabras claves: Microcontrolador, control de temperatura, bluetooth.

1. Introducción

Es conocido el hecho de que existen muchas aplicaciones en la actualidad en donde se requiere mantener en un valor constante la temperatura, un habitación, un recinto refrigerado, almacenes, zonas de cultivo vegetal y animal, zonas restringidas para aplicaciones médicas, etc. En la actualidad, por ejemplo, son conocidos los beneficios que se obtienen cuando las condiciones de trabajo son las óptimas. Para una empresa las condiciones ambientales a las que se encuentra un trabajador es uno de los aspectos más importantes que afectan en su rendimiento de trabajo. El control de la temperatura es sin duda un tema de actualidad y se ve reflejado en actividades cotidianas, en procesos de manufactura, en aplicaciones médicas, en etapas experimentales de investigación, etc.

Existen muchas formas de medir la temperatura ligadas con su aplicación y niveles de precisión requeridas, por ejemplo, el uso de termómetros de mercurioproporciona la información necesaria para aplicaciones médicas, algunas otras requieren más precisión y utilizan sensores de temperatura electrónicos, por ejemplo, el LM35.

El LM35 es un sensor de temperatura que entrega una señal de $10\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$, tiene una precisión de 1°C . El rango de este sensor es de -55°C hasta 150°C , lo que da un rango de salida en voltaje desde los -550 mV hasta los 1500 mV . Puede operar desde 4 hasta 30 V de alimentación, tiene una baja impedancia de salida, consume una baja corriente de alimentación, es de bajo costo y no requiere de calibración externa.

El diseño de un sistema de control y particularmente el de temperatura, aglutina varias etapas tales como el acondicionamiento de sensores, diseño de amplificadores, programación de microcontroladores, diseño de etapas de potencia, etc.

El cerebro en un sistema de control, es el “controlador”, este se encarga de hacer que nuestro programa manipule correctamente sus recursos tales como encender salidas para accionar actuadores o leer algunas entradas. En electrónica y para las tareas de control de baja potencia, el “controlador” es un “microcontrolador”.

Un microcontrolador está compuesto por un procesador que es el que se encarga de realizar todas las funciones lógicas y matemáticas, está conformado por una memoria de acceso aleatorio (RAM), una

memoria de solo lectura (*ROM*, *EPROM*, *EEPROM*, *FLASH*), de periféricos de entrada y salida (configurables mediante software) los cuales se pueden utilizar para diversas tareas tales como leer las señales de sensor, manipular un interruptor de encendido/apagado, encender *LED's*, o mediante una etapa de potencia adecuada, poder controlar motores, etc.

El microcontrolador empleado es un *ATmega2560* correspondiente a la familia *Arduino Mega ADK*. Un factor importante en la selección de este dispositivo es que es “*open source*” y “*open hardware*”.

El funcionamiento del circuito consiste en una comparación constante entre la temperatura ambiental y la temperatura de control previamente definida por el usuario. A partir del valor arrojado de la comparación se enciende un sistema de calefacción o ventilación, según sea el caso. El dispositivo electrónico de control tiene dos opciones para ingresar el valor de la temperatura a controlar y definida por el usuario. Se puede ingresar el valor a través del teclado matricial de 4x4 provisto en el dispositivo, o bien se puede ingresar mediante un dispositivo móvil *Smartphone* o *Tablet* con *Android*. El valor establecido de la temperatura a controlar e independientemente de su forma de ingreso al dispositivo electrónico, se despliega en una pantalla *LCD* de 16x2. Para establecer la comunicación entre el dispositivo móvil y el dispositivo electrónico de control se emplea la aplicación *Blueterm*. La selección entre ingresar la temperatura de control vía teclado matricial o *bluetooth* es a partir de un interruptor, que internamente en el dispositivo electrónico es a partir de una comunicación serial que se genera una conmutación en el microcontrolador para recibir información a partir del teclado matricial o de manera inalámbrica a partir del protocolo de comunicación *bluetooth*.

El objetivo de este trabajo es desarrollar e implementar un sistema de control remoto de temperatura, basado en un microcontrolador con comunicación *bluetooth* con un dispositivo móvil.

2. Materiales y Métodos

Los materiales seleccionados para el diseño e implementación del dispositivo electrónico de control de temperatura fueron los siguientes: *i*) sensor de temperatura *LM35*, es un sensor lineal, es robusto y de buena precisión en la toma de datos en tiempo real, *ii*) amplificadores operacionales *LM358* para la etapa de amplificación, estos no requieren de alimentación simétrica, si no simplemente una alimentación positiva, cada uno de los encapsulados contiene dos amplificadores diferenciales, *iii*) microcontrolador *ATmega2560* de la familia *Arduino Mega ADK*, *iv*) módulo *bluetooth HC-06* en configuración esclavo para la entrada al microcontrolador y llevar a cabo la transmisión de datos, *v*) teclado matricial de 4x4 para el ingreso de la temperatura de control vía el dispositivo electrónico, *vi*) interruptor de habilitación para el teclado, *vii*) pantalla *LCD* de 16x2 para visualizar la temperatura de control cuyo ingreso al sistema puede ser vía teclado matricial o vía dispositivo móvil y la temperatura censada en tiempo real, *viii*) dos optoacopladores *4N25* con salida a transistor para desacoplar el circuito con el microcontrolador y la etapa de potencia (la finalidad es proteger nuestro circuito electrónico de fallas externas con el sistema de calefacción o ventilación), *ix*) dos transistores *TIP120* para activar y/o desactivar los relevadores del sistema calefacción-ventilación, y *x*) programación del microcontrolador.

3. Parte Experimental.

En la etapa de programación del microcontrolador se definieron los pines de las entradas del teclado matricial, que para nuestro caso fueron: 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36 del *Arduino*, el módulo *bluetooth* se interconectó en los pines 0 y 1, también denominados *TX0* y *RX0*, el botón que habilita el teclado matricial se encuentra en el *pin* 6, la pantalla *LCD* se encuentra conectada a los pines 12, 11, 5, 4, 3, 2 del *Arduino*, y las salidas hacia la etapa de potencia está el *pin* 48 para el caso de ventilación y el 49 para calefacción.

Al encender el circuito electrónico de control se inicializa la pantalla *LCD* mostrando el mensaje “*UABC-Electrónica*” por 2 segundos a manera de mensaje de bienvenida, después se muestra el valor de la temperatura de control temperatura actual. En la figura 1, se muestra una fotografía de la pantalla *LCD* del dispositivo electrónico.

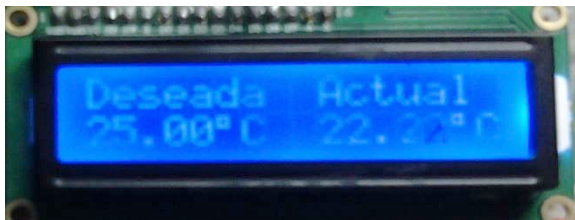


Figura 1. LCD mostrando la temperatura deseada y la temperatura actual.

Al oprimir el botón de habilitación del teclado matricial, se despliega un mensaje en la pantalla *LCD* solicitando el ingreso del valor de la temperatura a controlar, al ingresar el valor en escala de grados centígrados se queda grabado en el microcontrolador.

En la etapa de potencia se utilizaron el optoacoplador 4N25 y el transistor *TIP120* para el control del tipo on/off del relevador y que al mismo tiempo proteger al circuito electrónico de fallas externas. La figura 2 muestra las conexiones internas del optoacoplador 4N25.

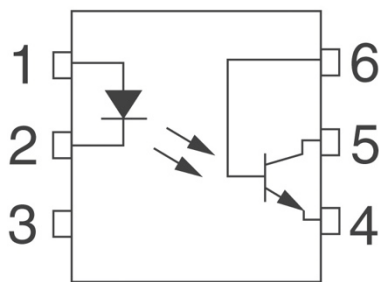


Figura 2. Conexión interna del 4N25.

En la etapa de potencia completa se hace pasar de corte a saturación y viceversa el transistor *TIP120* utilizando el optoacoplador y una resistencia de base, de manera que cuando la salida de la ventilación o la calefacción a través de los

pinos 48 y 49 estén en alto (1 lógico o 5V) alguno de estos se activa. En la figura 3 se muestra la implementación de la etapa de potencia y en la figura 4 se muestra su diseño.

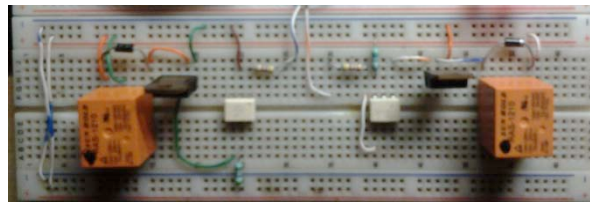


Figura 3. Conexión de la etapa de potencia.

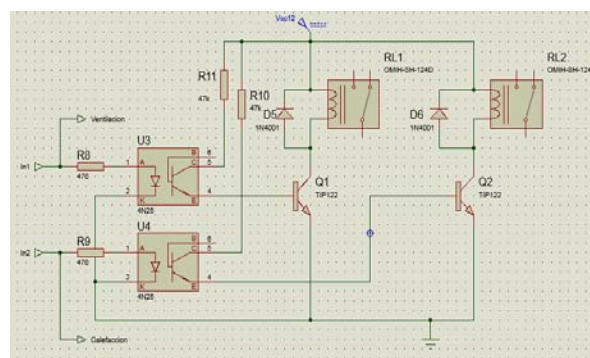


Figura 4. Diagrama de la etapa de potencia.

La interrupción por el puerto serial se hace cuando se detecta un dato entrante por el puerto serie del Arduino, este dato puede ser enviado desde algún Smartphone o alguna Tablet con Android que cuente con la aplicación Blueterm, la cual es una terminal que envía datos de manera serial a través de bluetooth. La recepción en el Arduino se dio a través del módulo bluetooth HC-06. En la figura 5 se muestra el módulo bluetooth HC-06.



Figura 5. Módulo bluetooth HC-06

El sensor de temperatura *LM35*, tiene una salida de voltaje lineal y de magnitud reducida, por lo que se hace necesaria la

implementación de un amplificador. La señal amplificada es introducida a la entrada del convertidor analógico-digital del microcontrolador. En la figura 6 se muestra la conexión del sensor *LM35* y su etapa de amplificación.

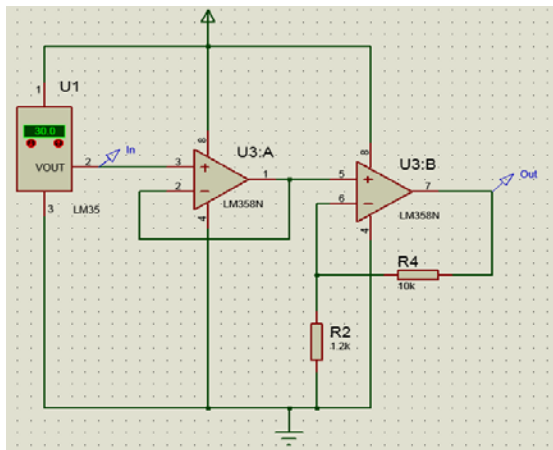


Figura 6. Sensor LM35 y su amplificador.

En la figura 7 se muestra una fotografía del circuito electrónico de control con todas sus etapas integradas.

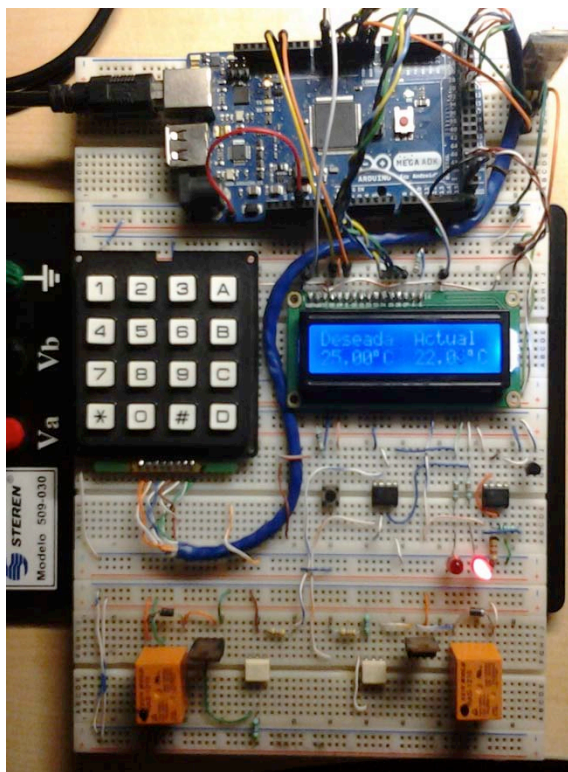


Figura 7. Circuito terminado y funcionando.

4. Resultados y Discusión.

En este proyecto se diseñó e implementó una primera etapa de un sistema electrónico de control de temperatura del tipo *on/off*. Se implementó como una primera etapa de control generando una plataforma que nos permita emigrar al control de un proceso más complejo.

Este sistema electrónico y como primera aproximación al control de la temperatura es susceptible a mejoras considerables, en función al grado de precisión requerida en el proceso. Se puede pensar en la selección de un sensor de temperatura más acorde a las aplicaciones y necesidades particulares, así como optimizar el software en la etapa de adquisición de datos, el sistema puede implementarse en base a un microcontrolador PIC, y programarse en lenguaje ensamblador o en C, en función de las necesidades propias del proceso.

5. Conclusiones.

- 1.- En este trabajo validamos experimentalmente la dualidad de la comunicación con el dispositivo de electrónico de control: vía teclado matricial o dispositivo móvil.
- 2.- Se validó experimentalmente el control del sistema de calefacción-ventilación, para diferentes condiciones de operación, bajo la integración y buen funcionamiento de cada etapa del diseño del dispositivo electrónico.

6. Bibliografía.

- [1].- **Robert Faludi**, *Building Wireless Sensors Networks: with ZigBee, XBee, Arduino and Processing*, (2010). O'Reilly Media.
- [2].- **Robert F. Coughlin**, *Amplificadores Operacionales y circuitos integrados lineales*, (1999), Prentice Hall.
- [3].- <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>
- [4].- <http://arwill.hu/downloads/4n25.pdf>

TRATAMIENTO DE AGUA GRISES MEDIANTE AIREACIÓN

Darío Jaczael Cruz Ríos¹, David Shimomoto Sánchez¹, José Antonio Tejeda Rodríguez¹
& Gerardo Soto Herrera*²

¹FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO, CARRETERA
TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS

²CENTRO DE NANOCIENCIAS Y NANOTECNOLOGÍA - UNAM

Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333.

*E-mail: jaczael.cruz@uabc.edu.mx, dshimomoto@uabc.edu.mx, jtejeda@uabc.edu.mx,
gerardo@cnyun.unam.mx.

Resumen. En el presente trabajo se construyó un sistema para el tratamiento de aguas grises mediante el método de aeración. Dicho sistema será utilizado con fines domésticos para reutilizar el agua de lavadora. El sistema consiste de tres etapas, las cuales se describen a continuación. En la primera etapa se eliminan partículas grandes, tales como cabellos y pelusa. Posteriormente en la etapa dos y tres se eliminan los residuos de jabón, detergentes, grasas y polvos. El agua obtenida tiene calidad de agua potable y puede ser utilizada para riego y otras actividades. Como trabajo futuro, se le incorporará una etapa con nanotecnología, el cual mejorará notablemente la calidad del agua obtenida.

Palabras claves: Aguas grises, aeración, reutilización de agua.

1. Introducción

El problema de contaminación del agua no es técnicamente un problema difícil; el campo es de gran amplitud, y de suficiente complejidad como para justificar el que diferentes disciplinas deben conjuntarse para conseguir óptimos resultados con un coste mínimo. Tales disciplinas pueden ser de campos como ciencias aplicadas y de ingenierías como la ingeniería sanitaria, la de obras públicas, la química, así como otros campos de ingeniería, mecánica, eléctrica. También las ciencias básicas, como la química, física, biología son importantes. Más específicamente la acuática, la microbiología, la bacteriología son determinantes para comprobar la calidad del agua. También las ciencias de la tierra, como son la geología, la hidrología, y la oceanografía son importantes en el problema del abasto y distribución del agua. Dado sus implicaciones sociales, las ciencias sociales y económicas, como lo son la sociología, el derecho, las ciencias políticas, y las

relaciones públicas, tienen que ver con el problema del agua [1].

Niveles de tratamiento de aguas grises

El grado de tratamiento requerido para un agua gris depende fundamentalmente de los límites de vertido para el efluente. El tratamiento primario se emplea para la eliminación de los sólidos en suspensión y los materiales flotantes. Los límites, tanto de descarga al medio receptor como para poder llevar los efluentes a un tratamiento secundario, determinan el grado de tratamiento primario requerido, bien directamente, o pasando por una neutralización u homogenización. El tratamiento secundario comprende tratamientos biológicos convencionales. En cuanto el tratamiento terciario, su objetivo fundamental es la separación de contaminantes que no se eliminan con los tratamientos convencionales [2].

Teoría y práctica de la aireación en tratamientos de aguas grises.

La explicación más simple del mecanismo de transferencia de gases, es la dada por la teoría de la doble película. De acuerdo con esta

teoría, es la presencia de dos capas, una líquida y otra gaseosa, en la interface gas-líquido, la que proporciona la mayor parte de la resistencia al paso de las moléculas de gas de la masa en fase gaseosa a la líquida [1].

Tipos de aireadores:

Pueden hacer uso de aire atmosférico como única fase gaseosa para eliminar los otros gases contenidos en el agua y así mismo, enriquecer en aire disuelto en el fluido. Se puede conseguir mediante:

a) Pulverización del agua en el aire con ayuda de toberas de pulverización [2].

b) Por cascada o chorreo descendente del caudal de agua sobre bandejas [2].

c) Por borboteo de aire bajo un pequeño espesor de agua [2]

d) *Por difusión del gas dentro del agua mediante burbujeo del caudal de alimentación* [2].

2. Materiales y Métodos

La metodología consiste en la fabricación de 3 secciones esenciales para el funcionamiento del aireador.

1. Se realizaron varias secciones de malla metálica e introducirlas en el tubo de 2".
2. Se realizó un orificio de 1" a 20 cm de arriba hacia abajo en el tubo de 4".
3. Se colocaron tapas a los tubos de 4", y realizar un agujero en el centro de una de ellas de 2".
4. Se introdujo el tubo de 2" en el orificio de la tapa.
5. Se colocó el tubo de ¾" en el orificio de ¾" anteriormente realizado.

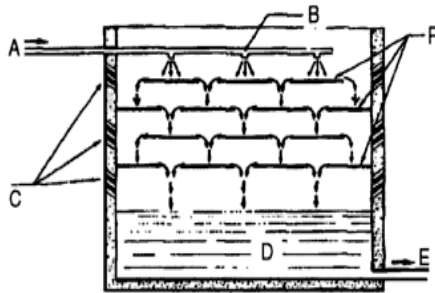


Figura 1: Aireación de agua mediante pulverización y cascada: A) Llegada agua a airear, B) toberas de pulverización, C)

Venteos, D) agua aireada, E) salida de agua aireada, F) bandejas. Imagen obtenida del libro "Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos. Tratamiento y control de calidad de aguas" por Rafael Marín Galván. 2003.

Parte 2:

1. Se colocaron 5 tubos de 40 cm de ABS alrededor del tubo de ABS 2" a 50 cm de arriba hacia abajo. Unirlos por medio de cable para una mejor fijación.
2. Se realizaron 2 perforaciones de ½" a 90 cm del tubo ABS de 2", una enfrente de la otra.
3. Se introdujo un tubo de ¼" al nivel de las perforaciones antes mencionadas. Por medio de conexiones generar 4 salidas de aire en el tubo de ¼" cada una justo debajo de un tubo de 4".
4. Se fijó la base que sostendrá el dispositivo aireador.
5. Colocar el dispositivo aireador sobre la base.
6. Se colocó la toma de agua (tubo ¾"), de tal manera que el agua introducida sea depositada hasta el fin del tambo.
7. Se colocó una cubierta de plástico al tambo de 200litros por la cual entra el sistema aireador.

Parte 3:

1. Se colocó 5 tubos de 40 cm de ABS alrededor del tubo de ABS 2" a 50 cm de arriba hacia abajo. Unirlos por medio de cable para una mejor fijación.
2. Se realizaron 2 perforaciones de ½" a 90 cm del tubo ABS de 2", una enfrente de la otra.
3. Se introdujo un tubo de ¼" al nivel de las perforaciones antes mencionadas. Por medio de conexiones generar 4 salidas de aire en el tubo de ¼" cada una justo debajo de un tubo de 4".

4. Se colocó la toma de agua (tubo $\frac{3}{4}$), de tal manera que el agua introducida sea depositada hasta el fin del tambo.
5. Y por último se recubrió con una cubierta de plástico el tambo de 200 litros por el cual entra el sistema de aireación.

3. Parte Experimental.

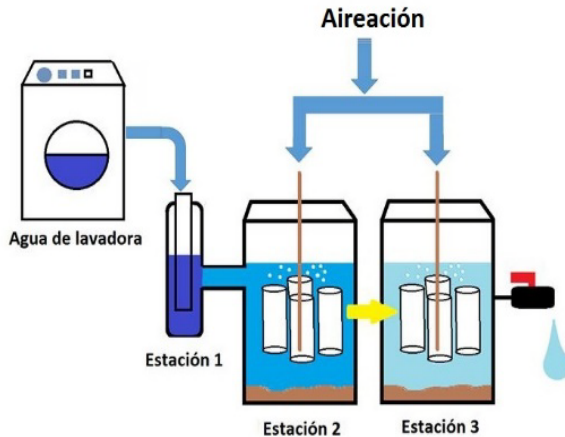


Figura 2. Esquema del proceso de tratamiento de aguas grises mediante aireación.

Una vez que tenemos las secciones realizadas:

1. Introducir la manguera de lavadora a la sección 1 por la parte de arriba y conectar la sección 1 a sección 2.
2. Encender la aspiradora, para introducir mayor cantidad de aire posible (sólo cuando el agua esté al nivel de inicio de las uniones del tubo ABS de 4").
3. Esperar 20 minutos.
4. Abrir la toma de agua para trasegar el líquido de la parte 2 a la parte 3.
5. Una vez que los dos tambos estén llenos de líquido esperar 20 minutos.
6. Observar la calidad del agua.
7. Si es la deseada, almacenarla para su posterior uso. Si no lo es, esperar más tiempo.

4. Resultados.

Se realizó un análisis de muestras obtenidas de la masa en suspensión del agua en proceso de tratamiento a distintos tiempos.

Estación 2	
Muestra	Peso [g/L]
1	1.15
2	1.20

Tabla 1. Relación g/L de estación 2.

Estación 3	
Tiempo [min]	Peso [g/L]
0	1.09
20	0.6446
30	0.4514

Tabla 2. Relación g/L con respecto al tiempo en la estación 3.



Figura 3. Gráfica en donde se muestra el decaimiento de masa suspendida (miligramos) en el agua conforme el tiempo avanza.

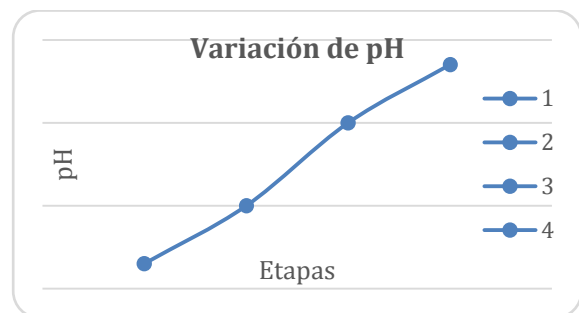


Figura 4: Gráfica de la variación del pH del agua con respecto a la estación del sistema, donde 3 representa la estación 3 después de 20 min de

aireación y 4 se refiere a la estación 3 después de 30 minutos de aireación.



Figura 5: Sistema de tratamiento de aguas grises por aireación instalado y alimentado con agua proveniente de una lavadora.



Figura 6. Sistema de aeración operando, nótese que la espuma de la estación 2 (izquierda) presenta un color más oscuro característico de una mayor cantidad de suciedad, mientras que la estación 3 presenta un color blanco característico de una menor cantidad de suciedad en la espuma.

Discusión:

A medida que la materia orgánica se degrada, utiliza oxígeno. La aireación repone el oxígeno usado en la reacción. Así mismo las burbujas de aire mantienen el material orgánico suspendido mientras que provocan que partículas densas se depositen en el fondo.

Mediante la aireación también se oxidan metales disueltos en el agua y es posible eliminar algunos químicos orgánicos volátiles del agua. Dichos metales pueden ser aquellos como el manganeso y hierro descrito por Marín en 2003, en su libro *Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos*.

Tratamiento y control de calidad de aguas, donde nos habla sobre la presencia de dichos metales en aguas subterráneas las cuales causan problemas de sabor y color e interfieren con el lavado de la ropa, manchan los accesorios de plomería y favorecen el crecimiento de bacterias férricas en las tuberías principales.

Una vez oxidados los químicos se mantienen suspendidos en el agua y pueden ser eliminados por el método de filtración.

Por efecto de la aireación la cantidad de oxígeno disuelto en el agua aumenta y a su vez el pH del agua aumenta, provocando que sea más corrosiva, debido a esto los materiales utilizados son de base polimérica.

7. Conclusiones

El sistema de aireación resulta ser efectivo en el tratamiento de aguas grises para su posterior uso como agua de riego. Una prolongada exposición del agua a la aireación reduce significativamente la cantidad de partículas suspendidas en el agua tratada. Contaminantes orgánicos oxidados pueden ser retirados posteriormente mediante métodos de sencillos filtrado. Por efecto del tratamiento el pH del agua aumenta ligeramente, lo cual genera agua más corrosiva que podría causar daños al cobre u otros metales.

Agradecimientos: Alejandro Tiznado, Jefe de Taller electromecánico, del Centro de Nanociencias y Nanotecnología, UNAM, por su valiosa ayuda.

5. Bibliografía.

- [1].- Jimenez B. Domingo. *Introduction to wastewater treatment processes*. Editorial Reverté. (1996).
- [2].- Marín G. Rafael. *Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos. Tratamiento y control de calidad de aguas*. Editorial Díaz de Santos. (2003).

FITODEGRADACIÓN DE AGENTES CONTAMINANTES

Melissa Quezada Luna, Martín Severo Ubiña Audelo, Gloria Salinas Lucero
& Tatiana Nentzen Olivares Bañuelos*

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO
CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS.
Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333.

*E-mail: mmql12@hotmail.com, martinubina@gmail.com, gloria.salinas.lucero@uabc.edu.mx.

Resumen: La Fitodegradación es un proceso en el cual se aprovecha la efectividad de ciertas plantas al absorber, almacenar, metabolizar y degradar contaminantes ambientales, como metales pesados, compuestos derivados del petróleo y compuestos orgánicos, entre otros. Dada la importancia de éste proceso biológico, el presente proyecto está planteado para promover el uso de la fitodegradación como una alternativa eficiente para la remoción de contaminantes que dañan el ambiente. Se decidió utilizar como modelo de biodegradación, plantas de girasol (*Helianthus annuus*), dado que son plantas de ornato de fácil cultivo y de precio accesible en el mercado.

Palabras claves: Biorremediación, bioingeniería, fitodegradación, fitorremediación, contaminantes ambientales, metales pesados, compuestos orgánicos.

1.- Introducción

Uno de los rasgos característicos de la sociedad moderna es la creciente emisión al ambiente de sustancias contaminantes, destacando aquellas que proceden de las actividades industriales, mineras, agropecuarias, artesanales y domésticas [1]. Estos compuestos representan una amenaza para los seres vivos, por lo que se han desarrollado una serie de métodos para enmendar el impacto causado. Los métodos convencionales suelen ser costosos y pueden afectar de manera irreversible las propiedades del suelo, agua y de los seres vivos que en ellos habitan [1].

La contaminación ambiental con metales pesados constituye un creciente problema mundial. Estos elementos químicos representan una amenaza biológica, pues no son biodegradables [2]. Sólo los microorganismos

que aportan sistemas genéticos que contrarrestan los efectos tóxicos de los metales son capaces de sobrevivir en ambientes con elevadas concentraciones de esos elementos. Los microorganismos resistentes a metales pesados presentan potencialidades para el diseño de tecnologías aplicables en el campo de la biorremediación de ambientes contaminados [2].

En las últimas décadas del siglo XX surgieron tecnologías basadas en el empleo de organismos vivos para descontaminar suelos o emplazamientos contaminados y recuperar los ecosistemas afectados [3]. Cuando estas tecnologías se basan en el uso de plantas, globalmente reciben el nombre de fitorremediación que se define como el uso de plantas verdes para eliminar los contaminantes del entorno o para reducir su peligrosidad [3].

A la fecha, esta tecnología se ha explorado, implementado y/o demostrado como

una alternativa efectiva y se considera económicamente rentable para la limpieza de diversos tipos de contaminantes, cuya expansión y aplicación ha sido posible gracias a la creciente investigación en el campo [4].

Existen trabajos realizados en este ámbito de la fitorremediación, como por ejemplo: La fitodegradación para limpiar el aire de zonas cerradas por medio de plantas que lo descontaminen (basado en la investigación Proyecto de Ley *Wolverton* para la NASA en los años 1980-1890) [5], Fitorremediación como alternativa de tratamientos de aguas contaminadas con hidrocarburos [6]. El inconveniente está en que la mayor parte de los proyectos desarrollados son a escala y no se utilizan en la vida diaria.

Se considera que falta promover el uso de ésta alternativa, la cual sigue siendo objeto de estudio, para mejorar e implementar su uso cotidiano ya que la fitorremediación, es una herramienta con alto potencial de aprovechamiento, y altamente desconocida en nuestro entorno.

En el proceso de investigación encontramos que el girasol (*Helianthus annuus*) puede ser utilizado como planta degradadora. En ésta planta es relativamente sencillo evaluar el proceso de degradación que realiza la planta (por un método colorimétrico, en el cual se determinan las concentraciones del sulfato de cobre a partir de que las tonalidades de la solución acuosa se tornan de color más claro conforme transcurre la degradación y puede concluirse que la planta tuvo una degradación exitosa del compuesto) y, es posible determinar el efecto que tiene en ella la concentración de cobre en la producción de biomasa y clorofila. La lenteja de agua (*Lemna minor*) es otra opción a considerar para usarse como planta degradadora cuando es cultivada en una solución acuosa de sulfato de cobre. Además, esta planta es considerada en muchos lugares como una plaga [7] pero, si se implementa

como agente degradante dejará de verse como tal y contribuirá a la eliminación de desechos.

“La fitorremediación podría ser definida como el conjunto de métodos para degradar, asimilar, metabolizar o detoxificar metales pesados, compuestos orgánicos, radioactivos y petroderivados por medio de la utilización de plantas que tengan la capacidad fisiológica y bioquímica para absorber, retener, degradar o transformar dichas sustancias a formas menos tóxicas” [8].

Considerando lo anterior, éste proyecto tiene como objetivo promover la fitodegradación como una alternativa altamente viable para la eliminación de desechos contaminantes, utilizando plantas de ornato que son de fácil cultivo y bajo precio de mercado.

2. Materiales y Métodos

1. Entorno: Consta de un proyecto meramente demostrativo el cual será realizado en la Expociencia y Tecnología 2013.

2. Diseño experimental: Para escenificar el proceso de la fitodegradación se colocaron 3 tubos de ensayo que contenían lo siguiente: Sustrato, tierra y planta de girasol.

Además se colocaron otros 3 tubos de ensayo que contenían una solución hidropónica y la planta. En todos los tubos de ensayo se colocó sulfato de cobre (Cu_2SO_4) como reactivo para ser degradado por la planta. Las semillas germinaron y se hicieron crecer a diferentes concentraciones (0,20mM y 40 mM) de sulfato de cobre para evaluar el efecto del mismo sobre las plantas. De acuerdo a la literatura se determinaron las concentraciones mínimas y máximas de sulfato de cobre a las cuales no se afecte el crecimiento y la producción de clorofila en la planta de girasol [6].

El tiempo de exposición de los tratamientos se restringió a 10 días.



Figura 1. Foto de semillas de girasol (*Helianthus annuus*) germinando. En la fotografía se observan, plantas acuáticas en soluciones de sulfato de cobre (II).

4. Resultados y Discusión.



Figura 2. Germinación de semillas en tubos de vidrio.

En este proyecto de investigación: “Fitodegradación de Agentes Contaminantes”, los resultados son de forma teórica ya que no se implementó en el campo. Actualmente, con el propósito de seguir insistiendo en el uso de alternativas no dañinas para el ambiente, se está llevando a cabo un experimento práctico de fitodegradación de sulfato de cobre utilizando plantas de girasol. El

experimento está en su etapa inicial, de tal modo que durante las XX Jornadas de Ingeniería se le fueron dando seguimiento y se irán actualizando los resultados diariamente.

La presentación del proyecto al público general, durante las XX Jornadas de Ingeniería, nos permitió aprovechar éste importante medio de difusión para dar a conocer la fitodegradación como una nueva área de investigación y desarrollo, con énfasis en las nuevas tecnologías que ayudarán a sanear nuestro planeta utilizando plantas de ornato de fácil cultivo y mantenimiento, como lo es el girasol. Además, el presente proyecto nos permitió promover el uso de una alternativa no dañina para el ambiente, la cual se considera efectiva para la eliminación de metales pesados contaminantes al ambiente.



Figura 3. Imágenes de las flores de girasol durante las XX jornadas de Ingeniería.

Conclusiones

Dada la investigación teórica para el proyecto, se concluye que la fitodegradación es un proceso prometedor por el cual pueden ser degradados agentes contaminantes.

Se espera que a la brevedad pueda ser implementado por empresas, organizaciones, centros de investigación, etc. Ya que son

lugares que constantemente desechan agentes tóxicos y las alternativas que se utilizan dañan irreparablemente al ambiente y proporcionan altas pérdidas económicas.

preliminares de los efectos de la concentración de sulfatos en el desarrollo de la planta, Conacyteg, 4, (2006).

[8].- <http://comunicacion-aguas-residuales.blogspot.mx/2010/04/fitoremediacion.html>

5. Bibliografía.

[1].- **Angélica Evelin Delgadillo-López, César Abelardo González-Ramírez, Francisco Prieto-García, José Roberto Villagómez-Ibarra and Otilio Acevedo-Sandoval.** *Fitorremediación: Una alternativa para eliminar la contaminación.* Tropical and Subtropical Agroecosystems, 14: 597- 612, (2011).

[2].- **Jeannette Marrero-Coto, Arelys Díaz-Valdivia y Orquídea Coto-Pérez,** *Mecanismos moleculares de resistencia a metales pesados en las bacterias y sus aplicaciones en la biorremediación,* Revista CENIC Ciencias Biológicas, Vol. 41, No. 1, pp. 67-78, 2010.

[3].- **Bernal Calderón, M. Pilar.,** *Fitotecnologías para la recuperación de suelos.*

http://www.bibliodar.mppeu.gob.ve/?q=doc_categoria/Fitodegradaci%C3%B3n

[4].- **M. del R. Peralta-Pérez, y T.L. Volke-Sepulveda,** *Revista Mexicana de Ingeniería Química Vol. 11, No. 1 75-88,* (2012).

[5].- **Stutte Gary W.,** *Phytoremediation of Indoor Air: NASA, Bill Wolverton, and the Development of an Industry* (2012).

<http://naca.larc.nasa.gov/search.jsp?R=20120003454&q=N%3D4294932186%2B4294724598>

[6] **Cubillos Vargas Janneth Astrid,** *Fitorremediación como alternativa de tratamientos de aguas contaminadas con hidrocarburos* (2011).

<http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesis/texto/yanexos/6281683C962.pdf>

[7].- **De la Rosa Álvarez, Ma. Guadalupe.,** *Uso potencial del girasol como fitorremediador de Cr (VI): estudios*

DEL RELOJ DE YODO AL ARCOÍRIS QUÍMICO

*José Ramón López Madueño, Jesús Miguel Partida Martínez, Yarithza Pérez Arriola,
Ulises Augusto Pont de la Torre, York Alfredo Vara Herrera,
Roberto Daniel Verdugo Siqueiros & Dina María González-Cota**

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO
CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS.
Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333.
E-mal: dina.gonzalez@uabc.edu.mx*

Resumen: Arcoíris químico es un proyecto que muestra de manera visual como es que los indicadores reaccionan con diferentes pH, ya sea ácido o base, cambiando las sustancias de color. Se utilizaron tres indicadores distintos (fenolftaleína, p-nitrofenol y timolftaleína) que reaccionan solo en medios alcalinos. Debido a que se emplearon distintas cantidades de éstos en cada vaso de precipitado, al momento de llevarse a cabo las reacciones químicas, las sustancias viraron a diferentes colores, resultando un arcoíris químico.

Palabras claves: pH, Indicadores, Reacciones ácido-base.

1. Introducción.

En química existen conceptos que son considerados elementales, uno de estos conceptos es el de pH o potencial de hidrógeno. El pH de una solución nos dice la acidez o alcalinidad de ésta y se define como el logaritmo negativo de la concentración del ion de hidrógeno[1].

$$pH = -\log[H^+] \quad (1)$$

Donde H^+ indica la cantidad de iones de hidrógeno presentes en la solución.

Utilizando la Ec. 1 se puede calcular el pH de una solución neutra a 25°C (es decir, una en la que $[H^+] = 1.0 \times 10^{-7} \text{ M}$) según la ecuación:

$$pH = -\log(1.0 \times 10^{-7}) = -(-7.00) = 7.00 \quad (2)$$

La Ec. 2 indica que el pH de una solución neutra es 7.00 a 25°C. Observemos que el pH se denota o informa con 2 cifras decimales.

Una disolución ácida es aquella en la que $[H^+] > 1.0 \times 10^{-7} \text{ M}$. Debido al signo negativo de la Ec. 1, el pH disminuye conforme $[H^+]$ aumenta [2]. Por ejemplo, el pH de una solución ácida, en la que $[H^+] = 1.0 \times 10^{-3} \text{ M}$ es:

$$pH = -\log(1.0 \times 10^{-3}) = -(-3.00) = 3.00 \quad (3)$$

indicando que a 25°C el pH de una solución ácida es menor que 7.00

Un ácido es una sustancia que, cuando se disuelve en agua, aumenta la concentración de

iones H^+ . Una base es una sustancia que, cuando se disuelve en agua, aumenta la concentración de iones OH^- [3].

Una reacción de neutralización o reacción ácido-base es la que ocurre entre un ácido y una base, formándose una sal y agua [4].

El pH de una disolución puede medirse con rapidez y exactitud con un pH metro, éste consiste en un par de electrodos conectados a un dispositivo capaz de medir pequeños voltajes, del orden de *milivolts*. Cuando los electrodos se introducen en una disolución se genera un voltaje, el cual varía con el pH. Este voltaje es leído por el pH metro, el cual está calibrado para dar el valor de pH[2]. Aunque son menos precisos, los indicadores ácido-base también pueden utilizarse para medir el pH.

Un indicador ácido-base es una sustancia colorida que por sí misma puede existir en forma de ácido o base. Cada una posee diferentes colores, entonces, el indicador se torna de un color en un ácido y de otro color en una base [3]. Los indicadores tienen un intervalo de viraje de aproximadamente 2 unidades de pH. Algunos de los indicadores más comunes aparecen en la figura 1. Por ejemplo, el anaranjado de metileno cambia de color en el intervalo de pH 3.1 a 4.4. Por debajo de un pH de 3.1 se encuentra en su forma ácida, la cual es roja. En el intervalo entre 3.1 y 4.4, gradualmente se convierte en su forma básica, la cual tiene un color amarillo [2].

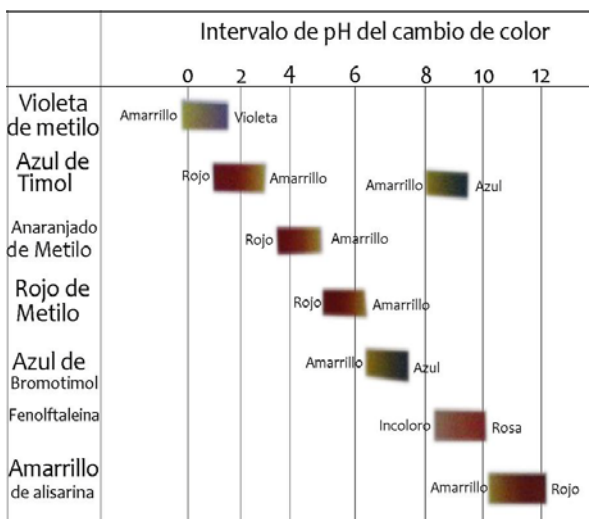


Figura 1. Algunos indicadores ácido-base comunes. La mayoría de los indicadores tienen un intervalo útil de aproximadamente 2 unidades de pH.

Otro tipo de reacción química es la reacción redox. Se considera como una reacción de transferencia de electrones entre los reactivos. A la pérdida de electrones que experimenta una sustancia, se le llama oxidación, mientras que a la ganancia de electrones que experimenta una sustancia, le llamamos reducción [3].

2. Materiales y Métodos.

Materiales:

- Vasos de precipitado de 250 mL (7)
- Jarras de vidrio (3)

Reactivos:

- Fenolftaleína
- P-nitrofenol
- Timolftaleína
- Yodato potásico al 0.03M
- Bisulfito de sodio al 0.03 M
- Hidróxido de sodio al 0.05 M
- Almidón
- Agua destilada

Método:

Se preparan 3 diferentes soluciones:

Solución A: 20 L de yodato potásico (KIO_3). Se disuelve 64.2gr de (KIO_3) en 20L de agua

destilada.

Solución B:

20 L de bisulfito de sodio ($NaHSO_3$). Se disuelven 31gr de ($NaHSO_3$) y 6g de almidón en 20L de agua destilada.

Solución C:

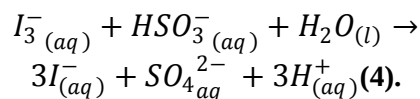
20 L de hidróxido de sodio ($NaOH$). Se disuelven 20gr de ($NaOH$) en 20L de agua destilada.

Preparación de los indicadores:

- Se disolvió 1 g de fenolftaleína en 60 mL de alcohol de 96° y 40 mL de agua destilada.
- Se disolvió 0.1 g de timolftaleína en 60 mL de alcohol de 96° y 40 mL de agua destilada.
- Se disolvió 2 g de p-nitrofenol en 60mL de alcohol de 96° y 40 mL de agua destilada.

Se agrega a cada vaso de precipitado la solución B y la cantidad requerida de indicador según el color deseado. Se añade la solución A en misma proporción que la solución B, debido a que ambas soluciones añadidas son soluciones ácidas, los indicadores no viran.

Al momento de agregar la solución A, la solución se comienza a oxidar como se observa en la figura 3 y la reacción está dada por la Ec. 4:



La anterior ecuación nos muestra cómo los aniones de yodato y sulfito forman yoduro y sulfato. El anión yoduro formado, reacciona con el anión yodato no consumido con el sulfito y catalizado por el medio ácido que proporciona el ácido sulfúrico; se forma yodo, el cual -con el almidón- forma un color oscuro en las soluciones.

Una vez oxidada la solución, se agrega a

cada vaso de precipitado la solución C, que al ser una solución alcalina hace que los indicadores viren cambiando el color de las soluciones de cada vaso de precipitado, como lo muestra en la figura 3.

3. Parte Experimental.

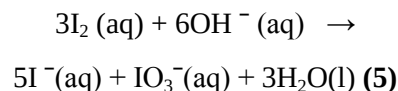
Se vertieron 50mL de la solución B (solución ácida) en cada uno de los 7 vasos de precipitado. Para la obtención de colores se agregaron los indicadores (*fenolftaleína*, *p-nitrofenol* y *timolftaleína*) de la manera en que se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Colores creados con diferentes cantidades (gotas) de indicador
In1.fenolftaleína
In2.=P-nitrofenol In3.=Timolftaleína.

Color	In.1	In.2	In.3
Rojo	5	2	0
naranja	1	5	0
amarillo	0	2	0
verde	0	3	2
Azul	0	0	2
añil	1	0	1
violeta	2	0	0

Para el color rojo: se vertieron 5 gotas de fenolftaleína y 2 gotas de *p-nitrofenol*. Para el color naranja: 5 gotas de *p-nitrofenol* y una gota de fenolftaleína. Para el color amarillo: 2 gotas de *p-nitrofenol*. Para el color verde: 3 gotas de *p-nitrofenol* y 2 gotas de timolftaleína. Para el color azul: 2 gotas de timolftaleína. Para el color añil: una gota de fenolftaleína y una gota de timolftaleína y para el color violeta: 2 gotas de fenolftaleína.

Una vez agregados los indicadores a cada vaso de precipitado, se agregaron 50 mL de la solución A. Se llevo a cabo una reacción redox, como se muestra en la Ec. 4. Finalmente se agregaron 50 mL de hidróxido de sodio (NaOH) a cada vaso de precipitado, la reacción está dada por la Ec. 5:



La Ec. 5. Muestra la reacción correspondiente a lo que sucede en medio alcalino.

Los indicadores tienen un intervalo de viraje de aproximadamente 2 unidades de pH, por ejemplo: la timolftaleína es un indicador ácido-base. Por debajo de este pH, es incoloro, por encima de este pH, es azul. cambia a un color azul en un intervalo de pH de 9.3 a 10.5, el *p-nitrofenol* (4-nitrofenol (también llamado p-nitrofenol o 4-hidroxinitrobenzeno) es un compuesto fenólico que tiene un grupo nitro en la posición opuesta del grupo hidroxilo en el anillo de benceno. Cambia a un color amarillo en un intervalo de pH de 5.0 a 7.0, y la fenolftaleína cambia a color violeta en un intervalo de pH de 8.3 a 10.0. La Fenolftaleína con fórmula $C_{20}H_{14}O_4$ permanece incolora en soluciones ácidas, pero en presencia de bases toma un color rosado con un punto de viraje entre pH=8,0 Incoloro a pH=9,8 Magenta o rosado [5-6].

Es un compuesto químico orgánico que se obtiene por reacción del fenol (C_6H_5OH) y el anhídrido ftálico ($C_8H_4O_3$) en presencia de ácido sulfúrico.)

4. Resultados

Al agregar la solución A, se produjo una reacción redox, se podía observar la oxidación de la sustancia al paso de aproximadamente 5 minutos como se muestra en la figura 2.

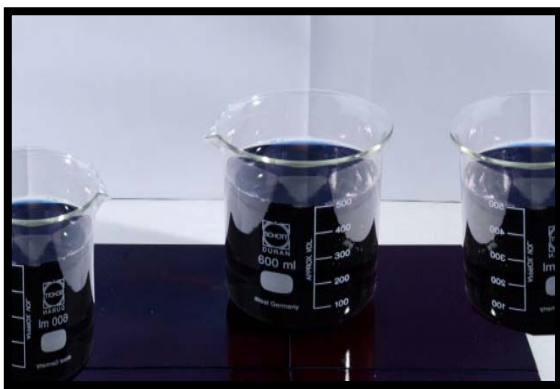


Figura2. Reloj de yodo producido por una reacción redox mostrada en la Ec. 4.

Una vez agregada la solución C, los indicadores produjeron el viraje de la sustancia instantáneamente como se puede apreciar en la figura 3.

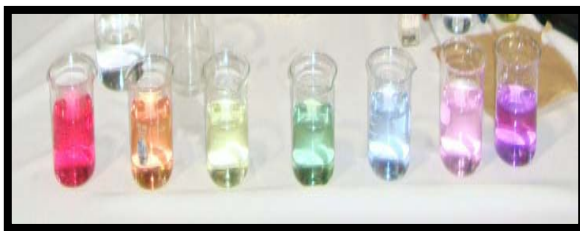


Figura 3. “Arcoíris químico” se pueden apreciar los 7 colores obtenidos con nuestros indicadores.

5. Conclusiones.

En este experimento observamos el viraje de cada uno de los 3 indicadores de pH alcalino empleados en cada vaso de precipitado, los cuales tienen un color característico. Para lograr obtener los colores restantes del arcoíris, se añadieron diferentes cantidades de cierto indicador dependiendo el color deseado. Al agregar el KIO_3 notamos que la oxidación de la sustancia tuvo una variación en el tiempo esperado y que tomaba aproximadamente 5 minutos en llevarse a cabo, debido al factor de la concentración de

la disolución de la misma.

La reacción de nuestros indicadores fue inmediata, por lo que se pudo observar que al entrar en contacto nuestra última sustancia (NaOH) con la contenida en los vasos de precipitado, se llevaba a cabo un cambio de pH, ocurriendo un viraje y obteniendo así nuestro “Arcoíris Químico”; demostrando así, de manera visual y agradable al público, la forma en que trabaja un indicador de pH, en este caso de sustancias alcalinas.

Los indicadores de pH son de gran utilidad y deben estar a nuestro alcance especialmente mientras trabajemos con sustancias químicas, ya que si llegara a ocurrir algún derrame de sustancias éstos nos ayudarán a identificar el pH que tiene dicha sustancia y así podremos determinar qué proceso debe utilizarse para neutralizar lo ocurrido, dependiendo si se trata de un ácido o una base.

6. Bibliografía.

- [1].- **Chang Raymond.** *Química, séptima edición.* Editorial: McGraw-Hill Interamericana, México (2002).
- [2].- **Brown, Lemay, Bursten y Murphy.** *Química la ciencia central, décimo primera edición.* Editorial: Pearson (2009)
- [3].- **Chang Raymond, Goldsby Kenneth A.** *Química, undécima edición.* Editorial: McGraw-Hill Interamericana, México (2011).
- [4].- **Kotz, Treichel, Weaver,** *Química y reactividad química. Sexta edición* Editorial: CENGAGE Learning (2005).
- [5].- **Himmel, D.; Goll, S. K.; Leito, I.; Krossing, I.** "A Unified pH Scale for all Phases" *Angew. Chem. Int. Ed.* 49, 6885–6888, (2010).
- [6].- **Feldman, Isaac** "Use and Abuse of pH measurements". *Analytical Chemistry* 28 (12): 1859(1956).

REPRESENTACIÓN DE LLUVIA ÁCIDA

Claudia Alfaro García, Cesar Eduardo Corella Rochin, Josué González Martínez, Ricardo Ontiveros Castro, Maiquel Susarrey Murillo, Kathya Vega Pérez, Dina María González-Cota* & José Edgar Arroyo Ortega*

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO, CARRETERA
TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS.
Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333.

E-mail: dina.gonzalez@uabc.edu.mx*

Resumen. En el siguiente trabajo se llevó a cabo una representación experimental de la formación de los principales componentes de la lluvia ácida. Por medio de un sistema de destilación, se simuló lo que sucede en la atmósfera terrestre, sobre la combinación entre vapor de agua y los gases contaminantes, principalmente NO_3 y SO_2 , los cuales son expedidos por la quema de combustibles y procesos industriales. Se demuestra los efectos que tienen los ácidos que están presentes en la lluvia ácida, en plantas y conchas de mar.

Palabras clave: Lluvia ácida, Contaminación ambiental, Acidez, pH.

1. Introducción.

Lluvia ácida significa lluvia que tiene un pH más bajo que la lluvia natural (pH 5.6). La lluvia natural disuelve el dióxido de carbono de la atmósfera para dar una disolución ligeramente ácida. Sin embargo, el pH de la lluvia en el este de Norteamérica y el oeste de Europa tiene un valor aproximado de 4 o menor [3]. La acidez se mide utilizando una escala de pH. El pH es una medida de la acidez o basicidad de una solución y se define como la concentración de iones o cationes hidrógeno $[\text{H}^+]$ presentes en una determinada sustancia. La escala de pH mide qué tan ácida o básica es una sustancia, varía de 0 a 14, un pH de 7 es neutro. Si el pH es inferior a 7 es ácido y si es superior a 7 es básico. Se ha comprobado que en zonas donde se emiten grandes cantidades de gases, suele haber lluvia ácida, con un valor pH de 4.1 a 4.5, e incluso la acidez de algunas precipitaciones ha alcanzado un pH de 3 [3].

El químico inglés Angus Smith en 1872 fue quien dio el nombre de lluvia ácida a este tipo de precipitación destructiva. Aunque solo fue en la Conferencia de Estocolmo en 1972, donde se habló por primera vez del tema. Al inicio de la década de los 70, ya se tenían cifras alarmantes de la contaminación [7].

En 1983, muchas naciones industrializadas reconocieron la terrible amenaza y acordaron restringir la contaminación por dióxido de azufre,

aunque hoy es superada por los óxidos de nitrógeno, provenientes de los escapes de los vehículos automóviles, fuentes domésticas e industriales[5].

La lluvia ácida es causada por una reacción química que inician cuando compuestos tales como el dióxido de azufre (SO_2) y los óxidos de nitrógeno (NO y NO_3) son emitidos al ambiente. Estos gases se combinan con otros componentes en la atmósfera (agua, oxígeno y otras sustancias químicas) formando los componentes principales de la lluvia ácida. El dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno se disuelven muy fácilmente en agua y pueden ser acarreados por el viento a lugares muy lejanos. En consecuencia, los dos compuestos pueden recorrer largas distancias y convertirse en parte de la lluvia y de la niebla que tenemos en ciertos días.

Las actividades humanas son la principal causa de la lluvia ácida. En el transcurso de las últimas décadas, los seres humanos han emitido tal cantidad de distintas sustancias químicas al aire, que han cambiado la mezcla de gases en la atmósfera. Las centrales eléctricas emiten la mayor parte del dióxido de azufre y de óxidos de nitrógeno cuando queman combustibles fósiles, tales como el carbón, para producir electricidad [8].

La lluvia ácida tiene muchas consecuencias nocivas para el entorno, pero sin lugar a dudas, el efecto de mayor incidencia lo tiene sobre los lagos,

ríos, arroyos, pantanos y otros medios acuáticos. La lluvia ácida eleva el nivel de acidez en los acuíferos, lo que posibilita la absorción de aluminio que se transfiere, a su vez, desde las tierras de labranza a los lagos y ríos. Esta combinación incrementa la toxicidad de las aguas para los cangrejos de río, mejillones, peces y otros animales acuáticos.

La lluvia ácida también contamina selvas y bosques, especialmente los situados a mayor altitud. Esta precipitación nociva desplaza los nutrientes esenciales del suelo a la vez que libera aluminio, lo que dificulta la absorción del agua por parte de los árboles y dañan las hojas de los árboles [4].

El objetivo del proyecto fue demostrar a las personas, la formación de la lluvia ácida por medio de un sistema de destilación, además de identificar las principales causas que intervienen en ella, conocer los efectos que provoca en la flora y fauna al ser expuestas a los ácidos sulfúrico (H_2SO_4) y ácido nítrico (HNO_3) al 10%, provocando la deshidratación en la flora; y en la fauna la descalcificación de las conchas de mar.

2. Materiales y métodos.

Materiales

- Kit de destilación (10pzs)
- Mechero Bunsen (2pzs)
- Soportes universales (4pzs)
- Pinzas para soporte universal (6pzs)
- Matraz Erlenmeyer
- Mangueras (4pzs)
- Gradilla
- Papel pH
- Agua (H_2O)
- Azufre (S)
- Ácido Nítrico (HNO_3) al 10%

Método

El experimento se realizó en un entorno cerrado utilizando un sistema de destilación, el montaje del sistema se puede observar en la figura 1, como se mencionó anteriormente se simuló el proceso de creación de ácido sulfúrico (H_2SO_4) en la atmósfera (tropósfera), siendo un componente principal que ocasiona la lluvia ácida.

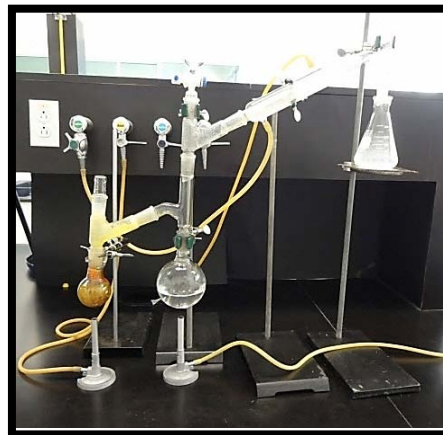
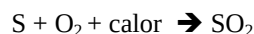


Figura1. En la imagen se muestra el montaje del sistema de doble destilación. De izquierda a derecha los reactivos que contenía, en el primer matraz azufre, segundo matraz agua, tercer matraz producto de la reacción (H_2SO_4).

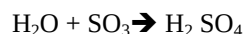
Por medio de este sistema doble de destilación, se introdujo en el primer matraz de 50ml, 5 gr de azufre, y en el segundo matraz, 200 ml de agua. A cada uno se les aplicó calor para llegar al punto de ebullición de cada sustancia (Agua 100°C y Azufre 115°C). El proceso químico se explica de la siguiente manera:

1^{er} matraz



SO_2 por oxidación se convierte en SO_3

2^{do} matraz



Raymond Chang (2007) [1]

El trióxido de azufre (SO_3) reacciona inmediatamente con las moléculas de agua para forma ácido sulfúrico (H_2SO_4). El vapor condensado de H_2SO_4 fue obtenido en el 3er matraz.

3. Parte experimental

Ya montado el equipo de destilación, el agua fue el primer reactivo que llegó al punto de

ebullición, en aproximadamente 5 minutos, seguido esto el azufre llegó a la temperatura de ebullición aproximadamente 2 minutos después, formándose dióxido de azufre (SO_2) (figura 2), el cual por oxidación se produjo trióxido de azufre (SO_3) y ascendió por el sistema. En el proceso, el vapor de agua y el trióxido de azufre reaccionaron químicamente y finalmente se obtuvo H_2SO_4 .



Figura 2. Matraces con los reactivos en ebullición.

Para comprobar la acidez de la solución, se tomó una pequeña muestra y se corroboró con papel indicador de pH. Para mostrar el daño que pueden éste tipo de soluciones, se regó una planta diariamente durante 4 días con H_2SO_4 obtenido de la destilación junto con HNO_3 al 10%. Así mismo se utilizaron los ácidos para rociar conchas de mar y se observaron sus efectos.

4. Resultados y Discusión

Al término del proceso, se obtuvo una cantidad de solución, aproximadamente 5ml de ácido sulfúrico. Ésta fue corroborada con papel indicador de pH, resultando con un pH de 3. (Ver figura 3).

La reacción química ($\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3$) ocurrió dentro del sistema de destilación de la manera esperada es decir formando H_2SO_4 , ya que el proceso que se creó dentro simuló lo que sucede en la atmósfera (tropósfera la capa más cercana al suelo) [1], cuando los gases se combinan con vapor de agua, creando así la lluvia ácida al momento de precipitarse.



Figura 3. Comprobación con papel indicador pH, se muestra un pH 3 del ácido sulfúrico.

Se observó que las hojas que estuvieron en contacto directo con los ácidos tuvieron un cambio de color de verde a café, además se pudo observar que la planta se deshidrató. En la imagen se muestra el deterioro de las mismas (figura 4). Los compuestos que se utilizaron tuvieron mayor concentración de lo que hay en la lluvia ácida, ya que los efectos tenían que ser en corto tiempo para la visualización de los daños que ocasionan.

Las conchas que fueron rociadas con HNO_3 y H_2SO_4 , al instante presentaban cambios, éstas se descalcificaron y desprendieron gases en forma de CO_2 . Esto demuestra que el nivel de acidez de los mares afecta de manera directa a la calcificación de corales y conchas marinas [2].



Figura 4. En la imagen de la derecha se puede observar el daño causado por la representación de la lluvia ácida.

5. Conclusión

Se demostró la creación de la lluvia ácida y cómo se forma químicamente uno de sus componentes (ácido sulfúrico). Se comprendió qué

tanto afecta la lluvia ácida al medio ambiente y a los seres vivos.

Cabe destacar que es un tema que hoy en día es muy común y mediante las herramientas visuales y prácticas se logró concientizar a jóvenes y adultos del impacto ambiental. Es importante tomar medidas preventivas inmediatas, para que éste problema disminuya, puesto que las consecuencias que se generan son dañinas para todos los habitantes de la tierra, además es una obligación ayudar a ésta causa ya que los seres humanos somos los culpables de éste daño al medio ambiente.

6. Bibliografía

- [1].- **Chang, Raymond.** *Química* Novena Edición. Editorial Mc Graw-Hill. México. pp. 567-569 (2007)
- [2] **Comité Científico de Investigaciones Oceánicas, Comisión Oceanográfica Intergubernamental UNESCO, et.al,** *La acidificación del océano*, Recuperado el 07 de noviembre de 2013:

http://www.ocean-acidification.net/OAdocs/SPM_Spanish.pdf
pp 4 - 7 (2009).

- [3]. - **Ebbing, D. D., Gammon, S. D.** *Química general* Novena Edición, Editorial CENGAGE Learning (2010).
- [4].- **National Geographic** [Versión electrónica] *Lluvia ácida*. Recuperado 18 de octubre de 2013, de <http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/calentamiento-global/acid-rain-overview> (s.f).
- [5].- **Garcés Giraldo L.F, M. L.,** *La lluvia ácida: un fenómeno fisicoquímico*. Redalyc.org, pp. 67-72. (2004)
- [6].- **Manahan Stanley E.** *Introducción a la química ambiental*. Editorial Reverté, México, pp. 42, 532. (2007).
- [7].- **Martínez M.E,** *Química* 2, Editorial Thomson, p.55 (2006).
- [8].- **Sepúlveda, S. G.** [Versión electrónica] *La lluvia ácida. innovación y experiencias educativas* pp. 1-5. (2009).

¿CONOCES TU CIUDAD? PATRIMONIO URBANO ARQUITECTÓNICO

Claudia Calderón Aguilera*, Vivel Portugal, María Guadalupe Peralta & Claudia Zavala.

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO
CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS.
Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744 ext. 64329 Fax 646-1744333.
E-mail: claudiacalderon@uabc.edu.mx

Abstract. *Hace 131 años se fundó oficialmente en el noroccidente mexicano lo que hoy se reconoce como la ciudad y puerto de Ensenada. En aquel entonces fue la capital del Distrito Norte de la Baja California. Su historia, conformación y desarrollo urbano-arquitectónico fue disímil respecto a otras ciudades del país. En el centro histórico se localizaron algunos de los inmuebles, los cuales son los más antiguos del actual estado de Baja California. Lo que hoy se reconoce como patrimonio urbano-arquitectónico se conformó por edificios públicos, parques, monumentos y viviendas; El objetivo es, a partir de fuentes documentales, determinar los inmuebles con valor patrimonial dentro del Centro Histórico de Ensenada y promover su difusión y preservación. Se concluye que están en riesgo de desaparecer y es urgente su protección y pervivencia por los valores que ellos conllevan.*

Palabras claves: *Patrimonio urbano-arquitectónico, Centro Histórico, Ensenada Baja California.*

1. Introducción

La ciudad y puerto de Ensenada ha conformado su patrimonio urbano-arquitectónico por espacio de más de un siglo. Dentro de la ciudad cohabitan diversas y variadas obras urbano-arquitectónicas que han sido creadas a lo largo del tiempo y la identifican de manera particular en relación con otras ciudades del país.

La mayor parte del patrimonio fue edificado en las últimas décadas del siglo XIX y las primeras del siglo XX y se ubica dentro del reconocido Centro Histórico. Se conformó por edificios públicos, parques, monumentos y viviendas. Algunos de estos inmuebles eran prefabricados y fueron enviados a través de la red ferroviaria que se encontraba en expansión dentro de los Estados Unidos de América en esos momentos y posteriormente transportados en barcos de vapor o por tierra a Ensenada donde fueron levantados en sus lotes. Utilizaron para sus

edificaciones materiales y tecnología constructiva foránea.

A partir de la investigación documental y de campo, se plantea como objetivo el realizar un instrumento enfocado al patrimonio urbano-arquitectónico localizado en el Centro Histórico de Ensenada, el cual debe funcionar como reconocimiento, portador y difusor del patrimonio cultural de la ciudad.

El arquitecto italiano *Giorgio Grassi* ha referido que “cuando se mira la arquitectura del pasado, nosotros, como arquitectos, creo que sin excepción intentamos penetrar en su secreto. Hablo, naturalmente, de la buena arquitectura, de esos ejemplos que se imponen a nuestra atención y que la retienen, de esos ejemplos a los que volvemos siempre para reafirmarnos en nuestro trabajo” [1]. Sirva esta reflexión para dar una

introducción a la perspectiva de este trabajo.

2. Patrimonio Urbano-Arquitectónico

En su significado más amplio, el patrimonio urbano-arquitectónico es aquel que posee una comunidad, que ha sido creado por el hombre en un espacio y tiempo determinado y es un recurso fundamental para consolidar la identidad de cualquier comunidad. Son muchos los investigadores que se han pronunciado respecto a diversos conceptos, posturas y definiciones sobre el patrimonio. Tan sólo como referencia se puede mencionar aquel que lo conceptualiza como *“...un amplísimo legado que el hombre actual ha recibido a lo largo de la historia, pero también abarca el acrecentamiento de él que la generación presente ha logrado y las modificaciones que en el tiempo y en la actualidad ha efectuado”*[1]. Otros autores se refieren al patrimonio como aquel que está integrado por todo lo que un grupo social ha creado a lo largo del tiempo y nos identifica en relación con los demás pueblos [2].

Un aspecto básico del patrimonio urbano-arquitectónico es su conocimiento, ya que a través de él, de ese conocimiento se puede incentivar su salvaguarda. El conocer, da un reconocimiento de su valor y ese valor contribuirá a su conservación.

3. Metodología

El área de estudio parte de la propuesta de delimitación del Centro Histórico para Ensenada elaborada por el Instituto Nacional de Antropología e Historia. A partir ello se determinan cuáles son las edificaciones con valor patrimonial que inciden en él y en referencia directa al catálogo de monumentos históricos realizado por la misma institución en 1986. Posteriormente se localizan en la traza urbana los inmuebles seleccionados.

Más adelante se imprime en amplio formato el plano del Centro Histórico y se elabora un modelo a escala de cada uno de los inmuebles seleccionados. En conjunto a lo anterior se elaboran fichas técnicas de

identificación de cada una de las obras patrimoniales las cuales explican de forma clara y concisa las especificidades, historia y valores de cada uno de los inmuebles.

El instrumento elaborado se plantea como un juego de mesa llamado ¿Conoces tu ciudad? en donde los participantes deben ubicar los modelos a escala de los inmuebles patrimoniales. Se intenta a través de la difusión patrimonial incitar a la reflexión sobre las características del espacio urbano arquitectónico edificado y promover su salvaguarda y conservación.



Figura 1. Localización de edificios con valor patrimonial en el Centro Histórico de Ensenada. **Fuente.** Elaboración propia con base en el plano elaborado por el INAH.

4. Resultados

Bajo la perspectiva de que la difusión del patrimonio urbano arquitectónico es un trabajo fundamental que puede contribuir a su conservación y que también cada inmueble que conservemos y/o recuperemos será un invaluable logro para nuestra ciudad, para nuestra comunidad y para nuestro desarrollo futuro, se presentan a continuación los trece sitios seleccionados y

una síntesis de ficha técnica de cada uno de los inmuebles.

1. Monumento a Hidalgo. Es la escultura más antigua y fue develada en las primeras horas del día 16 de septiembre de 1910 por el jefe político Coronel Celso Vega para conmemorar el centenario de la Independencia Nacional. Se trata de un monumento sobre base de piedra, originalmente colocado de norte a sur con el objeto de que las personas que arribaran a Ensenada vieran de frente al padre de la patria. Años después el monumento se giró de sur a norte. La base del monumento es obra del arquitecto Máximo Pozos.

2. Instituto Nacional de Antropología e Historia. Lo ocuparon las compañías deslindadoras que tuvieron sede en Ensenada a finales del siglo XIX. Se sabe que fue traído de Inglaterra y armado en la Ciudad. La construcción data de 1886. Años después el edificio se cerró, se reabrió en 1922 y funcionó como Aduana Marítima. Nuevamente se desocupó por varios años y finalmente el 5 de octubre de 1992 el Gobierno Federal realizó la entrega oficial al Centro Regional del Instituto Nacional de Antropología e Historia en Baja California.

3. Museo Goldbaum. Fue fundado e inaugurado por el señor David Goldbaum. Fue el primer museo de la ciudad y contenía diversas colecciones para ser mostradas al público visitante, entre ellas se hace referencia a una de minerales, otra de flora de la región la cual se dice estaba perfectamente preservada, una de fotografías y otra de piezas autóctonas.

4. Vivienda del siglo XIX. Es una vivienda con características, materiales y sistema constructivo foráneos. La información referente a este inmueble señala que *“el material para su construcción fue traído de la ciudad de San Francisco California, cada una de las piezas de madera colorada fue cuidadosamente cortada y numerada para ser ensamblada en esta población.”*

Está clasificada por su tipología como cabaña económica. Respecto a la ornamentación se puede observar la

moldura con ondulaciones, la cornisa que remata con la cubierta y la ménsula del frontón que corona la ventana más próxima a la calle. [3]

5. Estación de Bomberos. El uso original fue para albergar almacenes. Está construido a base de muros y losas planas de concreto armado. El uso de arcos, molduras lineales y horizontales, la teja de barro y los cuatro pináculos de remate en la parte superior del edificio hacen pensar en un estilo neocolonial de la década de 1930.

6. Iglesia del Purísimo Corazón de María. Fue la primera iglesia construida en 1887. Se dice que el terreno fue donado por el coronel Sanginéz que para 1894 sería jefe político y militar del Distrito Norte de la Baja California. La iglesia ha sido remodelada en diversas ocasiones y guarda poca semejanza con su aspecto original. En su interior tenía una escultura de la Virgen y Jesucristo realizada en mármol en 1911 la cual se encuentra actualmente en el panteón de Ensenada.

7. Vivienda del siglo XIX. En este tipo de casa la arquitectura americana vernácula californiana, logra crear algo propio, con identidad regional. Resalta su organicidad, en el sentido de cómo las diferentes partes se van añadiendo y sumando, de manera independiente, a la parte central de la casa que en este caso es el pasillo central.

8. Parque Revolución. Antes Parque Porfirio Díaz inaugurado en 1890.

9. Logia Masónica. Edificada en los inicios del siglo XX en el estilo neocolonial. Su acceso presenta un frontón cuyas proporciones se apegan más al simbolismo masónico que a un frontón clásico, el cual enmarca a un águila bicéfala.

10. Sociedad Recreativa Mutualista. La superficie construida fue de 1250 metros cuadrados. Su nombre actual es Salón de Actos Faraón J. Sarabia. En este edificio, se realizaron los más rumbosos bailes y su sistema de admisión era muy especial, ya que se dice que cuando alguno de los socios invitaba a alguna fiesta se comprometía a

que sus invitados guardaran la debida compostura.

11. Cantina Hussongs. Este comercio se fundó en 1892 por los señores Juan y Luisa Hussongs, personas residentes de Ensenada y unos de los primeros pobladores. Localizado en el centro de la ciudad sobre la calle Ruiz. Es uno de los inmuebles más antiguos y populares de la localidad. Su uso original ha persistido por 121 años. Está construido con madera, la cual se utiliza en pisos, muros y cubierta.

12. Museo Histórico Regional de Ensenada. La construcción dio inicio en el año de 1886 y albergaría al Cuartel de la Compañía Fija. Otras utilizaciones al correr de los años han sido como cárcel, escuela, hospital, cuartel de artillería e infantería de la Secretaría de Marina y como cárcel pública hasta 1986. En 1993 el inmueble fue expropiado y otorgado al Instituto Nacional de Antropología e Historia. Es la construcción pública de adobe más antigua de la ciudad y representa en sí misma, una época, un valor y forma parte de la cultura y de la historia de los ensenadenses.



Figura 2. Edificios con valor patrimonial en el Centro Histórico de Ensenada.

Fotografías. Claudia Calderón.

13. Edificio de Gobierno. Se trata de un inmueble construido en la década de 1920.

Su uso original fue para casa habitación y en la actualidad algunos de sus espacios son utilizados como oficinas y otros dan servicio al sector educativo. Hace referencia al estilo *Art Deco*. Está edificado a base de muros de tabique, entepiso y cubierta plana con vigería de madera. De su distribución original sólo se conservan los sótanos.

4. Conclusiones

Los monumentos históricos son un bien no reproducible y como tal es imprescindible su valoración.

Necesario es sensibilizarnos para lograr la protección de nuestro patrimonio construido.

Es imprescindible registrar, inventariar y difundir los objetos que componen el patrimonio urbano-arquitectónico, ya que éste es el primer paso para su salvaguarda.

Cada inmueble que conservemos y/o recuperemos será un invaluable logro para nuestra ciudad, para nuestra comunidad y para nuestro desarrollo futuro.

Debemos observar y definir alternativas de conservación del patrimonio urbano arquitectónico, sin renunciar a la necesaria adecuación funcional que los tiempos reclaman.

Recordemos que una ciudad que olvida o descuida su pasado y no trabaja en el presente por él, no tendrá futuro.

5. Bibliografía.

- [1].- **Manrique, J.** *El Patrimonio Nacional de México*. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. México D.F. (2004).
- [2].- **Repetto, L.** *Memoria y patrimonio: algunos alcances*. Pensar Iberoamérica. Revista de Cultura. (2006).
- [3].- **Calderón Claudia y Geffroy Bruno.** *Un Siglo de Arquitectura en Ensenada*. Fondo Editorial de Baja California. Mexicali Baja California. (2001).

DESALINIZACIÓN DE AGUA DE MAR POR DESTILACIÓN

Josué Del Moral Phelps, Misael Rodríguez Bastarrachea, Irving Kevin Del Real Gómez, Eunice Vargas Viveros*, Dora Luz Flores-Gutiérrez* & Jorge Mata-Ramírez *

Facultad de Ingeniería Arquitectura y Diseño
Carretera Transpeninsular Ensenada-Tijuana Número 3917, Colonia Playitas
Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333.

*E-mail: jdelmoral@uabc.edu.mx, mrodriguez85@uabc.edu.mx, irving.delreal@uabc.edu.mx

Resumen: En este trabajo, se separa la sal del agua de mar mediante el proceso de destilación simple, haciendo posteriormente mediciones y simulaciones para predecir la cantidad de sal dentro de cierto volumen de agua y cantidad de agua destilada libre de sal, todo esto con fines de investigación para el uso posterior de nuevas técnicas en las cuales podamos aprovechar este recurso natural el cual es abundante en nuestro planeta.

Palabras clave: Salinidad, destilación, agua de mar, evaporación.

1. Introducción

Actualmente la destilación es el medio más eficaz para convertir el agua de mar en agua dulce [1]. El mar podría convertirse en una nueva fuente de agua para los usos humanos, especialmente en aquellas regiones costeras desérticas, semidesérticas y con creciente demanda de agua dulce que no puede ser satisfecha por los ríos o el subsuelo. La desalinización de agua de mar tiene como objetivo la obtención de agua dulce a bajo costo [2].

Algunos de los procesos hasta ahora desarrollados se basan en la evaporación de agua salada, seguida de la condensación del vapor obtenido; son los efectos de evaporización de múltiple efecto [1-2].

La evaporación súbita es el método más utilizado para desalinizar agua de mar se calienta y después se bombea a un tanque de baja presión, donde se evapora. A continuación el vapor de agua se condensa y se extrae como agua pura. El proceso se repite varias veces. El líquido restante contiene una gran cantidad de sal, y a menudo se extrae y se procesa para obtener minerales [1-2].

El problema más importante que conllevan los proyectos de desalinización son los costos para producir agua dulce [2].

El agua desempeña un papel primordial en la alimentación humana, en su higiene y en muchos procesos industriales. El agua es necesaria para beber y para cocinar los alimentos, sirve de vehículo para expulsar las materias fecales y, combinada con diversos agentes bactericidas y detergentes, se emplea para eliminar la suciedad de nuestros cuerpos, nuestra ropa y nuestros hogares [2].

El agua de mar suele describirse como agua salina. La salinidad de agua de mar es la masa en gramos de sales secas presentes en 1 Kg de agua de mar. En el océano terrestre la salinidad alcanza un promedio de 35. En otras palabras, el agua de mar contiene alrededor de 3.5% en masa de sales disueltas [3].

Debido a su alto contenido de sales, el agua de mar es inadecuada para consumo humano y para la mayor parte de usos que le damos al agua. La extracción de sales de agua de mar o del agua salobre para hacerla aprovechable se le conoce como **desalinización** [1-3].

El agua se puede separar de las sales disueltas por destilación por que el agua es una sustancia volátil y las sales no lo son. El principio de la destilación es muy simple, pero la realización del proceso a gran escala representa muchos problemas. Por ejemplo,

conforme se destila el agua de un recipiente con agua salada las sales se concentran cada vez más y terminan por precipitar [3].

La motivación para realizar este proyecto se debe a que cada vez hay menos agua para el beneficio del ser humano, especialmente aquí en Ensenada y, el agua es un recurso necesario para la vida, aunque el método de desalinización de agua de mar por medio de la destilación no es muy bueno, porque gasta mucha energía, más de la que se recupera o se le puede sacar provecho, el desalinizar agua de mar tiene un gran interés en el contexto científico-tecnológico porque aunque se está acabando o cada vez alcanza menos el agua dulce para el constante crecimiento de la población aun queda mucha agua de mar, por eso está en busca de un método para desalinizar agua de una forma más barata que la desalinización y que no se requiera gastar tanta energía para sacarle un gran beneficio, porque al consumir más energía en un proceso más caro va a salir el generar este recurso y por lo tanto va a vender más caro [3].

En este proyecto se buscó recordar a la sociedad la importancia del agua de mar, aunque se sabe que no se puede tomar por tener excesos de minerales y sales, se pueden buscar formas de lograrla hacer dulce, aunque este proyecto no logro desalinizarla por completo, lo que se busco fue crear conciencia sobre la importancia del agua en la vida.

¿Cómo trabajan los métodos específicos de la purificación del agua?

Purificaciones con productos químicos: La purificación química del agua se refiere a muchos y diversos métodos. Qué método aplicar depende de la clase de contaminación hay en el agua. Abajo se resumen muchas de estas técnicas químicas de purificación [2-3].

Clarificación: es un proceso de multi-pasos para quitar los sólidos suspendidos. Primero, se agregan los coagulantes. Los coagulantes reducen la carga de iones, de modo que acumulan las partículas en formas

más grandes llamadas flóculos. Los flóculos se depositan por gravedad en tanques de filtración o se quitan mientras que el agua atraviesa un filtro de gravedad. Las partículas más grandes que 25 micras son quitadas con eficacia por la clarificación. Agua que es tratada con la clarificación puede contener algunos sólidos suspendidos y por lo tanto necesita un tratamiento adicional [2-3].

Desinfección: La desinfección es uno de los pasos más importantes de la purificación del agua de ciudades y de comunidades. Responde al propósito de matar a los actuales microorganismos indeseados en el agua; por lo tanto los desinfectantes se refieren a menudo como *biocidas*. (*Los biocidas pueden ser sustancias químicas sintéticas o de origen natural o microorganismos que están destinados a destruir, contrarrestar, neutralizar, impedir la acción o ejercer un control de otro tipo sobre cualquier organismo nocivo.) Hay una gran variedad de técnicas disponibles para desinfectar los líquidos y superficies, por ejemplo: desinfección con ozono, desinfección con cloro y desinfección UV [3].

Destilación: es la colección de vapor de agua, después de hervir las aguas residuales. Con un retiro correctamente diseñado del sistema de contaminantes orgánicos e inorgánicos y de impurezas biológicas puede ser obtenido, porque la mayoría de los contaminantes no se vaporizan. El agua pasará al condensador y los contaminantes permanecerán en la unidad de evaporación [3].

Ajuste del pH

El agua municipal necesita un ajuste de pH a menudo, para prevenir la corrosión de las tuberías y prevenir la disolución del plomo en los abastecimientos de agua. El pH es llevado hacia arriba o hacia abajo a través de la adición del cloruro de hidrógeno, en caso de que un líquido sea básico, o del hidróxido de sodio, en caso de un líquido ácido. El pH será convertido a aproximadamente 7 ó 7,5, después de la

adición de ciertas concentraciones de estas sustancias [3].

Purificación biológica del agua

La purificación de biológica del agua se realiza para bajar la carga orgánica de compuestos orgánicos disueltos. Los microorganismos, principalmente bacterias, hacen la descomposición de estos compuestos. Hay dos categorías principales de tratamiento biológico: tratamiento aerobio y tratamiento anaerobio.

La demanda biológica de oxígeno (DBO) define la carga orgánica. En sistemas aerobios el agua se airea con aire comprimido (con oxígeno en algunos casos simplemente), mientras que los sistemas anaerobios funcionan bajo condiciones libres de oxígeno.

2. Materiales y métodos

Se montó un frasco con agua de mar sobre una parrilla de calentamiento, dicho frasco se conectó a un tubo de condensación, el cual utiliza agua como refrigerante. Al final de la cámara de condensación se colocó un recipiente para recolectar el agua limpia con una concentración menor de sal. En la figura 1 se muestra el material y el equipo montado en el laboratorio.



Figura 1. Ensamblado de equipo de destilación.

3. Resultados.

En la tabla 1 se observan los resultados del experimento que se llevaron a cabo. Es posible notar que el porcentaje de agua recuperada es grande; esto nos dice que el sistema que utilizamos es eficiente y, por otra parte, se puede ver que el incremento de sal en agua es casi lineal (figura 1).

Tabla de Resultados Experimentales

Agua de Mar (mL)	Recuperación de agua (mL)	sal recuperada (g)
60	58	2.29
50	48	1.419
40	39	1.139
30	29	0.843
20	19	0.524

En la figura 2, se puede observar la relación entre el agua de mar y sal extraída de la misma. Observares fácil notar que dicha relación es casi lineal. También se realizó, una interpolación por medio de Matlab para comprobar los valores de sal en cada medición (mL), utilizando regresión lineal y el método de *Lagrange* (figura 3). Obsérvese que dentro del intervalo queda el valor interpolado (43 mL), lo que demuestra que la confiabilidad es de 99%, al realizar el experimento obtuvimos un error 1%, lo que parece ser muy placentero.

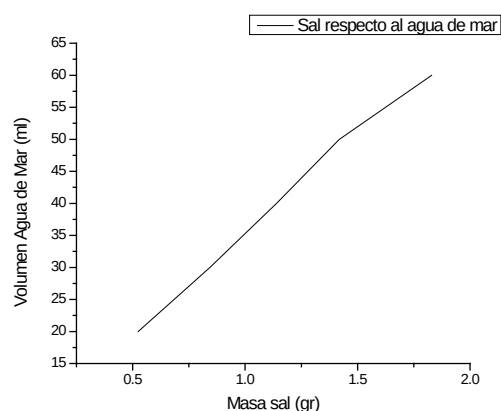


Figura 2. Relación entre el agua de mar y la sal extraída de la misma.

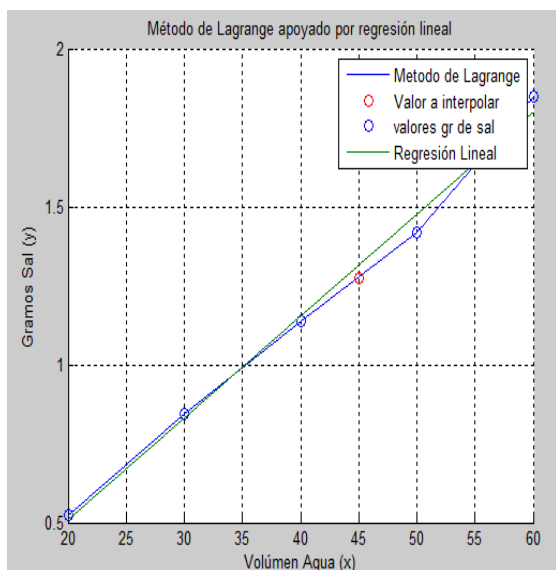


Figura 3. Resultado de la regresión lineal y el método de *Lagrange*.

Discusión.

En un sólo proceso de destilación no fue 100% exitosa la extracción de la sal de mar, ya que muchas moléculas de sal viajan a través del vapor dentro de las moléculas de agua, y además pasan sin problema por el filtro. Para extraer la sal completamente se necesitan algunos otros procesos (como osmosis inversa, Ajuste del *pH*, etc.). Sin embargo, esto nos lleva a investigar otros métodos que sean eficaces para tener un 100% de confiabilidad en el proceso de extracción de la sal en el agua de mar.

5. Conclusiones:

En el presente experimento de desalinización de agua por destilación simple, se separó la sal del agua de mar. La sal se recolectó de los restos que quedaron en el recipiente después de su evaporación. Sin embargo, la pureza del agua no fue

100% potable ya que se quiere de más procesos para que cumpla con los lineamientos de agua limpia, potable y sin bacterias (como osmosis inversa, Ajuste del *pH*, entre otros). Éste fue el proceso que se realizó con calentamiento artificial, simulando al ciclo del agua, que es un proceso muy efectivo en las desalinizadoras de agua industriales.

6. Matlab

Para lograr hacer la interpolación por el método de regresión lineal y el método de Lagrange, este consistió en repetir 5 veces el experimento con diferente volumen de agua. Tomando los datos experimentales (Volumen de agua a destilar), y los resultados (Gramos de sal recuperados), para introducirlos al programa y hacer mediciones aleatorias dentro del intervalo Experimental. Posteriormente realizamos una medición con el programa dentro de la interpolación, y después la realizamos experimentalmente para comprobar que nuestras predicciones son correctas. Los resultados se pueden observar en la figura 3 y se concluyó exitosamente que nuestras predicciones son correctas.

7. Bibliografía

- [1].- Ciscar, Francisco., *Reflexiones sobre las máquinas y maniobras del uso de á bordo*, La Imprenta Real, 409 pág. 1791.
- [2].- Kramer, Fernando., *Educación ambiental para el desarrollo sostenible*, Los Libros de la Catarata, 236 páginas, 200.
- [3].- Theodore, L. Brown, H. Eugene LeMay, Bruce E. Bursten, Julia R. Burdge. *Química*. Pearson Education, 1152 páginas, (2004).

EL EXPERIMENTO DE LA DOBLE RENDIJA

Jesús David Rojas Méndez, Jesús Abraham Gálvez Villa, Omar Cobos Vigueras, Dairy Karleth Oseguera Flores, Iván Eduardo Covarrubias Ruiz, Jonathan Juvenal Santiago Juárez, & Jorge Mata-Ramírez*

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO
CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA
PLAYITAS, Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333.

Email: rojas.iesus@uabc.edu.mx

Abstract. *Con el experimento de la doble rendija se busca demostrar la naturaleza de la luz, la cual se comporta con una dualidad onda-partícula. El experimento se realizará con materiales caseros y muy fáciles de conseguir, además de que no implica riesgo alguno para la salud.*

Palabras claves: *Luz, onda electromagnética, dualidad onda-partícula, rendijas*

1.- Introducción

Thomas Young fue un científico inglés (1773 – 1829). Profesor de física en la *Royal Institution en Edinburgo* entre los años de 1801 y 1803. En 1801 realizó su famoso experimento que consistió en hacer pasar un rayo de luz a través de dos rendijas delgadas paralelas y proyectadas sobre una pantalla, generando así un patrón de bandas claras y oscuras (el patrón de interferencia) demostrando de esta forma la naturaleza ondulatoria de la luz [1].

Contrariamente a lo que muchos pensamos y leemos del experimento original realizado por Young, este consistió en un estrecho haz de luz, procedente de un pequeño agujero en la entrada de la cámara cerrada, dicho haz es dividido en dos por una tarjeta la cual contiene una anchura mínima de unos 0.2 mm. La tarjeta se mantiene paralela al haz que penetra horizontalmente y el cual es orientado por un simple espejo. El haz de luz tenía una anchura ligeramente superior al ancho de la tarjeta divisoria por lo que cuando ésta tarjeta se posicionaba correctamente, el haz de luz era dividido en dos [2-4], cada uno de estos haces pasando por un lado distinto de la pared

divisoria. El resultado entonces podría verse entonces proyectado sobre una pared en una habitación oscura. Este experimento se realizó por Young en frente de los miembros de la Real Sociedad, maravillando a muchos de los presentes debido al ingenio y contundencia de los resultados que el experimento reflejaba. La formulación moderna de este experimento permite mostrar tanto la naturaleza ondulatoria de la luz como la dualidad onda-partícula (corpúsculo) de la materia [6].

A raíz de estos descubrimientos y de muchos otros, a finales del siglo XIX y a principios del siglo XX comenzó a surgir una nueva teoría revolucionaria, la llamada física cuántica. Entre otras de sus predicciones, está la de que todo cuerpo es a la vez una onda y una partícula, lo cual en su tiempo comenzó a tomar un carácter totalmente sorprendente. Clásicamente sabemos utilizando nuestro sentido común cómo se comportan las partículas cuando colisionan entre ellas y rebotan. Por otra parte, tenemos a otras ondas (como pueden ser las ondas que formamos en un estanque de agua). Observamos que ambas presentan fenómenos distintos, como puede ser la interferencia o la difracción: Si se juntan dos ondas, interfieren entre ellas, lo que da lugar a zonas donde la onda se refuerza, y

otras en las que las dos ondas se destruyen, provocando lugares donde no se observa ninguna onda [4].

Entonces, si un cuerpo es a la vez onda y a la vez partícula, se deberían ver los fenómenos correspondientes Y similares a las partículas y a las ondas. Pero que pasaba, ¿porqué no los veíamos? O por ejemplo ¿Qué pasa cuando una pelota de tenis la vemos como un cuerpo sólido, y no como una onda?

Pues bien, el principio de onda-partícula, también relaciona el tipo de onda que debe tener cada partícula, obteniendo que para partículas grandes (todo lo que podemos ver) la onda asociada es extremadamente muy pequeña, provocando así que no la detectemos a simple vista, ya que nuestro sensor visual, en este caso el ojo está muy limitado.

Sin embargo, para partículas muy pequeñas, como puede ser un electrón, la onda asociada resultaría relevante y apreciable utilizando ideas y equipos adecuados para ello.

Con un experimento relativamente sencillo podemos ver que también lo que es una onda: si hacemos pasar un haz de electrones por dos rendijas, estos electrones deberán interferirse entre sí, provocando un patrón de interferencias en una pared situada delante, al igual que si tratásemos con una onda formada en el agua o con luz como el experimento de Thomas Young que hemos mencionado. ¿Cómo podemos lograr esto? Si pensamos claramente, necesitamos que los orificios por los que pase nuestras “partículas” sean de un tamaño de aproximadamente una diez millonésima parte de un milímetro.

Haciendo esto, precisamente se observa dicho patrón de interferencias, confirmando que un electrón es a la vez una partícula y una onda.

En la imagen que se forma vemos el patrón que van formando los electrones a medida que se van lanzando sobre la pantalla [2-5].

Sin embargo, llegando a este punto podemos llegar a una paradoja: “*Si se lanzan los electrones uno por uno, no deberían interferirse, ya que no tienen con quién, y debería producirse un resultado de acorde a cuando lanzamos pelotas por dos rendijas*” [5-6].

En cambio, se observa que el patrón de interferencias no varía, lo que nos lleva a preguntarnos ¿los electrones se interfieren con ellos mismos? También se puede explicar cómo que durante el trayecto o camino, el electrón actúa como una onda, razón por la cual este pasa por las dos rendijas a la vez.

Lo más sorprendente y maravilloso de este asunto llega en este punto: si ponemos un aparato para conocer por cuál de las dos rendijas pasa el electrón, el patrón de interferencias se destruye, observando únicamente dos franjas, como si de una partícula se tratase [6].

Hoy sabemos que esto se debe a que cualquier observación que se haga sobre un cierto fenómeno u objeto, a escalas microscópicas induce un cambio o perturbación en éste, lo que provoca, en este caso, que el electrón actúe durante todo el viaje como una partícula. Por estas y otras cosas la física cuántica resulta tan poco intuitiva. Revisando la bibliografía y los artículos de divulgación al respecto hemos decidido elaborar un experimento para mostrarlo a niños y público en general con interés en fenómenos científicos sorprendentes y curiosos y hemos elaborado este experimento didáctico de Young utilizando materiales económicos y procurando que los resultados sean lo más objetivos y visuales que se puedan.

2. Materiales y Métodos

Materiales:

- **Un láser.**
- **Una navaja.**
- **Un trozo de cartón delgado con dos pequeñas rendijas.**

Todo esto se colocará en una caja grande de cartón o un cuarto con poca

luz (entre más oscuro sea, mejor se verá el resultado).

Una cartulina blanca o una pared lisa donde pueda reflejarse el láser.

Plastilina.

Una liga.

Un trozo de plástico.

Métodos:

Se colocará el trozo de plástico sobre el botón de encendido del láser y se enrollará la liga en éste para que permanezca encendido, el láser se montará sobre un trozo de plastilina.



Figura 1.- Esquema del experimento en donde se aprecia el apuntador láser y la pantalla donde incide el haz.

Aproximadamente a medio metro de distancia se instalará el trozo de cartón con las dos rendijas sobre plastilina (quedando a la misma altura que el láser)



Figura 2.- Pantalla del experimento en donde se aprecia el apuntador láser y a su alrededor el color rojo de la dispersión del haz.

Todo nuestro sistema debe estar en el cuarto oscuro o caja y a por lo menos 3 metros de distancia de la pared o cartulina blanca según sea el caso.

3. Parte Experimental.

Utilizamos un apuntador más común o diodo láser. Dentro de las múltiples aplicaciones que podemos darle a este tipo de dispositivos están la investigación científica, Impresión laser, envío de señales a larga distancia (*Spotting*), el análisis de espectros, implementación de dispositivos Láser, experimentos de física, Shows con Láser, etc.

Al encender el láser y alinearlos con las dos rendijas de manera que quede exactamente en medio de éstas, sólo nos queda observar lo que sucede cuando la luz entra por cada una de las ranuras. El sentido común tal vez nos diga que sólo se podrán observar dos rayas en la pared debido a que la luz cruza por dos aperturas, pero al ir a constatar lo que se refleja nos llevamos la enorme sorpresa de que en lugar de dos rayas de luz se pueden ver con claridad una serie de líneas de luz como si tuviéramos más de dos rendijas.



Figura 3.- Esquema Mostrando los resultados de nuestro experimento, observamos del experimento en donde se aprecia el espaciado generado por la dos ranuras.

4. Resultados y Discusión.

Aquí es donde comienza la magia de la mecánica cuántica, cuyas leyes nos dicen que tanto la luz (fotones) como los electrones se comportan no sólo como

una partícula sólida sino también como una onda, parecida a las olas que se forman en la superficie del agua cuando algún objeto la perturba.

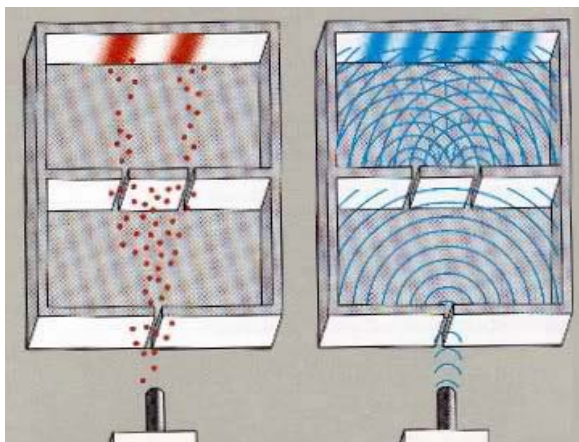


Figura 4.- Explicación visual del fenómeno tanto con partículas como con ondas.

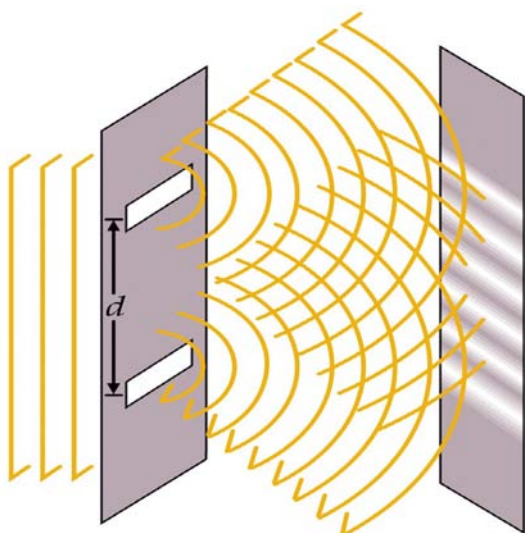


Figura 5.- Esquema Teórico ejemplificando los resultados de nuestro experimento, en donde se aprecia el espaciado generado por el espaciado de interferencia la dos ranuras [1].

En la imagen anterior podemos observar como las ondas de luz entran por cada rendija y chocan entre sí para formar más ondas, la serie de líneas que se observan reflejadas son conocidas como patrón de interferencias

y se deben a que las olas al chocar “se eliminan entre sí” y son las zonas oscuras (mínimos) que se ven a un lado de las franjas de luz (máximos) [7].

5. Conclusiones

El experimento de la doble rendija es fascinante debido a que va en contra de nuestra intuición y al ver los resultados quedamos sorprendidos. Sin duda alguna fue uno de los impulsores a seguir investigando acerca de la maravillosa física cuántica, la cual no deja de develar cosas cada vez más complejas y extrañas que parecen sacadas de la ciencia ficción. Esperamos que con este tipo de experimentos sencillos de realizar en casa, los niños y jóvenes se interesen cada vez más en la ciencia.

6. Bibliografía.

- [1].- Paul Tipler; Gene Mosca *Física Para La Ciencia y la Tecnología* (vol. II) (6ª ED.), Editorial REVERTE, 513 págs. (2010).
- [2].- A. P. French, Edwin F. Taylor, *Introduction to Quantum Physics*, ISBN-13: 978-0393091069, 1ª edición (1978).
- [3].- Richard P. Feynman; Robert B. Leighton; Matthew Sand, *The Feynman Lectures on Physics (T. III): Quantum Mechanics*, ISBN 9780201021189, Addison-Wesley, (1965).
- [4].- Antonio Rincón Corcoles, *El Origen Del Universo*, ISBN 9788492779710, Ed. Creaciones Copyright, (2010).
- [5].- Robert P. Crease, *El prisma y el péndulo: los diez experimentos más bellos de la ciencia*. ISBN 9788474239355, Ed. critica, 224 pág. (2009).
- [6].- R. P. Feynman; S. Weinberg, *Las Partículas Elementales Y Las Leyes De La Física*, ISBN 9788474324235, Ed. GEDISA, 144 págs. (1992)
- [7].- Jorge Blaschke, *Los Gatos Sueñan Con Física Cuántica y los Perros con Universos Paralelos*, Editorial Ma Non Troppo, 236 páginas, (2012).

EFEECTO TERMOELÉCTRICO: EFEECTO SEEBECK- PELTIER

Jorge Jurado González, Daniel Muñoz Santana, Alan Navarro Herrera, Jorge Torres Rodríguez, Jorge Vázquez Arce & Jorge Mata-Ramírez*

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO
CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS.
Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744

*E-mail: Jorge.Vazquez31@uabc.edu.mx

Abstract. El presente trabajo muestra la representación física del efecto Seebeck a través de un dispositivo electrónico, "Peltier", el cual consta de la unión de dos materiales semiconductores, obteniendo así la propiedad de que al incidir una corriente a través del Peltier, la placa estará caliente de un lado y del otro frío, el efecto Seebeck es la creación de una corriente eléctrica a través de una diferencia de temperatura, esta fue hecha colocando un hielo de un lado de la placa y colocando en una plancha caliente el otro lado, con ello se obtuvo una corriente eléctrica suficiente para hacer funcionar pequeños dispositivos.

Palabras claves: Efecto Peltier, Efecto Seebeck, Material semiconductor

1. Introducción

Si se calienta el punto de contacto de dos semiconductores distintos, en ese punto se pasan electrones de un semiconductor a otro. Aparece una tensión continua. Estos generadores de tensión se denominan pilas termoeléctricas [1].

Cada módulo Peltier se fabrica con telurio-bismuto ($\text{Te}_3\text{-Bi}_2$) tipo-*p*, y telurio-bismuto tipo-*n*, en pequeños bloques (figura 1) de 1 mm x 1 mm x 2 mm conectados en paralelo en forma alternada en serie, tipo-*n* - tipo-*p* - tipo-*n* - tipo-*p* -, etc. Las uniones donde la corriente va de *n* a *p* absorben calor y las uniones donde la corriente va de *p* a *n* liberan calor.

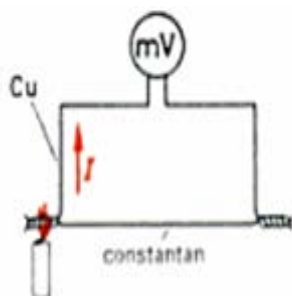


Figura 1. Muestra un termoelemento de Constantan y Cobre al incidirle una fuente de calor.

Los electrones que se dirigen hacia el material tipo *n*, ganan energía en forma de calor, mientras que para ir hacia el material tipo *p*, los electrones ceden calor.

Si se envía corriente continua a través de una pila termoeléctrica (Fig.2) Varía la temperatura en ambos puntos de la soldadura. Según el sentido de la corriente en la pila termoeléctrica, aparece una elevación de la temperatura en un punto de la temperatura, mientras que en el otro decrece, esto es el denominado efecto Peltier [2-3].

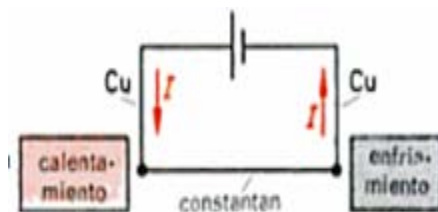


Figura 2. Muestra el funcionamiento grafico de la unión de dos materiales al incidírseles una corriente eléctrica, en este caso de cobre Cu y Constantan (55% cobre y 45% níquel).

A partir de la unión de estos semiconductores distintos, si las uniones se

mantienen a distintas temperaturas, dentro de ciertos intervalos de temperatura, se produce una circulación de corriente eléctrica, es lo que denominamos efecto Seebeck [1-3].

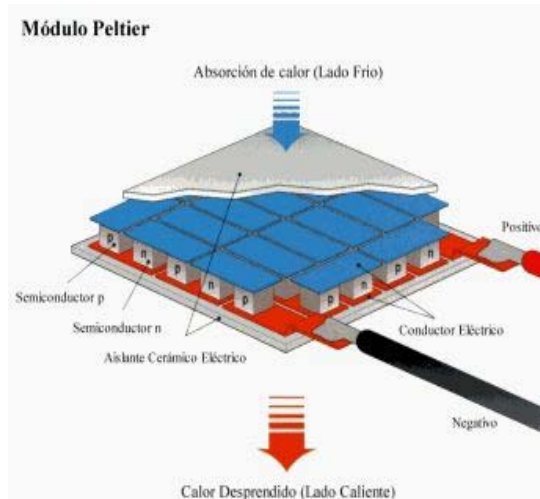


Figura 3. Mecanismo de funcionamiento de un Peltier [5].

Estos dos efectos, el Peltier y el Seebeck son la base del dispositivo llamado termopar. El calor que emana de la unión de estos materiales, se calcula apartir de la suma de los calores de Joule y de Peltier:

$$Q = P^2 R + P (\sigma_a + \sigma_b)$$

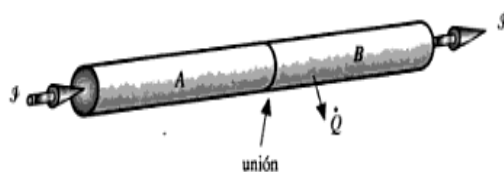


Figura 3. Muestra la unión de los semiconductores A y B.

Aquí, σ_a y σ_b son los coeficientes de Seebeck para los materiales A y B. Estos coeficientes son los valores matemáticos del calor de Peltier, y en general son funciones de la temperatura del material.

Lo más importante como ya se ha mencionado, es que el efecto Peltier es invertible, agregando calor hacia la unión, con lo que se induce una corriente eléctrica en los conductores [2].

Estos principios son de suma importancia en distintas aplicaciones, se aplican en construcciones refrigeradoras y de climatización.

En lugar del vaporizador frigorífico de compresión se instala un elemento Peltier. Varios elementos Peltier montados en serie forman un bloque refrigerante. La conexión se efectúa de forma que los puntos de contacto fríos queden a un lado y los calientes en el lado opuesto. De este modo se toma el calor en un extremo del bloque refrigerador y cede en el extremo opuesto [3].

2. Materiales y Métodos

1. Un peltier.
2. Hielo.
3. Plancha de laboratorio.
4. Una bocina pequeña de no más de 5 volts.

3. Parte Experimental.

El experimento consiste en colocar el peltier de manera que este en condiciones apropiadas para generar una corriente. La idea es producir una diferencia de temperatura necesaria en las placas del Peltier de modo que se genere una corriente suficiente para hacer funcionar algún pequeño dispositivo electrónico en este caso una bocina.



Figura 4. Muestra un dispositivo Peltier utilizado en el experimento.

Se colocó el Peltier sobre una plancha caliente, con una temperatura lo suficientemente caliente para poder acentuar la diferencia de temperatura. Del otro lado del Peltier, la manera practica de enfriarlo fue colocando sobre el un hielo, la

temperatura del hielo tomada fue de cero grados. Esa diferencia de temperatura generada es suficiente para generar una corriente, esa corriente se debe medir con un Multímetro.

Al conocer la corriente que pudimos generar buscamos un dispositivo que pudiéramos hacer funcionar con dicha corriente, se eligió una bocina.

4. Resultados y Discusión.

El Peltier utilizado es la unión de dos semiconductores, el telurio y el bismuto. Lo que realmente esta sucediendo en el Peltier se puede explicar en base a la densidad electrónica de cada uno de los materiales, el telurio es un elemento de la familia 6 y el bismuto de la familia 5. El telurio es un elemento que contiene mayor densidad electrónica (recordemos que la densidad electrónica es la probabilidad de encontrar un electrón en una cierta región), esto nos indica que la los electrones que están del lado del telurio pasan más lento a través de la placa, como consecuencia ese es el lado frio, mientras que por el bismuto que es el elemento que contiene menor densidad electrónica, los electrones pasan mas libremente. Esta es la razón de por la que un lado esta frio y el otro caliente.

Tabla1. Muestra las temperaturas utilizadas en el experimento así como los volts generados por dicha diferencia.

Temperatura lado frio	0 grados centígrados
Temperatura lado caliente	120 grados centígrados
Volts generados	3 volts
Volts por grado	25 mV

La *f.e.m.* termoeléctrica generada es del orden de algunos milivots por grado, no depende más que de la diferencia de temperaturas de la soldadura caliente y la soldadura fría. Su medida permite determinar, por tanto, esta diferencia de temperatura con la ayuda de pares termoeléctricos [1].

La temperatura a la que se calentó la plancha fue de 120 grados centígrados mientras que del otro lado se utilizó un hielo a 0 grados (tabla1), con esta diferencia de temperatura se puede conocer la corriente que debería generar. La energía que se obtuvo fue de 3 volts aproximadamente, la fuerza termoeléctrica obtenida fue de aproximadamente **25 milivolts** por grado centígrado.

La energía generada por la diferencia de temperatura parece coincidir con lo que marca la teoría, sin embargo, esta energía es menor a la que se podría generar debido a que no podemos olvidar las leyes de transferencia de calor de la termodinámica, la cual marca que un cuerpo caliente transfiere su energía a un cuerpo frio, esto se puede ver físicamente en el experimento ya que al tener la soldadura en la plancha, esta genera tanto calor que eventualmente transfiere su calor al lado que debe estar frio a pesar del hielo que se le coloque es decir, el hielo que se coloca del lado que debe estar frio, realmente no esta a cero grados ya que con el calor que se genera por la plancha se transfiere al lado frio derritiendo simultáneamente el hielo que se le coloque.

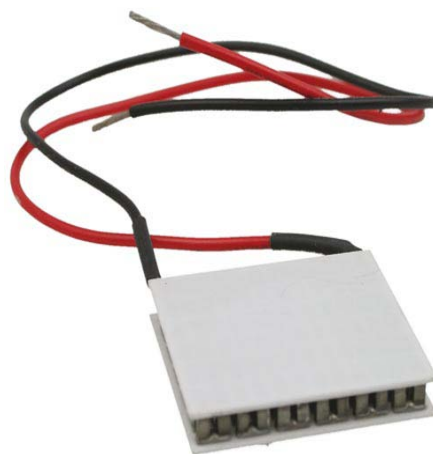


Figura 5. Dispositivo original para el experimento.

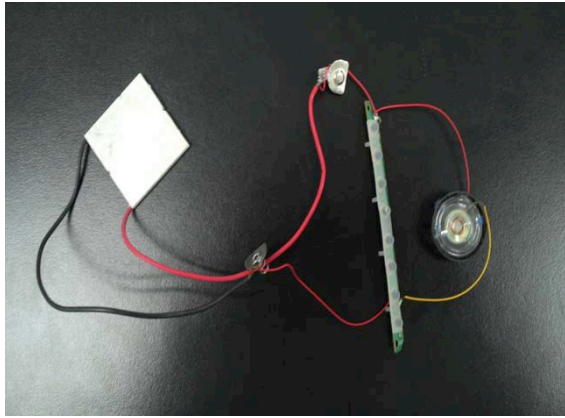


Figura 6. Muestra el dispositivo montado del Peltier y la bocina, dentro del experimento.

4. Conclusiones

El efecto Seebeck consiste en generar una corriente eléctrica a partir de una diferencia de temperatura generada, en este caso sobre un Peltier, este principio es de mucha importancia ya que con el y con ayuda de otros principios como el de Thompson y el efecto joule [2], se puede explicar el funcionamiento de un generador termoeléctrico. Estos generadores son de uso cotidiano para todos nosotros. El voltaje obtenido en este experimento fue de 3 volts, dicho voltaje parece ser bajo, aunque considerando la ley de la termodinámica sobre la transferencia de calor y la no precaución que se tuvo sobre ella, los 3 volts fueron suficientes para demostrar perfectamente el efecto Seebeck.

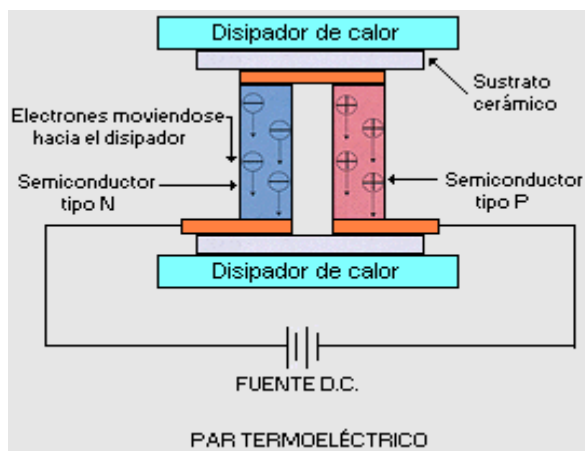


Figura 7. Unión de Soldaduras N-P [6].

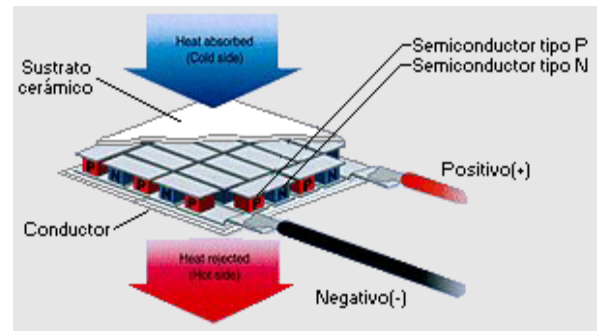


Figura 8. Funcionamiento y diseño de un Elemento Termoeléctrico [6].

5. Bibliografía.

- [1].- **André Fouillé**, Compendio de Electrotecnia, Primera edición, editorial *Desforges*, Paris Francia, pág. 97 (1979).
- [2].- **Rolle Kurt C.**, Termodinámica, Sexta edición, Editorial *Pearson*, México D.F., Pág. 599 (2006).
- [3].- **Senner Adolf**, Principios de Electrotecnia, Primera Edición, Editorial *Reverté*, Barcelona España, Pág. 69 (1994).
- [4].- **Fink Donald G., Beaty H. Wayne, Carrol John M.**, Manual Práctico de Electricidad Para Ingenieros, Onceava Edición, Editorial *Reverté*, Barcelona España, pág. 2 (1981).
- [5].- **Michael Spry**, *Rethinking Thermoelectric Effects In Seebeck And Peltier Elements: Toward A Unifying Paradigm*, CreateSpace Independent Publishing Platform; 1 edition, 118 pages (2013).
- [6].- Web, consultado 10 noviembre de 2013.
http://www.electricosonline.com/Privado/Electricidad/efecto_peltier

COORDENADAS CILÍNDRICAS, ESFÉRICAS Y RECTANGULARES “UN CASO PRÁCTICO”

Jesús Vázquez Suarez, Luis Enrique Hernández Beltrán, Diana Guadalupe Cruz Ramírez, Ollinahui Almazán González, Sergio Iván Retan Aguilera, Andrés Lara Núñez & Jesús Salinas Coronado*

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO
CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS.
Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333.

*E-mail: jesus.salinas.coronado@uabc.edu.mx

Abstract. La idea principal de este proyecto surgió como una necesidad de mostrarle a los alumnos la manera en cómo se trabaja la facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, principalmente en la carrera de Ingeniería industrial en conjunto con la materia de Matemáticas III (cálculo multivariable) con el tema Coordenadas Cilíndricas, Esféricas y Rectangulares “un caso práctico”, se puede comprender un poco mas su aplicación en la ubicación de ciudades, encontrar un punto dentro de un plano en segunda (2D) y tercera dimensión (3D), es fácil visualizar un punto en 2D pero cuesta un poco mas de trabajo visualizar dicho punto en 3D y como ayuda construimos un globo terráqueo interactivo.

Palabras claves: ingeniería, coordenadas, cilíndricas, esféricas, rectangulares.

1.-Introducción

En la materia de matemáticas III (cálculo multivariable) dentro de las diferentes unidades que se ven en el semestre; en este caso particular sobre el tema de Coordenadas Cilíndricas, Esféricas y Rectangulares; indicado en la unidad uno, “Vectores y Geometría en el espacio”. Tiene como interés el mostrar al alumno de una manera divertida y tecnológica sus diferentes aplicaciones.

Existen algunos trabajos previos a este proyecto, pero con esta nueva idea se busca mejorar dichos trabajos, haciendo que el alumno se lleve una mejor opinión sobre el.

“La manera usual de representar un punto en el plano 2D es mediante coordenadas rectangulares (x,y) ; sin embargo las coordenadas polares en un plano pueden ser muy útiles.”

Las coordenadas cilíndricas se representan como: (r,θ,z) . Formando parte de un plano (x,y,z) .

Las coordenadas cilíndricas no es la única generalización posible a tres dimensiones de las coordenadas polares. Recordemos que en las dimensiones, la magnitud de x_i+y_j es $r = \sqrt{x^2 + y^2}$ en el sistema de coordenadas polares. Con las coordenadas cilíndricas la longitud del vector $x_i+y_j+z_k$, se representa por:

$$\delta = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2},$$

en cambio, usamos la magnitud $r = \sqrt{x^2 + y^2}$, ángulo θ y la altura z , vamos introduciendo esto con el sistema de coordenadas esféricas, que usa como coordenada. Las coordenadas esféricas son útiles con frecuencia en problemas donde hay simetría esférica (simetría relativa a un punto), mientras que las coordenadas cilíndricas se pueden utilizar cuando hay simetría cilíndrica.

Dado en un punto (x,y,z) en tercera dimensión. La coordenada z viene dada por:

$$z = \delta \cos \Phi,$$

donde Φ es el ángulo (entre 0 π , ambos inclusive) que forma el radio del vector $v = x_i + y_j + z_k$, con el eje positivo de la z .

Con este trabajo se mostrará al alumno como transformar de:

Coordenadas Esféricas a Rectangulares:

$$x = \rho \sin \phi \cos \theta \quad (1)$$

$$y = \rho \sin \phi \sin \theta \quad (2)$$

$$z = \rho \cos \theta \quad (3)$$

Coordenadas Rectangulares a Esféricas:

$$\rho^2 = x^2 + y^2 + z^2 \quad (4)$$

$$\tan \theta = \frac{y}{x} \quad (5)$$

$$\phi = \arccos\left(\frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}\right) \quad (6)$$

Coordenadas Esféricas a Cilíndricas:

$$r^2 = \rho^2 \sin^2 \phi \quad (7)$$

$$\theta = \theta \quad (8)$$

$$z = \rho \cos \phi \quad (9)$$

Coordenadas Cilíndricas a Esféricas:

$$\rho = \sqrt{r^2 + z^2} \quad (10)$$

$$\theta = \theta \quad (11)$$

$$\phi = \arccos\left(\frac{z}{\sqrt{r^2 + z^2}}\right) \quad (12)$$

Coordenadas Cilíndricas a Rectangulares:

$$x = r \cos \theta \quad (13)$$

$$y = r \sin \theta \quad (14)$$

$$z = z \quad (15)$$

Coordenadas Rectangulares a Cilíndricas:

$$r^2 = x^2 + y^2 \quad (16)$$

$$\tan \theta = \frac{y}{x} \quad (17)$$

$$z = z \quad (18)$$

“Así como los puntos en el espacio 2D pueden ponerse en una correspondencia uno a uno con pares de números reales usando dos rectas coordenadas perpendiculares los puntos en el espacio 3D pueden ponerse en una correspondencia uno a uno con triadas de números reales” [2].

2. Materiales y Métodos

• Coordenadas cilíndricas:

Ya se ha visto que algunas gráficas bidimensionales son muy fáciles de representar en coordenadas polares que en coordenadas rectangulares. Algo semejante ocurre con las superficies en el espacio.

El sistema de coordenadas cilíndricas, es una extensión de las coordenadas polares del plano al espacio tridimensional.

En un sistema de coordenadas cilíndricas un punto en el espacio se representa por medio de una terna ordenada (r, θ, z) . Siendo:

1. (r, θ) una representación polar de la proyección de p en el plano xy .
2. z la distancia dirigida de (r, θ) a p .

• Coordenadas esféricas:

En el sistema de coordenadas esféricas, cada punto se representa por una terna ordenada: la primera coordenada es una distancia, la segunda y la tercera coordenadas son ángulos.

El sistema de coordenadas esféricas en un punto p en el espacio se representa por medio de una terna ordenada (δ, θ, Φ) . Siendo:

1. δ la distancia entre p y el origen, δ mayor o igual a cero.
2. θ el mismo ángulo utilizado en coordenadas cilíndricas para ser mayor o igual a cero.
3. Φ el ángulo entre el eje z positivo y el segmento de la recta op , cero menor o igual a Φ y menor o igual a π .

Hay que observar que la primera, la tercera coordenada y Φ , son positivas. δ es la letra minúscula ro, y Φ es la letra griega minúscula fi.

El sistema de coordenadas esférico es útil principalmente para superficies en el espacio que tiene un punto o centro de simetría.

Este sistema es similar al sistema de latitud-longitud que se usa para identificar puntos sobre la superficie de la tierra.

Un ejemplo sería:

Un punto en la superficie de la tierra cuya latitud es 40° Norte (respecto al ecuador) y cuya longitud es 80° oeste (respecto al meridiano cero). Si se supone que la tierra es esférica y tiene un radio de 4000 millas, este punto sería:

(4000,- 80°,50°).

En las jornadas se presentaron ejemplos como en clase y además se realizó un caso práctico para encontrar las coordenadas de dos ciudades. Realizando los siguientes pasos:

1. Diseño: se utilizó un globo terráqueo para mostrar el siguiente problema:

“Los Ángeles se localiza a 34.05° de latitud norte y 118.24° de longitud oeste, y Rio de Janeiro, Brasil, se localiza a 22.90° de latitud sur y 43.23° de longitud oeste. Suponer que la tierra es esférica y tiene un radio de 4 000 millas” [3].

2. Entorno: se realizó el cambio de coordenadas durante una sesión de clases.

3. Intervenciones: se realizaron los siguientes cálculos.

- Hallar las coordenadas esféricas (CE) para la ubicación de cada ciudad.
- Hallar las coordenadas rectangulares (CR) para la ubicación de cada ciudad.
- Hallar las distancias del círculo máximo entre las ciudades.

3. Parte Experimental.

Realizamos un globo terráqueo para que nuestro público pudiera observar detalladamente nuestros cálculos y resultados. Ya teniendo el material a la mano, indicarán las coordenadas que anteriormente se calcularon.

4. Resultados y Discusión.

Resultados:

Después de realizar varios intentos de crear un Globo terráqueo con coordenadas, elegimos el modelo adecuado para realizar nuestras actividades y así poder mostrar a los alumnos un trabajo sin errores y con la mayor aproximación posible.

En la tabla 1 se puede observar los cálculos para obtener coordenadas esféricas y rectangulares también otra aplicación que es la distancia máxima del centro de la tierra hasta la ciudad.

Tabla 1. Cálculos matemáticos

Ciudad	Los Angeles	Rio de Janeiro
CE	$\rho = 4000$ $\theta = -118.24$ $\phi = 55.95$	$\rho = 4000$ $\theta = -43.33$ $\phi = 22.90$
CR	$x = -1568.16$ $y = -2919.71$ $z = -2236.66$	$x = 1132.21$ $y = -1068.06$ $z = 3684.71$
Distancia	$r\theta = 472.960$	$r\theta = 173.220$

También se muestra el modelo ya terminado donde se guiarán para la ubicación de las ciudades (Figura 1).



Fig.1 Fotografía del Globo terráqueo utilizado en este trabajo.

Discusión:

Nuestro trabajo se realizó para ayudar al alumno a conocer y convertir coordenadas, de unas a otras. Facilitamos el aprendizaje mediante un esquema dinámico y entretenido, así pudiendo visualizar la importancia del cálculo aplicada en la vida cotidiana.

Algo que fue de reconocerse es la falta de conocimiento del tema, tanto de, que es una coordenada, como de que existen diversas formas de representarse, así como de conversiones entre ellas.

4. Conclusiones

La presentación de nuestro proyecto se concluye en las XX Jornadas de Ingeniería, Arquitectura y Diseño mediante una exposición a los alumnos donde se muestran los cálculos realizados y el proyecto terminado.

“Suponga que en un sistema de coordenadas cartesianas y otro de coordenadas cilíndricas se colocan de un modo que el plano xy es el plano polar del sistema de coordenadas cilíndricas. Y que la parte positiva.

Hasta ahora se ha localizado un punto en un plano mediante coordenadas cartesianas rectangulares. Otros sistemas Coordenados permiten ubicar un punto en un plano” [4].

El nombre “coordenadas cilíndricas” proviene del hecho de que la grafica de $r=c$ es un cilindro circular recto como el de los ejemplos anteriores, las coordenadas cilíndricas se presentan con frecuencia en problemas físicos en los que se tiene un eje de simetría.

Cumpliendo nuestro objetivo de dar a conocer las distintas formas de representar y explicarles los procedimientos de conversión. Así como el éxito que obtuvimos al momento de darles los conocimientos previos y pudieran resolver las distintas conversiones.

6.-Bibliografía.

- [1].- Marsden, Jerrold E.; Tromba, Anthony J., *Calculo Vectorial*, Pearson, pp 61-69, Quinta Edición, Madrid (2004).
- [2].- Anton, Howard; Bivens, Irl Davis, Stephen., *Cálculo multivariable*, Limusa, pag. 786, Segunda Edición, México (2011).
- [3].- Larson, Ron; Hostetler, Robert P.; Edwards, Bruce H., *Calculo II de varias Variables, Volumen II*, Mc Graw Hill, pp820-830, Octava Edición. Mexico DF (2006).
- [4].- Leithold, Louis., *El Cálculo*, Oxford, pag. 752, séptima edición, México (1994).

VISUALIZANDO LA CÉLULA: PROTEÍNAS FLUORESCENTES

Brandon Adolfo Huerta-Plaza, Armando Sotelo-Corrado, Ana Victoria Gutiérrez-Montoya, José Juan Araiza-Liera, Brianda Jazmín Delgado-Vázquez & Haydeé López-Rodríguez*

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO

CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS.

Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333.

*E-mail: a334169@uabc.edu.mx

Abstract. Una manera de identificar la distribución de orgánulos o función que llevan a cabo algunas de la proteínas que se encuentran involucradas en diferentes procesos celulares es marcándolas con proteínas fluorescentes. Las proteínas fluorescentes generalmente no intervienen con la función que llevan a cabo las proteínas bajo estudio, lo que las hace excelentes marcadores in vivo. El siguiente trabajo presenta una breve revisión bibliográfica de las aplicaciones de las proteínas fluorescentes en la biología celular como marcadores que permiten visualizar diferentes moléculas o procesos que se llevan a cabo dentro de una misma célula, así como también se presenta la expresión de tres variantes de proteínas fluorescentes, dtomato, mGrape y YFP, producidas en la bacteria *Escherichia coli*.

Palabras claves: proteínas fluorescentes, *Escherichia coli*, sistemas de expresión

1. Introducción

La primer proteína fluorescente (PF) encontrada fue la proteína verde fluorescente (GFP, Green fluorescent protein), la cual fue aislada de extractos de la medusa *Aequorea victoria*[1]. Posteriormente el gen que codifica para esta proteína fue aislado y se logró su expresión recombinante en bacterias [2]. En la actualidad se han encontrado nuevas fuentes de proteínas fluorescentes, como son anemonas y corales (DsRFP).

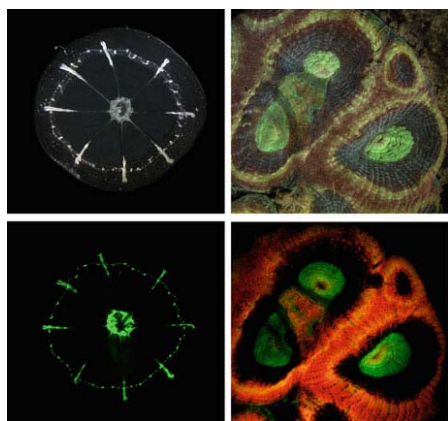


Figura 1. Las fotografías en la parte superior fueron tomadas durante el día, en la izquierda se muestra una medusa y a la derecha un coral. En la parte inferior se muestran las imágenes fluorescentes de la distribución de las proteínas fluorescentes verde y roja [3].

La estructura de las proteínas fluorescentes fue descrita primero para la GFP de *A. victoria* (avGFP). La cristalografía de rayos X de la avGFP y sus homólogos, reveló que estas proteínas tienen una estructura de barril β , compuesta de 11 hojas β que forman un cilindro asimétrico (Fig. 2). En el centro del barril β se encuentra el fluoróforo (4-(p-hidroxibenzilideno)-5-imidazolidinona), el cual es generado a partir de los propios aminoácidos de la proteína. El fluoróforo de la avGFP es derivado del tripéptido serina-tirosina-glicina. En una serie de reacciones químicas, que incluyen ciclización de la cadena principal, la eliminación de una molécula de agua y la oxidación por oxígeno molecular, este tripéptido es convertido en el cromóforo característico de las proteínas fluorescentes [4].

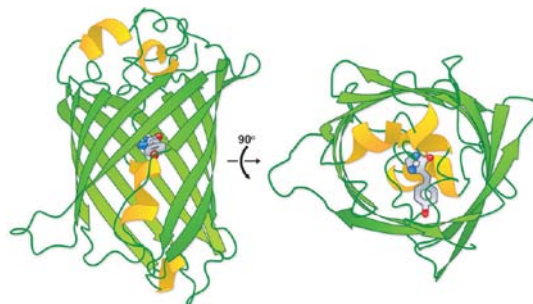


Figura 2. Estructura de la proteína avGFP [4].

A partir de los genes de las proteínas fluorescentes se generaron mutantes con la finalidad de obtener una gama diversa de colores, ya que cada proteína tiene su propio pico de excitación y de emisión, en el caso de la GFP la longitud de onda a la cual se excita esta alrededor de los 390 nm. Al introducir el gen de una proteína fluorescente en una célula, esta puede sintetizar la proteína fluorescente, incluso se puede manipular para que solo ciertos orgánulos celulares la produzcan, adicionando secuencias señales. También puede ser manipulado para que su producción sea tejido específica, utilizando secuencias promotoras propias del tejido [5]. Las proteínas fluorescentes han revolucionado el estudio de la localización y la dinámica de proteínas en células vivas, funcionan como biosensores, ya que al unir el gen de una PF con el de una proteína de interés, se crea una especie de proteína quimérica; esta proteína quimérica puede ser observada y localizada utilizando un microscopio de fluorescencia. Otra ventaja de las PF es que al existir diferentes colores pueden utilizarse diferentes PF en una misma célula y marcar orgánulos o proteínas de diferentes colores y monitorearlas al mismo tiempo (Fig. 3) [6].

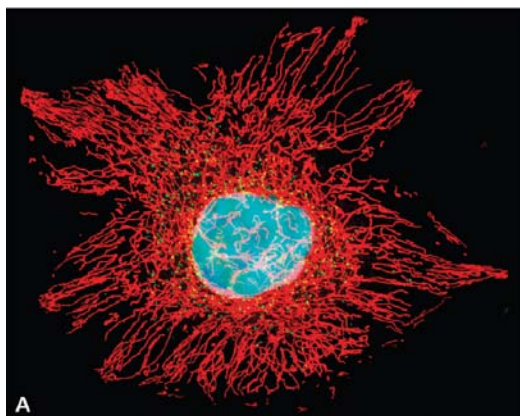


Figura 3. Imagen de una célula HeLa marcada con las proteínas fluorescentes mCerulean (histona H2B en núcleo, cyan), mKusabira (peroxisomas, verde) y mPlump (señal de localización mitocondrial, rojo) [6].

Las proteínas fluorescentes pueden ser producidas y purificadas en diversos sistemas de expresión. El sistema más estudiado y sencillo para la producción de proteínas recombinantes es la bacteria *Escherichia coli*. En este sistema es fácil producir y visualizar indirectamente a las proteínas fluorescentes, además la expresión de estas proteínas puede ser controlada dependiendo de la cepa que se utilice. En este trabajo se produjeron proteínas fluorescentes utilizando la cepa de *E. coli* BL21 (DE3) ya que el plásmido en donde se encuentran clonados los genes que codifican para las proteínas fluorescentes están regulados por el promotor del virus T7 y esta cepa puede producir la enzima T7 RNA polimerasa.

2. Materiales y Métodos

La expresión de las proteínas fluorescentes se llevó a cabo utilizando el sistema de expresión T7. Los genes de las proteínas fluorescentes están clonados en el plásmido pRSET B (Invitrogen), el cual cuenta con la secuencia del promotor T7 que sólo es reconocido por la RNA polimerasa del virus T7. La producción de la polimerasa T7 está regulada bajo el promotor del operon *lac* por lo tanto su producción se induce utilizando el análogo a la lactosa, Isopropil β -D-1-tiogalactopiranosido (IPTG) (Fig. 4).

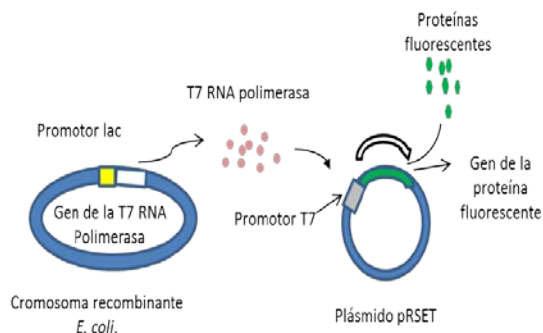


Figura 4. Representación gráfica del sistema de expresión t7.

Se trabajaron con las cepas de *E. coli* DH5 α y BL21 (DE3). El medio de cultivo Luria-Bertani (LB) está compuesto de Triptona (10 g/L) Extracto de levadura (5 g/L) y NaCl (10 g/L) y en para la creación de placas se le agregó como agente solidificante AGAR (15 g/L). Los medios fueron esterilizados en autoclave a 121 °C y 15 *psi* durante 15 minutos. Las preparación de células químicamente competentes con CaCl₂ y la transformación de basaron el protocolo de Sambrook *et al* 2001 [7]. Se utilizó una incubadora marca MRC modelo LM-570. Para el lavado de las células se utilizó una centrifuga *ependorf* modelo 5417 R. El buffer de lavado PBS (Phosphate Saline Buffer) está compuesto por NaCl 137 *mM*, KCl 2.7 *mM*, Na₂HPO₄ 10 *mM*, KH₂PO₄ 1.8 *mM*.

3. Parte Experimental.

Los plásmidos que contenían los genes de las proteínas fluorescentes, strawberry, dtomato, YFP, orange, cyan y grape, contenidos en la cepa DH5 α , fueron purificados utilizando el kit GeneJET Plasmid Miniprep (Thermo Scientific). Se prepararon células competentes BL21 (DE3) utilizando el método de CaCl₂ y posteriormente fueron transformadas con los plásmidos de las proteínas fluorescentes y sembrabas en placas con medio LB con una concentración de carbencilina de 50 μ g/ml y 1*mM* de IPTG. Las cajas se incubaron durante 24 horas a 37 °C. Después estas fueron incubadas a temperatura ambiente 25 °C; hasta observar coloración en las colonias. Se realizaron más placas con medio LB/carbencilina (50 μ g/ml) e IPTG, se resembraron las colonias y se incubó de nuevo durante 24 horas a 37 °C. También se tomó una pequeña muestra de las colonias y se sembraron en tubos con 10 ml de medio LB líquido con carbencilina (50 μ g/ml) e IPTG, los tubos fueron incubados a 37 °C en

agitación (250 rpm) durante 18 horas. Se tomaron 1.5 ml de las células cultivadas en medio líquido, se centrifugaron a 7,000 rpm por 3 min y se lavaron con 500 μ l de PBS (Buffer de Fosfatos Salino), esto se repitió dos veces. Posteriormente fueron observadas bajo luz ultravioleta. Las bacterias sembradas en caja y las lavadas con PBS fueron mostradas bajo luz UV y en las XX Jornadas se explicó a los estudiantes la importancia de las proteínas fluorescentes en el estudio de la biología celular.

4. Resultados y Discusión.

Inicialmente se trabajó con los genes que codifican para 6 proteínas fluorescentes, sin embargo solo se logró la correcta expresión y visualización de 3 de ellas, dtomato, YFP y grape. Se comprobó que todas las cepas BL21 (DE3) transformadas tenían incorporado el plásmido ya que todas tenían la capacidad de crecer en medio con el antibiótico carbencilina, sin embargo, no hubo expresión de las proteínas strawberry, cyan y orange. Las falta de expresión se puede deber a que la cepa BL21 (DE3) a veces expresa proteínas de manera lenta incluso en la presencia de IPTG, para resolver esto se puede utilizar otra cepa como la JM109 la cual generalmente no presenta ningún problema de expresión. Las bacteria que expresaban las proteínas dtomato, YFP y grape fueron mostradas en liquido ya que ahí es donde se vio mayor fluorescencia (Fig.5).



Figura 5. Bacteria expresando las proteínas fluorescentes dtomato, YFP y grape.

5. Conclusiones

Existen diferentes formas de visualizar los procesos biológicos que ocurren dentro de las células, así como también las estructuras y los orgánulos. Uno de los primeros métodos fue la utilización de colorantes, sin embargo, la utilización de estos tiene que ser en células fijadas, lo cual es una desventaja ya que solo podemos visualizar lo que estaba sucediendo momentos antes de su muerte. A diferencia de los colorantes, las proteínas fluorescentes permiten observar las estructuras y procesos celulares *in vivo*. En la actualidad gracias a los avances en la biología molecular es muy sencillo formar proteínas quiméricas, las cuales el gen de la proteína de interés se fusiona con el gen de una proteína fluorescente, ya sea en lo que será el extremo N-terminal o C-terminal, y ambas se expresan como una sola proteína. Generalmente, esta unión no interfiere con la actividad biológica de la proteína por lo tanto se puede ver su actividad dentro de la celular. Además se han generado variantes mediante mutaciones, lo cual nos permite utilizar más de una proteína fluorescente e identificar diferentes proteínas al mismo tiempo. En este trabajo se mostró la producción de proteínas fluorescentes solas en la bacteria *E. coli* y se visualizaron diferentes colores.

6. Bibliografía.

- [1].- Shimomura, O., Johnson, F.H. y Saiga, Y. "Extraction, purification and properties of aequorin, a bioluminescent protein from the luminous hydromedusa, *Aequorea*". J Cell Comp Physiol 59:223–239 (1962).
- [2].- Chalfie, M., Tu, Y., Euskirchen, G., Ward, W.W. y Prasher, D.C. Green fluorescent protein as a marker for gene expression. Science 263:802–805 (1994).
- [3].- Wiedenmann, J., D'Angelo C., y Nienhaus, G.U. "Fluorescent Proteins: Nature's Colorful Gifts for Live Cell Imaging. Fluorescent Proteins II Application of Fluorescent Protein Technology Part I." Jung, G. (editor). Springer Berlin Heidelberg. 3 -34p (2012).
- [4].- Frommer, W.B., Davidson, M.W. y Campbell, R.E. "Genetically encoded biosensors based on engineered fluorescent proteins". Chem. Soc. Rev., 38, 2833–2841 (2009).
- [5].- Nienhaus, G.U. y Wiedenmann, J. "Structure, dynamics and optical properties of fluorescent proteins: perspectives for marker development." Chemphyschem 10:1369–1379 (2009).
- [6].- Day, R.N. y Davidson, M.W. "The fluorescent protein palette: tools for cellular imaging". Chem Soc Rev 38:2887–2921 (2009).
- [7].- Sambrook, J. y Russell D.W. A laboratory manual: "Protocol 25 Preparation and Transformation of Competent *E. coli* using Calcium Chloride". Molecular Cloning. (3rd edition) 1:1. 116–1.118 (2001).

CÁLCULO DE CENTROIDES

Alberto Parra Meza*, Miguel Mario Juárez Villarreal*, Manuel Ramos Muñiz, Joanna Santillán González, Girón Nava Tania Monserrat

Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, UABC.

Km 106 Carretera Tijuana-Ensenada. Ensenada, Baja California, México Tel. 1744333

*E-mail: albertoparra@uabc.edu.mx mmjuarezv@uabc.edu.mx

Resumen. En este trabajo se presenta el proceso y los resultados obtenidos de un concurso dirigido a estudiantes universitarios dentro del marco de las XX jornadas FIAD. Para tal efecto se elaboraron en madera áreas compuestas conformadas por figuras comunes; el concurso consistió en calcular la ubicación del centroide de cada área. Esta actividad tiene conexión directa con el tema de centroides y centros de gravedad que se encuentra en el contenido de la materia de Estática, la cual, se imparte en el segundo semestre del tronco común de los programas de ingeniería que ofrece la Facultad. Las características particulares del concurso facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que refuerza los conceptos vistos en clase por el estudiante; además, puede ser tomado como referencia para implementar prácticas de este tema en el laboratorio de la materia. Aunado a lo anterior, el concurso es un medio para la sana convivencia y competencia entre los estudiantes.

Palabras clave: Estática, Centroide, Centro de gravedad.

1.- Introducción

Siendo ya prácticamente una tradición, en jornadas anteriores de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño (FIAD) de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), se han realizado concursos entre los estudiantes de ingeniería, involucrándolos con algunos temas de diferentes materias que se imparten en la Facultad; en esta ocasión, para las XX jornadas de la FIAD, se realizó un concurso referente al tema de **centroides**, el cual, se encuentra en el contenido del curso de Estática que se imparte en el tronco común de los programas educativos de ingeniería de la FIAD.

En el curso de Estática se le enseña al estudiante a calcular la ubicación del centroide de áreas compuestas, conformadas por figuras comunes (rectángulos, triángulos, círculos, etc.); la ubicación del centroide queda referida al origen de un sistema de ejes coordenados; en la figura 1 se muestra un área compuesta por un triángulo rectángulo

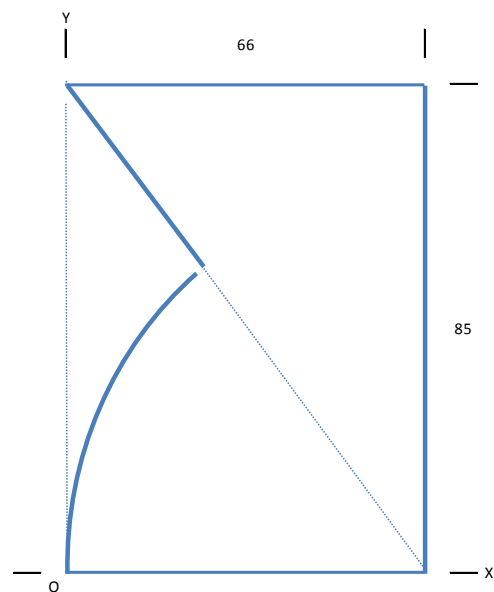


Figura 1. Área compuesta por un triángulo rectángulo y un sector circular.

y un sector circular.

Para llevar a cabo el concurso se elaboraron dos áreas de triplay de madera de $\frac{3}{4}$ " de espesor, mismas que se muestran en la figuras 2 y 3.



Figura 2. Área compuesta (1).



Figura 3. Área compuesta (2).

Para calcular el centroide de un área compuesta conformada por figuras comunes se sigue un procedimiento basado en operaciones básicas (suma, resta y multiplicación); además, se requiere el cálculo de las áreas de las figuras comunes y de las distancias del centroide de cada una de éstas al origen de un sistema de coordenadas. En la figura 4 se muestra un ejemplo del cálculo de la ubicación del centroide para un área compuesta por tres figuras comunes: un círculo positivo, un sector circular negativo y un triángulo rectángulo positivo.

El cálculo del área de un círculo se obtiene con la siguiente ecuación:

$$A = \pi r^2 \quad \text{ec. (1)}$$

Donde r = radio del círculo;

el centroide de esta figura común se ubica al centro de la misma.

Para un sector circular el área se calcula con la siguiente ecuación:

$$A = \frac{1}{2} r^2 \alpha \quad \text{ec. (2)}$$

Donde r = radio del círculo y α rad es en radianes la mitad del ángulo que forma el sector circular; el centroide de esta figura se ubica sobre una línea que parte por la mitad al sector, a una distancia dada por la siguiente ecuación:

$$l = \frac{2r \sin \alpha}{3 \alpha} \quad \text{ec. (2)}$$

Medida desde el vértice; el ángulo α en la función seno es el mismo que α rad descrito anteriormente pero medido en grados.

Para un triángulo rectángulo el área se calcula con la siguiente ecuación:

$$A = \frac{bh}{2} \quad \text{ec. (3)}$$

Donde b es la base y h la altura del triángulo; el centroide de esta figura se ubica a un tercio de la base y a un tercio de la altura, medidos a partir del vértice donde está el ángulo recto.

Las coordenadas del centroide del área compuesta se obtienen con las siguientes ecuaciones:

$$\bar{x} = \frac{\sum Ax_o}{\sum A} \quad \text{ecs. (3)}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum Ay_o}{\sum A}$$

Hay áreas compuestas, como las utilizadas en este concurso, en las que se requiere identificar las figuras comunes que la

conforman y si son positivas o negativas. Esto último es algo que al estudiante le cuesta trabajo definir en algunas áreas compuestas vistas ejemplos de clase.

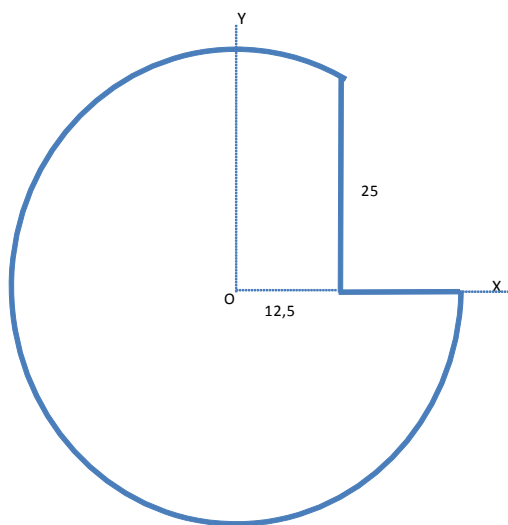


figura	A	Xo
círculo +	2454,37	0
sector circular -	-432,48	15,05
triángulo +	156,25	8,33
Σ	2178,14	

A Xo	Yo	A Yo
0	0	0
-6510,42	9,30	-4023,66
1302,08	8,33	1302,08
Σ -5208,33		Σ -2721,58

$$x = -2,3912$$

$$y = -1,2495$$

Figura 4. Cálculo de la ubicación del centroide de un área compuesta.

El área compuesta en la figura 2 está conformada por un rectángulo y un triángulo rectángulo positivos, más un sector circular negativo; esta área ha sido utilizada como ejercicio o examen en algunos cursos de estática en periodos escolares recientes. El área compuesta de la figura 3 fue generada específicamente para el concurso y la combinación de figuras comunes que la conforman puede variar, siendo más compleja que la del área compuesta de la figura 2.

2. Materiales y Métodos

Las dos áreas compuestas elaboradas de madera, se pusieron sobre una mesa; los concursantes realizaron las medidas que consideraron necesarias para los cálculos, para lo anterior, se les facilitó un flexómetro y una hoja donde estaban dibujadas las dos áreas, tal y como se muestra en la figura 5. Se les informó a los concursantes que la entrega de resultados en sobre cerrado, incluyendo el procedimiento de cálculo, era a más tardar a las 11 am del último día del evento.

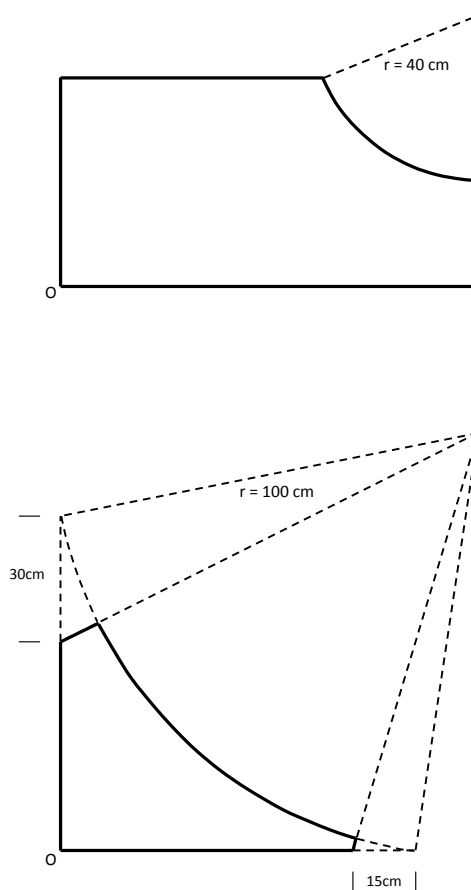


Figura 5. Áreas compuestas utilizadas para el concurso.

3. Parte Experimental.

Una vez recibidos los resultados de los participantes se procedió a calcular físicamente el centroide de las dos áreas;

para lo anterior, cada área se suspendió de un punto sobre su periferia, para después usar una plomada de tal forma que el hilo de esta última coincidiera con el punto sobre el cual se suspendió cada una de las áreas; una vez hecho esto, se pusieron sobre el área dos puntos sobre la línea vertical que marcaba el hilo de la plomada. Finalmente se trazó una línea utilizando los dos puntos indicados. El procedimiento descrito se repitió para cada área considerando otro punto sobre su periferia. Con lo anterior se obtuvieron en cada área dos líneas con un punto de intersección, siendo éste la ubicación del centroide de cada área, en la figura 6 se representa el procedimiento aquí descrito para la ubicación física del centroide de un área.

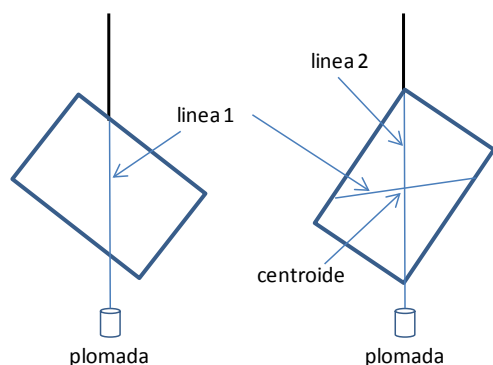


Figura 6. Ubicación física del centroide de un área.

Con el centroide marcado en cada área compuesta se procedió a medir con el flexómetro las coordenada de ese punto: $x = 35$ cm y $y = 19$ cm para el área compuesta de la figura 2; y $x = 20.6$ cm y $y = 18.5$ cm para el área compuesta de la figura 3; lo anterior, con respecto al origen indicado para cada área en la figura 5.

4. Resultados y Conclusión.

Resultados:

El concurso se dirigió a estudiantes universitarios; la mayoría fueron de la FIAD; también hubo participación de estudiantes de la carrera de Física de la Facultad de Ciencias de la UABC.

Para el área compuesta de la figura 2 participaron 14 estudiantes y para el área compuesta de la figura 3 participaron cuatro. Utilizando las diferencias entre las coordenadas x y y obtenidas físicamente y las obtenidas analíticamente por cada participante, se calcularon las distancias entre el centroide físico y los analíticos. Lo anterior aplicando el teorema de Pitágoras. En el área compuesta de la figura 2 hubo dos ganadores (De hoyos Ibarra Sandra Verónica y Acosta Tovar Gerardo Mariano), Calcularon las coordenadas $x = 34.6$ cm y $y = 18.97$ cm, consiguiendo una distancia aproximada de 0.40 cm al centroide físico. En el área compuesta de la figura 3 el ganador (**Fernández Méndez Yahir**), Calculó las coordenadas $x = 20.28$ cm y $y = 18.16$ cm, consiguiendo una distancia aproximada de 0.47 cm al centroide físico. Para cada área se entregó un premio económico, en el caso del empate se dividió en partes iguales.

Conclusión:

Es de suma importancia para el logro de los objetivos de un curso como el de Estática, fortalecer en los estudiantes los conocimientos adquiridos en clase; el concurso aquí presentado resulta un apoyo didáctico para tal efecto.

El concurso puede ser tomado como referencia para implementar prácticas de laboratorio del curso de Estática referentes al tema de centroides.

5. Bibliografía.

- [1].- Ferdinand P. Beer, E. Russell Johnston, Jr., Elliot R. Eisenberg, *Mecánica vectorial para ingenieros. Estática*. 8va edición, 2010, Editorial: Mc Graw Hill.
- [2].- Russell C. Hibbeler, *Mecánica vectorial para ingenieros. Estática*. 10ma edición, 2004, Editorial: Pearson Prentice Hall.
- [3].- Anthony Bedford, Wallace Fowler, *Mecánica para ingenieros. Estática*. 5ta edición, 2008, Editorial: Pearson Prentice Hall.

LÁSER DE ALTA POTENCIA

Axel Guadalupe Torres-López, Leticia Angélica López-Silvas, Fitzgerald Yael Gutiérrez-Martínez, María de Jesús Montzerrat Guevara-Meza, Esmeralda Vaca-Morán, Hugo André Ibarra-Serrano & Jorge Mata-Ramírez*

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO
CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS.
Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333.

*E-mail: axel.torres@uabc.edu.mx

Abstract. *Nuestro proyecto a realizar tiene como finalidad sacarle la máxima potencia a un diodo láser de un quemador de DVD, trabajaremos con un láser sacado de un quemador de DVD, un puntero laser corriente para reemplazar los diodos, un lente de DVD todo esto alimentado con 2 baterías de 1.5V.*

Palabras claves: *Láser, alta potencia, diodo, disipador de calor*

1.- INTRODUCCION

¿Qué es un láser? Es un acrónimo de la expresión en inglés: *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*. Con este acrónimo se resume perfectamente el concepto láser. La traducción al español sería: Amplificación de Luz por Emisión estimulada de radiación. En esta definición se da a entender que el fenómeno láser es una amplificación de luz gracias al empleo de sistemas ópticos y del fenómeno de la emisión estimulada que provoca que de un fotón incidente en un átomo en un nivel de energía superior se genere un fotón más [1].

El láser surge desde la antigüedad y en la actualidad suele ser muy útil para la vida ya que por la aplicación de nuevas tecnologías se realizan muchas tareas distintas, desde medicina hasta trabajos industriales como para la soldadura de partes de la carrocería y la transmisión de datos por fibras ópticas. Para que estas aplicaciones se presenten son necesarias ciertas propiedades del laser que de acuerdo a sus características como su longitud de onda, parámetro que definirá como accionara un material directo al laser.

El mecanismo de la producción de la radiación en un láser se basa en la emisión estimulada, donde la energía se extrae de una transición en un átomo o molécula (cristal). Este es un fenómeno cuántico descubierto por Einstein que deriva de la relación entre el coeficiente A que describe

la emisión espontánea y el coeficiente B que se aplica a la absorción y la emisión estimulada. Sin embargo, en el caso del láser de electrones libres, los niveles de energía atómica no están involucrados, parece que el funcionamiento de este dispositivo exótico puede explicarse sin hacer uso de la mecánica cuántica [2-4].

Algunos ejemplos de láser son los constituidos por CO₂ que emite una longitud de 10.6 μm , longitud de onda muy apropiada para muchos de los materiales metálicos, para todos los no metálicos y muy poco apropiado para materiales reflectantes a la longitud de onda visible por lo que pueden cortar los materiales; otro tipo de láser es Nd:YAG de tipo solido que emite 1,604 μm , que puede ser desviado hasta el punto de proceso mediante el empleo de fibras ópticas motivo por el cual el peso de la maquina es más ligero que el alineamiento del sistema más sencillo por lo que solo atraviesan sin causar efecto alguno. Cualquier tipo de laser, se compone por los mismos elementos: medio activo (en estado sólido, gaseoso, colorante y semiconductor) sistema de bombeo y cavidad óptica (formada esta ultima por dos espejos entre los que se encuentra el medio activo).

Entre las propiedades de un laser se encuentra la luz tan particular que le permite llegar a campos de alineación donde otros sistemas no llegan; existen cuatro propiedades que hacen a un haz laser tan particular: cromaticidad cuando la radiación

electromagnética está en una sola longitud de onda, direccionalidad cuando en el espacio se propaga una sola dirección, coherencia (espacial/temporal) se dice que un haz de luz es coherente cuando se rige por el principio de coherencia. La luz suele ser muy potente; sin embargo solo son algunos los láseres potentes. Y esa intensidad de luz es una potencia que puede medirse de acuerdo a la unidad de superficie e incluso los láseres que emiten sólo algunos *milivolts* originan altos niveles de intensidad, que podría ser comparada con luz del sol.

Si se relaciona o comparan los voltios en los láseres es común encontrar que ciertos dispositivos producen miles de vatios, mientras que otros llegan a producir billones de ellos en un impulso cuya duración es tan sólo la mil millonésima parte de un segundo. En estudios recientes se han logrado reflejar haces láser de pocos vatios de potencia sobre la luna y su luz era todavía lo suficientemente brillante para verla desde la tierra.

Durante la planificación del proyecto surgió el objetivo general de crear un laser de alta potencia e intensidad lumínica para aplicar el fenómeno originado y quemar objetos, además de indagar sobre sus aplicaciones en la industria; cumpliendo así con los objetivos específicos que era mostrar al público general desde niños hasta personas a mayores lo sencillo que es crear un laser con un diodo laser, un quemador de DVD, resistencias, cables, baterías, disipador e ingenio y así generar un interés tanto en la ciencia como en la tecnología presentando un poco de lo que un estudiante o un profesional de ingeniería puede realizar en base a sus conocimientos y experiencias.

2. Materiales y Métodos

- Lente de DVD.
- Quemador de DVD.
- Baterías.
- Disipador de calor.

1. Diseño: Para llevar a cabo este proyecto recolectamos los materiales que

necesitaríamos, una vez que los encontramos trabajamos en describe el método del diseño del experimento.

2. Entorno: El proyecto se llevó a cabo en nuestras casas, nos reunimos para realizarlo y en la escuela algunas ocasiones para detallarlo. Con el objetivo de presentarlo en las jornadas de ingeniería de la Universidad.

3. Parte Experimental.

1. Quemador de DVD. El primer paso para la elaboración del láser es la extracción del diodo láser que se encuentra dentro del quemador del DVD. Este se encuentra dentro del sistema de lectura detrás del lente. Este diodo trabaja con 3 volts por eso se utilizan 2 baterías de 1.5V



Figura 1. Aspecto general de un diodo laser con cables soldados a los polos de alimentación.

2. Se deben soldar dos cables a las terminales positiva y negativa del diodo.

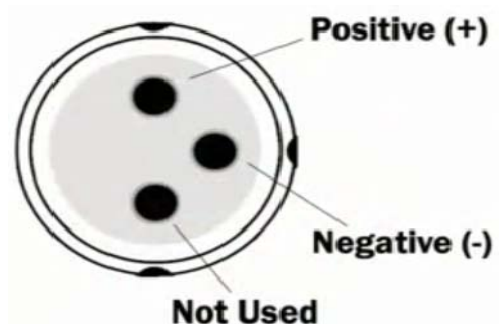


Figura 2. Terminales de un diodo láser.

Todos los diodos laser de DVD tienen tres terminales de las cuales solo

utilizan 2, en la figura 2 se muestra cuáles de ellos se debe utilizar.

3. El siguiente paso es desarmar el puntero láser, y extraer el diodo láser que este tiene, sin dañar los demás materiales.



Figura 3. Puntero láser desarmado, mostrando cada una de las partes de las cuales esta compuesto.

4. Lo siguiente es reemplazar el diodo del puntero con el diodo del quemador DVD. De esta manera aprovechamos la base del diodo que ya está hecho por los fabricantes de puntero.

5. Por último, del lector DVD se necesita extraer el lente, que se encuentra en el sistema lector del DVD, que está en la superficie. Este lente es necesario para dar un enfoque más preciso al haz de luz del diodo y así concentrar la luz en un punto más fino de área.

6. Ahora solo hay que fijar el lente justo al frente del diodo láser para buscar el enfoque deseado.

La distancia entre el lente y el laser debe estar entre 1-2 cm y el haz de luz debería quemar a unos 0.7-10 cm

4. Resultados y Discusión.

Para la exposición fueron expuestos 4 cerillos a una distancia de 2cm del laser los cuales al contacto con el laser se provocaron reacciones de combustión encendiéndose.

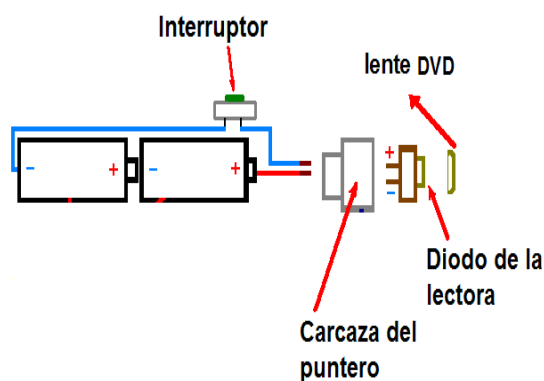


Figura 4. Diagrama del láser terminado.

Siendo éste un claro ejemplo del nivel de potencia del diodo laser; que de acuerdo a la teoría y los resultados obtenidos con el proyecto podemos mencionar que el diodo genera una gran cantidad de vatios en la luz que emite por la aplicación de voltaje que hay en él y en base a la fijación que produce el lente se pueden generar temperaturas muy elevadas al grado de incendiar objetos.

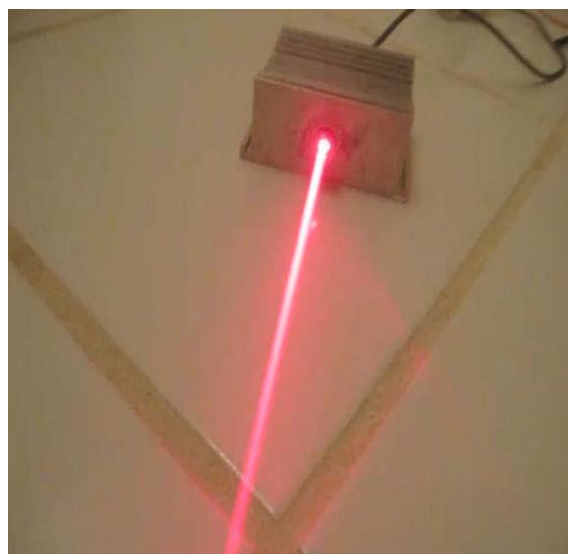


Figura 5. En esta figura se observa al diodo láser funcionando adecuadamente la cual emite una luz color rojiza.

4. Conclusiones

Con la realización de éste proyecto podemos concluir que al juntar objetos de uso diario, tales como el diodo láser y el quemador de DVD, aplicándoles un voltaje

generamos una luz potente, la cual puede provocar quemaduras de tercer grado a la masa en que esté expuesta. La potencia generada por la luz que emitan dependerá del voltaje que se le aplique.

Como futuros ingenieros es necesario actualizarnos en conocer respecto a las nuevas tecnologías y una de ellas son los láseres y poder modificarlos y mejorarlos conforme a lo ya conocido sobre éstos y los vatios que genera cada tipo de láser.

5. Bibliografía.

- [1].- **Cuesta, A.** *Tecnología Láser: Aplicaciones industriales.* Barcelona, España. Marcombo, S.A. Pág. 8. (2011).
- [2].- **Bachs, L., Cuesta, J., Carles, N.** *Aplicaciones industriales del láser.* Barcelona, España. Editorial Marcombo, (1998).
- [3].- **Z Remes, P Bohacek and M Nikl,** *Laser profiling of defects in BaWO4 crystals,* Meas. Sci. Technol. 23 087001 (2012).
- [4].- **Kunwar Pal Singh, Devki Nandan Gupta and Hitendra K Malik,** *The effect of laser pulse parameters and initial phase on the acceleration of electrons in a vacuum,* Phys. Scr. 77 045401 (2008).
- [5].- **Paul Tipler, Mosca, Gene.** *Física para la ciencia y la tecnología,* Editorial Reverte 6ta. Edición, 313 páginas, (2010).
- [6].- **Shulian Zhang, Yidong Tan and Yan Li,** *Orthogonally polarized dual frequency lasers and applications in self-sensing metrology,* Meas. Sci. Technol. 21 054016 (2010).

FÍSICA DE LOS SUPERHÉROES

Fabiola Armenta-Monzon, Jorge Mata-Ramírez*

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO

CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS

Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333

E-mail: fabiola.armenta.monzon@gmail.com***

Resumen. Se elaboraron charlas de divulgación científica para estudiantes de educación media superior, siendo una de ellas sobre la física de los superhéroes; debido a la falta de conocimiento y dominio de conceptos básicos de física y para motivarlos a que estudien una carrera científica. Teniendo como base las leyes de Newton, y otros conceptos los cuales se derivan de dichas leyes, se ejemplifican los conceptos analizando la posibilidad física de los súper poderes de algunos superhéroes, así como de algunos actos heroicos. Se presentan a personajes cuyos súper poderes son comparables con cualidades que poseen insectos, mamíferos, reptiles y materiales que representan innovaciones tecnológicas. Las charlas de divulgación también fueron pensadas para brindarles a los estudiantes la posibilidad de ampliar su visión y conocer su entorno.

Palabras claves: divulgación científica, Superhéroes, leyes de Newton, módulo de Young, energía de un cuánto.

1. Introducción.

En los comics, encontramos historias que narran actos heroicos realizados por sujetos que poseen poderes extraordinarios, a los cuales se les denomina **superhéroes**. La mayoría de los supuestos poderes de dichos superhéroes violan algunas de las leyes más importantes de la física, o solamente son aceptables bajo ciertas condiciones que consideramos extremas. Debido a lo fantástico y asombroso de sus hazañas y poderes, son del agrado de público de todas las edades, aunque lamentablemente la mayoría de la gente no se interesa o no conoce la física que hay detrás.

Los primeros comics creados en la década de los 30 son *Mandrake* el mago, *El fantasma* y *Superman*, que es sin duda el primer personaje de ciencia ficción en los comics [1].

Superman es el primer superhéroe de las tiras cómicas publicado en los periódicos y en revistas. Fue inventado por el escritor estadounidense *Jerry Siegel* y el artista canadiense *Joe Shuster* en 1932 [2-4], su nombre en la tierra es *Clark Kent* y en su planeta natal *Krypton* es *Kal-El*. Superman crece en la tierra y decide utilizar sus superpoderes en su lucha contra toda una galería de malandros que lejos de los objetivos económicos quieren perjudicar a la humanidad [3-4].

Este trabajo se elaboró debido a la falta de conocimiento de los estudiantes de

educación media superior sobre conocimientos básicos de física, el cual consistió en realizar charlas de divulgación científica en diferentes escuelas. En este trabajo se ejemplifican los conceptos analizando la posibilidad física de los súper poderes de algunos superhéroes, así como de algunos actos heroicos. En este trabajo se estudia a varios personajes, cuyos súper poderes son comparables con cualidades que poseen algunos insectos, mamíferos y reptiles; así como, los materiales de los cuales están hechos sus trajes, escudos y armas porque muchas veces estos materiales representan innovaciones tecnológicas.

2. Materiales y Métodos.

Primeramente, para poder explicar la física que existe detrás de cada superhéroe y analizar sus poderes, utilizamos las clásicas leyes de Newton, con las cuales podemos obtener desde la velocidad necesaria para que Superman salga de la tierra y llegué directo al sol, saber que tan alto puede brincar *Hulk*, porqué es posible que Thor pueda lanzar por los aires un tanque de guerra o que *Spider-Man* detenga un tren que está a punto de ir a la deriva, cómo el hombre elástico podría alcanzar un rascacielos, hasta calcular la velocidad máxima a la que un humano promedio puede caminar.

Como todos sabemos, las *leyes de Newton* en las que se basa la mecánica clásica son tres:

1^{ra}: Ley de la inercia (un cuerpo se mantiene en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme cuando no es sometido a fuerzas).



$$\sum F = 0 \quad (1)$$

2^{da}: Ley de Fuerza (la fuerza neta aplicada sobre un cuerpo es proporcional a la aceleración que adquiere dicho cuerpo).



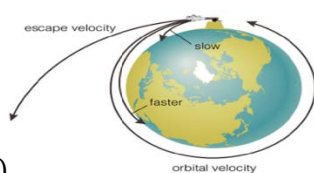
$$F = ma \quad (2)$$

3^{ra}: Ley de acción-reacción (a toda acción corresponde una reacción de igual magnitud y en sentido contrario).



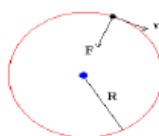
$$F_{BA} = -F_{AB} \quad (3)$$

La *velocidad de escape* de la tierra es la velocidad mínima que debe tener un objeto que ha recibido un impulso inicial para vencer la atracción gravitacional de la tierra, suponiendo que el impulso recibido será nulo a una distancia muy lejana de la tierra.



$$V_e = \sqrt{2GM/r} \quad (4)$$

La *velocidad en el movimiento circular uniforme* es la que tiene una partícula que se mueve en una trayectoria circular debido a una fuerza que la mantiene en dicha trayectoria.



$$v^2 = Rg \quad (5)$$

Los *fotones*, son corpúsculos que poseen una determinada cantidad de energía y de impulso en forma de paquete, y aunque no se tiene idea de su tamaño no tienen masa y

siempre viajan con la misma velocidad (velocidad de la luz: $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$). Dicha energía depende de la frecuencia, o longitud de onda, característica de cada fotón [6].



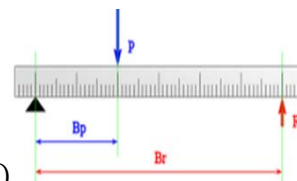
$$E = \frac{hc}{\lambda} \quad (6)$$

La *potencia*, es la cantidad de trabajo que se realiza por unidad de tiempo. También puede verse como la rapidez con la que se realiza un trabajo.



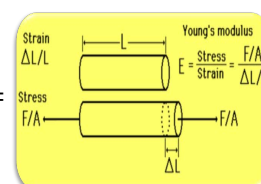
$$P = W/t \quad (7)$$

La *palanca* es una máquina simple que consiste en una barra rígida, un fulcro y dos fuerzas, una a vencer y otra que se aplica. Su función es vencer una resistencia situada en un extremo de la barra, dada una fuerza aplicada en el otro extremo de la barra. La palanca permite, generar una fuerza grande aplicando una fuerza pequeña para mover un objeto pesado o aplicar una fuerza mayor que la fuerza a vencer dado que se requiere precisión.



$$P \times B_p = R \times B_R \quad (8)$$

El *módulo de Young* puede usarse para predecir el estiramiento o la compresión de un objeto, siempre que la fuerza no sobrepase el límite elástico del material. Un *material elástico* es aquel que se deforma cuando se le aplica una fuerza y recupera su forma original cuando deja de aplicarse dicha fuerza.



$$\text{Elasticidad} =$$

3. Parte Experimental.

Superman, originalmente en 1941 se presentaba a este superhéroe. Para poder volar, Superman necesita un mecanismo de propulsión según nos dice la 3ª Ley de Newton, que a simple vista no es apreciable. De ser más rápido que una bala implica que supera la velocidad de 3,510 Km/h del fusil **M16** que usa el ejército de USA.

En las películas Superman vuela de la tierra hacia el sol de manera instantánea. En primer lugar, para salir de la tierra, su velocidad no puede ser menor que la velocidad de escape de la tierra que es de 40,320 Km/h ¡más de 44 veces la velocidad del sonido! y aunque Superman pudiera viajar a c le tomaría 8 minutos llegar al sol. Si se pone enfrente de una locomotora para detenerla, recordemos que una locomotora tiene una potencia de 6000 HP = 4.4742×10^{12} J/s [4-6].

Superman es llamado “el hombre de acero” y se sabe que la resistencia del acero es de 1.5 GPa ($1 \text{ Pa} = 1 \text{ N m}^{-2} = 1 \text{ Kg m}^{-2}/\text{s}^2$), pero dado que existen materiales más resistentes como el kevlar, que tiene una resistencia a la tracción de 3.5 GPa debido a la orientación de sus cadenas moleculares y sus enlaces por puentes de hidrógeno entre las cadenas, sería más lógico suponer que el hombre de acero resistiría más si estuviera hecho de kevlar.

Para tener visión láser, los ojos de Superman tendrían que estar formados por un material homogéneo contenido dentro de una cavidad resonante que tenga un sistema de bombeo que excite a los átomos de dicho material y amplifique la emisión estimulada. Las características de la cavidad y del material en su interior determinarían la longitud de onda y en consecuencia la energía de la radiación emitida.

Por ejemplo, un típico láser de He-Ne que emite a $\lambda = 632.8 \text{ nm}$ en el aire, en luz visible de color rojo, tiene una potencia de salida de 1 a 100 mW que es capaz de generar daño en el tejido ocular cuando los ojos son expuestos de manera directa a la radiación.

Supongamos que propagamos el haz láser que sale de los ojos de Superman, que está en la luna, para ejecutar a un “malandro” que se encuentra en la tierra. Consideramos que,

los efectos de la turbulencia atmosférica son despreciables y que propagamos una onda plana y de fase constante cuyo modulo es una gaussiana de 2 mm de radio. Debido a la difracción, la mancha de intensidad que produce este haz sobre la superficie terrestre tiene un radio de 26,770 m y por tanto una intensidad promedio de $2.24308 \times 10^{-11} \text{ W/m}^2$, con una intensidad tan baja Superman no será capaz de enfrentarse a los malandros desde el espacio. En sus inicios, Superman contaba con un súper aliento que le permitía generar ráfagas que derrumbaban edificios. En la clasificación de los huracanes en la Categoría 5 se encuentran los vientos ≥ 250 Km/h que destruyen tejados y provocan el colapso de algunos edificios.

La Mole



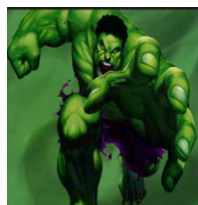
Si La Mole pesara 230 kilos y es capaz de levantar un portaviones de 80,000 toneladas, equivalente a 3 millones de veces su peso. Por otro lado, el ser vivo más fuerte de la tierra es una hormiga la cual puede levantar 50 veces su propio peso, si eso fuera aplicable en **LA MOLE** entonces debería levantar solamente 11,500 kilos.

Spider-Man



En la escena de una película que se muestra en la figura de arriba, Spider-Man detiene un tren en marcha con la ayuda de su telaraña. Cualquiera pensaría que físicamente no es posible, pero si uno conoce sobre arañas y algunas características de tren de NY (el peso de 4 vagones y la velocidad del tren), entonces podremos convencernos de lo contrario. Existe una araña, llamada **araña corteza de Darwin**, capaz de producir una seda que tiene una resistencia que va de 1.5 a 12 GPa. Entonces, si para poder detener el tren, se sabe que se necesita una fuerza de 3

millones de Newtons y una telaraña con una rigidez de **3.12 GPa**[5], entonces Spider-Man **Sí podría detener el tren**, sin tomar en cuenta la resistencia de su cuerpo y el coeficiente de fricción estático entre la telaraña y los edificios a los que esta se adhiere.



Hulk

El principal súper poder de Hulk es su fuerza, la cual se supone se acentúa dado su enorme tamaño. Si lo comparamos con un elefante, no podría correr o saltar cuando aumenta su tamaño, solamente podría mantenerse en pie. Los animales grandes, por razones de escala, tienen los huesos de sus patas más grandes respecto a su tamaño y se mueven de un modo poco ágil. Para saltar 6.4 km, como dicen en las películas, su velocidad inicial debería ser de 900 Km/h, y para ello se debe generar mucha energía cinética en muy poco tiempo.

Flash

Si la velocidad de Flash es mayor que la del sonido en el aire, 1,234.8 Km/h, y el pronunciara una palabras, sería capaz de desplazarse de un lugar a otro y al llegar allí escucharía su voz.

4. Resultados y Discusión.

Tan sólo para un corte y ablación de tejidos se usan láseres que emiten entre 940 a 980 nm con una potencia de 30 y 50 W, para el tratamiento de lesiones pigmentarias los láseres emiten en el rango de nanosegundos con una densidad de potencia alta $>108 \text{ W/cm}^2$ y los láseres de dióxido de carbono usados en la industria automotriz tienen potencias de varios KW. Así que, “el hombre de acero” deberá emitir un haz altamente colimado y con una densidad de energía extremadamente alta hacia un punto microscópico para mantener a salvo a la humanidad de tanto malhechor.

Consideremos al ser vivo que salta a mayor distancia, el caso es el de la pulga, quien puede saltar hasta 33 cm en dirección horizontal. Esto representa una distancia de hasta **200 veces** su propia longitud (mide de 1,5 a 3,3 mm), lo que convierte a las pulgas

en el mejor saltador. En el caso de los saltos humanos, si saltáramos como una pulga, es decir 200 veces, saltaríamos hasta 180 metros y podríamos alcanzar con dos saltos la altura de la torre Eiffel que tiene una altura 324 metros.

5. Conclusiones

Hacer divulgación para estudiantes de educación media superior, o para cualquier nivel educativo, debe ser pensando precisamente en lo que sabemos que puede gustarles y llamarles la atención. Al explicarles conceptos de física de esta manera, se crea un ambiente de curiosidad y de interés, además, ellos mismo se empiezan a preguntar la física detrás de otros superhéroes o de actos heroicos que no fueron mencionados en la charla. El divulgar ciencia, no es solamente para motivar a los estudiantes a que estudien una carrera científica sino el brindarles la posibilidad de ampliar su visión y conocimiento de su entorno.

6. Bibliografía

- [1].- **Terenci Moix**, “*Historia Social Del Comic*”, ISBN 9788402420305. Editorial: Bruguera, 384 páginas, (2007).
- [2].- **James Kakalios**. “*La física de los superhéroes*”, ISBN 9788496222724, Editorial: Ma Non Troppo, España, 268 páginas (2006) ed. de GothamBooks. NY, 381 p. (2005).
- [3].- **Mark Wolverton**, “*The Science of Superman*”, Publisher: I Books; primera edición, 256 páginas, (2002).
- [4].- **Juan Royo**, “*Un Tratado de Comic*” ISBN 9788493643089. Editorial 1001 Ediciones, (2010).
- [5].- **Drake, Nadia**. *Spider-Man Physics: How Real Is the Superhero?*, Wired. <http://www.wired.com/wiredscience/2013/02/spiderman-physics/>.
- [6].- **Piña, María Cristina**. “*La Física en la Medicina II: Ojos Nuevos para los Mismos Cuerpos*”. México: FCE, SEP, CONACyT. 185 páginas. (2002).

***Este trabajo también fue presentado en el LVI Congreso nacional de física, SLP, octubre de 2013.

ENCRYPTADO CAÓTICO DE AUDIO UTILIZANDO EL SISTEMA DE LORENZ

Miguel Ángel Murillo Escobar, Rosa Martha López Gutiérrez*, César Cruz Hernández
& Fausto Abundiz Pérez

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO
CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS.
Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333.

*E-mail: mike_0985@hotmail.com, roslopez@uabc.edu.mx, ccruz@cicese.mx, abundispf@hotmail.com

Resumen: Hoy en día existen diversos medios de comunicación los cuales están vulnerables ante ataques como por ejemplo que se espíen sus líneas de comunicación, motivados por este hecho se realizó un trabajo de divulgación en el cual se presenta una aplicación en las comunicaciones seguras, utilizando encryptado caótico aditivo para proteger la información confidencial que podría viajar por una línea de comunicación no segura. El esquema utilizado en el trabajo se basa en dos sistemas caóticos de Lorenz acoplados unidireccionalmente, los cuales se sincronizan por el método de Pecora y Carroll [1] (Maestro-Escavo) utilizando el estado mientras que el estado es utilizado para cifrar la información.

Palabras claves: proyecto de investigación, divulgación científica, dinámica, aceleración, velocidad, práctica científica, redacción científica etc.

Introducción

En épocas actuales existe un crecimiento de aplicaciones de medios de comunicación como son los celulares, los radios, las video llamadas en Facebook, skype, etc. Los cuales, están expuestos a que personas maliciosas le puedan realizar ataques en sus líneas de transmisión para modificar, interrumpir o extraer información. Por tanto no es de extrañarse que existan diversos estudios que estén enfocados en la seguridad de los datos que se transmiten en los diversos medios de comunicación que existen, por ejemplo ver las referencias [1-3].

Históricamente una de las técnicas que más se utiliza para mitigar el riesgo de exposición de información es el encryptado, el cual ha sido utilizado durante cientos de años aun cuando en sus inicios el cifrado de información era utilizado por cuestiones bélicas [2-4], hoy en día se utiliza comúnmente para proteger los datos de una persona o empresa por diversas razones de seguridad, sin embargo, los métodos que se utilizan en la actualidad, son métodos de cifrado que llevan mucho tiempo implementados en diversos dispositivos de comunicación, por tanto, han comenzado a perder efectividad esto se debe a que cualquier sistema de encryptado que se utilice durante mucho tiempo está expuesto a que se le realice un análisis, el cual, su

objetivo es quebrantar la seguridad del cripto-sistema.

Motivados por éste hecho diversos investigadores comenzaron a realizar estudios para generar nuevos métodos de encryptado. Estas investigaciones se han enfocado en tres ramas principales de estudio las cuales son: el encryptado basado en secuencias caóticas, el encryptado basado en las propiedades cuánticas de la luz transmitida por una fibra óptica y el encryptado basado en secuencias de ADN.

En el presente trabajo se expone un encryptado que se basa en dos sistemas caóticos de Lorenz, los cuales se encuentran acoplados unidireccionalmente, por el método de Pecora y Carroll (Maestro-Escavo), con lo cual se obtiene una sincronización de los dos sistemas. La señal caótica del estado x_1 es utilizada para realizar la sincronización mientras que el estado x_2 es utilizado para cifrar la información. Algunas de las propiedades que beneficia el encryptado utilizando las dinámicas caóticas son:

Operaciones no complicadas pueden proporcionar una dinámica muy compleja, proporcionando un medio adecuado para ocultar información.

El criptograma de salida preserva la misma distribución de probabilidad para cualquier

salida, lo cual, beneficia al encriptado ante un ataque de análisis estadístico.

2. Preliminares

2.1 Método de sincronización de Pecora y Carroll

Este método de sincronización se basa en el acoplamiento unidireccional de dos sistemas osciladores, conocido como maestro – esclavo. En este caso son dos Lorenz los cuales sin acoplar son:

Lorenz 1 – Maestro	Lorenz 2 – Esclavo
$\dot{x}_1(t) = \sigma(x_2(t) - x_1(t))$	$\dot{x}_1^R(t) = \sigma(x_2^R(t) - x_1^R(t))$
$\dot{x}_2(t) = rx_1(t) - x_2(t) - x_1(t)x_3(t)$	$\dot{x}_2^R(t) = rx_1^R(t) - x_2^R(t) - x_1^R(t)x_3^R(t)$
$\dot{x}_3(t) = x_1(t)x_2(t) - bx_3(t)$	$\dot{x}_3^R(t) = x_1^R(t)x_2^R(t) - bx_3^R(t)$

El método de Pecora y Carroll [2-4], consiste en dividir en dos sub-sistemas el oscilador Maestro con el siguiente cambio de variable

$$v = x_1 = v_1$$

$$w = (x_2, x_3) = (w_2, w_3)$$

Sub-sistema de acoplamiento.

$$\dot{v} = g(v, w) \{ \dot{v}_1 = \sigma(w_2 - v_1) \}$$

Sub-sistema de respuesta

$$\dot{w} = h(v, w) \begin{cases} \dot{w}_2 = rv_1 - w_2 - v_1w_3 \\ \dot{w}_3 = v_1w_1 - bw_3 \end{cases}$$

Posteriormente para obtener el oscilador esclavo, se debe generar una réplica del sub-sistema de respuesta, como:

$$\dot{w}^R = h(v, w^R) \begin{cases} \dot{w}_2^R = rv_1 - w_2^R - v_1w_3^R \\ \dot{w}_3^R = v_1w_1^R - bw_3^R \end{cases}$$

La réplica obtenida formara parte del oscilador esclavo con el siguiente cambio de variable

$$v^R = x_1$$

$$w^R = (x_2^R, x_3^R) = (w_2^R, w_3^R)$$

La réplica resultante del oscilador esclavo es

$$\dot{x}_2^R = rx_1 - x_2^R - x_1x_3^R$$

$$\dot{x}_3^R = x_1x_1^R - bx_3^R$$

Los osciladores resultantes son:

Lorenz 1 – Maestro	Lorenz 2 – Esclavo
$\dot{x}_1(t) = \sigma(x_2(t) - x_1(t))$	$\dot{x}_1^R(t) = \sigma(x_2^R(t) - x_1^R(t))$
$\dot{x}_2(t) = rx_1(t) - x_2(t) - x_1(t)x_3(t)$	$\dot{x}_2^R(t) = rx_1(t) - x_2^R(t) - x_1x_3^R(t)$
$\dot{x}_3(t) = x_1(t)x_2(t) - bx_3(t)$	$\dot{x}_3^R(t) = x_1(t)x_1^R(t) - bx_3^R(t)$

2.2 Metodología

El encriptado que se utilizó en el presente trabajo está conformado por dos sistemas caóticos de Lorenz, el sistema maestro es utilizado por una persona A (transmisor) que

desea enviar información confidencial a través de un canal inseguro (ej. Internet, telefonía, tv, etc), a otra persona B (receptor autorizado) que está ubicada de manera remota. Para realizar el proceso de encriptado la señal de información $m(t)$ es sumada a la señal caótica x_2 del sistema caótico de Lorenz del transmisor (maestro) con lo cual se obtiene el criptograma $s(t) = x_2 + m$, esta señal obtenida es la que se transmite por un canal inseguro, debido a que si es interceptada por una persona no autorizada esta no podrá obtener información alguna. Para que el receptor autorizado pueda extraer la información oculta en la señal caótica este deberá tener un sistema caótico de Lorenz (esclavo) sincronizado con el sistema caótico del transmisor (maestro) una vez sincronizado los sistemas caóticos, lo siguiente es calcular el error de sincronía es decir $error = x_2 - x_2^R$ y debido a que los dos sistemas están sincronizados este error prácticamente es igual a la señal original transmitida, por tanto, se puede decir que el error obtenido es la señal recuperada. En la figura 1 se presenta de forma ilustrativa el esquema de encriptado utilizado en el presente trabajo para realizar una comunicación segura de mensajes confidenciales el cual está basado en el encriptado caótico aditivo empleando dos canales de transmisión, uno de los canales es utilizado para realizar la sincronización mientras que el otro canal es utilizado para el encriptado de mensajes.

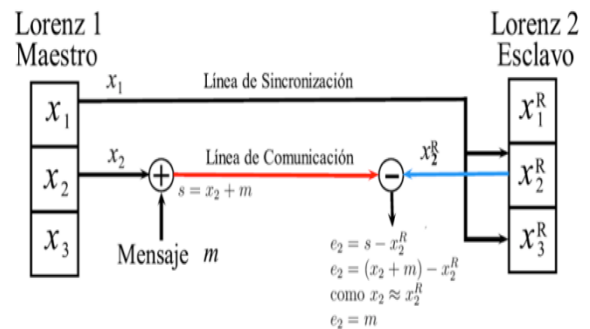


Figura 1. Esquema de encriptado y recuperación de mensajes confidenciales empleando dos canales de transmisión.

3. Implementación en Circuitería Electrónica.

La implementación en circuitería electrónica del esquema de encriptado presentado en la sección anterior está distribuida en tres principales etapas las cuales son: los sistemas de Lorenz sincronizados por el método de Pecora y Carroll, el proceso de encriptado/desencriptado de mensajes y la etapa de audio que a continuación se presentaran.

3.1 Sincronización de los Sistemas de Lorenz.

La sincronización se lleva a cabo por el método de Pecora y Carroll, la cual, puede ser consultada por el lector en la referencia [1]. Esta etapa de sincronización se realizó con los siguientes componentes:

- (6) Capacitores de poliéster de 0.01 μF
- (4) CI multiplicadores AD633JN
- (4) CI amplificadores operacionales TL072
- (4) Resistencias de 10k Ω
- (4) Resistencias de 100k Ω
- (2) Resistencia de 1M Ω
- (2) Resistencia de 374k Ω
- (2) Potenciómetro Trim-pot 50k Ω

El circuito eléctrico se muestra en la figura 2. En donde se pueden ver los componentes utilizados y dos puntos de conexión con otro circuito.

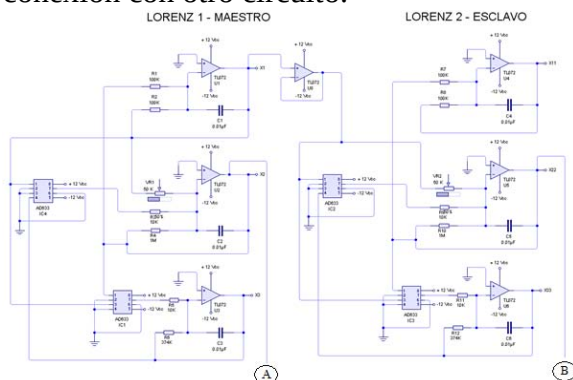


Figura 2. Sistemas de Lorenz sincronizados por el estado x_1

3.2 Cifrado y descifrado de información.

La etapa de encriptado se realiza por realizar una suma de la señal mensaje y el estado x_2 del sistema caótico maestro. Para

recuperar la información se realiza el proceso inverso, es decir, se realiza una resta utilizando el criptograma y el estado x_2^R del sistema caótico esclavo. Para implementar esta etapa se requirieron los siguientes componentes:

- (3) CI amplificadores operacionales TL072
- (9) Resistencias de 10k Ω

Este circuito eléctrico se muestra en la figura 3. En donde se pueden ver los componentes utilizados y 5 puntos de conexión con otro circuito.

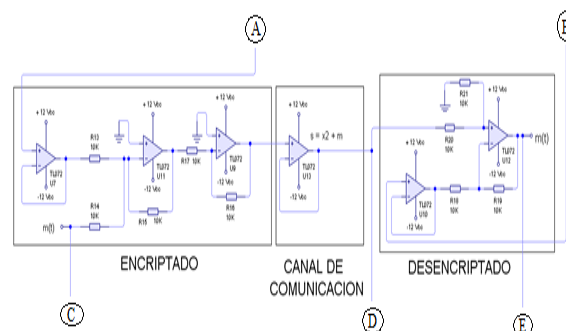


Figura 3. Etapa de encriptado y desencriptado de información.

3.2 Etapa de Audio.

Esta etapa es utilizada para escuchar el audio que puede provenir de los puntos de conexión C, D o E, los cuales son: la señal de entrada, la señal cifrada y la señal recuperada respectivamente.

Los componentes que se requieren para construir esta etapa son:

- (1) Potenciómetro de 10K Ω
- (1) CI LM386
- (1) Resistencia de 10 Ω
- (3) Capacitores electrolíticos de 10 μF
- (1) Capacitor electrolítico de 1 μF
- (1) Capacitor electrolítico de 100 μF
- (1) Capacitor cerámico de 1nF
- (1) Capacitor cerámico de 47nF
- (1) Switch dos polos un tiro
- (1) Jack Audio macho
- (1) Bocina chica de 8 Ω
- (1) Dip-Switch de 4 posiciones

El circuito eléctrico en cuestión se muestra en la figura 4. En donde se pueden

ver los componentes utilizados y los 3 puntos de conexión con otro circuito.

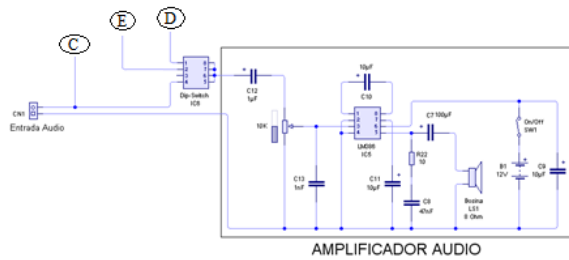


Figura 4. Amplificador de audio utilizado para escuchar la señal de entrada, la transmitida por el canal de comunicación y la de salida.

4. Resultados.

Al concluir el presente trabajo se logró obtener un circuito impreso, en el cual se puede cifrar una señal senoidal o de audio la cual puede ser proporcionada por un dispositivo de reproducción como por ejemplo un MP3, un Celular, una PC, un ipod, un generador de funciones, etc. Utilizando el circuito se puede escuchar en una bocina pequeña y ver en un osciloscopio la señal de entrada $m(t)$, la señal encriptada $s(t) = m(t) + x_2(t)$ y la señal desencriptada $error = s(t) - x_2(t)$.

El audio de la señal de entrada se escuchará sin alteraciones, pero el audio de la señal encriptada no se entenderá quien lo escuche pensara que es ruido esto es debido a la naturaleza pseudoaleatoria de la señal caótica.

El audio de la señal recuperada se escuchará ligeramente distorsionada debido a que la sincronización de los sistemas caóticos en circuito no es del 100% por tanto existe un pequeño error que la señal recuperada conserva. En la figura 5 se presentan los resultados obtenidos considerando como señal de entrada una senoidal, debido a que con esta señal se puede observar claramente como es alterada la señal de entrada después del proceso de encriptado y desencriptado.

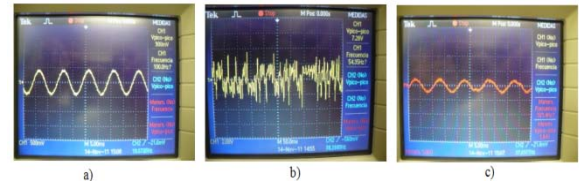


Figura 5. Encriptado de señal sinusoidal. a) Mensaje de entrada $m(t) = A \sin(t)$. b) Mensaje encriptado $s(t) = m(t) + x_2(t)$. c) Mensaje desencriptado $error = s(t) - x_2(t)$.

4. Conclusiones

La aplicación presentada puede ser una buena solución para la seguridad de confidencialidad en las líneas de comunicación pero primero se debe diseñar una buena etapa de filtrado para eliminar el pequeño ruido que se conserva en el mensaje recuperado.

5. Bibliografía.

- [1].- Pecora L. M. and Carroll T.L., "Synchronization in chaotic systems", Phys. Rev. Lett. **64**, 821 (1990).
- [2].- Qiang Zhang, Ling Guo y Xiaopeng Wei. Image Encryption Using DNA Addition Combining with Chaotic Maps. Math. and Comp. Mod., 52, 2028–2035(2010).
- [3].- Cruz Hernández C., López Gutiérrez R.M., Aguilar Bustos A. Y. y Posadas Castillo C., Communicating Encrypted Information Based on Synchronized Hyperchaotic Maps. International Journal of Nonlinear Sciences and Numerical Simulation, 2011, Vol. 11, pp. 337–350.

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA CAÓTICO DE LORENZ EN TECNOLOGIA DIGITAL FPGA

Miguel Ángel Murillo-Escobar, Rosa Martha López-Gutiérrez*,
César Cruz-Hernández & Fausto Abundiz-Pérez

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO
CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS
Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333.

*E-mail: ccruz@cicese.mx, roslopez@uabc.edu.mx, abundispf@hotmail.com,
murillo.miguel@uabc.edu.mx

Abstract. En este trabajo se presenta la implementación digital del sistema de Lorenz en tecnología digital FPGA (Field Programmable Logic Array). El sistema tridimensional de Lorenz en tiempo continuo es famoso por ser el primer sistema no lineal reportado por E. Lorenz que muestra complejidad caótica. Se muestra un análisis de tipo de datos utilizados, recursos necesarios, tasa de salida. Como resultado, se muestra qué tipo de dato debe considerarse en los diseños de sistemas digitales de encriptado basados en caos, para garantizar un espacio de llaves lo suficientemente grande para que el sistema pueda resistir ante un ataque exhaustivo.

Palabras claves: Sistema caótico de Lorenz, Euler, implementación digital, FPGA

1. Introducción

Desde los 90's se ha reportado en la literatura la idea de utilizar señales caóticas de sistemas no lineales en tiempo continuo como Lorenz o Rössler en las comunicaciones seguras [1-2] debido al comportamiento tipo "aleatorio" que presentan, haciendo uso de algunas técnicas como modulación caótica, enmascaramiento caótico y/o conmutación caótica [3]. Por otro lado, la implementación digital, evita el problema de la degradación de los componentes que presentan los sistemas analógicos, además de que puede ser utilizado en un sistema de encriptado digital embebido, el cual tiene muchas aplicaciones en encriptado de información haciendo uso de tecnologías como microcontroladores o FPGA's. Sin embargo, lograr la implementación digital con buenas propiedades estadísticas es un gran reto debido a que las propiedades dinámicas de un sistema caótico en tiempo continuo pueden perderse al ser digitalizado (cálculos con precisión finita) dando el problema de la degradación caótica siendo las orbitas caóticas de longitud corta las más conocidas [4-5].

Investigadores han realizado implementaciones digitales de sistemas caóticos en tecnología FPGA por medio de generación de código VHDL automático usando MatLab/Simulink pero siendo estos sistemas poco optimizados al utilizar precisión finita de punto flotante y/o baja precisión, además de que carecen de un análisis estadístico del sistema caótico en general [6-8]. Por otro lado, en la literatura se han reportado implementaciones de sistemas caóticos en FPGA generando código VHDL optimizado, con el mapa Logístico Modificado, el sistema de Lorenz, el sistema de Chen y el sistema de Lu, con un análisis en cuanto a los datos caóticos generados en la implementación, pero carecen de análisis en el espacio de llaves, siendo este de vital importancia para que un sistema criptográfico basado en caos sea seguro [9-10].

En este trabajo se utiliza el sistema de Lorenz para su implementación en tecnología digital y será sometido a un análisis de espacio de llaves para su posible aplicación en las comunicaciones seguras.

2. Materiales y Métodos

El sistema dinámico no lineal de tiempo continuo de Lorenz [11] ampliamente conocido en el mundo de la teoría del caos esta descrito por las siguientes ecuaciones diferenciales no lineales

$$\frac{dx}{dt} = \sigma(y - x) \quad (1.a)$$

$$\frac{dy}{dt} = rx - y - xz \quad (1.b)$$

$$\frac{dz}{dt} = xy - bz \quad (1.c)$$

Donde x , y y z son los tres estados del sistema, x_0 , y_0 y z_0 son las condiciones iniciales y σ , r y b son los parámetros de control.

Para la implementación del sistema de Lorenz en FPGA se debe encontrar una solución numérica con el método de Euler [12] o el método de *Runge-Kutta* (RK-4) [13]. En este trabajo se utiliza el método de Euler y se analiza que tan factible es para que sea utilizado en un sistema digital embebido criptográfico, ya que al digitalizar cualquier sistema caótico de tiempo continuo, se pierde información generando el problema de degradación digital, o generando orbitas caóticas cortas.

El sistema de Lorenz resuelto por el método de Euler esta descrito por el siguiente sistema de ecuaciones en diferencias

$$x_{n+1} = x_n + \text{tao} * a * (y_n - x_n) \quad (2.a)$$

$$y_{n+1} = y_n + \text{tao} * (r * x_n - y_n - x_n * z_n) \quad (2.b)$$

$$z_{n+1} = z_n + \text{tao} * (x_n * y_n - b * z_n) \quad (2.c)$$

Donde x , y y z son los tres estados del sistema, tao es el tamaño de los pasos, a , b y r son los parámetros de control.

Por otro lado, las tarjetas FPGA (Field Programming Gate Array) existen desde 1984, es un circuito integrado compuesto desde cientos hasta cientos de miles de compuertas lógicas que pueden ser configuradas para realizar cualquier función lógica. La programación en FPGA no se realiza como en otros dispositivos como el Microcontrolador, las celdas son configuradas con una función específica ya

sea como memoria, multiplexor, función lógica AND, OR, XOR, etc. y la programación consiste en describir el hardware con conexiones e interconexiones que tendrá la FPGA, no se realiza una programación basada en instrucciones, si no que se describe el circuito lógico mediante un lenguaje de programación HDL (Hardware Description Language) lenguaje de descripción de hardware.

Existen entornos de desarrollo ya sea partiendo de un circuito lógico basado en compuertas lógicas o de programación especializada como VHDL (Very High Speed Integrated Circuit) siendo un lenguaje textual de alto nivel definido por el IEEE (ANSI/IEEE 1076-1993). Hay entornos integrados como Xilinx ISE, Max Plus, Libero para el desarrollo de programación y Active HDL o ModelSim para la simulación. Algunas aplicaciones de FPGA's son procesamiento digital de señales, sistemas aeroespaciales y de defensa, sistemas de imágenes para medicina, bioinformática, criptografía y reconocimiento de voz.

En este trabajo se utiliza la FPGA Virtex-5 de Xilinx LX50T (figura 1) para la simulación en ModelSim y para la implementación en el entorno Xilinx ISE Design Suit, del sistema de Lorenz. El tipo de dato real que se puede utilizar en las operaciones digitales es de precisión finita de punto flotante o precisión finita de punto fijo, donde punto flotante es más preciso que punto fijo, pero también requiere del triple de procesamiento.



Figura 1. FPGA Virtex-5.

3. Parte Experimental

Se utilizan datos de precisión finita de punto fijo (8Q24) de 8 bits para enteros y 24 bits para decimales para el sistema de Lorenz. En la Fig. 1 se muestra la simulación del sistema de Lorenz de las ecuaciones (2.a, 2.b, 2.c) en lenguaje VHDL usando ModelSim con las condiciones iniciales de $x_0 = -8.12346$, $y_0 = -8.5679$ y $z_0 = 24.4321$, con los parámetros de control $\sigma = 10$, $r = 28$ y $b = 2.66667$ y con el tamaño de pasos $\tau = 0.00683595$, que en lenguaje VHDL sería equivalente a los valores que se presentan en la Tabla I.

Tabla I. Condiciones Iniciales y parámetros de control de simulación de Lorenz en ModelSim.

Dato	Precisión de punto fijo 8Q24	
	Parte real	Parte decimal
x_0	11110111	111000000110010100100011
y_0	11110111	011011101001111000110000
z_0	00011000	011011101001111110100101
σ	00001010	000000000000000000000000
r	00011100	000000000000000000000000
b	00000010	101010101010101010101011
τ	00000000	000000011100101011000001

La simulación de la Fig. 1 es de 10667 datos para cada estado x , y y z . La frecuencia del reloj es de 33.33 MHz. Para la implementación en FPGA Virtex-5 se utiliza como base, el código de la simulación en ModelSim, pero ahora bajo el entorno Xilinx ISE 14.1 suite. En la Tabla II se muestran los recursos que se necesitan para poder implementar Lorenz en FPGA. Para conocer aun más la eficiencia del algoritmo utilizado en la implementación, se realizan ciertos cálculos para conocer la tasa de salida (datos/segundo) que puede ser calculado por (3) [14] y la letanía es el tiempo necesario para que el algoritmo genere un dato a la salida, cuyo valor puede ser calcular utilizando la ecuación (4) [15].

$$T_{salida} = \frac{S \times F}{C} \quad (3)$$

Donde S es el tamaño del bloque de almacenamiento (32 bits), F es la frecuencia

máxima (33.333 MHz) y C es el número de ciclos de reloj necesarios para generar un dato en cada estado del sistema de Lorenz (1 ciclo de reloj).

$$Letania = \frac{C}{F} \quad (4)$$

Donde C es el número de ciclos de reloj necesarios para generar un dato en cada estado del sistema de Lorenz (1 ciclo de reloj), F es la frecuencia máxima (33.333 MHz).

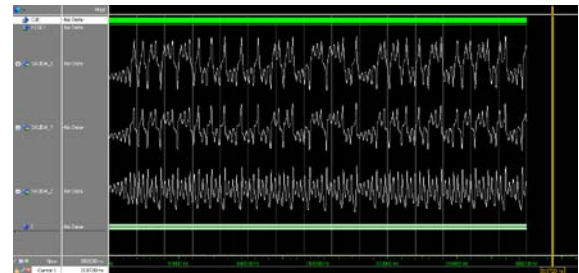


Figura 2. Simulación del sistema de Lorenz en ModelSim

Tabla II. Recursos para la implementación en FPGA Virtex-5 (xc5v1x50t-1ff1136) del sistema de Lorenz.

	Utilizado/disponibles	Utilización
Número de Slice Registers usadas como Flip Flops	128/28800	1%
Número de Slice LUTs	863/28800	2%
Número de Slices ocupadas	271/7200	3%
Número de BUFG/BUFGCTRLs	1/32	3%
Número de DSP48Es	34/48	70%
Frecuencia Max en Hz	33,333,333.333	
Tasa de salida Mbps (T_{salida})	1066.66	
Letanía (ns)	30	
Potencia mW		

4. Resultados y Discusión

La implementación del sistema de Lorenz en FPGA se utiliza un formato 8Q24 con precisión finita de punto fijo, es decir, 8 bits para números enteros y 24 bits para números decimales, a diferencia de otros reportes que utilizan 16Q16 donde el espacio de llaves se ve reducido [14-15], en este reporte el espacio de llaves considerando variar únicamente los decimales en las tres condiciones iniciales y en los tres

parámetros de control, se tendrían $2^{24+24+24+24+24+24} = 2^{144}$ posibles llaves, lo que hace el sistema de encriptado seguro contra un ataque de tipo exhaustivo al contar con un espacio de llaves suficientemente grande.

5. Conclusiones

Se desarrollo programación optimizada en VHDL para generar los datos caóticos del sistema de Lorenz resuelto por el método de Euler, utilizando un formato de 8Q29 (8 bits para enteros y 29 bits para decimales) de precisión finita de punto fijo, con un espacio de llaves de 2^{144} , lo suficientemente grande para resistir ante un ataque tipo exhaustivo.

Con estos resultados, se muestra que se puede garantizar el espacio de llaves requerido [16] para que un sistema digital de encriptado basado en caos pueda resistir ante un ataque exhaustivo, además de que el tiempo de generación de datos caóticos en tecnología de FPGA es de 0.8 a 1.5 segundos para generar 10,000 datos, consumo de poco espacio en memoria, pocos recursos de implementación, precisión en los datos generados, y costos de productos bajos, hace que el uso de FPGA's en sistemas digitales de encriptado basados en caos, sea una opción interesante para cifrar información como texto, imágenes, etc.

6. Bibliografía

- [1].- **Pecora L. M., Carroll T. R.** *Synchronization in chaotic systems*. Physical Review Letters, vol. 64, no. 8 (1990).
- [2].- **Cuomo K. M., Oppenheim A. V., Strogatz S. H.** *Synchronization of Lorenz-Based Chaotic circuits with applications to communications*. IEE transactions on circuits and systems II: Analog and digital signal Processing, vol. 40. No. 10 (1993).
- [3].- **Li S., Alvarez G., Li Z., Halang W. A.** *Analog chaos-based secure communications and cryptanalysis: a brief survey*. Proceedings of 3rd International, IEEE Scientific Conference on Physics and Control **PhysCon**, September, Potsdam, Germany, (2007).
- [4].- **Li S., Chen G., Mou X.** *On the dynamical degradation of digital piecewise linear chaotic maps*. International Journal of Bifurcation and chaos, Vol. 15, No. 10, pp 3119-3151, (2005).
- [5].- **Alvarez G., Li S.** *Some Basic cryptographic requirements for chaos-based cryptosystems*. International Journal of Bifurcation and chaos, Vol. 18, No. 8, pp. 2129-2151, (2006).
- [6].- **Asseri M. A., Sobhy M. I.** *A new approach to implement chaotic generators based on field programmable gate array (FPGA)*. ICWET '11 Proceedings ACM New York, NY, USA, (2011).
- [7].- **Aixue Q., Chengliang Z., Honggang W.** *A switched hyperchaotic system and its FPGA circuitry implementation*. Journal of electronics (China), Vol. 28, No. 3, (2011).
- [8].- **Wu X., Wang Z.** *An auto-switched chaos system*. Procedia Engineering 24 464 – 469, (2011).
- [9].- **Tanougast C., Dandache A., Azzaz M. S., Sadoudi S.** *Hardware design of embedded systems for security applications*. Embedded Systems – High Performance Systems, Applications and Projects (2012).
- [10].- **Sadoudi S., Azzaz M. S., Djeddou M., Benssalah M.** *An FPGA real time implementation of the chen's chaotic system for securing chaotic communications*. International Journal of Nonlinear Science, Vol.7, No.4, pp.467-474 (2009).
- [11].- **Lorenz E. N.** *Deterministic nonperiodic flow*. Journal of the atmospheric Science, Vol 20, (1963).
- [12].- **Press W. H., Teukolsky S. A., Vetterling W. T., Flannery B. P.** *Numerical recipes in C. The art of scientific computing*, Second edition, (1992).
- [13].- **Yang W. Y., Cao W., Chung T., Morris J.** *Applied numerical methods using Matlab*. Wiley-Interscience, (2005).
- [14].- **Sadoudi S., Azzaz M. S., Djeddou M., Benssalah M.** *An FPGA real time implementation of the chen's chaotic system for securing chaotic communications*. International Journal of Nonlinear Science, Vol.7, No.4, pp.467-474 (2009).
- [15].- **Azzaz M. S., Tanougast C., Sadoudi S., Dandache A.** *Real time FPGA implementation of Lorenz's chaotic generator for ciphering telecommunications*. Circuits and Systems and TAISA Conference, (2009).
- [16].- **Yun, L., Feng-Ying, H.** *New image encryption algorithm based on combined high – dimension chaotic system*. Computer Engineering and Applications 45(1), 103–107 (2009).

SINCRONIZACIÓN DE NUEVE LUCIÉRNAGAS ELECTRÓNICAS

Miguel Ángel Murillo-Escobar, Rosa Martha López-Gutiérrez*, César Cruz Hernández & Fausto Abundiz-Pérez

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO

CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS

Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333

*E-mail: mike_0985@hotmail.com, roslopez@uabc.edu.mx, ccruz@cicese.mx, abundispf@hotmail.com

Abstract. En la naturaleza existen diversos comportamientos colectivos que surgen a causa de la interacción de los organismos vivos, uno de ellos es la sincronización, motivados por ilustrar este fenómeno en el presente trabajo de divulgación se expone un modelo matemático del comportamiento peculiar que exhiben las luciérnagas al sincronizar su parpadeo. También, se realiza una implementación en circuitería electrónica, basado en los trabajos previos presentados en las referencias [4,5,6], con el objetivo de emular el comportamiento aislado y colectivo de una luciérnaga. El circuito electrónico consta de nueve luciérnagas colocadas de manera matricial, las cuales pueden ser sincronizadas en topología de redes en estrella, lineal, mixta y anillo.

Palabras claves: Luciérnagas Electrónicas, Sincronización

1.- Introducción

Debido a la interacción de los organismos vivos en la naturaleza emergen varios comportamientos colectivos [1], como son la sincronía, organización, armonía, caos, etc. En el presente trabajo se ilustra la sincronización del parpadeo de nueve luciérnagas el cual es un comportamiento colectivo que surge debido a la interacción entre las luciérnagas.

La sincronización se conoce desde 1665, gracias al físico *Christian Huygens* quien se percató que dos péndulos colocados en la pared de su cuarto habían sincronizado sus movimientos de forma misteriosa [1]. *Huygens* al observar esto llegó a la conjetura de que los relojes estaban interaccionando por medio de la pared, lo cual, provocaba la sincronización de los mismos, por tal motivo, para comprobar esto experimento cambiando de pared uno de los reloj y observar si la sincronía sucedería de nuevo, lo cual, no ocurrió [2]. De manera que la sincronización es el efecto de hacer que dos o más elementos (osciladores) se acoplen de una manera con el fin de tener el mismo comportamiento dinámico. La propiedad de sincronización se presenta en varias partes de nuestro entorno, por ejemplo en el comportamiento humano, en los animales, en los elementos mecánicos

como es el caso de los relojes de péndulos, etc. Otro caso espectacular de sincronización se puede observar por las noches en algunos ríos de malasia en épocas de reproducción de las luciérnagas en donde los machos se juntan por miles en un árbol y logran sincronizarse para emitir un pulso de luz rítmico con la intención de llamar la atención de las hembras a larga distancia.

El objetivo de este trabajo es mostrar de forma ilustrativa y practica el fenómeno de la sincronización, con el fin de que los estudiantes, de los diferentes niveles educativos puedan conocer este comportamiento colectivo que surge en las redes complejas [1, 3].

Análisis de Luciérnagas en Sincronía.

Suponiendo que una luciérnaga A no tiene estímulos de otra luciérnaga B, A parpadea con un periodo de T segundos. Es conveniente para nuestro estudio expresar la secuencia de parpadeos como un movimiento circular unitario (figura 1).

Pensando que θ (posición angular o fase en rad) describe un punto dentro del círculo unitario, entonces un parpadeo corresponde al instante cuando dicho punto completa una rotación al círculo unitario.

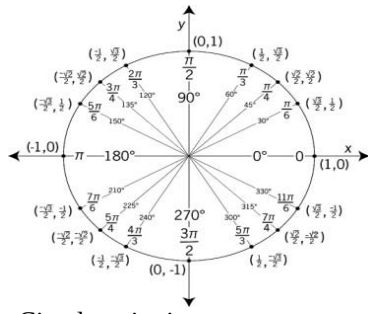


Figura 1. Circulo unitario.

Sin estímulo, el modelo del parpadeo rítmico de las luciérnagas se puede describir con la ecuación diferencial

$$\frac{d\theta}{dt} = \dot{\theta}_A = \omega_A, \quad \theta_A(0) = 0 \quad (1)$$

Donde $\omega_A = 2\pi / T$ (velocidad angular (rad/s)) es constante y representa la frecuencia de parpadeo de una luciérnaga y T es el periodo en segundos. Sin pérdida de generalidad estamos asumiendo que las condiciones iniciales de parpadeo son en $t = 0$ correspondiendo a $\theta_A = 0$.

Nuestro modelo, por supuesto, incluye estímulos. Supongamos que θ_B representa la fase de un estímulo, que de igual manera, se puede expresar con la siguiente ecuación diferencial

$$\dot{\theta}_B = \omega_B, \quad \theta_B(0) = 0 \quad (2)$$

Donde ω_B es la frecuencia de parpadeo del estímulo (diferente que A) y las condiciones iniciales también son en $t = 0$ correspondiendo a $\theta_B = 0$, iniciando en la misma posición que la luciérnaga A pero a una velocidad distinta, por lo que B parpadea más rápido o más lento que A, dependiendo la frecuencia de parpadeo de B. De igual manera, se considera que al llegar al mismo punto inicial, (completar el círculo unitario) B parpadea en un instante de tiempo.

Necesitamos un término en (1) para poder acoplar los parpadeos de la luciérnaga A con los estímulos de la luciérnaga B, el modelo que nosotros analizaremos para observar cómo responde una luciérnaga a un estímulo es:

$$\dot{\theta}_A = \sin(\omega_A t - [((\omega_A - \omega_B)t)/2]) \quad (3)$$

$$\dot{\theta}_B = \sin(\omega_B t + [((\omega_A - \omega_B)t)/2]) \quad (4)$$

Donde $\omega_A t - \omega_B t$ es la diferencia de frecuencia que existe entre la luciérnaga B y la luciérnaga A. La ecuación (3) muestra el ajuste en frecuencia que debe hacer la luciérnaga A para sincronizar con una luciérnaga B que actúa como estímulo. De igual manera, (4) muestra el ajuste en frecuencia que debe hacer B ante un estímulo de A.

3. Implementación en circuitería electrónica de luciérnaga.

Para la implementación de la sincronización de luciérnagas se basa principalmente de las características que presentan las luciérnagas como parpadear de manera periódica cada segundo aproximadamente, tener la capacidad de cambiar un poco su frecuencia de parpadeo para sincronizar con otras luciérnagas, comunicarse con las luciérnagas vecinas y capacidad de auto control para lograr la sincronización [4,5]. Todo utilizando un CI 555 en su configuración astable (es un multivibrador que no tiene ningún estado estable: oscilador). Los componentes electrónicos para construir una luciérnaga son:

- (1) **Batería de 6VDC**
- (1) **Temporizador LM555**
- (1) **Capacitor electrónico de 100 μ F**
- (1) **Capacitor electrónico de 10 μ F**
- (1) **Capacitor cerámico de 20 nF**
- (1) **Resistencia de 100 K Ω a 1/8 W**
- (1) **Resistencia de 1 K Ω a 1/8 W**
- (1) **Resistencia de 33 Ω a 1/8 W**
- (1) **Resistencia de 56 Ω a 1/8 W**
- (1) **Potenciómetro tipo Trimpots de 50 K Ω**
- (4) **Fototransistores 880 nm respuesta media angular de 20° (5 volts)**
- (4) **LED's infrarrojos 940 nm ángulo emisión 40° (1.6 volts).**
- **LED radial color rojo 5 mm de diámetro**

El mecanismo de control consta de cuatro fototransistores Q_1 , Q_2 , Q_3 y Q_4 , que cuando reciben luz de las luciérnagas adyacentes a una distancia entre 1 – 6 pulgadas, el tiempo de carga y descarga del capacitor C_3 depende de la intensidad de la luz que estos reciban. Cuando ningún fototransistor recibe luz, el capacitor C_3 es cargado por la batería de 6 volts por medio de R_1 y R_2 de manera que la frecuencia de parpadeo depende de R_1 , R_2 y C_3 que de acuerdo con los valores indicados, el periodo varia de 0.69 a 1.05 segundos aproximadamente (figura 2). La ecuación (5) y (6) se determina el tiempo en segundos de apagado y encendido respectivamente y la ecuación (7) determina el periodo del LED rojo. Para detalles ver [4, 5].

$$LED_{OFF} = (VR1 + R_1 + R_2)C_3 \ln 2 \quad (5)$$

$$LED_{ON} = R_2 C_3 \ln 2 \quad (6)$$

$$T(\text{periodo}) = t_H + t_L = (VR1 + R_1 + 2R_2 C_3 \ln 2) \quad (7)$$

Si se considera el valor de $VR1 = 50 \text{ K}\Omega$, se tiene un tiempo de apagado de 1.05 segundos y un tiempo de LED encendido de 0.007 segundos y por tanto, un periodo de 1.057 segundos. Si se disminuye el valor de $VR1$, disminuye el periodo hasta 0.69 segundos.

4. Resultados.

Se construyeron nueve luciérnagas en una placa fenólica (figura 4) y dos fixturas para realizar el proceso de desacoplamiento, así como también el acoplamiento en distintas configuraciones. Para que las luciérnagas electrónicas lleguen a sincronizar debe existir un tipo de acoplamiento lo suficientemente fuerte como para que se logre la sincronización, y la fuerza de acoplamiento entre las luciérnagas electrónicas es proporcional a la distancia entre ellas, que para el tipo de LED's IR y fototransistores utilizados, se considera un acoplamiento fuerte a 1 pulgada de distancia y débil a 6 pulgadas de distancia.

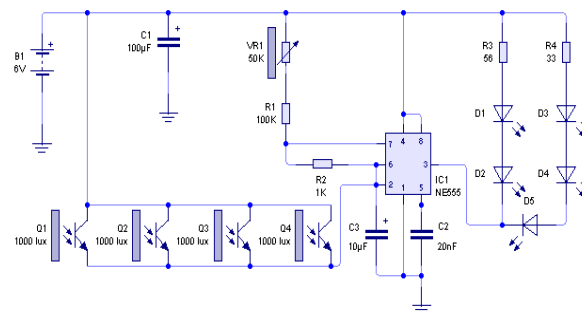


Figura 3. Circuito que simula una luciérnaga.



Figura 4. Construcción de nueve luciérnagas en placa fenólica 17 x 19 cm.

En la tabla 1 se presentan las topologías de redes que se pueden implementar con las nueve luciérnagas.

Tipología de Red	Red construida	Topología de Red	Red Construida
Red Nula		Red línea en	
Red Anillo en		Red estrella en	
Red mixta		Red línea en	

Tabla I: topología de redes implementadas en circuitería.

Un punto importante es el tiempo de sincronía el cual es casi instantáneo para las configuraciones de redes tipo mixta, estrella, ciclo ya que se tiene una fuerza de acoplamiento fuerte, además de que todas ellas reciben información de más de una luciérnaga vecina, lo cual ayuda al proceso de sincronización; mientras que para las redes de tipo línea, la sincronización se pierde en instantes de tiempo, debido a que las luciérnagas de los extremos reciben menos cantidad de información, lo que se puede considerar como un acoplamiento débil.

Para verificar la sincronización entre las luciérnagas, se utiliza un osciloscopio digital, midiendo los pulsos de los LED's rojo; en configuración "desacopladas" (figura 5a), la señal amarilla corresponde a una luciérnaga A que parpadea con un periodo de 0.9 seg aproximadamente y la señal azul corresponde a otra luciérnaga B que tiene un periodo de 0.75 seg aproximadamente, mientras que en la configuración "acopladas" (figura 5b) ambas luciérnagas A y B poseen el mismo periodo de parpadeos.



Figura 5. Verificación de sincronía con osciloscopio en configuración de nueve luciérnagas a) desacopladas, señales de dos LED rojos (dos luciérnagas desacopladas) elegidos al azar, cada luciérnaga posee su propia frecuencia de parpadeo (no existe sincronía). b) acopladas, sincronización de parpadeos, existe sincronía.

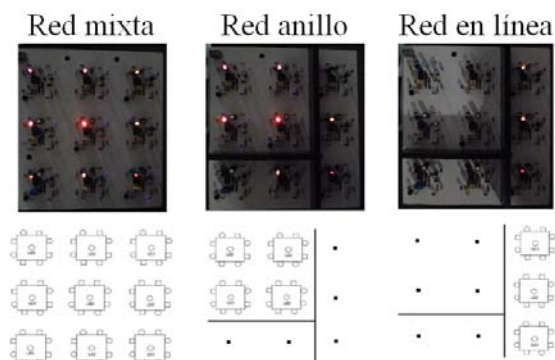


Figura 6: Sincronización de luciérnagas en tres tipos de topologías distintas de redes.

En la figura 6 se muestran los resultados de sincronización obtenidas con algunas de las topologías de redes mostradas en la tabla 1.

4. Conclusiones

Pareciera difícil creer que los distintos comportamientos de organismos vivos puedan ser simulados en circuitería electrónica o en simulación computacional, sin embargo, esto es posible. Con la idea central de que las luciérnagas parpadean a una frecuencia natural cuando la noche llega y estas se comunican con sus vecinos para llegar a sincronizar, se puede construir un circuito electrónico que simule este comportamiento y así poder entender más la propiedad de sincronización distribuida, con el fin de que en un futuro se pueda mejorar la sincronización en otras aplicaciones como en computación distribuida, la Internet, grupos de redes de vehículos autónomos, y otras aplicaciones.

6. Bibliografía.

- [1].- **Pimentel Arturo**, "Sincronización y fenómenos colectivos: modelos de redes complejas y votantes", CopItArXives, México, 2008.
- [2].- **Neoteo**, "La física de la Sincronización", 3/10/13, <http://www.neoteo.com/la-fisica-de-la-sincronizacion>.
- [3].- **Wikipedia**, "Teoría de la complejidad y organización", 1/10/13. http://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADa_de_la_complejidad_y_organizaciones
- [4].- **T. Chuang, C. Chang, J. Byerly, C. Slattery**. *Distributed Synchronization of Electronic Fireflies*. EE683report. 2004.
- [5].- **T. Chuang, C. Chang, J. Byerly, C. Slattery**. *Oscillation Coupling For a Firefly*. EE683manual. 2004.
- [6].- **Cassio Verdugo Carlos Alberto**, *Estudio teórico y experimental de un caso de sincronía*. Centro de Enseñanza Técnica y Superior. Escuela de Ingeniería, Tesis de licenciatura, Ingeniería electrónica (2004).

SISTEMA DE ACCESO SEGURO BASADO EN HUELLA DACTILAR Y ENCRIPTADO CAÓTICO CON MAPA LOGÍSTICO

César Cruz-Hernández, Rosa Martha López-Gutiérrez*, Fausto Abundiz-Pérez
& Miguel Ángel Murillo-Escobar

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO
CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS
Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333

*E-mail: ccruz@cicese.mx, roslopez@uabc.edu.mx, abundispf@hotmail.com,
murillo.miguel@uabc.edu.mx

Abstract. En los últimos años, se ha incrementado el desarrollo de nuevos sistemas de acceso seguro (bancos, casas, oficinas, cajas fuertes, etc.) con la finalidad de brindar mayor confiabilidad al usuario. Debido al crecimiento tecnológico y poder computacional, a un intruso le toma poco tiempo descifrar una clave secreta de un sistema de acceso seguro basado en claves para poder quebrantar el sistema. Por otro lado, los rasgos físicos intrínsecos de las personas como el iris, retina, patrones faciales, la huella dactilar, etc. pueden ser utilizados mediante métodos de biometría para verificar la autenticidad del usuario e incrementar la seguridad del sistema de acceso seguro. En este trabajo, se presenta un sistema de acceso seguro para caja fuerte basado en huella dactilar y encriptado caótico con el uso de un microcontrolador y un lector de huella digital. El sistema cuenta con funciones como registrar nuevos usuarios, verificar usuario y abrir la caja fuerte automáticamente en caso de que el sistema reconozca al usuario. Se utiliza una pantalla LCD para visualizar la información, dos interruptores de presionar y LED's generando un sistema integro de acceso seguro.

Palabras claves: acceso seguro, huella digital, encriptado caótico, microcontrolador, caja fuerte

1.- Introducción

El término *control de acceso físicoseguro* se refiere a la práctica de permitir la entrada a una propiedad, un edificio, una habitación o abrir una caja fuerte a personas autorizadas mediante el uso de sistemas electrónicos – mecánicos que utilizan claves para identificar a un usuario [1].

En los últimos años, se han desarrollado sistemas cada vez más seguros gracias al crecimiento tecnológico. El uso de claves secretas resulta poco seguro debido al poder computacional actual, ya que un intruso puede descifrar una clave para acceder al sitio sin mayores problemas.

Es por ello que se han incorporado características intrínsecas de las personas para autenticar al personal autorizado (identificación biométrica) como lo es el iris, la retina, la huella dactilar, el rostro, la postura, etc., que son características que distinguen a una persona y que además, resulta casi imposible encontrar dos personas con las mismas características intrínsecas [2-3].

La identificación biométrica por huella dactilar es la técnica más difundida la más antigua y consta del análisis de la impresión de la parte rugosa del dedo. Dicha rugosidad se debe a que el dedo presenta en su anverso una serie de crestas papilares que conforman un dibujo muy característico que se define durante el desarrollo fetal de la persona y es único para cada individuo, no habiendo dos iguales, ni siquiera en los gemelos idénticos. Por todo esto, la huella dactilar es una técnica biométrica utilizada para la identificación personal de forma segura. La biometría basada en huellas dactilares busca minucia, que son los puntos de una huella dactilar donde una cresta termina o se divide en dos (figura 1) [2-4].



Figura 1. Extracción de minucias de la huella dactilar.

La huella dactilar se usa en muchas aplicaciones en las que se quiere realizar la identificación de personas de forma segura y cómoda para el usuario. Su objetivo es evitar los riesgos de suplantación de identidad derivada del robo, copia o pérdida de tarjetas y códigos numéricos, de una forma muy práctica para el usuario, evitándole el tener que recordar códigos ni contraseña.

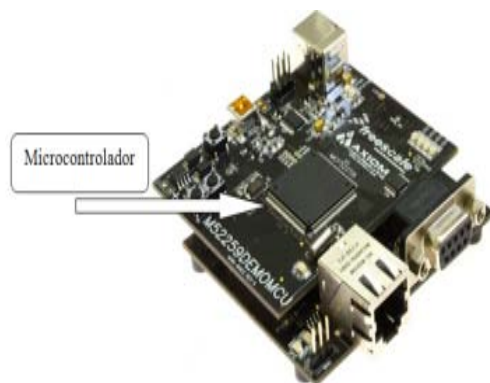
Entre las ventajas de los sistemas de reconocimiento por huella dactilar, podemos mencionar: el porcentaje de fallo el cuales extremadamente bajo en comparación con otras técnicas biométricas; el Equipo es relativamente económico; la facilidad de uso (muestra fácil de tomar y mantener) [1-4].

Dicho lo anterior, el uso de la huella dactilar en sistemas de acceso físico seguro es muy factible e importante para incrementar la seguridad y autorizar a los usuarios de manera correcta. En este trabajo se presenta la implementación de un sistema de acceso seguro basado en huella dactilar donde se utiliza tecnología de microcontrolador con la característica de que se encriptan los datos almacenados en la memoria del sistema utilizando secuencias caóticas del mapa logístico unidimensional.

5. Materiales y Métodos

Para el desarrollo del sistema de acceso seguro basado en huella dactilar consta de los siguientes materiales:

- Microcontrolador 32 bits de *Freescaler*
-



- **Figura 1.** Lector de huella integrado *FutronicFS83*



- **Figura 2.** Pantalla de cristal liquido LCD Matrix Orbital 4X20.



- **Figura 3.** Dos Interruptores de presionar



- **Figura 4.** Caja fuerte con actuador eléctrico (fabricada por los autores)



- **Figura 5.** Fuente de voltaje *COSEL* 5VCD



El sistema se basa en programación de código C que es grabado en la memoria *FLASH* del microcontrolador para recibir información del lector de huellas y de interruptores de presionar, enviar información al lector de huellas, *LCD*, *LED's* y actuador eléctrico. Se utiliza comunicación RS-232 para el lector de huellas y comunicación I2C para el *LCD*.

3. Parte Experimental.

Una vez terminado el código de programación del microcontrolador, se realizan las conexiones como se muestra en el diagrama a bloques de la figura 6.

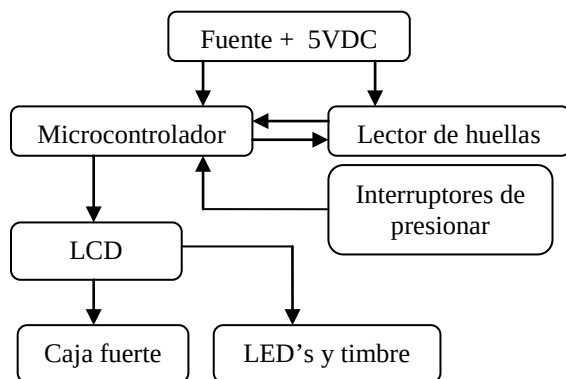


Figura 6. Diagrama a bloques del proyecto.

El sistema es capaz de realizar los siguientes procesos:

- Agregar usuario: mediante un menú que se visualiza en *LCD*, dos interruptores de presionar y el lector de huella dactilar se registra un nuevo usuario al sistema.
- Verificar usuario: para abrir la caja fuerte es indispensable que el usuario este registrado en el sistema de acceso seguro. Mediante un menú en *LCD*, dos interruptores de presionar y el lector de huella dactilar se verifica el usuario y si esta registrado en el sistema, abre automáticamente la caja fuerte.
- Encriptado caótico de la huella utilizando el mapa logístico unidimensional.
- Presenta un interfaz humana amigable, mediante *LED's* y timbres que indican los procesos realizados.

Mediante un interruptor de presionar se introduce al menú (figura 8) donde se selecciona *AGREGAR* para registrar a un usuario. Seguido, el usuario debe colocar su dedo pulgar sobre el lector de huellas (figura 9) para que el sistema lo registre.

También, mediante un interruptor de presionar, se *VERIFICA* al usuario (figura 10) para que el sistema abra la caja fuerte en

caso de que el usuario se haya registrado anteriormente (figura 11).

En la figura 11, se muestra el sistema completamente integrado.



Figura 7. Visualización en *LCD* de AGREGAR y VERIFICAR.



Figura 8. Visualización en *LCD* de colocar dedo pulgar en lector.



Figura 9. Visualización en *LCD* de lectura de la huella.



Figura 10. Usuario Aceptado.



Figura 11. Sistema de acceso seguro de caja fuerte basado en huella dactilar y encriptado caótico.

4. Resultados y Discusión.

El sistema de acceso seguro a caja fuerte desarrollado en este trabajo fue sometido a pruebas de VERIFICACION y de AGREGAR nuevos usuarios. Por fines prácticos se sometieron 20 usuarios de los cuales 12 se registraron en el sistema, abriendo la caja fuerte únicamente con aquellos que estaban registrados, por lo que resulto un sistema seguro.

Además, la interfaz humana del sistema lo hace amigable, ya que cada usuario realiza el proceso satisfactoriamente al contar con LCD, LED's y timbres para indicar información de aceptación o rechazo.

Un punto de suma importancia es que la información recabada por el lector de huellas se almacena en la memoria del sistema de forma encriptada usando caos, por lo que un intruso puede robarla y en un momento intentar acceder a la caja fuerte de manera ilegal utilizando dicha información a

su favor, sin embargo los datos que obtendrá no corresponden directamente a ninguna huella real, por lo que este ataque al sistema no tendrá éxito.

5. Conclusiones

En este trabajo se desarrollo en sistema de acceso seguro a caja fuerte basado en huella dactilar. El sistema tiene una interfaz humana amigable y sencilla para que el usuario pueda realizar el proceso de agregar y verificar usuario. Se realizó una serie de pruebas para garantizar que el usuario registrado sea aceptado, mientras que aquel que no se haya registrado no sea aceptado por el sistema. El sistema puede ser utilizado en otras aplicaciones para acceder a sitios restringidos como casas, oficinas, bancos, cruceros internacionales, etc. y expandirse con el uso de más de una característica intrínseca de las personas, como iris – huella o rostro – huella.

6. Bibliografía.

- [1].- Umanick.
(<http://www.umanick.com/index.php/tecnologia/huella-dactilar>). Fecha de consulta: Septiembre de 2013.
- [2].- Lacie.
(http://www.lacie.com/download/whitepaper/WP_Biometrics_ES.pdf). Fecha de consulta: Septiembre de 2013.
- [3].- Biometrics.
(<http://www.biometrics.org/html/introduction.html>). Fecha de consulta: Septiembre de 2013.
- [4].- Robert R. Sokal, F. James Rohlf:
Biometry: The Principles and Practices of Statistics in Biological Research. Third (3rd) Edition Hardcover – January 15, (1994).

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE CÁMARA DE TURBULENCIA ATMOSFÉRICA PARA EXPERIMENTOS DE COMUNICACIONES ÓPTICAS INALÁMBRICAS

Juan de Dios Sánchez López*, Juan Iván Nieto Hipólito* & Mabel Vázquez Briseño*

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO

CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS.

Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333.

***E-mail: jddios@uabc.edu.mx**

Abstract. *En este trabajo se presentan los resultados obtenidos de la caracterización de la cámara en términos de parámetros estadísticos de la intensidad de la señal óptica recibida a la salida de la cámara. La cámara de turbulencia diseñada y construida es de bajo costo, lo que lo hace factible su implementación en universidades y centro de investigación.*

Palabras claves: *Turbulencia atmosférica, Comunicaciones ópticas inalámbricas, Control de temperatura.*

1.- Introducción

Actualmente, redes dorsales basados fibra óptica pueden proporcionar suficiente capacidad para soportar decenas de Gb/s tanto a oficinas como usuarios residenciales [1-2]. Sin embargo actualmente, para la mayoría de los negocios, la primera (ó última milla) que separa a estos usuarios de la dorsal de fibra óptica sigue siendo un cuello de botella [1-3].

Aunque los sistemas de comunicaciones de banda ancha, tales como DSL ó cable-modem proporcionan este servicio a usuarios domésticos y a pequeñas empresas, estos sistemas tienen un ancho limitado [1]. Estos últimos sistemas son conocidos como sistemas de comunicaciones ópticas inalámbricos (COI). Sobre este tema se desarrolla el trabajo presentado en este artículo.

El presente trabajo presenta un sistema que emula las condiciones atmosféricas existentes en trayectorias usuales para este tipo de sistemas. Diversas formas de recreación de las condiciones atmosféricas que se presentan a lo largo de la trayectoria de un haz han sido propuestas y desarrolladas. Sistemas basados en la generación de pantallas de fase que simulan la turbulencia atmosférica por medio de computadora que se utilizan para afectar el haz láser por medio de pantallas de cristal de

cuarzo líquido (LCD) [4], ó bien adquiriendo los datos de un haz no perturbado por la atmósfera e incluyendo el efecto de la simulación de las perturbaciones atmosféricas. Sin embargo la generación de pantallas de fase que simulan las perturbaciones atmosféricas requieren del uso de recursos de cómputo si se quiere que estas pantallas tengan la correcta correlación espacial y temporal [1].

Otra forma alterna propuesta de generar las perturbaciones atmosféricas es el uso de cilindros de acrílico rellenos de mezcla de agua y glicerina u otros líquidos que se mezclan al girar este cilindro ó disco simulando la atmósfera turbulenta [5]. En este tipo de sistemas puede ser barato, pero los materiales involucrados tienen otro comportamiento diferente al de la mezcla de masas de aire con diferentes índices de refracción.

Sin embargo estos sistemas requieren probarse en forma preliminar en el condiciones de laboratorio antes de probarse en condiciones reales, los cuales requieren de prototipos que sean robustos de forma que permitan su manipulación y despliegue, pero que son costosos y por lo tanto son difícil de ser construidos cuando este tipo de experimentos es realizado por centros de investigación

Diferentes tipos de cámara de turbulencia ha sido propuestas [3]. La cámara diseñada y construida, se basa en la propuesta de Abtahi, [3] pero usualmente se omiten los detalles de construcción y criterios de diseño de este tipo de artefactos. Es allí donde reside la importancia de este trabajo.

2. Diseño y caracterización de la cámara de turbulencia.

2.1. Teoría de operación.

La cámara de turbulencia permite la recreación en laboratorio de las condiciones atmosféricas presentes en la trayectoria del haz láser entre el transmisor y receptor de un sistema de comunicaciones ópticas de espacio libre atmosférico. El diseño se basa en el presentado por Abtahi [4], el cual evita la generación de variaciones en la trayectoria del haz que no produce inhomogeneidades de escala grande, pero genera variaciones de intensidad ocasionadas por las inhomogeneidades de pequeña escala [6]. La cámara consiste en una caja de madera con aperturas circulares que permiten el paso del haz láser y calefactores y ventiladores. El calefactor produce calentamiento del aire en su interior y los ventiladores internos realizan la mezcla de aire caliente con aire frío proveniente del exterior, el cual es impulsado por un ventilador. La turbulencia óptica generada (cambios en el índice de refracción de las masas de aire) es proporcional a la diferencia de temperatura.

Para la construcción de la cámara se utilizó madera ya que es más económica que el metal considerando trabajar en el régimen de turbulencia débil, el cual requiere menos diferencia de temperatura [7].

Sin embargo el uso de aluminio u otro metal es más conveniente si se desea recrear turbulencia fuerte. En la figura 1 se muestra el esquema de la cámara de turbulencia.

Las variaciones de la intensidad debido al efecto de la turbulencia atmosférica sobre una señal óptica se mide típicamente por el índice de cintilación σ_I^2 , definido por [7]:

$$\sigma_I^2 = \frac{\langle I^2 \rangle - \langle I \rangle^2}{\langle I \rangle^2} \quad (1)$$

en donde I es la intensidad luminosa del haz recibido

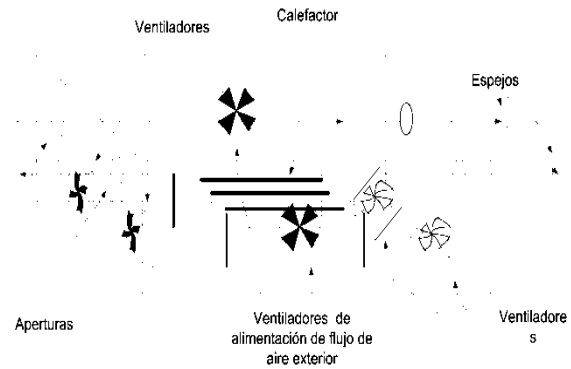


Figura 1. Estructura del generador de turbulencia atmosférica.

Diversos modelos estadísticos han sido obtenidos para describir el comportamiento de las variaciones de amplitud y fase de una señal óptica afectada en su trayectoria por la turbulencia atmosférica. En el régimen de turbulencia débil ($\sigma_R^2 < 1$) [1] es aceptado que el comportamiento de los cambios de intensidad es descrito por la función de distribución de probabilidad *lognormal* [7]:

$$p_I(I) = \frac{1}{2\sqrt{2\pi}\sigma_\chi} \exp \left\{ -\frac{\left(\ln \frac{I}{I_0} - 2\bar{\chi} \right)^2}{8\sigma_\chi^2} \right\}$$

donde χ es el logaritmo de la amplitud con media $\bar{\chi}$ y desviación estándar σ_χ . Un parámetro para medir la fuerza de la cintilación o variación aleatoria de la intensidad luminosa debido a la turbulencia atmosférica es la varianza de Rytov definida como [1]:

$$\sigma_R^2 = 1.23 k^{7/6} C_n^2 L^{11/6}$$

en donde k es el número de onda ó frecuencia espacial de la señal óptica (haz láser), C_n^2 es la constante de estructura del índice de refracción y L es la distancia entre el transmisor ó fuente luminosa y receptor.

2.1 Control de temperatura y ventiladores

La temperatura en el interior de la caja se encuentra controlada a fin proveer de repetibilidad en la recreación de los experimentos en donde sea empleada. Esta es una diferencia importante en el diseño de la cámara de turbulencia, ya que normalmente se controla sólo la temperatura del aire inyectado a ella [6]. Para este fin se realizó un control de temperatura *PI*, el cual requiere una precisa caracterización del sistema físico formado por la cámara y el calefactor [8]. El control es realizado por medio de un microcontrolador *PIC16F877* el cual acciona el calefactor alimentado por C.A., usando un triac excitado por un optoacoplador *MOC3041*. La temperatura se hace variando el número de ciclos del voltaje C.A. de acuerdo a la temperatura deseada. Se utilizó un sensor de temperatura *National LM 35*, el cual opera de forma lineal. En la figura 2 se presenta el diagrama a bloques del control de temperatura. Los ventiladores en el interior de la caja operan a una velocidad continua. El ventilador que proporciona aire frío opera a cuatro diferentes velocidades, simulando la velocidad del viento.

3. Montaje experimental para caracterización de la cámara de turbulencia

La forma de verificar el funcionamiento de la caja de turbulencia fue por medio de la medición de los cambios de intensidad del haz que sale de la cámara de turbulencia y comparar estos resultados de trabajos previos reportados sobre la propagación de un haz láser en la atmósfera a fin de medir la turbulencia óptica generada. En la figura 3 se muestra el montaje utilizado para la caracterización de la cámara de turbulencia.

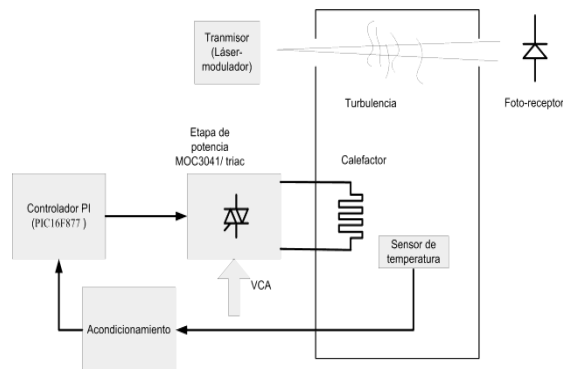


Figura 2. Diagrama de bloques del generador de turbulencia.

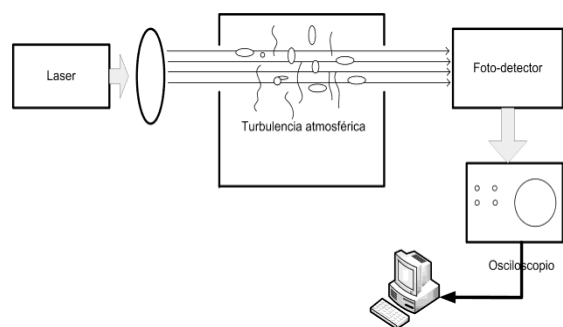


Figura 3. Montaje para la caracterización del generador de turbulencia atmosférica.

4. Resultados

Medición de intensidad

En la figura 4 se muestra una fotografía del montaje del experimento en la que se puede notar el montaje óptico así como otros elementos indicados en la figura 3. La forma de verificar el funcionamiento de la caja de turbulencia fue por medio de la medición de los cambios de intensidad y comparar estos resultados de trabajos previos reportados sobre la propagación de un haz láser en la atmósfera a fin de medir la turbulencia óptica generada. En la figura 4 se muestra una realización de una medición de la intensidad y el correspondiente histograma, así como la comparación con mediciones y teorías establecidas reportadas por otros autores. Estos se realizaron para diversos valores de diferencia de temperatura en el interior de la cámara de turbulencia y diferentes velocidades de viento transversal.



Figura 3. Cámara de generación de turbulencia.

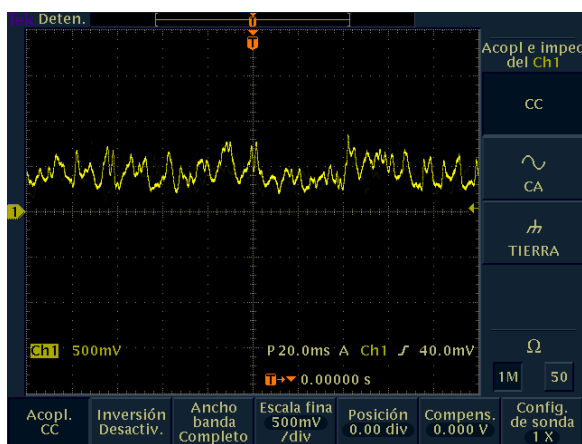


Figura 4. Medición de intensidad de un haz perturbado por la turbulencia atmosférica generada por la cámara de turbulencia.

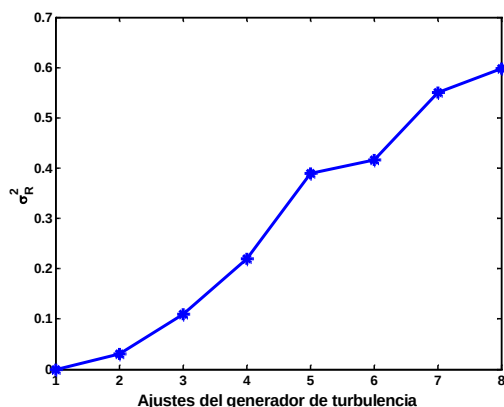


Figura 5. Caracterización de la cámara de generación de turbulencia.

De la figura 5 se puede observar que la caracterización de la turbulencia tiene una dependencia directa con la temperatura de la

cámara, obteniéndose siete intervalos útiles para la experimentación.

4. Conclusiones

De los resultados obtenidos, se puede concluir que es posible realizar un sistema que nos permite recrear a nivel laboratorio, turbulencia atmosférica similar a la que ocurre en la que ocurre en las trayectorias de un enlace de comunicaciones óptico atmosférico, permitiendo la realización de experimentos de esta área de las telecomunicaciones, así como la evaluación y diseño de nuevas configuraciones de estos sistemas, tales como el uso de diversidad espacial, uso de codificación de canal, etc., de forma experimental y en el ámbito de laboratorio

5. Bibliografía.

- [1].- **Heinz Willebrand**, *Free space optics: enabling optical connectivity in today's networks*, Sams, IJCNIS Vol.4, No.3, ISBN: 067232248X, 288 pages (2002).
- [2].- **X. Zhu y J.M. Kahn**, *Free-space optical communications through atmospheric turbulence channels*, IEEE Trans. Commun., Vol. 50, No. 8, pp. 1293-1300, Agosto, (2002).
- [3].- **J. Li; M. Uysal**, *Optical wireless communications: System, model, capacity and coding*, Vehicular Technology Conference, VTC2003-Fall, IEEE 58th, Vol. 1, No. 6-9, pp. 168-172, (2003).
- [4].- **L Hu, et al**, *A liquid crystal atmospheric turbulence simulator*, Optics Express, Vol. 14, No 25 pp. 11911-11918, Dic, (2006).
- [5].- **T. A. Rhoadarmer y J. R. P. Angel**, *Low-cost broadband static phase plate for generating atmosphericlike turbulence*. Applied Optics, Vol. 40, No. 18, pp 2946-2955, 20 de junio, (2001).
- [6].- **M. Abtahi; L.A. Rusch**, *Mitigation of scintillation noise in FSO communications links using saturated optical amplifiers*. MILCOM 2006 IEEE, pag. 1-5. (2006).
- [7].- **L. C. Andrews, R. L. Phillips**, *Laser Beam Propagation through random media*. SPIE Optical Engineering Press. USA, (2005).

“MANUFACTURA ESBELTA = ELIMINACIÓN O REDUCCIÓN DE LOS SIETE DESPERDICIOS”

René A. Godínez Enríquez, Sabtha P. Crespo Díaz, Jeniffer Guzmán Ramírez, Guadalupe del C. Fonseca Luciano, Miguel A. Hale Ambriz, Lucas M. Lim Chang, Gerardo Álvarez Verdugo & Jesús Salinas Coronado*

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO
CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS.
Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333.
*Jesus.salinas.coronado@uabc.edu.mx

Abstract. *El presente proyecto fue realizado por los alumnos de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño de 7º semestre de la carrera de Ingeniería Industrial, fue desarrollado en una empresa que desde 1991 se encuentra ubicada en la ciudad de Ensenada, esta empresa se dedica a la manufactura de productos para la industria automotriz, el objetivo es reducir en 30% los costos que generan las fallas de los pedales de máquinas de costura para lograr esta mejora se implemento una herramienta de Lean Manufacturing “kaizen”, lo que dio origen a la realización del presente proyecto.*

Palabras claves: *Manufactura esbelta, kaizen, reducción de costos, mejora continua, optimización de recursos.*

1.- Introducción

Como parte del aprendizaje dentro de la materia de Tópicos Selectos de Ingeniería Industrial se realizó el presente proyecto de una aplicación de las herramientas de Manufactura Esbelta, el objetivo de presentarlo en las XX Jornadas de Ingeniería es dar a conocer a la comunidad en general y sobre todo a los estudiantes las distintas aplicaciones y herramientas con las que cuenta la Ingeniería Industrial.

La XX Jornadas de Ingeniería se llevan a cabo en la ciudad de Ensenada en UABC ubicada en El Sauzal, dichas jornadas se presentan con el fin y el objetivo de promover la participación, el ingenio y la tecnología de la comunidad universitaria de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño para vincularlos con los niveles previos de educación y con el sector científico, fomentando las actitudes y valores integrales de los estudiantes y académicos de dicha facultad, para continuar el desarrollo social y económico del país.

Además de promover la participación de los estudiantes, las Jornadas de Ingeniería despiertan en los futuros estudiantes universitarios el interés por las diversas carreras de Ingenierías que ofrece la Facultad.

Lean Manufacturing se basa en los objetivos fundamentales del Sistema de Producción Toyota (TPS), que está dirigido a eliminar o reducir el desperdicio y maximizar el flujo continuo de producción [1].

Para lograr que una empresa funcione por medio de Manufactura Esbelta requiere de la aplicación de distintas herramientas una de ellas es el Kaizen. El Kaizen muestra habilidades individuales para trabajar de manera efectiva en pequeños grupos, resolviendo problemas, documentando y mejorando procesos, recolectando y analizando datos y auto dirigiéndose en un grupo de trabajo. Kaizen es una filosofía total que lucha por la perfección y sustenta al TPS en el día a día. [2].

KAIZEN orientado al grupo: En el trabajo de grupo, como un método permanente, está representado por los círculos de control de calidad (CCC), los grupos y otras actividades de grupos más pequeños que usan varias herramientas estadísticas para resolver los problemas. El método permanente también requiere todo el ciclo de PHRA y exige que los miembros del equipo no solo identifiquen las áreas problema sino que también identifiquen las causas, las analicen y ensayen nuevas medidas preventivas y establezcan

nuevos estándares y/o procedimientos. [3].

Una clave para el desarrollo en el extranjero de las empresas japonesas es la transferencia del sistema de producción Japonés. Actividades Kaizen, es lo que toda la organización busca activamente para solucionar los problemas; son una parte conocida del sistema de producción Japonés TPS. En especial, un rasgo distintivo de actividades kaizen son pequeños grupos de operadores que participan en mejora continua [4]

2. Materiales y Métodos

Dado que en esta empresa es muy común que las máquinas de costura se descompongan por el uso diario debido a fallas del cableado eléctrico u otro problema menor; esto puede ser reparado por mantenimiento en la línea de producción pero si la falla es más complicada las máquinas son desechadas. En el caso específico de los pedales de las máquinas de costura estos son desechados por completo cuando dejan de funcionar, es aquí donde mantenimiento observo una gran oportunidad de mejora y optimización para la empresa.

Los pedales de la máquinas generalmente fallan de un chip, lo que ocasiona que el pedal no funcione correctamente, estos pedales descompuestos eran llevados al cementerio de máquinas de la empresa en donde se mantenían como inventario por si otro pedal se llegara a descomponer utilizar el pedal que se encuentra en el cementerio para disponer de alguna de sus partes y reemplazarla en el pedal que la necesite.

En este punto tan importante fue donde se aplico la Herramienta de Manufactura esbelta "Kaizen". Esta herramienta indica que es una cultura de la mejora continua centrada en la eliminación de los desperdicios en todos los sistemas y procesos de una organización, en la cual centra sus

esfuerzos en la gente, pues es ella la que termina haciendo realidad sus postulados. El objetivo es mejorar de forma continua y sistemática los niveles de calidad, logrando un óptimo control y reducción de los costos, al mismo tiempo que hace factible lograr una entrega a tiempo. El kaizen transforma a las empresas en competidoras globales de excelencia.

Para la reducción de los desperdicios presentados en la problemática de la empresa se implementaron técnicas de capacitación de personal para que tengan la habilidad y conocimientos de reparar el chip con el fin de reemplazarlo y de esta manera reducir el gasto de dinero en pedales desperdiciados por completo., así como herramientas de manufactura esbelta para lograr el objetivo que se refiere a la reducción de costos de mantenimiento en un 30%. En este caso se hará uso de la técnica Kaizen.

Dado que en la empresa existe una gran cantidad de desperdicio de pedales de máquinas de costura que representan un gran porcentaje de dinero, por lo que se tomó la decisión de desarrollar un Kaizen en esta área de oportunidad para reducir el costo de desperdicio en pedales. Desperdicio es cualquier otra cosa que no sea el "mínimo absoluto" de tiempo y recursos como materia, espacio, máquinas y recurso humano.

3. Parte Experimental.

Como se mencionó anteriormente el presente proyecto se implementó en una empresa que se dedica a la manufactura de productos para la industria automotriz, por este motivo la empresa requiere de máquinas de costura.

En la actualidad cuando el pedal de una máquina falla o se descompone por falta de mantenimiento o por el uso mismo, este es reemplazado por uno nuevo, el pedal descompuesto se desecha completamente ya que no se cuenta con las piezas para hacer las

reparaciones, otro problema es que el personal de mantenimiento no se encuentra capacitado para reparar los pedales en este caso para reemplazar el chip que provoca que estos se descompongan la mayoría de las veces. Generalmente los pedales solo se descomponen de un micro switch que puede ser reemplazado por el personal de mantenimiento capacitado y por este motivo los accesorios son desechados por completo a pesar de que su apariencia física se encuentre en buen estado, esto implica un gasto elevado al momento de reemplazarlo por un otro nuevo. Ante dicha situación se propusieron las siguientes alternativas:

1. Comprar las piezas necesarias para reparar los pedales de las máquinas de costura y habilitarlos para volver a utilizarlos.

2. Capacitar al personal de mantenimiento (mecánicos) para que ellos puedan detectar piezas eléctricas dañadas y aprendan a reemplazarlas como se requiera según el caso.

3. Capacitar al personal de mantenimiento (mecánicos) en soldadura con estaño, ya que es la que aplica en este caso.

La alternativa 1 se aplicó en las máquinas de costura 326, 342 y 430 del área de producción de la empresa. En base a la información obtenida por medio del departamento de mantenimiento se estimaron los costos que implica el cambio de micro switch en los pedales dañados

Como resultado a la alternativa 2 y 3 después del análisis y las observaciones correspondientes se designaron responsables para la aplicación de la capacitación correspondiente así como de las áreas en las que aplica dicha capacitación.

En La Tabla 1 se puede observar el costo de inversión de cambio de micro switch en pedales. Se tomó la opción de reemplazar el micro switch únicamente en vez de cambiar por completo los pedales de las máquinas.

Tabla 1. Costos de microswitch

Máquina	Cantidad Micro switch	Costo Micro switch USD
430	9	29.55
Automáticas	13	54.73
	Soldadura	5.00
Inversión Total		89.28

En la tabla 2 se indica la capacitación impartida para lograr la mejora a través del Kaizen.

Tabla 2. Rol de cursos impartidos

Cursos	Responsable	Fecha
Detección de piezas dañadas	Ing. 1	20/09/13
Soldadura con Estaño	Ing. 1	24/09/13
Reparación de pedales	Ing. 2	04/10/13

4. Resultados y Discusión.

Los resultados se pueden apreciar en la Tabla 3, la cual muestra la Comparación de los costos generados con pedales y con micro switches.

Tabla 3 Comparación de costos generados con pedales y con micro switches.

Máquina	Cantidad Micro switch	Costo Micro switch USD	Costo por pedales USD
430	9	29.55	1,350.00
Automáticas	13	54.73	2,990.00
	Soldadura	5.00	
TOTAL AHORRO		89.28	4,258.72

Con un ahorro de 4,172.44 dls para la empresa se logró el objetivo de

disminuir los gastos que se generaban por la compra de pedales nuevos para las máquinas de costura. Esto significa una mejora de gran optimización para la empresa.

5. Conclusiones

Con el presente proyecto se pudo observar la importancia de conocer y saber aplicar las diferentes metodologías y herramientas que nos ofrece la MANUFACTURA ESBELTA. Cuando se logra implementar alguna de estas herramientas de manera exitosa es muy importante darle seguimiento con el único objetivo de obtener mayores beneficios para la empresa. Además por medio de estas herramientas se logra formar empresas de clase mundial, competitivas y que siempre aplican la mejora continua en todos sus procesos y departamentos para ofrecer así productos de calidad a precios competitivos y que satisfacen las necesidades de los clientes. En la Figura 1 el grupo de séptimo semestre de tópicos selectos de ingeniería industrial que participaron en este trabajo



Figura 1. Participantes del proyecto

6. Referencias

- [1].- **S. Vinodh and Dino Joy** *Structural Equation Modeling of Lean Manufacturing Practices*. Base de datos de UABC. (2012).
- [2].- **Jeffrey K. Liker** *Las Claves del Éxito de TOYOTA, 14 principios de gestión del fabricante más grande del mundo*, Editorial Mc Graw Hill, Barcelona. (2010)
- [3].- **Mazaki Imai.** *Kaizen la clave de la ventaja competitiva Japonesa*. Editorial CONTINENTAL. México D.F.(2005)
- [4].- **Kiyoko Oki** *A Japanese factory in Thailand: Seeking acceptance of Kaizen activities*. Base de datos de UBC.(2012).

INSTRUMENTO MEDIDOR DE LUZ PARA EL PROCESO DE CRECIMIENTO DE ORGANISMOS VIVOS

Alma Leticia Ojeda-Rivera, Angélica Ochoa-Palominos, Saida Anai Ricario-Vázquez, Luis Aurelio López-Hernández, Gonzalo Grijalva-Guerrero, E. E., García Guerrero*, Everardo Inzunza-González*Oscar Roberto López-Bonilla* & Dora Luz Flores-Gutiérrez*

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO
CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS
Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333

*Email: egarcia@uabc.edu.mx, einzunza@uabc.edu.mx.

Resumen: Este proyecto consiste en desarrollar e implementar un instrumento electrónico digital para medir el porcentaje de luz y la temperatura en un proceso de cultivo de organismos, esto mediante el uso de sensores de bajo costo, el instrumento está basado en el microcontrolador (μC) Atmega 328p y permite agregar diferentes rangos de temperatura y luz, cuando algunas de estas variables se sale del rango normal de operación, el instrumento emite diferentes alarmas. Este instrumento se puede aplicar en invernaderos y laboratorios de investigación que estudien el proceso de crecimiento de los organismos que están expuestos a cierta fuente de luz y poder controlar los factores que afectan al buen desarrollo del cultivo.

Palabras clave: Sensor de Luz, Sensor de Temperatura, Automatización, Microcontrolador (μC).

1. Introducción

El cultivo bajo invernadero siempre ha permitido obtener producciones de primor, de calidad y mayores rendimientos, en cualquier momento del año, a la vez que permiten alargar el ciclo de cultivo, permitiendo producir en las épocas del año más difíciles y obteniéndose mejores precios. Este incremento del valor de los productos permite que el agricultor pueda invertir tecnológicamente en su explotación mejorando la estructura del invernadero, los sistemas de riego localizado, los sistemas de gestión del clima, etc., que se reflejan posteriormente en una mejora de los rendimientos y de la calidad del producto final [1].

En los últimos años son muchos los agricultores que han iniciado la instalación de artilugios que permiten la automatización de la apertura de las ventilaciones, radiómetros que

indican el grado de luminosidad en el interior del invernadero, instalación de equipos de calefacción, etc. [2].

En este proyecto se propone utilizar el sensor LM35, el cual mide la temperatura con una precisión calibrada de $1^{\circ}C$ y un rango que abarca desde -55° a $+150^{\circ}C$. El sensor se presenta en diferentes encapsulados pero el más común es el TO-92, de igual forma que un típico transistor con 3 pines, dos de ellos para alimentarlo y el tercero entrega un valor de tensión proporcional a la temperatura medida por el dispositivo. Para medir la luz se utilizó una fotorresistencia LDR. Esta es una resistencia cualquiera que cambia su valor dependiendo de la cantidad de luz que la ilumina, en especial, disminuye cuando aumenta la intensidad de la luz incidente, el valor de resistencia eléctrica de un LDR es

bajo cuando hay luz incidiendo en él (puede variar entre $1K\Omega$) y bastante alto cuando está en penumbra (aproximadamente $50K\Omega$).

El instrumento está basado en un microcontrolador *arduino*, este μC permite segmentar el código en funciones, es decir se pueden desarrollar piezas modulares de código que realizan una tarea definida y vuelven a la zona del programa en la que fueron llamadas.

El objetivo de este trabajo es desarrollar e implementar un instrumento electrónico digital para medir la cantidad de luz y temperatura dentro de un proceso de crecimiento de organismos, además el instrumento deberá tener comunicación vía puerto USB con una computadora personal para llevar el registro de los datos.

2. Materiales y Métodos

Los materiales utilizados en el diseño del circuito han sido 2 resistencias de 220Ω y $1K\Omega$ una pantalla *LCD* que es donde se despliegan la información medida (luz y temperatura).

Un Microcontrolador *Arduino* que se encarga de convertir la señal analógica a digital y permite un procesamiento digital [3].

Una fotorresistencia *9P5-1L* que detecta el nivel de luz y produce una señal de salida representativa respecto a la cantidad de luz detectada., un potenciómetro sin *switch* encargado de calibrar la pantalla *LCD* por medio de ajustes que hace con la corriente a las plantas.

Un *LED* que funciona como alarma y una bocina de alarma (*Buzzer*) que emite una señal de alerta cuando los límites establecidos son superados ya sean de calor o temperatura.

3. Parte experimental

Se implementó un circuito digital operado por un microcontrolador el cual fue utilizado para coleccionar los datos de iluminación y temperatura en un sistema de invernadero, el diagrama de bloques del dispositivo utilizado es el siguiente.

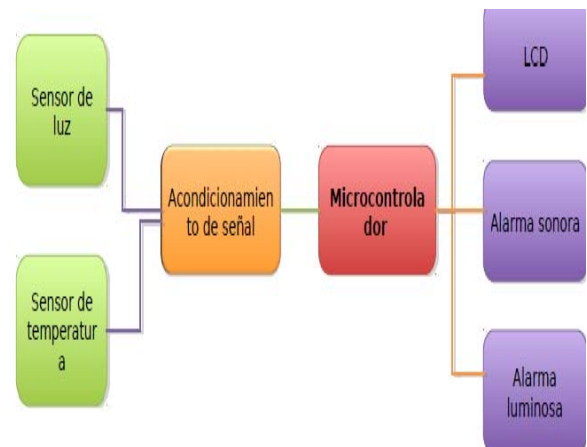


Fig. 1 Diagrama de bloques del sistema.

El sensor de luz es una foto-resistencia, la cual es sensible a la luz que incide en ella. El sensor de temperatura (*LM35*) igualmente convierte la temperatura del ambiente a un voltaje, este tiene una resolución de $10\text{ mV}^{\circ}\text{C}$.

El circuito está programado en lenguaje *C* para *arduino*, este transforma las señales analógicas a digitales, dicha información se presenta y trata mediante el programa desarrollado para el (μC). En el se puede especificar la temperatura y porcentaje de iluminación deseado para el crecimiento óptimo de los organismos y se dan los lineamientos precisos, la temperatura es programada para presentarse en grados centígrados y la iluminación se debe especificar en un porcentaje establecido.

La información es presentada en una pantalla *LCD* donde se despliega la temperatura y la iluminación del sistema la cual es controlada por el sistema del microcontrolador y los datos son registrados y monitoreados por computadora.

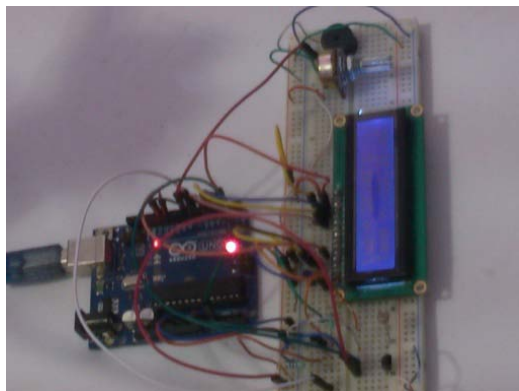


Fig. 2 Imagen del circuito físico en funcionamiento.

El instrumento se dejó instalado en el sistema (el invernadero) para observar el cambio de temperatura e iluminación sobre el mismo al obtener estos datos es posible evaluarlos para fines específicos o de investigación, como el desarrollo del organismo en crecimiento dentro del sistema en relación con la temperatura y la cantidad de iluminación sobre el sistema.

4.- Resultados y Discusiones

Se obtuvieron mediciones de temperatura y luz ambientales dentro de la carpa de las XX Jornadas de Ingeniería, los cuales dependieron del clima exterior, la hora del día de la medición y la cantidad de personas que se encontraban en el lugar. Con las mediciones obtenidas y la correcta activación de las alarmas instaladas podemos decir que logramos un monitoreo continuo de las dos variables que se propusieron en este proyecto.

Las mediciones fueron básicamente del medio ambiente donde se encontraba el instrumento (la carpa blanca), en un futuro la idea es lograr el monitoreo y control de las variables actuales y luz más todas las necesarias para crecimiento óptimo de la forma de vida en el invernadero como humedad, agua y alimento. Podemos empezar instalando los sensores en el interior de un invernadero comprobando que el instrumento logra mantener un monitoreo que mejore la calidad del producto.

Horario	Luz (%)	Temp °C
10:00 AM	26	20.41
11:00 AM	29	22.26
12:00 PM	31	23.11
1:00 PM	33	23.56
2:00 PM	32	22.78
3:00 PM	28	22.15
4:00 PM	26	21.23
5:00 PM	23	20.68

Tabla 1. Valores de luz y temperatura obtenidos del instrumento propuesto en un día durante las XX Jornadas de Ingeniería y dentro de la carpa.

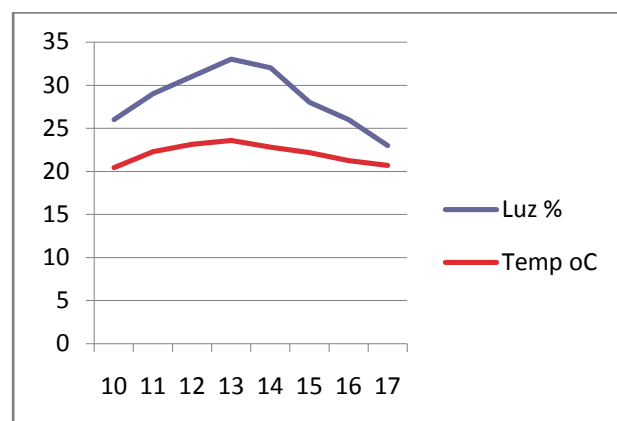


Fig. 3 Gráfica obtenida a partir de los resultados obtenidos del instrumento propuesto.

5.- Conclusión

Con este proyecto se pretende mejorar la calidad del producto de invernadero ya sea plantas para comercio o para investigación. Utilizando menor energía y recursos ya que mediante el monitoreo lograremos el control de los factores climáticos para un crecimiento óptimo mediante la activación de actuadores que permitan el control de esos factores en el momento adecuado. Como en el caso de la temperatura el encendido o apagado de

calefacción o ventilación (cortinas), en la luz cerrar o abrir cortinas del invernadero y el encendido o apagado de fuentes de luz con la longitud de onda óptima para el crecimiento de los organismos.

6.- Bibliografía

[1].- **Hernández Rangel Libardo Enrique, Pineda Wilman, Bayona Ruiz DarielAlexandro**; *Sistema de control de humedad y temperatura para invernaderos*, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

[2].- **Carlos Colombini; Ernesto Forgan; Enrique Martín, Manuel Kirschenbaum**

Invernadero automatizado / 1a ed. - Buenos Aires : Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación - Instituto Nacional de Educación Tecnológica, (2005).

[3].- **Oxer, Jonathan; Blemings, Hugh** [*Practical Arduino: Cool Projects for Open Source Hardware*](#) (1ª edición). [A Press](#). p. 500. [ISBN 1430224770](#)(2009).

ROBOT SEGUIDOR DE LÍNEAS

Eduardo Ramón Aguilar Cruz, Jesús Fernando Gutiérrez García, Joel Alejandro Solís Sumuano, Enrique Efrén García Guerrero*, Everardo Inzunza González*& Oscar Roberto López Bonilla*

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO
CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS
Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333

*E-mail: egarcia@uabc.edu.mx, einzunza@uabc.edu.mx, olopez@uabc.edu.mx

Abstract: En este trabajo se presenta el diseño e implementación de un Robot Seguidor de líneas desarrollado por estudiantes de la carrera de ingeniería en electrónica, este proyecto consiste en un robot móvil que tiene la habilidad de seguir una línea de color negro, esto debido a sensores ópticos que son colocados por debajo del chasis y cuenta con un sensor ultrasónico para poder detectar cuándo se le atraviese algún obstáculo y cuando esto suceda, con el microcontrolador central se pueden apagar los motores para detengan la marcha del robot. Un ejemplo de aplicación de este robot seguidor de líneas es en las industrias de manufactura donde se tiene que transportar piezas o material de un lugar de la fábrica a otro, puede ser porque es mucho material, o porque el material es muy pesado y complicado para que una persona lo transporte. Con este robot se puede reducir tiempo en el transporte de material, porque estas máquinas se les puede controlar su velocidad de avance.

Palabras Clave: Robot, Arduino, microcontrolador, software Arduino IDE

1. Introducción

Este proyecto fue desarrollado debido a que en la mayoría de las industrias de manufactura que emplean personas para transportar sus materiales, o utilizan máquinas (montacargas, troques, etc.) pero a estas las controlan personas.

El control del robot seguidor de líneas está basado en un microcontrolador de 8 bits, el cual es la parte central del proceso, y que es capaz de actuar u ordenar funciones al robot dependiendo del estado donde se encuentre, este se puede ver como el cerebro del robot seguidor de línea, ya que a él se le conectan las entradas (sensores) de mediciones físicas y que él necesita para saber en qué lugar se encuentra físicamente, y también se le conectan las salidas mediante una etapa de potencia (motores), para corregir algún estado no deseado o continuar trabajando igual porque es el estado ideal.

Este robot basa su funcionamiento en sensores ópticos y ultrasónicos, los cuales sirven para detectar las líneas, dependiendo de la complejidad del recorrido se determina la cantidad de sensores, los más sencillos se basan en dos sensores. Para nuestro proyecto

nos basamos en un sistema con tres sensores ópticos, que tendrán más precisión y harán más estable el movimiento del robot, y gracias a esto podemos aplicarle un poco más de velocidad al robot, donde el microcontrolador tiene tres entradas, una para cada sensor que se encuentran colocados físicamente debajo del robot que van haciendo la medición del color que detectan y le mandan la señal al microcontrolador de la lectura que realizan periódicamente y dos salidas una para cada motor. Además se implementó un sensor ultrasónico colocado enfrente del robot para ir detectando cuando algún obstáculo se le atraviese, y manda al microcontrolador una serie de pulsos con que el microcontrolador hará operaciones matemáticas y obtenga la distancia entre el objeto y el robot, en caso de existir algún obstáculo enfrente del robot y por lo tanto detener su marcha.

Con la finalidad de cubrir los componentes electrónicos y cableado del robot, se le colocó una carcasa de un carrito de juguete atractivo para los niños, en la figura 1 se muestra una imagen con vista superior.



Figura 1. Imagen superior del robot seguidor de líneas.

El objetivo de este trabajo es implementar un robot seguidor de línea basado en microcontrolador con autonomía en la alimentación eléctrica y capacidad de detectar obstáculos para evitar colisiones.

2. Materiales y Métodos

Para la implementación de este proyecto se propone utilizar **sensores ópticos** con número de parte *CNY70*. En la figura 2 se muestra el diagrama eléctrico interno.

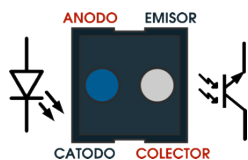


Figura 2. Sensor óptico *CNY70*

Como se puede observar en la figura 2, este sensor óptico tiene dos componentes internos, primero tiene un *LED* infrarrojo que es el que emite la luz de manera continua, como es infrarroja su frecuencia es menor a la luz visible, y longitud de onda mayor que la de la luz visible, por lo tanto no la podemos ver con nuestros ojos. El otro componente es un fototransistor que es el receptor, este dispositivo electrónico es capaz de detectar este tipo de luz. En este elemento es donde se genera la señal de orientación para el robot, como los tres sensores están dirigidos hacia el suelo, la luz infrarroja del *LED* es emitida hacia el suelo, y el suelo la refleja, entonces el fototransistor recibe la luz infrarroja reflejada del piso, y como se acondicionó para la pista dos colores solamente (blanco y

negro), solo hay dos posibles colores que recibe el fototransistor.

Por otra parte, para poder interconectar tal sensor, se tiene que hacer de acuerdo las especificaciones del fabricante. En la figura 3, se muestra un ejemplo de interconexión del sensor óptico *CNY70*.

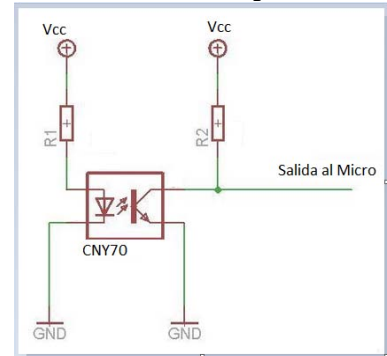


Figura 3. Sensor óptico *CNY70*

Los valores de los componentes electrónicos son:

$$R1 = 330 \, \Omega,$$

$$Vcc = 5 \, V,$$

$$R2 = 4.7 \, K\Omega$$

$$GND = Tierra$$

La resistencia *R1* es una resistencia limitadora de corriente para protección del *LED* infrarrojo. Entonces como el ánodo del *LED* está conectado a *Vcc* mediante *R1* y el cátodo del mismo está conectado a *GND* el *LED* infrarrojo está polarizado en directa, y siempre estará encendido, lo que nos dice que todo el tiempo estará produciendo luz que se reflejará en el piso cuando exista fondo blanco, y el fototransistor también está polarizado en directa, y como tiene la propiedad de detectar la luz infrarroja, funciona como un interruptor electrónico controlado por luz, el cambio de encendido a apagado es el medio que indica cuando la luz se refleja o absorbe por el piso, esto es cuando el sensor se encuentre sobre el color negro el fototransistor estará en la región de corte (circuito abierto), y por lo tanto manda un voltaje aproximadamente de 5 Volts al microcontrolador, y cuando el sensor se encuentra sobre el color blanco, el fototransistor está en la región de saturación (activado), esto ocasiona un nivel bajo de voltaje a la salida del fototransistor, por lo tanto el microcontrolador lo interpreta como

un “cero” lógico. La figura 4 ilustra una imagen de los sensores ópticos colocados en la parte inferior del chasis del robot seguidor de líneas.

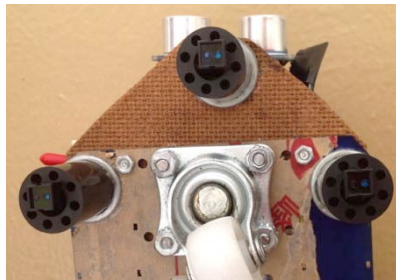


Figura 4. Sensores ópticos instalados en el chasis (vista inferior) del robot seguidor de líneas.

Cabe hacer mención que el sensor del centro está conectado a la entrada analógica A2. El sensor izquierdo se interconectó a la entrada A0 y el sensor derecho interconectó a la entrada A1 del microcontrolador. El movimiento del robot sobre el piso, permitirá que estos sensores envíen señales o pulsos al microcontrolador, y el microcontrolador toma esa información y con una programación apropiada toma la decisión de encender u apagar un motor o ambos. El **Microcontrolador** que se propone utilizar es el modelo “Arduino Uno”, debido a que esta tarjeta es de tipo “open source” y “open hardware”, además cumple con las características eléctricas requeridas para este proyecto. La figura 5, muestra una imagen con vista superior del microcontrolador arduino UNO montado sobre el chasis del robot seguidor de líneas.

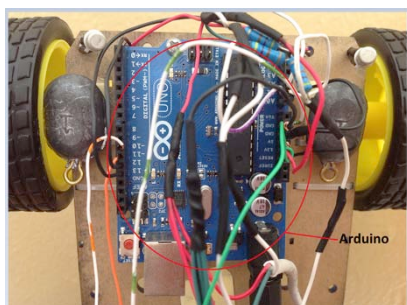


Figura 5. Tarjeta arduino montada sobre el robot seguidor de líneas.

Entonces dependiendo el estado, el microcontrolador puede accionar ambos motores, apagar un sólo o ambos (en el caso que el sensor ultrasónico detecte un obstáculo).

Sensor ultrasónico

Utilizamos también el sensor ultrasónico, este dispositivo tiene un protocolo muy diferente, funciona con cuatro pines.

1=Vcc. 2= Trigger. 3=Echo. 4=Gnd.

La figura 6 presenta una imagen del sensor ultrasónico instalado en la frontal del robot seguidor de líneas.

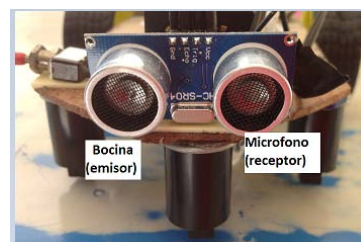


Figura 6. Sensor ultrasónico.

Para hacer la implementación física, se ensamblaron al motor dos llantas de 2 pulgadas aproximadamente, estas reciben la fuerza de los motores, y las llantas colocadas a los lados del chasis en la parte de atrás van girando pegadas al piso y gracias a la tracción el robot avanza, en la parte de adelante se colocó una tercer llanta, pero de tipo rueda loca, ésta permite el giro del robot a la dirección deseada para mantenerse en la línea. También se propone utilizar **transistores de potencia** con número de parte **TIP 41C**, para activar los motores del robot seguidor de líneas.

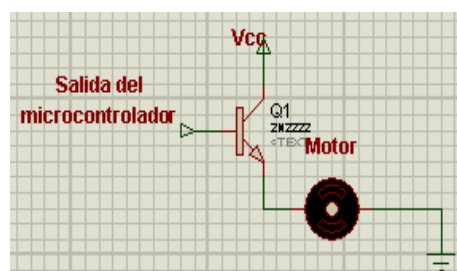


Figura 7. Etapa de potencia para la interconexión del motor al microcontrolador.

Para el desarrollo del código embebido en el microcontrolador, se utilizó el **software Arduino IDE**.

3. Parte Experimental

El proceso de operación del robot inicia al accionar el interruptor en estado “ON”, lo que hará que se energice el microcontrolador y los sensores, ahora, como inicio el robot se encuentra en el

estado ideal, arranca los dos motores, y empieza a leer las entradas de A0, A1, A2, provenientes de los sensores ópticos, mientras las lecturas se mantengan en el estado ideal, el sensor del centro por la línea negra, los sensores laterales en el espacio en blanco y el sensor ultrasónico no detecte obstáculos, el microcontrolador mantiene encendidos ambos motores, para que vaya avanzando por una línea recta, donde no se ha salido de su estado ideal.

Cuando el robot llega a una curva supongamos a la derecha, el robot sigue avanzando y cuando está en la curva como iba avanzando derecho, se va a encontrar en el estado #3, porque el sensor del centro comienza a detectar línea blanca, el sensor de la derecha siempre permaneció en el espacio blanco, pero el sensor de la izquierda va a estar sobre la línea negra, entonces el microcontrolador debe hacer algo para recuperar su estado ideal, por lo tanto manda apagar el motor de la izquierda, y mantiene encendido al motor de la derecha, entonces como la rueda izquierda está apagada, va a empezar a girar al lado izquierdo debido a que en la parte frontal tiene una rueda loca, además el microcontrolador siempre está leyendo los sensores ópticos y ultrasónico, y se mantiene así hasta terminar el estado #3, es decir, cuando el sensor del centro vuelva a percibir el color negro, y sensor de la derecha estará en el espacio en blanco otra vez, vuelve al estado ideal, cuando esto pasa prende el motor izquierdo para que ambos motores sigan accionados, avanza rectamente, algo similar ocurre cuando ocurre el estado #2 (se sale a la izquierda), apaga el motor de la derecha para que el robot gire hacia la derecha, y se mantiene así hasta que el sensor del centro detecta el color negro.

4. Resultados y Discusión.

La tabla 1 muestra los estados que posee el robot seguidor de líneas, estos estados dependen de como está ubicado el robot sobre la pista.

Estado	Sen_centro	Sen_izq	Sen_der
Ideal	Negro	Blanco	Blanco
2	Blanco	Negro	Blanco
3	Blanco	Blanco	Negro

Tabla 1. Estados del robot de seguidor de línea.

En la tabla 2 se muestran las características eléctricas del robot, como puede observarse trabaja con 9 Vcd su alimentación general y todos los componentes utilizados trabajan con lógica TTL, es decir con 5 Vcd y además consumen poca corriente eléctrica.

Características eléctricas	
Componentes	Alimentación
Placa Arduino	9V
Motores	5V
Sensores Ópticos	5V
Sensor ultrasónico	5V
Transistores	5V

Tabla 2. Características eléctricas del robot seguidor de líneas.

5. Conclusiones

Se logró implementar un robot seguidor de línea con autonomía en cuanto a su alimentación eléctrica y con capacidad de detectar obstáculos y evitar las colisiones. Por otra parte, algo muy importante que se observó es que los sensores ópticos no nos dan salida digital limpia (0V o 5V), pues se presentan muchos problemas de ruido ambiental (luz ambiente o solar), para resolver este problema, en la entrada del microcontrolador se interconectó una etapa de comparación, si el voltaje recibido es mayor a 2.5V lo toma como un “uno lógico” (5V=color negro) y si la entrada es menor a 2.5V lo toma como un “cero lógico” (0V=color blanco).

6. Bibliografía.

- [1].- Instituto técnico industrial francisco José de caldas, “Tecnología robótica”, <http://automatica.mex.tl/imagesnew/5/0/1/4/2/Seguidor%20de%20l%C3%ACnea%201.pdf>
- [2].- Datasheet: Reflective Optical Sensor with Transistor Output, <http://www.vishay.com/docs/83751/cny70.pdf>

REDISEÑO DE UN “SISTEMA” PARA CONTROLAR LOS CAMBIOS DE INGENIERÍA EN LA INDUSTRIA

Vania Esthela Juárez González, Cesar Rosario Obeso González, Francisco Xavier Carvajal Álvarez, María Daniela Molina Moreno, Esteban Campos Búrquez, Eliel Quintanilla Carrillo, Rodolfo Ibarra Rodríguez, Fernando Gómez Reyes, Jesús Salinas Coronado* & Héctor Efraín Ruiz y Ruiz*

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO
CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS.
Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333.

E-mail: jesus.salinas.coronado@uabc.edu.mx

Resumen: En las recientes jornadas de ingeniería que se efectuaron del día 22 al 25 de Octubre del 2013, en la Universidad Autónoma de Baja California campus Ensenada, se presentó un proyecto llamado “Rediseño de un Sistema” para controlar los cambios de ingeniería en la industria”, dentro de la materia de Ingeniería de Sistemas de la carrera de Ingeniería Industrial. Este trabajo consiste en eficientar el sistema anterior de cambios de ingeniería; pues existe queja de cliente por implementar tarde los cambios en el producto. Los productos manufacturados son arneses automotrices. Se analizara el sistema anterior con lo aprendido en esta materia y como objetivo se tiene; desarrollar un nuevo sistema que garantice la implementación a tiempo de los cambios.

Palabras claves: arnés, sistema, cambio de ingeniería, rediseño, industria

1. Introducción

Ingeniería de Sistemas es una asignatura que se imparte en el cuarto semestre en la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma de Baja California. En esta materia se presenta información teórica y casos de estudio en la industria; como el que se presenta en este proyecto. La empresa donde se desarrollo este trabajo se encuentra ubicada al noroeste del país dedicándose a la elaboración de arneses automotrices.

Un arnés es el conjunto de uno o más circuitos eléctricos, al que se le pueden ensamblar adicionalmente conectores, clips, terminales, cintas, espumas, plásticos, sujetadores y otros productos. Su función es la de transmitir corriente a todos los dispositivos eléctricos del automóvil. [1]

Se tenía queja del cliente debido a que los cambios de ingeniería no se realizaban en tiempo y forma. El cliente solicito un nuevo cambio de ingeniería. El cambio consistía en cambiar la longitud de los cables de 6 conectores. Los números de parte involucrados son los siguientes; 4274256AA y el cambio de ingeniería indicó cambios mayores y pasó a su nuevo número de parte 4274256AB y en el cual se

basa la presente documentación. Al cliente le urge recibir el arnés con nuevo número de parte y solicita la fecha en que se implementara.

Debido a que existe la necesidad de desarrollar una nueva función en base a otra ya existente, se encuentra con un cambio de ingeniería, y asimismo es necesario aplicar un sistema de ingeniería que permita trabajar en tiempo y forma de acuerdo a requerimientos del cliente.

El proceso de ingeniería de sistemas, en su evolución desde los detalles funcionales y los requisitos del diseño, tiene por finalidad la obtención del adecuado equilibrio entre los factores operativos, económicos y logísticos. La mejor manera de lograr esto es mediante un esfuerzo multidisciplinar enfocado al diseño. Además de las características del sistema anterior del cambio de ingeniería, debe prestarse una especial consideración en el diseño a factores como fiabilidad, mantenibilidad, factores humanos, capacidad de supervivencia, apoyo logístico, manufacturabilidad, calidad, desechabilidad, coste de su ciclo de vida, y otros afines. La ingeniería de sistemas ayuda a asegurar que estos factores son adecuadamente

integrados de forma concurrente en el diseño, desarrollo y producción de nuevos

Relacionado al cambio de ingeniería, se describen las consecuencias económicas de los cambios realizados durante el proceso de diseño y fabricación. Se consideran los sistemas basados en computadora y papel, y se discuten las ventajas de un sistema basado en computadora. La experiencia en el uso de un sistema basado en computadora en una empresa se revisa con respecto a las fuentes de los cambios de diseño, el control de cambios en el diseño y los beneficios que se obtienen. Se discute brevemente el uso de software a medida y de propiedad. Toma nota de que la gestión del cambio de diseño de ingeniería juega un papel esencial en las organizaciones de fabricación con éxito. Observa también que el sistema de medida descrito ha conducido a una mejora considerable en el proceso de cambio de control de la compañía.[4]

Para la realización de este proyecto es necesaria la investigación previa y el análisis de lo que se tiene y lo que se quiere, por tal motivo es importante terminar el proyecto presente para dejar cada punto claro.

Se necesita implementar urgentemente el rediseño del sistema para el cambio de arnés, por lo tanto basándose en la **Figura 1** se puede observar las fases necesarias para dicho cambio. [5].

2. Materiales y Métodos

Para poder determinar los materiales utilizados para desarrollar el proyecto es necesario revisar las áreas que se afectarán.

“La ingeniería en sistemas resuelve problemas de análisis y diseño de sistemas mediante términos generales” [3]

sistemas, y/o la modificación de los existentes. [2].

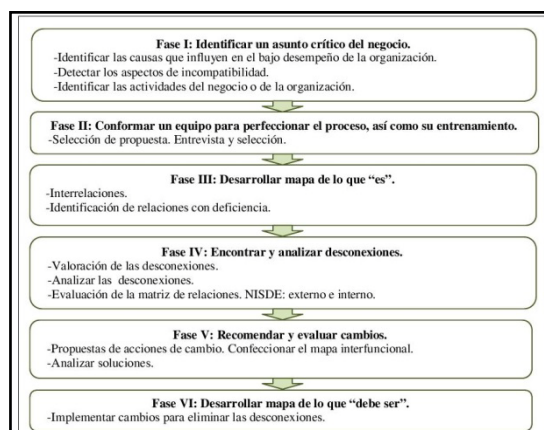


Figura 1. Fases del procedimiento de rediseño organizacional para mejorar el enfoque a procesos

Como ya se mencionó anteriormente el objetivo principal es el rediseño del sistema de cambios de ingeniería que permita desarrollar las actividades en tiempo. Del cambio que solicitó el cliente involucra ramales más largos y cambio de conectores; y para esto es necesario cortar nuevas dimensiones de cables, diseño de sujetadores de los nuevos conectores. Dicho conector deberá ser fabricado del material más favorable para el sistema, en este caso se optó por la utilización de plástico. En el entorno en el que se trabajará será necesaria la plantilla de trabajo, donde se presentará el nuevo prototipo del sistema elaborado, junto con los aparatos de medición necesarios, como tablero, ayudas visuales. También métodos de prueba realizados para la revisión del nuevo sistema antes de implementarlo.

Se responden diversos cuestionamientos que un sujetocreativo puede tener en el momento de realizar una acción o pensamiento en el campo del diseño; esto con el fin de aclarar las características, en el ámbito del diseño, de las nociones de tipo, boceto, modelo y prototipo[6].

3. Parte Experimental

La realización de este proyecto fue en base a un cronograma elaborado por el equipo de trabajo encargado de este rediseño, a continuación se puede observar el avance por fechas en la **Figura 2**.

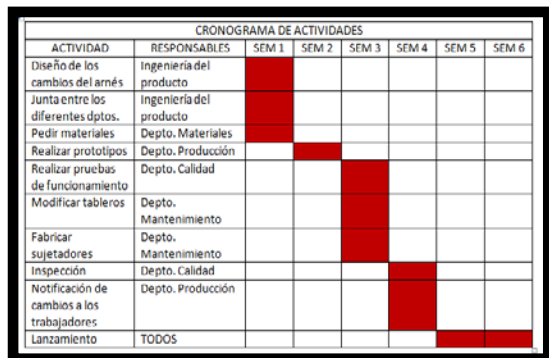


Figura 2. (Cronograma de actividades)

Teniendo los materiales en mano se dirigió al área de producción, en donde ya teniendo el prototipo se procedió a realizar el cambio de ingeniería para el nuevo arnés, el cual consistió en dejar de lado la producción del arnés anterior y comenzar a elaborar el nuevo arnés, para esto se capacitó a los trabajadores dándoles una demostración de cómo realizar los cortes de los nuevos cables y como ensamblar los nuevos conectores. Posteriormente entró a producción el nuevo arnés, el cual comenzó a producir los nuevos cables necesarios con las nuevas dimensiones requeridas, así como la elaboración de nuevos conectores para este sistema, finalmente los trabajadores realizaron manualmente la conexión necesaria para poder dar por terminado el sistema.

4. Resultados y Discusión

Resultados:

En la **Figura 3** se muestra el dibujo del nuevo arnés HL producido, en el cual se pueden observar los cambios realizados.

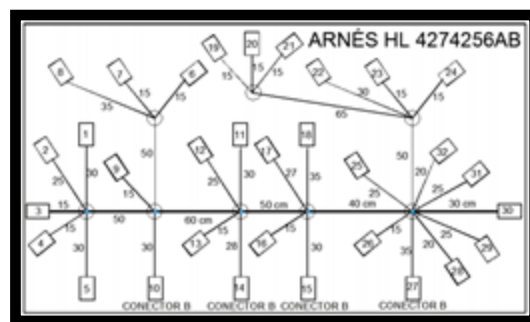


Figura 3. Dibujo del resultado del arnés 4274256AB

Como se puede visualizar, los cambios realizados fueron un éxito, ya que el nuevo arnés quedó ensamblado de tal forma que los nuevos conectores quedarán en el mismo lugar que se encontraban los anteriores y las dimensiones nuevas no afectaron a las demás, esto favoreció ya que se pudo aprovechar el diseño antiguo.

En la **Tabla 1** se puede visualizar el nuevo sistema empleado, basado en el de la elaboración del antiguo arnés.

Tabla 1. (Rediseño del Sistema)

Rediseño del Sistema
1. Comunicación con el cliente
2. Juntas ordinadas y extraordinarias
3. Control de dibujos con los cambios
4. Distribución de dibujos a los departamentos involucrados
5. Comunicación interna y capacitación al personal
6. Analizar cambios en materiales, calidad, manufactura, producción
7. Preparar equipo herramental
8. Fecha de implementación
9. Documentación en el sistema de calidad, procedimiento y/o instrucciones de trabajo
10. Inspección del nuevo producto, 1ra pieza
11. Satisfacción del cliente.

En la Figura 4 se observan los integrantes del grupo 541, los cuales participaron en el presente proyecto.



Figura 4. Participantes en proyecto

Discusión:

Los datos obtenidos indican que la producción del nuevo arnés HL se podrá implementar en la empresa, ya que ahora se tiene evidencia de que este trabaja de manera adecuada, y así permitirá la correcta ejecución del sistema.

Es necesario dar a conocer algunas recomendaciones con las cuales el sistema funcionara mejor o simplemente alargara su tiempo de vida. Por tal motivo se recomienda continuar con juntas administrativas en las cuales se hable acerca del sistema implementado en la empresa, para así evaluar su funcionamiento y realizar mejoras si fuese necesario.

Otra recomendación sería la capacitación bilingüe del personal, ya que por ser una empresa ubicada en frontera es posible contar con clientes internacionales y el uso del idioma inglés en los trabajadores facilitara la comunicación en algún momento necesario y a su vez creara nuevas oportunidades de crecimiento.

5. Conclusión

Como ya se pudo observar a lo largo del proyecto la implementación de un nuevo sistema es posible siempre y cuando exista la coordinación necesaria dentro del equipo de trabajo, en este caso el cambio de

ingeniería efectuado en el arnés automotriz HL fue un éxito, ya que la fecha de implementación en la empresa fue a tiempo y el cliente quedó satisfecho con los resultados, a su vez la empresa ganó la confianza del cliente y los pagos monetarios por parte del mismo, ya que fue él quien pagó los gastos requeridos para esta nueva implementación así como el material obsoleto que se manejaba en el antiguo arnés.

Además se puede comentar que el cambio realizado no fue del todo complicado, ya que se partió de un sistema ya empleado, en el cual solamente se realizaron modificaciones para poder implementar el nuevo arnés que necesitaba el cliente, haciendo esto un trabajo más sencillo y a su vez eficaz.

6. Bibliografía:

- [1].- **M.C. Salinas, Jesús,** *Curso de Ingeniería de Sistemas*, (2013)
- [2].- **Blanchard, Benjamin S.,** *Ingeniería de Sistemas*, Isdefe, PP 114, (1995)
- [3].- **Mahalanabis, A.K,** *Introducción a la ingeniería de sistemas*. LIMUSA, (1987).
- [4].- **M.W. Kidd, G. Thompson,** *Engineering design change management Vol. 11*, Emeral MCB UP Ltd (2000); DOI: 10.1108/09576060010303686
- [5].- **Alfonso D., Villazón A., Milanes P., Rodríguez A., Espín R.,** *Procedimiento general de rediseño organizacional para mejorar el enfoque a procesos*, EBSCOhost Web, PP 3, (2011); ISSN: 0258-5960/78023393
- [6].- **Alberto, Mario,** *El prototipo en el diseño: actitud creativa de cambio*, EBSCOhost Web, PP 1, (2011); ISSN: 2011

APLICACIÓN DE LA NORMA ISO/TS 16949 EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

Ángel Castro Campas, José L. Díaz Rubio, Fernando Gómez Velázquez, Carlos León Martínez, Samantha Medina Cárdenas, Daniel S. González Iturburo, Yuliana A. Martínez Villalobos, Walter G. Cornejo Lesso & Jesús Salinas Coronado*

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO
CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS.
Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333.

E-mail: jesus.salinas.coronado@uabc.edu.mx

Abstract. La norma ISO/TS 16949 es una herramienta destinada a todas las empresas dedicadas a la industria automotriz con el fin de mejorar la calidad de los productos y servicios, esta norma puede ser aplicada en toda la cadena de suministro en la industria automotriz. la norma ISO/TS 16949 está destinada a crear o reforzar la confianza de un cliente en el sistema y la calidad del proceso de un proveedor. Actualmente los clientes piden como requisito que las empresas que les manufacturan sus productos estén certificadas bajo esta norma para poder seguir en el mercado y ser candidatos a recibir nuevos números de parte de productos. El objetivo de este trabajo que es que los alumnos de esta asignatura conozcan y apliquen la norma en las áreas productivas.

Palabras claves: Mejora continua, producción, ISO/TS 16949, sistema de calidad, industria automotriz.

1.- Introducción.

El marco de las XX Jornadas de Ingeniería, las cuales son ya una tradición en la comunidad estudiantil, involucrando al público en general y que además es organizado por la UABC, Campus Ensenada, brinda una excelente oportunidad a alumnos y maestros para presentar trabajos de las diferentes materias que se imparten, tal es el caso de la asignatura de **“Administración de la Calidad”** de la cual se deriva el siguiente trabajo, realizado por los alumnos inscritos en esta materia.

Los alumnos se dieron a la tarea de explicar de forma general a la Norma ISO/TS 16949 para conocer las técnica que con ella implica el aseguramiento de la calidad en elaboración de un producto, en este caso de la industria automotriz la cual se caracteriza por su alto nivel de enfoque en cuestiones de calidad; de esta manera ilustrar a los jóvenes uno de los vastos papeles en los que se puede desarrollar el Ingeniero Industrial en su área laboral y la función que desempeña en la

elaboración de productos de uso cotidiano.

La ISO/TS 16949 o “Requisitos particulares para la aplicación de la Norma ISO 9001:2008 para la producción en serie de piezas de intercambio en la industria del automóvil” es la especificación técnica que regula la gestión de la calidad del sector automotriz.

La calidad del producto que se demanda en la industria automotriz, requiere la aplicación de estándares de calidad específicos que garanticen a los fabricantes el control de sus proveedores.

El objetivo de la norma ISO/TS 16949 es el desarrollo de un sistema de gestión de calidad que ofrece mejora continua, haciendo hincapié en la prevención de defectos y la reducción de variaciones y residuos en la cadena de suministro automotriz. La norma TS 16949 es aplicable al diseño/desarrollo, producción y si procede, instalación y servicio de productos relacionados con la automoción.

Es por ello que nos dimos a la tarea de realizar un análisis de los



puntos más significativos en dicha norma y la importancia que conlleva el buen uso de esta técnica con el fin de poder explicar al público ajeno a este sector la crucial función de ésta.

“Una concentración en el proceso significa que la organización ha identificado los procesos utilizados para ejecutar realmente el negocio, ya sea se trate de ventas, contabilidad, planificación de negocios, o entrega. ISO/TS 16949 va más allá de la norma ISO 9001:2000 por la clasificación e identificación de los procesos orientados al cliente, procesos de gestión orientados, y apoyar los procesos de orientación” [1]

“ISO/TS 16949:2002 exige a las organizaciones a establecer objetivos de calidad en las funciones y niveles que garanticen que son medibles pertinentes. El requisito de objetivos no es nuevo para los estándares de automoción”[2].

En la Figura 1 se observa una parte del proceso en una industria del área automotriz.



Figura 1. Planta ensambladora de autos

2. Materiales y Métodos

En la figura 2 se observa una parte del proceso en una industria del área automotriz. El desarrollo empresarial a nivel nacional e internacional tiene características crecientes bien sea por la mejora permanente de las organizaciones existentes o por la aparición de nuevas organizaciones, donde se lucha por la competitividad a través de la capacidad de responder a los requerimientos y exigencias de los mercados. Esto implica creciente conciencia sobre el

enfoque empresarial hacia la total satisfacción del cliente como una de las herramientas o estrategias para diferenciarse de la competencia y tener más capacidad de competir en los mercados cada vez más exigentes.

Uno de los métodos identificados como soporte para alcanzar niveles más competitivos, ha sido la implementación de los Sistemas de Gestión de la Calidad (SGC). Estos modelos se han convertido en estándares internacionales, que han soportado métodos para la gestión eficaz de las empresas que los adoptan y para incrementar las oportunidades de participar en los mercados cada vez más exigentes.

“ISO/TS 16949 amplía el concepto de planificación de la calidad en la planificación de todo el SGC. Esto incluye la planificación para satisfacer los requisitos de gestión de procesos, y por ende lograr la satisfacción del cliente. La planificación de la calidad ya no se trata simplemente de definir y documentar cómo se cumplirán los requisitos de calidad, se trata de la alta dirección que los recursos necesarios para alcanzar objetivos de calidad se identifican y planifican. La planificación de la calidad es ahora más parecido al plan de negocios o un plan que explica cómo son la gestión de procesos y objetivos a alcanzar” es importante que la alta gerencia este comprometida con esta actividad[3].

“Si el sistema de gestión de calidad ayuda a prevenir errores del operador o envíos retrasados, la calidad de su organización, satisfacción del cliente y la productividad mejorará”[4].

El diseño de implementación de un SGC no implica resultados exitosos. Se conocen casos de empresas que aunque han implementado un SGC, no han tenido las respuestas esperadas en términos de eficacia, eficiencia, posicionamiento y resultados competitivos. Se han demostrado que una correcta definición del sistema debe estar soportada en la cultura

organizacional suficiente y necesaria para saber que la calidad se hace todos los días, que la calidad se planifica y que no es resultado de la suerte. El manejo cotidiano de medir para controlar y controlar para mejorar debe ser un común denominador. Un SGC sólo, no hace ni crea ventajas competitivas, el enfoque de su gestión radica en utilizar el SGTC (Sistema de Gestión Total de la Calidad) de una manera consciente como una herramienta gerencial que permita a la organización ser proactiva, mejorar continuamente, estandarizar operaciones y métodos de trabajo, cumplir requisitos del cliente, de la organización y los reglamentarios aplicables, reducir riesgos y estar seguros que los productos no conformes serán detectados en el interior de la organización y por ningún motivo entregados al cliente.

3. Parte Experimental.

A continuación se ejemplificaran como afectan las clausulas a las organizaciones:

Ejemplo 3.1.

La alta gerencia en Royals, Inc. Está comprometida con la calidad y el sistema de administración de la calidad (SAC). Ellos aseguraron de que el gerente de calidad (que reporta al presidente) condujo la revisión gerencial con el departamento de calidad y comunico a la organización la importancia de cumplir los requerimientos del cliente y regulatorios. Este grupo también evalúa la efectividad de todos los procesos de soporte. No es conforme ya que la adopción de un sistema de administración de calidad debiera ser una decisión estratégica de una organización no solo de un departamento

Ejemplo 3.2.

Las instalaciones están desordenadas, hay rebaba y aceite en el piso. Montones de material de secado

están por toda la planta. Cuando se le pregunta acerca de seguridad del producto, el gerente de planta replica "No hemos tenido un accidente en 10 años". La seguridad del producto no es considerada en el diseño del proceso de manufactura.

No es conforme

4. Resultados y Discusión.

Resultados:

Con este proyecto se resumió lo que se consideró lo más importante de la norma.

En el caso de estudio 3.1 (parte experimental) se dan inconformidades porque la alta gerencia en *Royals, Inc.* Está comprometida con la calidad y el sistema de administración de la calidad (SAC). Ellos aseguraron de que el gerente de calidad (que reporta al presidente) condujo la revisión gerencial con el departamento de calidad y comunico a la organización la importancia de cumplir los requerimientos del cliente y regulatorios.

Este grupo también evalúa la efectividad de todos los procesos de soporte. En base a las clausulas 5.1 y 5.5.2.

En el caso de estudio 3.2 porque La organización debe mantener sus instalaciones en un estado de orden y limpieza. Eliminar los riesgos potenciales para los empleados. Y no se cumple en base a las clausulas 6.4.1 y 6.4.2

En la Figura 2 aparecen los participantes de este trabajo.



Figura 2. Participantes de este trabajo

Discusión:

¿Realmente le conviene a las diferentes organizaciones de la región implantar esta norma?

Si ya que la decisión correcta para su empresa es implementar la Especificación Técnica ISO/TS 16949 y desarrollar por lo tanto, un sistema de gestión de calidad que satisfaga las expectativas y requerimientos de sus clientes quienes confían en la calidad del automóvil y la seguridad del mismo.

¿Esta certificación genera alguna ventaja frente a los competidores en la región?

La mayoría de los grandes fabricantes de automóviles solo contratan a proveedores que están certificados conforme a la Norma ISO/TS 16949, con la finalidad de mantener a sus clientes conformes en el sector automotriz y para mantenerlos satisfechos - sus productos y servicios deben cumplir con sus requisitos. ISO/TS 16949 provee un marco de trabajo establecido por los fabricantes de automóviles y motocicletas para gestionar los procesos de su negocio a fin de cumplir y exceder esos requisitos.

4. Conclusiones.

Este proyecto fue presentado en las XX Jornadas Ingeniería 2013-2 de la Universidad Autónoma de Baja California. El principal objetivo fue el de difundir a los interesados sobre la reglamentación de la norma, su aplicación e impacto en las industrias de la región.

Las conclusiones de este proyecto se pueden resumir en los siguientes puntos:

- La mayoría de las personas no tienen una idea clara de lo que habla la norma, pero al finalizar la plática se les dejó una idea más clara y concisa de lo que trataba.
- Se utilizaron ejemplos claros, fáciles de entender para el público en general, para hacer más dinámica la comunicación entre el expositor y la audiencia.
- Se les explicaron los conceptos básicos para poder entender el lenguaje técnico, entre los que se encuentran: norma, ISO, auditoría, entre otros.
- Se dio a conocer la importancia de las auditorías de calidad en los procesos de producción y la repercusión que tiene el no realizarse de manera correcta.

5. Referencias

- [1].- **Chad Kymal.** *The ISO/TS 16949 Implementation Guide: Gaining Value from Your ISO/TS 16949. Manual de la Norma.* Editorial Limusa Mexico DF.(2004).
- [2].- **Chrysler Corporation** *The ISO/TS 16949 Auditor Handbook: Process Approach Auditing for the Automotive Industry.*(2002),
- [3].- **Jesús Salinas** *Auditorías al sistema de calidad en la industria automotriz y satisfacción e insatisfacción del cliente.* Apuntes de la Asignatura Administración de la Calidad.(2012).
- [4].- **Radley M. Smith, Roderick A. Munro & Ronald J. Browen.** *The ISO/TS 16949 Answer Book: A Step-by-step Guide for Automotive Suppliers.* México D.F.(2004),

CALORÍMETRO DIGITAL

J. Efrén Cabrera-Ortega, Brianda López-Santini, Alan Navarro-Herrera, David Rodríguez-Vazquez, E. Solorio-Hernández, Everardo Inzunza-González*, Oscar R López-Bonilla* & E. E. García-Guerrero*

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO

CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS.
Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333.

*E-mail: einzunza@uabc.edu.mx, egarcia@uabc.edu.mx

Abstract. En el presente proyecto se presenta el desarrollo e implementación de un Calorímetro Digital, utilizando un microcontrolador de 8 bits, una pantalla digital LCD y un sensor de temperatura, para medir los cambios de temperatura durante una reacción química de manera controlada y precisa. Para incrementar la importancia de dicho proyecto y su utilidad, se desarrolló un programa de computadora en Python que genera un reporte técnico con los datos de entalpía, entropía, energía libre de Gibbs y una gráfica demostrando el cambio de temperatura a lo largo del tiempo, esto con la finalidad de conocer mejor la reacción química.

Palabras claves: Calorímetro, Entalpía, Entropía, Energía libre de Gibbs, Microcontrolador.

1. Introducción

Un calorímetro es un instrumento que se utiliza para medir la transferencia de energía conocida como calor a través de los cuerpos. El dispositivo más común para medir ΔU es la bomba calorimétrica adiabática [1].

Capacidad calorífica

Es la energía interna de una sustancia que se incrementa cuando su temperatura se eleva. El incremento depende de las condiciones bajo las cuales el calentamiento tiene lugar y la muestra está confinada en un volumen constante. Estas son propiedades extensivas [1].

Calibración de un calorímetro

Las lecturas tiempo-temperatura se registran para dos cantidades medidas de agua, cada una a diferente temperatura. Estos datos se representan para calcular las temperaturas iniciales de las muestras de agua y la temperatura final de la mezcla. Se calcula el calor perdido por el agua caliente y el calor ganado por el agua fría. La constante calorimétrica (*cal/grado*) para el calorímetro es la diferencia entre el calor perdido y el calor ganado dividido por el cambio de temperatura para el agua fría, si el calibrado

se hace para un sistema que implica un cambio exotérmico [2].

Un calorímetro sirve conocer el calor que se libera al realizar una reacción, este se utiliza mucho cuando se quiere conocer cuántas calorías posee un alimento como por ejemplo un pedazo de papa. De modo que con sus resultados de cambio de temperatura podemos encontrar y conocer las siguientes propiedades físicas:

- Entropía

Es la energía que se dispersa en un proceso, permite determinar si se puede pasar de un estado a otro por medio de un cambio espontáneo [3]. Para calcularlo utilizamos la ecuación 1:

$$\Delta S = C_p \ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right) \quad (1)$$

- Entalpía

Es una función de estado donde solo la diferencia entre el estado inicial y final en una reacción es importante para la determinación del cambio de entalpía para

todo proceso a presión constante [3]. Para calcularlo utilizamos la ecuación 2:

$$\Delta H = nC_p\Delta T \quad (2)$$

- **Energía libre de Gibbs**

Es una función de estado termodinámico que define la condición de equilibrio en términos de entalpía y entropía del sistema a presión constante. Este concepto une las dos leyes de la termodinámica. ΔG es una función práctica, ya que se puede determinar a través de mediciones de un sistema aislado [4]. Para calcularla utilizamos la ecuación 3:

$$\Delta H = nC_p\Delta T \quad (3)$$

El objetivo de este trabajo es presentar el diseño e implementación de un calorímetro digital con comunicación USB hacia una computadora personal, de tal forma que nos permita obtener directamente: las calorías, entropía, entalpía y energía libre de Gibbs que se produce después de una reacción química.

2. Materiales y Métodos

Los materiales que se proponen para realizar este trabajo principalmente son los siguientes:

- Microcontrolador *arduino UNO*
- Sensor digital de temperatura
- *Protoboard* universal
- Pantalla *LCD* 16x2

Lo primero que realizó fue interconectar el sensor de temperatura y la pantalla *LCD* al microcontrolador *arduino*. Posteriormente se escribió un programa para el microcontrolador para que se comuniqué al sensor de temperatura, realice la medición correspondiente, la despliegue en la pantalla *LCD* y lo envíe por puerto *USB* a una computadora personal (*PC*).

El calorímetro fabricado está compuesto por un recipiente de unicel, (esto es porque el unicel es un buen aislante térmico), así que las fugas y entradas de calor serían mínimas. Dentro del recipiente de unicel se vierte agua y en contacto con el agua otro recipiente que

estará en contacto con el agua y dentro de ese recipiente se realiza la reacción. El agua se utiliza ya que es bien conocido el calor necesario para que suba 1°C . Nuestro sensor de temperatura queda sumergido en el agua y de esa forma se puede medir el calor liberado de la reacción.

Además se propone utilizar el software *Phyton*, el cual también es de tipo “*open source*”, se propone emplearlo para la captura de la información, el despliegue de los datos en computadora, la generación de reportes técnicos y el almacenamiento masivo en disco duro. La figura 1 muestra la interfaz gráfica (*GUI*) desarrollada para este proyecto.

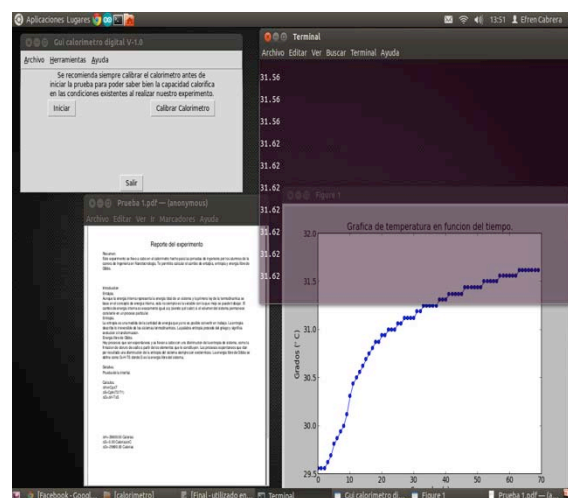


Figura 1. Interfaz gráfica con el usuario desarrollada para el procesamiento de los datos.

3. Parte experimental

Para realizar los experimentos, es muy recomendable que primeramente se calibre el calorímetro, debido a que no pasa el calor directamente al agua del exterior, sino que cierto calor se pierde en nuestro recipiente y por tal motivo se realiza una calibración con agua fría y caliente, primero se vierte agua a una temperatura conocida en el exterior y dentro del recipiente se vierte agua con una temperatura mayor, se debe conocer la cantidad de agua que se vierte en los dos casos y con esto se sabe que la cantidad de calor perdido es igual al ganado, entonces se puede conocer a qué temperatura debería llegar el agua del exterior, como este no es el caso, quiere decir que cierta parte del calor se queda en el recipiente y este valor lo guardamos para posteriormente utilizarlo.

La figura 2 muestra el esquema a bloques del proceso de calibración.

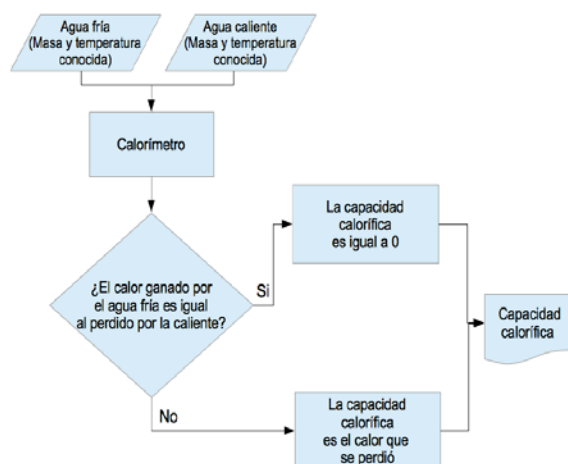


Figura 2. Diagrama a bloques del proceso de calibración.

Para el procedimiento de la medición de una reacción química, solamente se mide la temperatura del agua exterior al inicio y cada segundo se hace una medición para generar la gráfica, se definió que si por 10 segundos se mantenía la temperatura constante la reacción química ha terminado. La figura 3 ilustra el proceso de medición de la temperatura, el despliegue de datos a la pantalla LCD y la comunicación con la computadora personal (PC) a través del puerto USB.

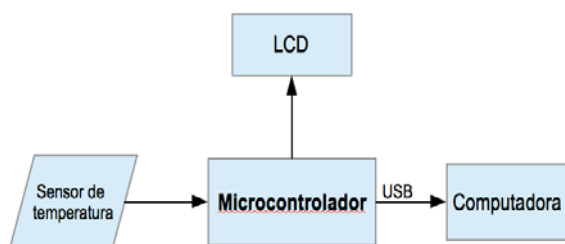


Figura 3. Esquema a bloques del calorímetro digital.

Para tomar los datos, generar las gráficas y el reporte, se desarrolló una aplicación en *Python*, la cual se comunica con el puerto USB y lee los datos de temperatura que el microcontrolador está enviando en tiempo real, en este programa también se realiza la parte de calibración, la cual se tiene que hacer cada vez que se vaya a realizar un experimento, esto para reducir los errores sistemáticos. El software que hemos desarrollado, al final genera un reporte

técnico, el cual contiene el cambio de entalpía, entropía y la energía libre de Gibbs.

La figura 4 muestra una imagen del prototipo desarrollado e implementado en este proyecto.



Figura 4. Imagen del prototipo del calorímetro digital implementado.

La figura 5 muestra una imagen del calorímetro digital interconectado a la computadora personal vía cable USB.

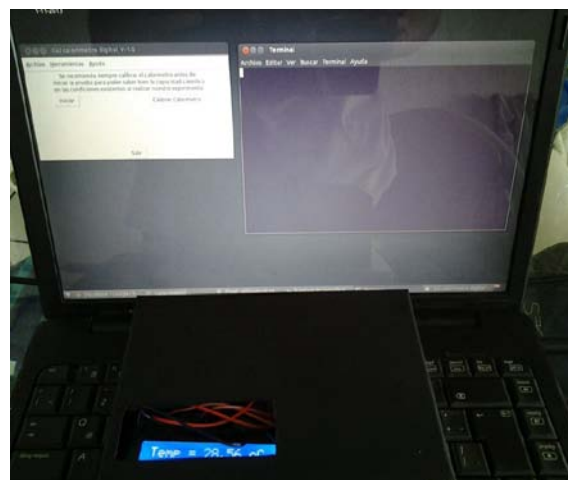


Figura 5. Calorímetro digital interconectado a la computadora personal.

4. Resultados y discusión

La figura 6 muestra las variaciones de temperatura conforme transcurre el tiempo. Los siguientes resultados se obtuvieron al usar 150 mL de agua a 66 °C y al momento de la calibración del calorímetro se obtuvieron los siguientes resultados:

$$\Delta H = 1334.5 \text{ Cal}$$

$$\Delta S = 46.65 \text{ Cal}^\circ\text{C}$$

$$\Delta G = 637.83 \text{ Cal}$$

$$C_p = 153.2 \text{ Cal/mL}$$

A lo largo de las jornadas se realizaron varias pruebas con diferentes reacciones químicas, esto para demostrar el funcionamiento y confiabilidad del calorímetro digital aquí desarrollado.

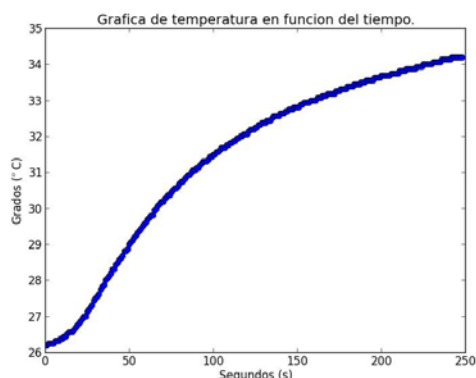


Figura 6. Respuesta de temperatura conforme transcurre el tiempo.

5. Conclusiones

Los resultados obtenidos en el proceso experimental con el agua a 66°C son muy cercanos a los calculados teóricamente. El cambio de entalpía obtenido con base teórica es de aproximadamente 1350 Cal , esto se obtuvo utilizando la capacidad calorífica del agua [2], además de la capacidad calorífica del calorímetro. Las diferencias de entropías y de energías libres de Gibbs también son valores cercanos a los calculados teóricamente. Esta diferencia de valores tan pequeña significa que el calorímetro proporciona resultados con un alto grado de confianza y se puede utilizar para cálculos lo suficientemente precisos, tal como se requiere en la investigación científica.

El hecho de que el calorímetro haya funcionado de una manera correcta al utilizar agua caliente para medir su entalpía, entropía, etc. También significa que funcionará correctamente para cualquier otra reacción química o física exotérmica o endotérmica, o bien, que pierda o gane calor.

Este dispositivo puede ser implementado en cualquier laboratorio de investigación científica o incluso en la industria, debido a que se sabe que los cálculos son realizados con precisión de hasta 10^{-6} , por lo tanto podría ser utilizado para evaluar que tan peligrosa podría ser una reacción química o como podría ser utilizada benéficamente la energía que se desprende.

6. Bibliografía

- [1].- **Peter Atkins & Julio de Paula**, *Atkins Química Física*. 8ª ed. Médica panamericana, Madrid, España Pág. 38 (2006).
- [2].- **José Masaguer Fernández**, *Investigación de sistemas químicos*. Ed. Reverte, S.A., Barcelona, Pág. 45 (1973).
- [3].- **Lippincott Williams & Wilkins Remington**, *Farmacología*. 20ª ed. Médica panamericana, Madrid, Barcelona, Pág. 234 (2000).
- [4].- **Virginia Melo & Oscar Cuamatzi**, *Bioquímica de los procesos metabólicos*. Ed. Reverte, S.A., Loreto, Barcelona Pág. 8. 2ª edición (2007).

DISEÑO DE SOFTWARE LABORATORIO VIRTUAL PARA ANÁLISIS Y DISEÑO DE SISTEMAS DE FIBRA ÓPTICA

Juan de Dios Sánchez López*, Juan Iván Nieto Hipólito*& Mabel Vázquez Briseño*

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO
CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA
PLAYITAS.

Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333.

*E-mail: jddios@uabc.edu.mx

Abstract. En este trabajo se presentan las bases y el desarrollo de software didáctico orientado como apoyo al diseño de sistemas de comunicaciones de fibra óptica. El programa de cómputo se desarrolló utilizando el software LABVIEWTM. El programa permite realizar el análisis en función del presupuesto de potencia y de tiempo del sistema.

Palabras claves: Labview, fibra óptica, presupuesto de potencia.

1. Introducción

En las décadas pasadas, el crecimiento de la tecnología de las comunicaciones vía fibra óptica en líneas troncales entre centrales de telecomunicaciones (terrestres o submarinas) y televisión por cable (CATV) ha sido vertiginoso. En los últimos años, la velocidad de los sistemas comerciales disponibles ha crecido en forma exponencial, de forma que se duplica en promedio cada 2.4 años. En la siguiente tabla se muestra la evolución en términos de canales de voz de los enlaces de "Transmisión Trans – Atlántica (TAT por sus siglas del inglés). Desde 1988 estos enlaces utilizan exclusivamente fibra óptica

Año	1956	1970	1976	1988	2001
Medio	Coaxial	Coaxial	Coaxial	Fibra óptica (1.3 μ m)	Fibra óptica (1.55 μ m)
Canales de voz	84	720	4000	40,000	120,000

Tabla 1. Evolución de los sistemas de comunicaciones ópticas

En este trabajo se presentan las bases y el desarrollo de software didáctico orientado como apoyo al diseño de sistemas de comunicaciones de fibra óptica. El

programa de cómputo se desarrolló utilizando el software LABVIEWTM. En el programa de diseño se consideran los aspectos más importantes como potencia del transmisor, atenuación de la fibra utilizada, pérdidas por acoplamiento entre la fibra y el transmisor, la fibra y el receptor (y/o repetidores), sensibilidad del receptor, longitud de onda del láser. El programa permite realizar el análisis en función del presupuesto de potencia y de tiempo del sistema.

2. Materiales y Métodos Cálculo del Enlace de Fibra Óptica

El principal objetivo en los enlaces es de encontrar los requerimientos del sistema, y alcanzarlos dentro de costos razonables. En la siguiente figura se muestra el modelo de pérdidas de un enlace punto a punto de fibra óptica.

Los requerimientos para un sistema de fibra óptica son 1) tasa de transmisión / ancho de banda, 2) tasa de errores de bit / razón señal a ruido (S/N) y distancia de transmisión [1],[2] y [3]. Los problemas principales involucrados en un sistema de fibra óptica son la atenuación, la cual determina la potencia máxima disponible en el fotodetector dada la potencia de la fuente óptica y la dispersión el canal óptico la cual limita la tasa de transmisión de datos o ancho de banda disponible. En la figura 1 se muestra el diagrama de flujo para el diseño de un enlace de fibra óptica.

2.1 Cálculo del enlace.

En el diseño del enlace debe de mantenerse un margen de seguridad, con el fin de tomar en cuenta factores tales como la degradación de componentes, variaciones de los parámetros de los componentes debido al reemplazo y a las fluctuaciones de temperatura, etc. Considerando las diferentes pérdidas y una vez establecido el margen de seguridad, el presupuesto de potencia es descrito por [1]:

$$\text{Margen de Potencia} = P_m = (P_t - P_{r(\min)} - L_{sf} - NL_{ff} - \alpha L - L_{sd}) \quad [\text{dB}] \quad (1)$$

Donde P_t es la potencia de salida del la fuente óptica en dBm, $P_{r(\min)}$ es la potencia mínima recibida (dBm), L_{sf} son las pérdidas de acoplamiento entre la fuente óptica y la fibra óptica (dB), N es el número de tramos de fibra óptica, L_{ff} son las pérdidas en los empalmes (dB), α es el coeficiente de atenuación de la fibra en dB/km y L_{fd} es la atenuación en dB debido al acoplamiento entre la fibra óptica y el fotodetector.

2.2 Presupuesto de tiempo.

El objetivo del cálculo del presupuesto de potencia es asegurar que el sistema opere en forma aceptable a la tasa de transmisión de datos especificada. Considerando que el transmisor óptico, la fibra óptica y el receptor poseen una respuesta al impulso tipo Gaussiana con una anchura rms de pulso σ_{tx} , σ_f , σ_{rx} respectivamente, el sistema en su conjunto será *Gaussiano* con una anchura de pulso rms :

$$\sigma_{sys} = \sqrt{\sigma_{tx}^2 + \sigma_f^2 + \sigma_{rx}^2} \quad (2)$$

Típicamente se deja un margen de seguridad del 10% por arriba del valor obtenido en la ecuación (2).

2.3 Tiempos de respuesta del transmisor y receptor

El tiempo de subida del transmisor depende de los componentes electrónicos asociados al circuito así como de los elementos parásitos inherentes al mismo. Asumiendo un incremento y decremento del tipo exponencial, σ_{tx} es cercano a la mitad de tiempo de subida.

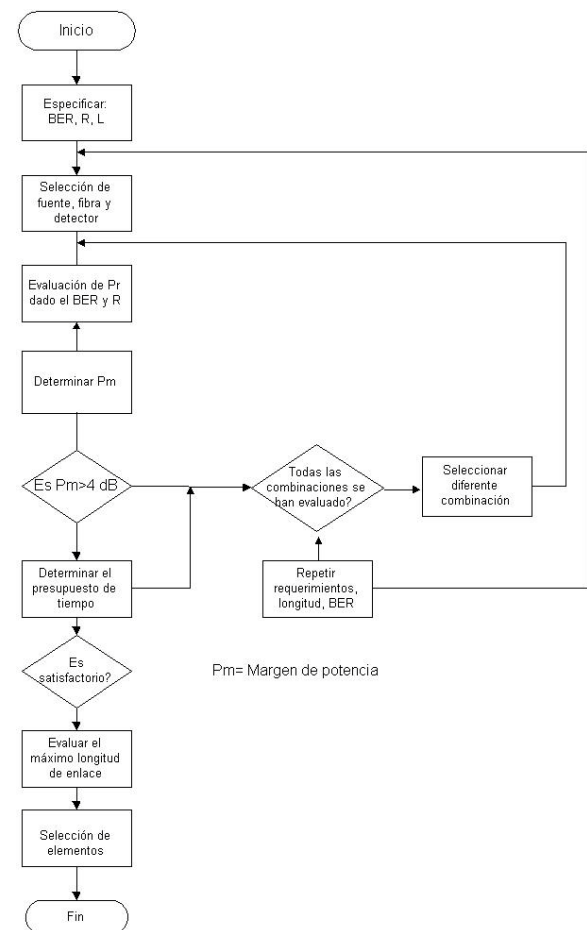


Figura 1.-Diagrama de flujo para el cálculo de enlace.

2.4 Dispersión RMS de la fibra óptica.

La anchura rms del pulso de la fibra σ_f se compone de las contribuciones de la dispersión modal y de dispersión del material de acuerdo a la relación:

$$\sigma_f = \sqrt{\sigma_{mod}^2 + \sigma_{mat}^2} \quad (5)$$

en donde σ_{mod} y σ_{mat} son las anchuras rms de los pulsos debido a la dispersión modal y a

la debida al material respectivamente. En ausencias de modos mezclados, σ_{mod} para fibras ópticas es:

$$\sigma_{\text{mod}} = \frac{n_1 \Delta L}{2\sqrt{3}c} \quad (6)$$

donde c es la velocidad de la luz y Δ depende del índice de refracción del núcleo y del revestimiento de la fibra. Para fibras de índice gradual, el retardo es función de g . Para un g óptimo la anchura mínima intermodal:

$$\sigma_{\text{mod}} = \frac{n1\Delta^2 L}{20\sqrt{3}c} \quad (7)$$

ara considerar los modos mezclados, se cambia L por L^q donde q es una constante (en el rango de 0.5 a 1) La anchura rms del pulso es dado por σ_{mat} se obtiene aproximadamente mediante la expresión:

$$\sigma_{\text{mat}} = |D_{\text{mat}}| \sigma_{\lambda} L \quad (8)$$

en donde σ_{λ} es el ancho espectral rms de la fuente y D_{mat} es el valor promedio del parámetro de dispersión de los diferentes tramos de fibra utilizados en el enlace.

2.5 Determinación de la máxima longitud del enlace.

La máxima longitud del enlace es determinada asumiendo que el enlace es de atenuación limitada y no es afectada por la dispersión y realizando los cálculos nuevamente, pero ahora con la dispersión del enlace es limitada y no hay efectos de atenuación La tasa de transmisión de datos máxima sobre el sistema de fibra óptica es dado por:

$$R = \frac{1}{4\sigma_{\text{sys}}} \quad (9)$$

La máxima dispersión de la fibra será:

$$\sigma_{\text{al}} = \sqrt{\left(\frac{1}{4R}\right)^2 - \sigma_{\text{tx}}^2 - \sigma_{\text{rx}}^2} \quad (10)$$

3. DESARROLLO DEL SOFTWARE.

El software se desarrolló en base al diagrama de flujo mostrado en la figura 1. Se divide en dos secciones, una donde se introducen los datos requeridos para el presupuesto de potencia y en la que también se presentan los resultados obtenidos, y la restante para introducir los datos y mostrar los resultados del cálculo del presupuesto de tiempo.

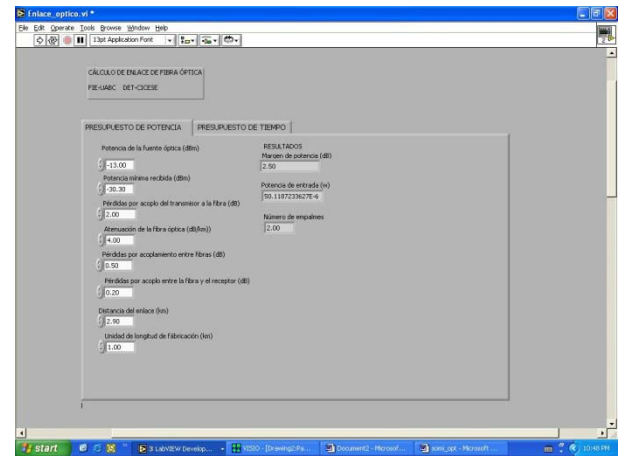


Figura 2. Interfaz del usuario para la sección de cálculo de enlace (potencia)

En la figura 2 se muestra la interfaz de usuario para el presupuesto de potencia del enlace de fibra óptica. En esta figura se observa que los datos a introducir son potencia de la fuente óptica (proveniente de un láser, diodo emisor de luz), potencia mínima requerida por el receptor, pérdidas debidas al acoplo del transmisor con la fibra óptica, pérdidas debidas a él acoplo entre fibras (en caso de que se requieran varios tramos de fibra), pérdidas debidas al acoplo entre la fibra óptica y el receptor, distancia del enlace y unidad de longitud de fabricación de la fibra. Los resultados

mostrados son el margen de potencia del enlace y el número de empalmes de fibra óptica requerido.

En la figura 3 se muestra la interfaz de usuario para determinar el presupuesto de tiempo del enlace de fibra óptica. De esta figura se puede observar que los datos requeridos son, tiempo de subida del transmisor, tiempo de subida del receptor, índice de refracción del núcleo, tasa de transmisión de datos, el parámetro de dispersión de la fibra, diferencia entre el índice de refracción del núcleo y el revestimiento de la fibra.

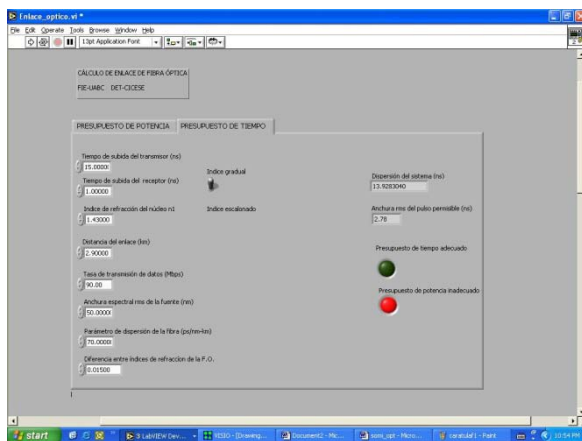


Figura 3. Interfaz del usuario para la sección de cálculo de enlace (tiempo)

4. Conclusiones.

La realización con LABVIEWTM, permite que el programa presente una interfaz gráfica atractiva y de fácil visualización que ayuda a una mejor interacción con el usuario. El software puede ser de utilidad en universidades y centros de enseñanza técnica en las materias del área de las telecomunicaciones donde se impartan temas relacionados con los sistemas de fibra óptica. Este programa se desarrolló con la finalidad de proveer una herramienta de fácil manejo para el estudiante que le facilite el entendimiento del proceso de diseño de sistemas de comunicaciones ópticas. Si bien el programa LABVIEWTM se ha desarrollado para el desarrollo de instrumentación virtual,

su facilidad para el despliegue de interfaces gráficas hace relativamente sencillas ciertas aplicaciones. Si bien existen diferentes programas que pueden realizar funciones incluso más complejas, estos son, en la mayoría de los casos bastante costosos y posiblemente no sea justificable su adquisición en términos costo-beneficio. Además el programa está en idioma español, lo cual puede ayudar a entender mejor el tema a los alumnos que no se encuentren tan familiarizados con otro idioma. Además, al contarse con el código fuente, puede adecuarse de forma tal que permite incluirle datos de componentes comerciales y otras características de interés.

5. Bibliografía.

- [1].- **Franz, J.H.** *Optical Communications Components and Systems*. CRC Press, Primera edición. Boca Ratón Florida. 717 pp. (2000).
- [2].- **Keiser, G.** *Optical Fiber Communications*. Mc Graw Hill. Segunda Edición. New York. 461 pp. (1991).
- [3].- **Agrawal, G.P.** *Fiber Communications Systems*. John Wiley and Sons. 546 pp. (2002).
- [4]. **Labview Bookshelf**. National Instrument. (2001).

FILTRO NANOESTRUCTURADO: NANOPARTICULAS DE PLATA COMO AGENTE ANTIBACTERIAL.

José Antonio Tejeda-Rodríguez¹, David Shimomoto-Sánchez¹, Darío Jaczael Cruz-Ríos¹, Gerardo Soto-Herrera^{2*} & Guillermo Amaya-Parra^{1*}

¹FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO,

²UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO, CNyN

CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS
Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333

*E-mail: jaczael.cruz@uabc.edu.mx, dshimomoto@uabc.edu.mx, jtejeda@uabc.edu.mx,
irving.delreal@uabc.edu.mx, gerardo@cnyun.unam.mx, amaya@uabc.edu.mx

Resumen. En el presente trabajo se presenta un filtro para la inhibición del crecimiento de microorganismos, utilizando nanopartículas de plata como componente activo. Las nanopartículas de plata se sintetizaron mediante el método de plasma. Dicho filtro se utilizó para filtrar agua obtenida del estanque de tortugas en la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Autónoma de Baja California, Campus Ensenada, para probar su efectividad como agente bactericida. Para comprobar su efectividad se realizaron filtrados del agua proveniente de estanque de tortugas, cultivos de las bacterias presentes en la misma y se analizaron y contabilizaron las colonias bacterianas obtenidas después de 24 horas.

Palabras claves: Nanopartículas de plata, Agente bactericida, Filtro nanoestructurado.

1.-Introducción

Las nanopartículas de plata son partículas de tamaño entre 1 nm y 100 nm de. Si bien se describe con frecuencia como nanopartículas de "plata", algunas de ellas se componen de un gran porcentaje de óxido de plata (Ag₂O) debido a su gran proporción de átomos en la superficie [1].

Las nanopartículas de plata tienen propiedades ópticas, eléctricas y térmicas únicas y están siendo incorporadas en productos que van desde la energía fotovoltaica hasta sensores biológicos y químicos. Los ejemplos incluyen tintas conductoras, pastas y sustancias de relleno. Se utilizan nanopartículas de plata por su alta conductividad eléctrica, estabilidad, y bajas temperaturas de sinterización. Las aplicaciones adicionales incluyen el diagnóstico molecular y dispositivos fotónicos, en los cuales se aprovechan las propiedades ópticas novedosas de estos nanomateriales. Una aplicación cada vez más común es el uso de nanopartículas de

plata para recubrimientos antimicrobianos, textiles, teclados y apósitos para heridas. Algunos dispositivos biomédicos contienen nanopartículas de plata que liberan continuamente un nivel bajo de iones para proporcionar una protección contra las bacterias [2].

Aplicaciones de nanopartículas de plata

El uso de las nanopartículas de plata como un agente antibacterial es relativamente nuevo, la alta reactividad se debe primordialmente a su alta reactividad debido a su radio volumétrico, estas nanopartículas juegan un rol importante al inhibir el crecimiento de bacterias en medios acuosos y sólidos, una de las aplicaciones es su uso en empresas textiles o el tratamiento de aguas grises [2].

Aplicaciones de diagnóstico

Las nanopartículas de plata se utilizan en biosensores y numerosos ensayos en los que los materiales de nanopartículas de plata se

pueden utilizar como marcadores biológicos para la detección cuantitativa.

Aplicaciones antibacterianas

Las nanopartículas de plata se incorporan en prendas de vestir, calzado, pinturas, apósitos, electrodomésticos, cosméticos y plásticos por sus propiedades antibacterianas.

Efectos favorables

Al contrario de los efectos adversos de los fármacos para matar bacterias actividad estas soluciones coloidales no ocasiona efectos secundarios si se tiene un control perfecto de su tamaño, es por eso necesario mantener las condiciones de nucleaciones correctas, los métodos más comunes son él: electroquímico, descomposición térmica (plasma), ablación laser, irradiación de microondas en donde después se puede optar por un tratamiento de sales para mejorarlas [2].

Aplicaciones conductores

Las nanopartículas de plata se utilizan en tintas conductoras y se integran en materiales compuestos para mejorar la conductividad térmica y eléctrica.

Aplicaciones ópticas

Las nanopartículas de plata se utilizan para cosechar de manera eficiente la luz y por espectroscopias ópticas mejoradas que incluyen metal de fluorescencia aumentada (MEF, por sus siglas en inglés) y mayor superficie de dispersión Raman (SERS, por sus siglas en inglés).

Problemas de salud

La exposición a las nanopartículas de plata se ha asociado con consecuencias inflamatorias, oxidativas, genotóxicas, y citotóxicas. Las partículas de plata se acumulan principalmente en el hígado [6], pero también se ha demostrado ser tóxicas en otros órganos incluyendo el cerebro [1].

La plata iónica tiene una larga historia de uso en aplicaciones médicas tópicas, y se ha demostrado que la plata iónica, en las

cantidades adecuadas, es eficaz en el tratamiento de heridas. La administración de Alimentos y Medicamentos ha aprobado el uso de una gama de apósitos impregnados con plata. Las nanopartículas de plata están reemplazando ahora al sulfadiazina de plata ($C_{10}H_9AgN_4O_2S$) como un agente eficaz en el tratamiento de heridas [1].

Reacción alérgica: Si bien hay evidencia anecdótica que sugiere la posibilidad de una alergia a la plata, en una extensa revisión de la literatura médica no se presta ningún crédito a esta posibilidad. Algunas aleaciones de plata que incluyen níquel hacen provocar una reacción alérgica [1]. Plata ingerida o compuestos de plata, incluida la plata coloidal, pueden causar una condición llamada *argiria*, una decoloración de la piel y órganos [1].

2. Materiales y Métodos

Equipo:

- Autoclave.
- Plancha de calentamiento con agitación magnética.
- Filtro con nanopartículas de plata soportadas en sílice-alumina como agente bactericida.

Material

- Cajas Petri.
- Aza de inoculación.
- Rastrillos de inoculación.
- Mechero.
- Agitador magnético.
- Matraz Erlenmeyer.

Reactivos:

- NaCl
- Peptona.
- Extracto de levadura.
- Agar.

3. Parte Experimental.

Preparación del medio de cultivo solido Luria

Se prepararon 100 ml de caldo nutritivo Luria en un matraz Erlenmeyer para 6 cajas

Petri chicas utilizando 0.4g de *peptona*, 0.1g de extracto de levadura, 0.5g de NaCl y 100 ml de agua destilada. La mezcla se disuelve hasta la homogeneidad y se agregan 1.3g de *agar*. Usando el agitador magnético se colocó una tapa al matraz. La mezcla fue calentada a 200°C con agitación durante 20 minutos (hasta que adquiere cierta transparencia).

Esterilización y vaciado del medio nutritivo

La esterilización de las cajas Petri y del medio nutritivo se llevó a cabo en autoclave a una temperatura de 121°C durante 15 minutos. En presencia de mechero se colocó el medio nutritivo aun en estado líquido en las cajas Petri, vertiendo hasta la mitad de la caja. Después el medio es flameado con el mechero para retirar burbujas y se deja enfriar para que se solidifique [3-4].

Filtrado y sembrado de bacterias

Se tomó una muestra de agua sin filtrar, y utilizando el filtro a base de nanopartículas de plata, se filtraron 10ml de agua del estanque. Se desecharon los primeros 5 ml y se colectó el restante del volumen filtrado.

Se utilizaron dos cajas Petri como controles, en dichas cajas no se realizó ninguna operación. En presencia de mechero se realizó la siembra de las bacterias utilizando aza y rastrillo de inoculación. Para ambas muestras de agua filtrada y sin filtrar se prepararon dos cajas Petri. Los cultivos bacterianos se dejaron crecer durante 48 horas a temperatura ambiente.

4. Resultados.



Figura 1. Controles de rastrillo y asa de inoculación. En esta figura se puede observar que los medios no fueron afectados y que el ambiente no influyó en nuestra prueba del filtro.



Figura 2. Siembra antes (izquierda) y después (derecha) del filtro utilizando rastrillo. En esta figura se puede observar que hubo un crecimiento menor usando el filtro en comparación del agua sin filtrar.



Figura 3. Siembra antes del filtro y después del filtro utilizando asa de inoculación. En la figura anterior se puede apreciar que en la línea de la última inoculación existe una baja población de bacterias.



Figura 4. Filtro nanoestructurado ensamblado. En la figura se puede apreciar el filtro, el cual está subdividido en distintas secciones tales como zeolita, nanopartículas de plata soportadas con sílice-alúmina, mallas de aluminio y fibra de vidrio.

5. Discusión

Es importante mencionar que el agua donde habitan tortugas posee infinidad de bacterias. La bacteria común en este medio es la *Salmonella*, la cual pertenece al género de *Enterobacteriaceae* [4].

El componente activo al estar soportado en un material inorgánico evita que las nanopartículas de plata se aglomeren, lo cual permite mayor dispersión y por lo tanto presentan un tamaño menor a 50 nm. Bajo estas condiciones se obtiene una amplia gama de estructuras posibles para las nanopartículas de plata [2].

Se conocen las propiedades antibacterianas de la plata en bajas concentraciones frente a una amplia gama de patógenos, incluidas las cepas de bacterias comunes causantes de las infecciones [1]. En diversos estudios se ha comprobado la efectividad de las propiedades antimicrobianas de las nanopartículas de plata, tanto en virus como en bacterias. Se ha determinado que las nanopartículas de plata tienen efecto en bacterias Gram negativas como *Escherichia coli*, *Vibrio cholera*, y *Pseudomonas aeruginosa* y, Gram positivas como *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus* y *Enterococcus faecalis* (Nilda, 2010).

A pesar de todos los hallazgos no se ha podido establecer hasta el momento el mecanismo de acción por el cual estas nanopartículas de plata llevan a cabo su acción antibacteriana. Sin embargo, experimentos realizados por Lok y su equipo mostraron un claro efecto de las nanopartículas de plata sobre la expresión de proteínas de la membrana interna de *E. coli*, sugiriendo que un posible sitio de acción de las nanopartículas de plata es la membrana celular (Nilda, 2010).

6. Conclusiones

- El filtro nanoestructurado reduce en gran medida la cantidad de bacterias del tipo *Salmonella*.
- Las nanopartículas de plata soportadas en sílice-alúmina amorfa tienen propiedad bactericida.
- El mantener condiciones de asepsia en todo momento ayuda a comprobar que el ambiente, o algún otro factor del experimento, no afecta el rendimiento.
- La baja concentración de plata del filtro no es peligrosa para humanos, solo afecta a los microorganismos.

7. Bibliografía

- [1].- **Ayala N. Nilda.** *Nanopartículas de plata como microbicidas: actividad y mecanismos de acción contra la infección del virus de inmunodeficiencia humana (VIH) y diferentes bacterias resistentes a antibióticos.* Tesis de doctorado. Universidad Autónoma de Nuevo León (2010).
- [2].- **Maribel G. Guzmán, Jean Dille, Stephan Godet.** *Synthesis of silver nanoparticles by chemical reduction method and their antibacterial activity,* International Journal of Chemical and Biological Engineering 2,3 (2009).
- [3].- <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000294.htm>. Fecha de consulta: 16/10/2013. Hora: 19:52.
- [4].- www.uaslp.mx/Spanish/Administracion/SIP/Inv/VeranoCiencia/VdC2012/Documents/MemoriaVeranoCienciaUASLP2012 02. Fecha de consulta: 16/10/2013. Hora: 18:08.

FORMACIÓN DE DOMINIOS FERROELÉCTRICOS EN CRISTALES DE LiTaO_3 MODIFICADOS POR LA TÉCNICA EQUILIBRIO POR TRANSPORTE DE VAPOR: VTE

Fabiola Armenta-Monzon, Luis Rios-Osuna**, Eunice Vargas Viveros & Jorge Mata*

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO

CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS

Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333

**CICESE, Carretera Ensenada-Tijuana No. 3918, Zona Playitas, C.P. 22860, Ensenada, B.C. México

*E-mail: jorge.mata@uabc.edu.mx

Resumen. El trabajo consiste en conseguir cristales estequiométricos a partir de cristales congruentes. La no-estequiometría en los cristales congruentes introduce vacancias en la estructura cristalina, donde algunos de los iones del tántalo y radicales OH^- ocupan los sitios del ión del litio. Investigaciones al respecto han mostrado que estos defectos en la estructura del cristal, tienen un importante efecto negativo en las características ópticas óptimas de estos cristales. Se muestra una variante de esta técnica VTE la cual consiste en utilizar el método de los dos crisoles, colocando dentro de un crisol una oblea del cristal a dopar y este, embebido en un segundo crisol que contiene una mezcla rica de iones de litio. Es importante mencionar que este tipo de inclusión ocurre en la celdas de los cristales a escalas nanométricas.

Palabras claves: Vapor Transport Equilibration, dominios ferroeléctricos, estequiometría, LiTaO_3

1. Introducción.

En la tecnología actual los cristales fotónicos, son altamente atractivos, esto ocasionado principalmente por sus potenciales aplicaciones para el control de la propagación de luz en los modernos dispositivos nanométricos. Dentro de ellos, el objetivo principal de la ingeniería de dominios ferroeléctricos es la fabricación y confeccionamiento de los patrones de dominios en los diferentes materiales comerciales ferroeléctricos. En los trabajos de investigación más recientes acerca de los materiales ferroeléctricos como los más prometedores para lograr estas aplicaciones tecnológicas están el LiNbO_3 : LN y el LiTaO_3 : LT exhibiéndose en ellos fenómenos físicos tales como la ferroelectricidad, la piezoelectricidad y la piroelectricidad [1].

El LN y el LT son materiales altamente no lineales y transparentes (absorción $< 0.1 \text{ cm}^{-1}$ para radiación entre 400 y 5000 nm), lo cual los hace ideales para la generación del segundo armónico y la generación óptica paramétrica en todo este intervalo del espectro electromagnético. La gran ventaja del LN y LT es que mediante la fabricación

de estructuras de dominios ferroeléctricos de 180° en ellos se puede diseñar cristales para realizar diferentes procesos no-lineales [2].

En este trabajo se presenta un método para la preparación de cristales estequiométricos mediante una variación de la técnica VTE (**Vapor Transport Equilibration**). La no-estequiometría en los cristales de tantálato de litio congruentes introduce vacancias en la estructura cristalina, donde algunos de los iones del tántalo y radicales OH^- ocupan los sitios del ión del litio. Estos defectos en la estructura del cristal tienen un impacto negativo en algunas de las características ópticas de estos cristales; aumento de la absorción y presencia de daño fotorrefractivo, por ejemplo y limitan su uso en aplicaciones reales. Este método para preparar cristales estequiométricos de tantálato de litio a partir de cristales congruentes; es novedoso y es una variación de la técnica VTE. Consiste en utilizar el método de los dos crisoles: el cristal a dopar se coloca dentro de un crisol, y éste es embebido en un segundo crisol que contiene una mezcla rica de iones de litio. Al elevar la temperatura el litio de la mezcla este penetra en el cristal a dopar. Es importante mencionar que esta inclusión

ocurre en la celdas a escalas nanométricas [3-4]. En la técnica tradicional es necesario utilizar un par de crisoles de platino y un sofisticado sistema electrónico, lo cual hace muy costoso el experimento. Con esta nueva técnica; no es necesario este tipo de crisol, abaratándose considerablemente los costos del experimento. Con esta técnica se pueden modificar significativamente las estructuras cristalógicas de los cristales tipo *Perovskita*: ABX_3 y también abre la posibilidad de doparlos con otros elementos con propiedades ópticas atractivas. Es posible que, con esta técnica, se puedan también modificar otras estructuras cristalográficamente afines a la familia con otros elementos para lograr, materiales multifuncionales [2-6].

2. Materiales y Métodos.

Se prepararon dos muestras de LiTaO_3 , una en polvo y otra en cerámico. Primero se mezclaron polvos a partir de una mezcla de óxidos de Li_2O , Li_2CO_3 y Ta_2O_5 ; Alfa-Aesar y con una pureza de 99.90%. La muestra en polvo de LiTaO_3 se preparó con un exceso de un 70% de Li_2O . Para la fabricación del cerámico utilizamos una mezcla de óxidos de Li_2CO_3 y Ta_2O_5 (Alfa-Aesar, 99.90 %). Para fabricar la pastilla cerámica, se utilizó el método de reacción en estado sólido, con activación mecanoquímica.

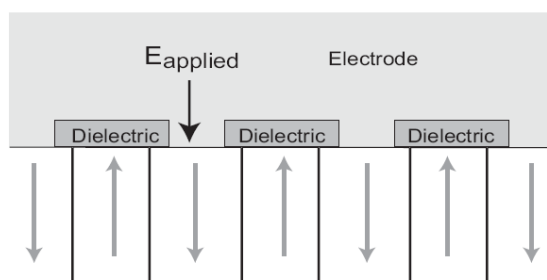


Figura 1. Mecanismo de formación de Dominios ferroeléctricos en cristales de LiTaO_3 .

3. Parte Experimental.

Estos polvos en proporciones estequiométricas, se mezclaron en un molino de bolas (*planetary ball mill*, Fritz. Pulverisette-6). Los polvos resultantes se calcinaron a 800°C durante 8 horas.

Finalmente el material ya calcinado, se mezcló con una solución aglutinante de alcohol *polivinílico* 0.1 ml/l y mediante presión *uniaxial* se formaron pastillas de 4.5 cm de diámetro y 2 cm de espesor, la cual se sinterizó a 1400°C por 12 horas bajo una atmósfera rica en Li_2O .

Una vez obtenidas la pastilla y los polvos, se colocaron dentro de una camisa cerámica tratada previamente junto con la oblea cristalina de LiTaO_3 , sellándose por fuera para evitar la fuga del Li_2O . Dicha camisa se colocó dentro de un horno. El tiempo de horneado fue de 80 horas utilizando una temperatura máxima de 1130 grados centígrados. Para la inversión de dominios requerimos aplicar campos eléctricos para invertir la polarización sobre el cristal ya modificado por nuestra técnica VTE (figura1). Esto se logra utilizando electrodos líquidos aislados periódicamente y grabados por fotolitografía [7-10]. Para las medidas dieléctricas, a los cristales estequiométricos de LiTaO_3 obtenidos, se les depositaron contactos de plata. Las medidas fueron hechas en un rango de temperatura ambiente hasta 730°C utilizando mediante un puente *HP-LCR*. La identificación de las fases en la muestra se llevó a partir de los resultados de *IR* y valores de Permitividad.

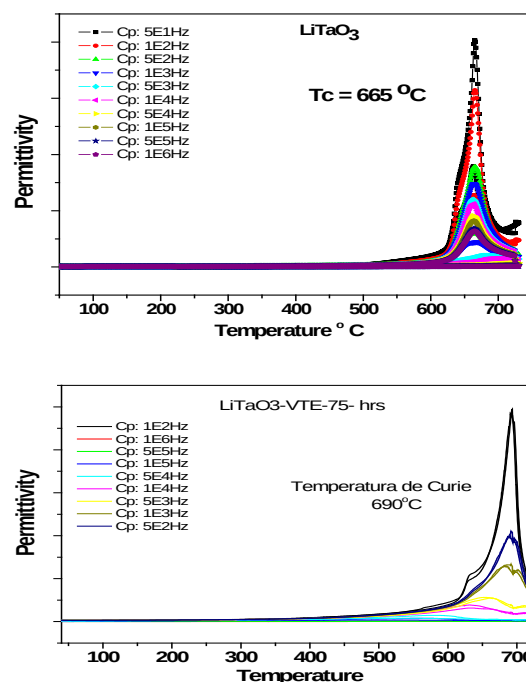


Figura 2. Medidas de permitividad y variación de la temperatura de Curie en dos muestras de LiTaO_3 , a) cristal congruente, con

una composición [48/52], **b)** Cristal con 70 horas de horneado y una temperatura de Curie de 665 °C.

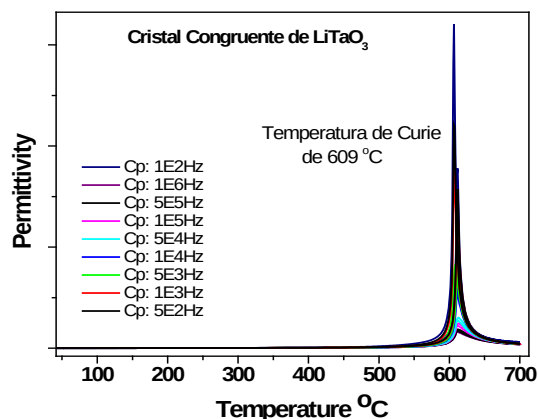


Figura 3. Medidas de permitividad y variación de la temperatura de Curie en Cristal estequiométrico en donde se observa ya temperatura de transición de la composición [50/50].

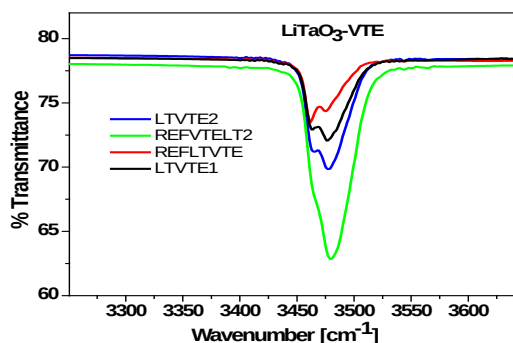


Figura 4. Espectro de absorción de OH⁻ en cristales de LiTaO₃ tratados por VTE durante 80 horas, sobre el eje Z. Espectro para muestras con diferentes horas de tratamiento y diferente composición de Li₂TaO₃.

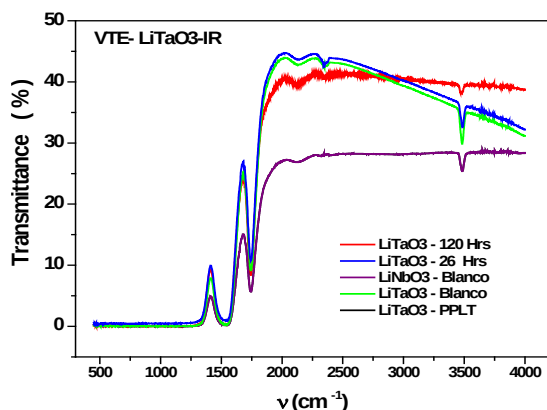


Figura 5. Medidas de Transmittancia e IR en cristales congruentes y estequimétricos.

En la figura 5 observamos las medidas de el espectro de absorción de OH⁻ en cristales de LiTaO₃ tratados por VTE. En la fig. 6 una imagen de los dominios en la oblea de LT.

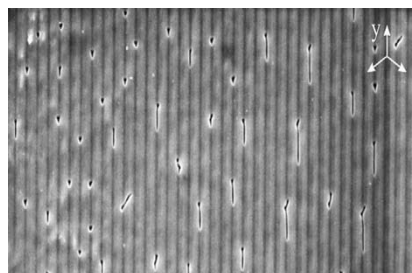


Figura 6. Orientación de Dominios de LiTaO₃

4. Resultados y Discusión.

Los resultados muestran la evolución paulatina de la inclusión de los iones de litio en la estructura cristalina del tantalato de litio, (figuras 3, 4 y 5). Eso significa que podemos monitorear el cambio en la estequiometría a partir de obleas congruentes de LiTaO₃, hasta lograr la obtención de cristales estequiométricos. Los cristales estequiométricos obtenidos presentan un alto grado de transparencia: 400-5000 nm, homogeneidad óptica, bajo campo coercitivo y poco daño fotorrefractivo (figuras 3-5). Además de presentar propiedades interesantes para aplicaciones en opto-electrónica como son guías ópticas, dobladores de frecuencia, etc. Todos los resultados presentados en este trabajo muestran una dependencia de las propiedades físicas en el contenido de Li en el cristal. El proceso aquí descrito se puede utilizar para preparar cristales de LiTaO₃ de cualquier composición deseada. Es importante señalar que la concentración de iones de litio es constante después de 120 h de horneado, lo cual coincide con la literatura [9-12]. Durante el proceso de difusión de los iones de litio, podemos decir que dichos iones, en el cristal de tantalato, se mueven a la superficie del cristal ocupando los sitios vacantes y por lo tanto la disminución de la concentración de vacancias de litio.

5. Conclusiones

En este trabajo se muestran los resultados para la obtención de cristales de LiTaO₃

estequiométricos -[50/50]- al modificar cristales congruentes de Tántalato de Litio con una composición aproximada -[48/52]-, por un método novedoso y económico. Al efectuarse las medidas de permitividad, la Temperatura de Curie muestra una variación en un rango de temperatura de unos 80 grados, lo cual nos indica que la transición cambia de 608°C hasta aproximadamente 690°C, denotando así la naturaleza estequiométrica del cristal. Las medidas de espectroscopia infrarroja nos muestran la ausencia de iones - OH en el cristal, así como la pérdida de exceso de iones de litio. Tres picos de absorción a 3466 cm^{-1} , 3481 cm^{-1} y 3488 cm^{-1} son asociados con los enlaces y la redistribución de los iones de litio con los iones -OH. Al elevar la temperatura gradualmente y mantenerla a una temperatura controlada por un tiempo mayor de 100 horas nos garantiza el arreglo estequiométrico del cristal, esto es ocasionado por un incremento en la movilidad de los iones de litio, lo cual nos muestra que estos se difunden químicamente dentro de las vacancias del cristal.

Agradecimientos

Los autores agradecen a P. Casillas, A. Durán del CNyN-UNAM, J. Nieto de la UABC y a J. Dávalos R. Cudney de CICESE por su valiosa ayuda para la realización de este trabajo. Este proyecto fue patrocinado parcialmente por el CONACyT a través del proyecto 50681 y el proyecto UABC -228, Promep/103.5*10/5021.

6. Bibliografía

- [1].- Y. Furukawa, K. Kitamura, E. Suzuki, and K. Niwa, "Stoichiometric LiTaO_3 single crystal growth by double crucible Czochralski method using automatic powder supply system" — J. Cryst. Growth 197,889-895 (1999).
- [2].- C. E. Valdivia, C. L. Sones, J. G. Scott, S. Mailis, R. W. Eason, D. A. Scrymgeour, V. Gopalan, T. Jungk, E. Soergel, and I. Clark, "Nanoscale surface domain formation on the +z face of lithium niobate by pulsed ultraviolet laser illumination" Appl. Phys. Lett. 86(2), 022906 (2005).
- [3].- I. T. Wellington, C. E. Valdivia, T. J. Sono, C. L. Sones, S. Mailis, and R. W. Eason, "Ordered nano-scale domains in lithium niobate single crystals via phase-mask assisted all-optical poling" Appl. Surf. Sci. 253(9), 4215 - 4219 (2007).
- [4].- L. Tian and Venkatraman Gopalan & Ludwig Galambos, "Domain reversal in stoichiometric LiTaO_3 prepared by vapor transport equilibration" Appl. Phys. Lett. 85, 4445 (2004).
- [5].- C. L. Sones, M. C. Wengler, C. E. Valdivia, S. Mailis, R. W. Eason, K. Buse, "Light-induced order-of-magnitude decrease in the electric field for domain nucleation in MgO-doped lithium niobate crystals," Appl. Phys. Lett. 86, 212901 (2005).
- [6].- M. J. Orozco-Arellanes, R. S. Cudney, "Indirectly-seeded optical parametric generation in periodically poled lithium niobate", Optics Express 11,20-26 (2003),
- [7].- Li, Ming-Hua, Xu, Yu-Heng, Xu, Wu-Sheng, Liu, Cai-Xia, Zhang, Wan-Lin and Shao, Zong-Shu, "Nonlinear optical effect of co-doped Mg, Zn: LiNbO_3 ", Ferroelectrics, 264:1, 273 — 278 (2001).
- [8].- Shunsuke Izumi, Manabu Sato, Johji Suzuki, Tetsuo Taniuchi and Hiromasa Ito, Periodically-Poled LiNbO_3 Optical Parametric Oscillator with 55% Slope Efficiency Pumped by a Q-switched Nd:YAG Laser. Jpn. J. Appl. Phys. 37 pp. L1383-L1385 (1998),
- [9].- L. E. Myers, R. C. Eckardt, M. M. Fejer, R. L. Byer, W. R. Bosenberg, and J. W. Pierce, Quasi-phase-matched optical parametric oscillators in bulk periodically poled LiNbO_3 , JOSA B, Vol. 12, Issue 11, pp. 2102-2116 (1995).
- [10].- O. F. Schirmer, O. Thiemann, and M. Woehlecke, "Defects in LiNbO_3 —experimental aspects," J. Phys. Chem. Solids 52, 185–200 (1991).
- [11].- K. Polgar, A. Peter, L. Kovacs, G. Corradi, and Zs. Szaller, "Growth of stoichiometric LiNbO_3 single crystals by top seeded solution growth method," J. Cryst. Growth 177, 211–216 (1997).
- [12].- K. Kitamura, J. K. Yamamoto, N. Iyi, S. Kimura, and T. Hayashi, "Stoichiometric LiNbO_3 single-crystal growth by double crucible Czochralski method using automatic powder supply-system," J. Cryst. Growth 116, 327–332 (1992).

Diseño de un sistema de expresión de colágeno recombinante tipo I de *Parastichopus parvimensis* en *Spodoptera frugiperda* por medio del baculovirus SfMNPV

**Carlos F. Ayala R., Héctor Blancket M., Gastón Martínez R., David H. Ramos R., Nadia G. Rubio P.
Dante Magdaleno M, Claudia M. Gómez G.* & Graciela Guerra Rivas***

**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO
CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS.
Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333.**

***E-mail: cmgomezg@uabc.edu.mx**

Resumen. El colágeno tipo I resulta una proteína de gran importancia biológica, y en los últimos años su valor comercial lo ha colocado como un producto sumamente cotizado por la industria biomédica. El colágeno tipo I consta de tres cadenas polipeptídicas, dos iguales y una distinta, que pasan por distintos procesos post-traduccionales, esto último convierte al colágeno en una proteína difícil de expresar en sistemas procarióticos convencionales. En este trabajo se propone un sistema de expresión utilizando células Sf-21 infectadas por el baculovirus SfMNPV, utilizando la técnica de baculovirus recombinante. El sistema produciría colágeno tipo I de *Parastichopus parvimensis* de forma eficiente sin comprometer la conformación estructural como sucede en otros sistemas de expresión reportados.

Palabras claves: Colágeno tipo I, *Parastichopus parvimensis*, baculovirus, *Spodoptera frugiperda*

1. Introducción

El colágeno es una proteína fibrosa, que se fabrica en los fibroblastos, es la proteína estructural más abundante en el reino animal y se encuentra prácticamente en todos los órganos y tejidos, otorgando forma y estructura [1]. La principal función del colágeno es mantener la unión celular, es la base sobre la cual se sostienen las células para llegar a construir un organismo multicelular [2], también tiene un importante papel en otros procesos como la cicatrización de heridas y la proliferación, migración y diferenciación celular [3]. Actualmente se conocen 28 tipos diferentes de colágeno, siendo de estos el colágeno tipo I y III los de mayor ubicuidad y de mayor valor comercial [4]. El colágeno tipo I es el más abundante en el cuerpo humano, se puede localizar en los tendones, dermis, dentina y en la córnea, está compuesto por dos cadenas *homodimera* $\alpha 1$ y una cadena *heterodimera* $\alpha 2$ [5].

Debido a su vital importancia en los tejidos, el colágeno tipo I es un candidato idóneo para ser utilizado en la industria de los biomateriales, esto gracias a que cuenta

con grandes cualidades biofísicas y bioquímicas, como lo son su altabiodegradabilidad, biocompatibilidad, elasticidad, resistencia, y además proporciona las señales para llevar el crecimiento celular, guiando así la formación de nuevos tejidos [6].

En este trabajo se llevó a cabo el diseño de un sistema de expresión de colágeno tipo I recombinante en células de insecto por medio del baculovirus SfMNPV. La importancia de utilizar células de insecto se debe a que el colágeno es una molécula compleja que requiere de procesos post-traduccionales para poder formarse por completo, estos procesos no los pueden realizar los organismos procariotes, se necesita de células más complejas, es por esto que se utilizara la línea celular Sf21 proveniente de la oruga *Spodoptera frugiperda*. Ya que las células de los insectos cuentan con características similares a las de los fibroblastos de los mamíferos y pueden realizar los procesos post traduccionales necesarios en la síntesis de colágeno [7]. Los baculovirus recombinantes son ampliamente utilizados para expresar genes heterólogos en células

de insecto, cuentan con una amplia gama de ventajas como lo son, la seguridad a la hora de trabajar con ellos, debido a que son esencialmente no patógenos para los mamíferos y plantas [8], cuentan con facilidad de escalamiento, y se ha demostrado que las proteínas producidas en este sistema de expresión normalmente tienen una síntesis adecuada y se despliegan correctamente [8]. Los genes para la síntesis de colágeno provienen del *Parastichopus parvimensis* o “pepino de mar”, el cual es un organismo poco estudiado aunque se conoce que en comparación con otros organismos cuenta con grandes cantidades de colágeno que presenta características que lo hacen adecuado para el uso en el área biomédica, inclusive se han logrado la creación de corneas artificiales utilizando este colágeno[9].

2. Materiales y Métodos

Enzimas de restricción para la clonación del vector de transferencia y diseño de oligonucleótidos degenerados

Para la inserción de los genes de las dos cadenas del colágeno α -1 y α -2 en los SCM del vector *pFastBac Dual*, se identificaron las enzimas de restricción a utilizar por medio del software *Sequencher 5.0 Demo*. Para la secuencia α -1 se seleccionaron las enzimas *BssH II* y *Not I*, y para α -2 fueron *Sma I*, *Sph I* y *Nhe I*, estas dos últimas para insertar el sitio de restricción de *Spe I*. Para el diseño de *primers* degenerados se utilizó un programa online, llamado *CODEHOP*, donde se tomaron las secuencias de aminoácidos para las cadenas de colágeno α -1 y α -2 de *Paralichthys olivaceus*, de una base de datos (NCBI).

Obtención ARN y ADNc

Para la extracción de ARN del tejido de *Parastichopus parvimensis* se homogenizaron los tejidos separando el proceso para tejido visceral y el tejido musculo-epitelial. Las muestras de ARN se cuantificaron por medio de un nanoespectrofotómetro a 260 nm. De las

extracciones que se definieron como viables para su uso, se tomaron las cantidades adecuadas para obtener el mayor número de reacciones posibles.

Células electrocompetentes

Se llevó a cabo la preparación de células *DH10BacTM* electro competentes, las cuales provienen de una cepa comercial distribuida por *INVITROGENTM* que cuenta con un bácmido que tiene la información genética del baculovirus *SfMNPV*, este protocolo está basado en el que proporciona *INVITROGENTM*.

Amplificación de genes

La mitad del ADNc obtenido se utilizó para la amplificación de *COL1A1* y a otra parte para *COL1A2* mediante reacciones de PCR.

Miniprep

Se utilizó un miniprep para la extracción de ADN plasmídico del cultivo bacteriano. Esto mediante el rompimiento de las células utilizando un choque alcalino.

Extracción, purificación y caracterización del colágeno recombinante

Se realizaron electroforesis en geles de poliacrilamida para corroborar que se ha llevado a cabo la expresión proteica de los genes de colágeno, el análisis se realizó ha: lisado de células sin infectar, sobrenadante de células sin infectar, lisado de células infectadas con bácmido recombinante y a sobrenadante de células infectadas con bácmido recombinante, y se utilizó un *kit* del ensayo *SircolTM* para la caracterización de colágeno. Para identificar la existencia del colágeno triple hélice se realizó un ensayo de colagenasa. El grado de descomposición de colágeno se determina utilizando el método colorimétrico de *ninhidrina*.

3. Parte Experimental.

Identificación de secuencias conservadas de los genes involucrados en la síntesis del colágeno tipo I

Se identificaron organismos filogenéticamente relacionados con el *Parastichopus parvimensis* utilizando las

bases de datos de *NCBI* y *EBI*, además del navegador *Ensembl Project*[™]. Se seleccionó al *Paralichthys olivaceus* como organismo modelo para los procesos teórico-moleculares presentados en este proyecto.

Diseño de los oligonucleótidos para la amplificación de los genes

Se sintetizaron los oligos en base a los diseñados por *CODEHOP*. A los oligos del gen *COL1A1*, se les añadió la secuencia del sitio de corte de la enzima *BSSHII* (oligos Forward), y *NOTI* a (oligos Reverse). Para *COL1A2*, se formaron los oligos añadiendo en su extremo 5', las enzimas *SmaI*, y *SpeI*. Se diseñó un tercer oligo 27, compuesto por las enzimas *NheI*, seguido de *SpeI* y *SphI*, con el objetivo de insertar, en el *SCM* del promotor *p10*, el sitio de corte de *SpeI*, que se encuentra originalmente en el *SCM* del promotor *p10*.

Amplificación de los genes y clonación en el vector de transferencia

Se llevaron a cabo reacciones de *PCR* para cada gen. Después, se recuperó el *DNA* precipitado por centrifugación, se resuspendió el pellet en *TE* (pH 8.0) y se analizó ~ 25 ng del *DNA* purificado por electroforesis. A continuación, se realizó la modificación del vector de transferencia en su *SCM*, regulado por el promotor *p10*, insertando la secuencia 27. Para esto, se llevó a cabo una digestión del vector con *NheI* y *SphI*. Después se realizó la digestión del vector con *BssH II* y *Not I*, ligando el producto de *PCR* del gen del *COL1A1* con los sitios de restricción agregados. Para finalizar, la inserción de *COL1A2*, se llevó a cabo la digestión con *SmaI* y *SpeI*.

Inserción del vector de clonación en *E. coli* DH10Bac

Se colocaron células *DH10Bac* electrocompetentes en una celda de electroporación y se les añadió el vector *pFASTBAC* recombinante, después de esto se les aplicó un shock eléctrico y se agregó medio *LB* dejándose en incubación. Después, se plaquearon con medio *LB*

sólido con *kanamicina*, *X-Gal* e *IPTG*. Las colonias que permanecieron blancas fueron analizadas por *PCR* utilizando los oligos específicos de los genes de colágeno.

Transposición

Para la construcción del bácmido recombinante, se incorporó un plásmido de *E. coli* en el genoma del *SfMNPV* utilizando el método de doble entrecruzamiento entre segmentos de *ADN* (5' y 3'). Dentro del plásmido de *E. coli* se encuentran los genes de resistencia a *KanR*, el sitio de unión *attTn7* el cual se inserta en el marco de lectura del *LacZ*, y un origen de replicación de *E. coli* (*oriE*). Los genes para resistencia a la gentamicina (*Gen*) y los genes para la producción de colágeno son insertados en el sitio de unión *attTn7* del bácmido. El plásmido auxiliar y el vector de transferencia contienen los genes para resistencia a tetraciclina y ampicilina respectivamente. El bácmido recombinante resultante tiene el gen *LacZ* interrumpido.

Aislamiento de ADN recombinante bácmido y transfección de células de insecto Sf21

El ADN bácmídico se inoculó de las células *DH10BAC* mediante la técnica de miniprep. Se eligió una colonia con el fenotipo específico (color blanco y forma circular no irregular). Para la transfección se sembraron células de insecto *Sf21* en medio *TC 100* sin suero. Después, se prepararon soluciones con *cellfectina*[™] y se pusieron en contacto con las células, para posteriormente aislar del sobrenadante de las formas brotantes del virus *SfMNPV* recombinante. Con este extracto se infectó un cultivo de células *Sf21* utilizando un stock viral a una multiplicidad de infección (*MDI*) de 0.1. Finalmente se cosechó el virus a las 48 h post-infección.

4. Resultados y Discusión.

Se identificaron organismos filogenéticamente relacionados con el *Parastichopus parvimensis* utilizando las bases de datos de *NCBI* y *EBI*. Se

sintetizaron los oligos en base a los diseñados por *CODEHOP*. A los oligos del gen *COL1A1*, se les añadió la secuencia del sitio de corte de la enzima *BSSHII* (oligos Forward), y *NOTI* a (oligos Reverse). El DNA se amplificó y se insertó en células *DH10Bac* electrocompetentes. Referente al colágeno es posible que se obtenga colágeno de triple hélice en menores concentraciones que las ya reportadas en sistemas de expresión de baculovirus pero manteniendo las características estructurales necesarias para su uso en distintas aplicaciones biomédicas. Es de esperarse que este colágeno presente características distintas a colágenos tipo I de otros organismos ya expresados debido a las propiedades distintas que se reportan en el colágeno de *Parastichopus parvimensis*. La eficiencia del sistema de expresión en baculovirus podría resultar en una herramienta importante para la expresión de otras proteínas heterotrímeras que de igual forma se vean involucradas en complejos procesos post-traduccionales.

Discusión

La actividad de hidroxilación de las enzimas influirá en la estabilidad estructural del colágeno tipo I de triple hélice, bajas tasas de hidroxilación o glicosilación comprometerían la estabilidad y propiedades mecánicas de la proteína. Se requerirán estudios posteriores para conocer los mecanismos post-traduccionales en la célula de insecto e identificar la necesidad de sobre expresarlas enzimas relacionadas en el proceso. Se espera que debido a la naturaleza heterotrímera de la proteína, esta se exprese en menores concentraciones que las reportadas para el colágeno tipo III homotrímero expresado en otras líneas celulares, aunque se requieren hacer análisis para conocer las proporciones de producción de las cadenas polipeptídicas. En posteriores trabajos se buscaría modificar los promotores para mantener la relación 2:1 entre las cadenas $\alpha 1$ y $\alpha 2$. De no producirse o plegarse óptimamente el colágeno, se le puede atribuir al hecho de que los oligos no se estén uniendo a las secuencias terminales del gen, y que dichas secuencias al no

traducirse provoquen la producción de una estructura proteica que carezca de señales necesarias para el proceso de maduración de la proteína.

4. Conclusiones

No existen argumentos o razonamientos contundentes que revelen que este método de expresión de colágeno tipo I no sea viable salvo el hecho de que es muy complejo determinar las condiciones bajo las cuales se realizaran los procesos debido a la falta de investigación, por el contrario existen distintas razones que lo hacen factible, como el hecho de que la línea celular posee el mecanismo necesario para la correcta maduración de la proteína, además de que la necesidad de insertar dos vectores distintos en el organismo para las respectivas cadenas polipeptídicas representa un obstáculo que en este caso se evade mediante la inserción de un solo plásmido que contiene dos promotores con sus respectivos SCM.

5. Bibliografía.

- [1].- Devlin, T.M., *Bioquímica: Libro de texto con aplicaciones clínicas*, 4ta edición, Editorial Reverté (2004).
- [2].- Paz Lugo, *Estimulación de la síntesis de colágeno en cultivos celulares*, Universidad de Granada (2006).
- [3].- Gupta, H. S. J. Seto, et al., *Cooperative deformation mechanisms in bone*. Nano Letters 5(10): 2108-2111 (2006).
- [4].- Matthew D. S. and Ronald T. Raines, *Collagen structure and stability*. Annu Rev Biochem. University of Wisconsin (2009).
- [5].- Mirja-Liisa Sassi, *Carboxyterminal degradation products of type I collagen*. University of Oulu. (2001).
- [6].- John A.M. Ramshaw, *Collagen-based Biomaterials*. University of Nottingham.
- [7].- Arja Lambergt. *Characterization of Human Type III Collagen Expressed in a Baculovirus System*. Journal of biological chemistry (1995).
- [8].- Ignoffo, C.M., *Baculoviruses for Insect Pest Control: Safety Considerations*. American Society for Microbiology, Washington, DC, p. 52 (1975).
- [9].- Zachau, T. *Cómo te ayudan los pepinos de mar* [En línea]. Recuperado de <http://www.atiende.tv/noticia/246/como-te-ayudan-los-pepinos-de-mar> (2010).

CARACTERIZACIÓN DE TÚNEL DE VIENTO MODELO ARMFIELD C-15

Oscar Adian Morales, Antonio Gómez Roa*, José Francisco Trejo Luevano, Roberto Cervantes & Arian Flores Urrutia

UABC - CENTRO DE INGENIERIA Y TECNOLOGIA
VALLE DE LAS PALMAS, Boulevard Universitario # 1000
Tijuana, B.C., C.P.21500. Teléfono 6768288.

Email: gomez_roa@uabc.edu.mx, robertmac23@hotmail.com, arianfu89@gmail.com,
moraleso97@uabc.edu.mx

Resumen: En este trabajo se presentan los resultados de las mediciones de perfiles de velocidad de la zona de prueba de un túnel de viento ubicado en los laboratorios del Centro de Ingeniería y Tecnología (CITEC), para su caracterización. Para determinar los perfiles de velocidad se utilizó un tubo de Pitot tipo L en tres diferentes posiciones de la zona de prueba en el eje horizontal y cinco puntos en el eje vertical. De los resultados se encontró que el flujo tiene un comportamiento turbulento y el rango de velocidades es de 55 a 70 m/s.

Palabras clave: caracterización, túnel de viento, flujo turbulento.

2. Introducción

La fiabilidad de las lecturas en medición siempre ha sido una discusión constante en el área del cálculo experimental, la calibración de instrumentos, la precisa lectura de la información medida, la experiencia, en pocas palabras, el tener en cuenta todas las variables que implica una medición son factores importantes en todo tipo de mediciones y en la incertidumbre que generan a la hora de desplegar resultados.

Es por esto que al utilizar equipos para realizar experimentos como un túnel de viento, éste debe ser caracterizado para conocer la influencia de su geometría y accesorios en los experimentos que en él se practican.

En la investigación de Tolentino et. al, [1] se menciona que para caracterizar el comportamiento del flujo en la zona de pruebas del túnel de viento del Instituto Nacional de Normas y Tecnología de Estados Unidos se utilizaron un anemómetro de hilo caliente, un tubo estático de Pitot y el anemómetro láser Doppler. La primera fase de la caracterización fue determinar la

distribución de velocidad U , en las direcciones horizontal (Y) y vertical (Z) de la sección de pruebas, para velocidades en el centro de 5.37 m/s y 9.45 m/s a distancias de 1.00 m, 3.00 m y 5.00 m (en la dirección X) desde el inicio de la sección de pruebas.

En otra de las investigaciones mencionadas por Tolentino[1] se indica que, Ito H. *et al*, obtuvieron experimentalmente el comportamiento del flujo en el túnel de viento del Instituto de Ciencias de los Fluidos de la Universidad de Tohoku de Japón, mediante perfiles de velocidad, capa límite y turbulencia en diversas secciones del túnel. Las mediciones de los perfiles de velocidad y turbulencia en la sección de pruebas se realizaron con un anemómetro de hilo caliente marca DISA modelo 55M y un tubo de Pitot de 6 mm de diámetro.

Una tercera referencia que aporta el estudio publicado por el Ing. Tolentino [1] menciona que, Terao Y. *et al*, diseñaron y evaluaron tres arreglos de un túnel de viento en el Laboratorio Nacional de Investigación de Metrología de Japón, para un intervalo de velocidades de 0.045 m/s a 1.4 m/s. La evaluación la realizaron mediante perfiles de velocidad y turbulencia. Las mediciones se

realizaron con un anemómetro láser Doppler de argón ionizado para una componente y un generador de humo para el sembrado de partículas.

El objetivo de este trabajo es caracterizar el comportamiento del flujo en la sección de pruebas del túnel de viento del laboratorio de ingeniería aeroespacial de CITEC, en función de los perfiles de velocidad.

2. Materiales y Métodos

El túnel de viento con el cual se trabaja es el ARMFELD C-15 el cual se muestra en la figura 1 y cuenta con las siguientes características [2].

1.- Enderezador de flujo tipo panel en la entrada.

2.- Sección de trabajo fabricada en material acrílico transparente que ofrece una excelente visibilidad de los modelos, cuya sección transversal es de 15 x 15 cm.

3.- Un sensor de presión electrónico montado en la pared de la sección de trabajo mide la presión estática, lo que permite calcular y visualizar en la computadora la velocidad del aire.

4.- Banco de manómetros inclinados de agua.

5.- El flujo de aire se genera con un ventilador axial accionado por un motor eléctrico de 0.51 kW de corriente directa en un intervalo de 230 a 400 volts.

El intervalo de trabajo del motor analizado en esta investigación es de: 70% = 280 V, 80% = 320 V y 90% = 360 V.

En la figura 2 se muestra el tubo de Pitot utilizado en este trabajo, el cual se monta en un casquillo que puede colocarse en el techo de la sección de trabajo en tres posiciones diferentes.



Figura 1. Túnel de viento instalado en CITEC.



Figura 2. Tubo de Pitot instalado en túnel de viento.

La distribución de los puntos de medición para la medición del perfil de velocidades se tomó en base a la norma AMCA 203-90 [3] como se muestra en la figura 3.

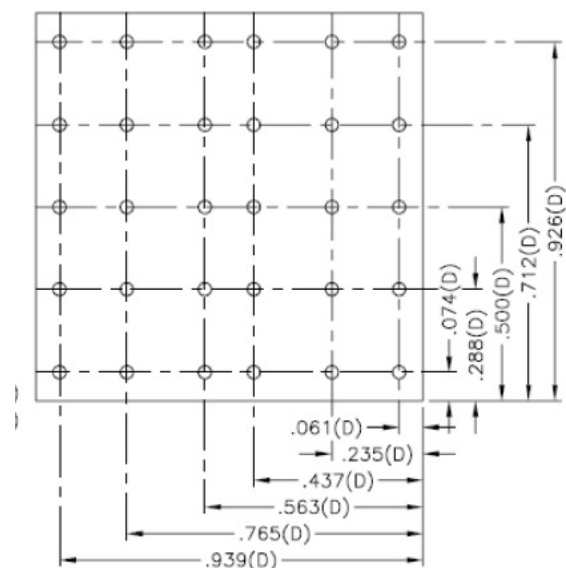


Figura 3. Distribución de puntos de medición.

En la siguiente figura se muestra la distribución de los puntos de medición a lo largo del eje axial de la zona de pruebas.

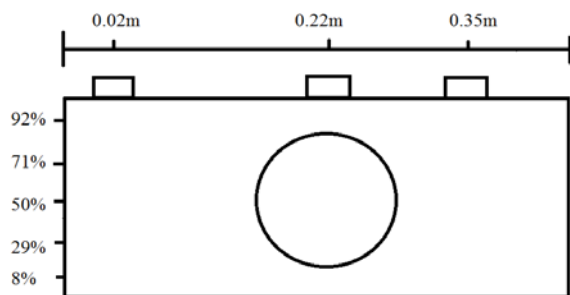


Figura 4. Configuración final de la zona de prueba.

La densidad del aire en el laboratorio de aeroespacial se determinó utilizando datos meteorológicos adquiridos con el sistema Vantage Pro2, y el cálculo de la misma se realizó mediante la ecuación siguiente [4], la cual presenta una incertidumbre de $\pm 1 \times 10^{-4}$.

$$\rho = \frac{p M}{RT}$$

Para cada medición de presión dinámica obtenida con el tubo pitot, se tomaron al menos 35 lecturas y se capturaron en una matriz de pruebas experimentales que se presenta en la sección de resultados. Para cada una de las mediciones se realizó un análisis estadístico [5] que incluye la determinación del valor medio y el análisis de la incertidumbre estadística de las mediciones.

El valor de la velocidad en cada punto se determinó utilizando la siguiente ecuación:

$$Velocidad = \sqrt{\frac{2P_{din}}{\rho}}$$

3. Resultados y Discusión.

En la tabla 1 se muestran los valores de la velocidad promedio obtenidos para las tres secciones del túnel analizadas, y en la tabla 2 se indican la relación de Mach que se tiene para cada velocidad obtenida, con lo que se comprueba que el túnel de viento es subsónico y con fluido de trabajo incompresible.

Posición	Capacidad del túnel (volts)								
	280			320			360		
Xa	56.2	±	0.8	62.8	±	1.1	69.7	±	0.6
Xb	55.5	±	1.1	64.5	±	1.1	70.4	±	0.6
Xc	56.4	±	1.8	65.5	±	1.3	72.3	±	2.6
Promedio	56.0	±	1.2	64.3	±	1.2	70.8	±	1.3

Tabla 1. Velocidad promedio en zona de pruebas de túnel de viento en m/s.

Velocidad prom	Mach
56m/s	0.163
64m/s	0.176
70m/s	0.206

Tabla 2. Análisis de número de Mach.

Para analizar la influencia de la velocidad en el comportamiento del flujo, en la figura 5 se muestran los perfiles de velocidad para diferentes velocidades, medidos en el centro de la zona de pruebas.

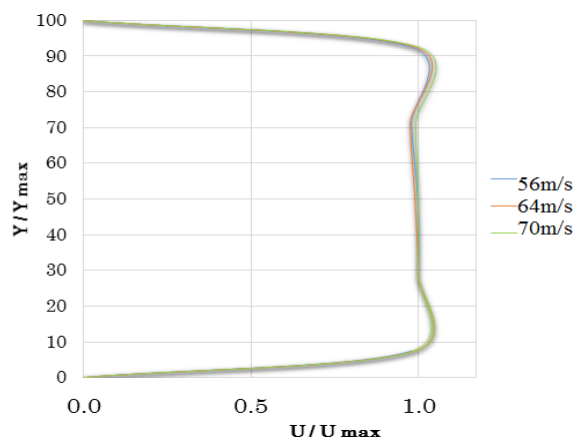


Figura 5. Influencia de la velocidad en el comportamiento del flujo en la zona de pruebas.

Para analizar la influencia de la posición en el comportamiento del flujo, en la figura 6 se muestran los perfiles de velocidad medidos en la zona de pruebas para tres diferentes posiciones a lo largo del eje x, (XA, XB y XC) todos para la misma velocidad (56m/s).

De ambas graficas se puede observar que los aditamentos del túnel de viento permiten obtener perfiles de velocidad uniformes en la zona destinada para realizar pruebas de visualización de flujo y mediciones de arrastre y sustentación (perfil XB). Además que se concluye que los perfiles de

velocidad presentan un comportamiento típico de flujo turbulento.

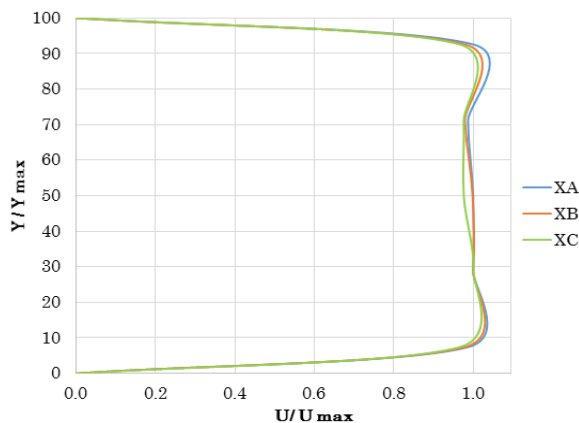


Figura 6. Influencia de la posición en el comportamiento del flujo en la zona de pruebas.

En la Figura 5 se observa que el cambio de velocidad afecta el comportamiento de los perfiles, pues no se encuentran variaciones muy pronunciadas en los mismos y en los tres casos la velocidad máxima se sitúa entre el 25% y 30% de la dirección Y. Este comportamiento se debe a la configuración del túnel de viento a lo cerca que se está de la entrada acampanada.

En la Figura 6 se observa que el cambio de posición en la zona de pruebas provoca una variación en el comportamiento del flujo. El perfil de velocidades en la sección de entrada (XA) es uniforme al igual que el perfil en la zona central (XB), sin embargo el perfil a la salida (XC) presenta una variación en la zona central, la cual con respecto a los otros perfiles no es mayor al 2.5%.

4. Conclusiones y recomendaciones.

*Se caracterizó la sección de pruebas de un túnel de viento ARMFIELD C-15-10, para determinar el comportamiento del flujo de viento en base a los perfiles de velocidad en diferentes posiciones.

*Se observa que el comportamiento del flujo, a lo largo de la sección de pruebas empleada para su caracterización, es turbulento.

*Para el rango de 20 a 80% de las posiciones en la dirección vertical (Y) se

obtuvo que el flujo se desarrolla de una manera no-viscosa, es decir, la viscosidad del flujo no afecta a las mediciones.

*Los perfiles de velocidad obtenidos son simétricos, lo cual indica que la configuración geométrica del túnel cumple con la tarea de normalizar el flujo a través de la sección de pruebas.

*El desarrollo de la capa limite es notorio a través de la sección en un rango de las posiciones verticales (Y) de 0 a 7%.

Recomendaciones

- Determinar las rpm del ventilador para señalar la velocidad axial que genera.
- Utilizar la norma AMCA 203-90 para la obtención de puntos completos en la sección de pruebas.
- Obtener el cálculo completo de la densidad para obtener resultados más precisos.
- Interpolarse y extrapolar velocidades fuera del rango mencionado para resultados más completos.

5. Bibliografía.

- [1].- **Tolentino, R.**, “Medición de capa límite y turbulencia en un túnel de viento para la calibración de instrumentos de medición de velocidad”, Tesis de grado Maestría, Dpto. Ing. Mecánica, Instituto Politécnico Nacional, México D.F. (2003).
- [2].- **Discoverarmfield**, ARMFIELD C-15, (2013).
- [3].- **American National Standard**, Laboratory Methods of Testing Fan for Rating, ANSI/AMCA 210-85, ASHRAE Standard Approved by the American National Standards Institute. July 3, (1985).
- [4].- **Luis O. B., Ignacio H. y María E. G.**, Estimación de la incertidumbre de la determinación de la densidad del aire, Centro Nacional de Metrología, División de Metrología de Masa y Densidad, Abril (2003).
- [5].- **S. Figliola Richard and Beasley Donald E.**, Mediciones Mecánicas Teoría y diseño, 3ª Edición, Alfaomega. (2003).

CARRITO QUE SIGUE LA LUZ

José Osualdo Gómez Aguilar, Rodolfo Ibarra Rodríguez, Olivia Castro Martínez, Jesica Isel Reyes Granados, Priscilla Sarabia Razo, Erick Antonio Villegas Lozano & Víctor Manuel Juárez Luna*

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO
CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS.
Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333

E-mail: erick.villegas@uabc.edu.mx

Abstract. La electrónica se encuentra presente hoy en día en todas las ramas de la industria. Es importante conocer el funcionamiento y control de las máquinas para operarlas correctamente, darles el mantenimiento necesario, tener control de las operaciones que necesitemos realicen. Una manera de conocer el estado en el que se encuentran es por medio de sensores, que nos aportan información de lo que ocurre en el medio ambiente y podemos darle un uso en un circuito. Para este proyecto se presenta un carrito sigue la luz, el cual utiliza componentes discretos para controlar motores eléctricos de manera que permitan a un carrito seguir una luz emitida por una lámpara. Para esto las fotorresistencias nos permiten captar la luminosidad y dependiendo de su intensidad activar o no a los motores.

Palabras claves: Fotorresistencias, luz, transistores, motores, carrito

Introducción

La presente aportación consistió en mostrar al público un carro guiado por luz, para explicar el funcionamiento de los componentes y las aplicaciones que tienen para controlar un motor.

Introducción teórica:

En la parte experimental se utilizaron fotorresistencias como sensor para detectar la intensidad de luz y poder mover los motores. Las fotorresistencias varían su resistencia según la intensidad de iluminación. Se aprovecha esta propiedad para acoplar un par de resistencias en un circuito y mover un par de motores eléctricos cuando éstas reciban luz.[1]

Se denomina motor eléctrico a toda máquina capaz de transformar la energía eléctrica en energía mecánica [2].

Además, se utilizaron transistores tipo NPN como interruptor para activar el motor en caso de la detección de luz. En un transistor del tipo NPN, para que la base pueda aportar los huecos, debe tener polaridad positiva y el emisor debe tener

polaridad negativa para generar el flujo de electrones cuando a la base del transistor se le corte la corriente o se le conecte al polo negativo, el transistor NPN dejará de conducir (se bloquea) y no pasará la corriente del emisor al colector. [3]

Con estos dispositivos, mas una fuente de voltaje se puede controlar un motor. En éste proyecto se muestra como guiar un carrito a partir de la presencia de luz.

2. Materiales y Métodos

Para controlar los motores se utilizó un circuito como el que se muestra en la figura 1.

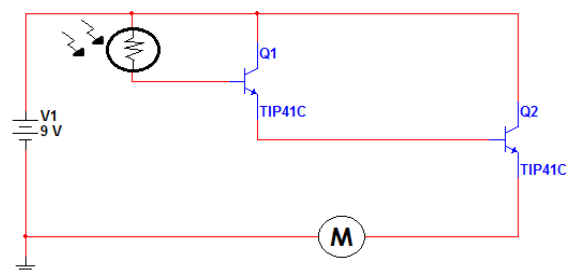


Figura 1: Circuito para mover un motor al percibir la luz.

En este circuito se aprovechan las propiedades de la fotorresistencia para activar los transistores y permitir el paso de corriente al motor y que éste se pueda mover.

Se decidió utilizar el transistor NPN para aprovechar su función de interruptor. Y al TIP41C porque soporta mayor flujo de corriente.

Una fotorresistencia puede tener en la oscuridad una resistencia superior a $2\text{ M}\Omega$ y para una intensidad luminosa de 100 lux, una resistencia de $200\ \Omega$. [4]

Con la configuración del circuito, cuando se presenta luminosidad en las fotorresistencias se activan los transistores y a su vez ponen en marcha a los motores para mover el carrito.

3. Parte Experimental.

Para que el carro avanzara en línea recta, iluminamos su parte frontal y así ambas fotorresistencias captaron la luz y activaron los dos motores, como se observa en la figura 2.



Figura 2. Avance del carro en línea recta.

Para que el carro girara hacia el lado izquierdo, se dirigió la luz hacia la fotorresistencia que se encuentra en la parte frontal izquierda, de esta manera giró el motor del lado derecho y el carro avanzó hacia el lado izquierdo, como se muestra en la figura 3.



Figura 3. Giro del carro hacia el lado izquierdo.

Para que el carro girara hacia el lado derecho, se dirigió la luz hacia la fotorresistencia que se encuentra en la parte frontal derecha, de esta manera giró el motor del lado izquierdo y el carro avanzó hacia el lado derecho, como se muestra en la figura 4.



Figura 4. Giro del carro hacia el lado derecho.

Para evitar que el carro reaccionara con la luz solar, se colocaron las fotorresistencias dentro de la carrocería, de

manera que éstas quedaran hacia abajo y sólo con una lámpara reaccionaran al movimiento, haciendo más fácil su manejo.



Imagen 1. Fotorresistencias colocadas en la parte frontal del carro hacia abajo para evitar perturbación por luz solar.

El circuito quedó montado en la parte interior del automóvil, en cambio para la fuente de voltaje se optó por colocarla en el cofre del automóvil, para facilitar el intercambio de baterías. Además se colocó un interruptor para cortar el circuito cuando no se esté usando, y ahorrar energía de las baterías.

4. Resultados y Discusión.

Resultados:

Como resultado se obtuvo un carrito que es guiado por un rayo de luz, en éste caso emitido por una lámpara de mano.



Imagen 2. Modelo del carro terminado

Enlace para la visualización del funcionamiento del carro sigue la luz.
http://www.youtube.com/watch?v=Ku_txFCmgks

Discusión:

Dependiendo de la superficie es la facilidad con la que se puede mover el carrito. En una superficie lisa como lo es el piso, el carro se mueve con facilidad y rapidez. Sin embargo durante la exposición en jornadas éste se expuso sobre alfombra, por lo que se batalló un poco al iniciar el movimiento del carro.

Como parte del aprendizaje en la formación profesional, es importante conocer la manera de cómo funciona y cómo se controla un motor. En la industria es importante conocer cómo operan los motores, y sobre todo conocer los controles que se tienen sobre ellos. Con el proyecto mostrado se logró comprobar el control ON/OFF empleando transistores.

Las máquinas cuentan con diferentes mecanismos para su operación y control, incluyendo motores y sensores. Los sensores nos permiten conocer el estado en el que se encuentra una máquina, ya sea conocer la velocidad a la que opera, temperatura, etc. En el caso de éste proyecto las fotorresistencias cumplen con la función de un sensor, dando la información necesaria para el manejo del carro.

5. Conclusiones.

El carro logró exponerse con éxito, y llamó la atención de niños y adultos que lo observaron funcionar, e incluso tuvieron la oportunidad de controlarlo.

Con éste proyecto se pudo demostrar una de las tantas aplicaciones de la electrónica. Demostrando el funcionamiento y acoplamiento de diferentes dispositivos electrónicos, que al conectarse de una forma determinada dan como resultado sistemas funcionales que son de gran utilidad para cumplir con una tarea o satisfacer una necesidad.

Para este proyecto las fotorresistencias permiten controlar el movimiento del carro a partir de la recepción de la luz. Por las propiedades de las fotorresistencias que utilizamos fue difícil acoplar el mecanismo al carro, para controlar el movimiento con una luz emitida por una lámpara y no por la luz que se presenta en el ambiente.

Con sensores de mayor calidad que permitan determinar la cantidad de luz, o con un circuito más complejo se soluciona este problema de manera que el carro pueda utilizarse en cualquier lugar.

6. Bibliografía.

- [1].- **Bastian, Peter.**, *Electrotecnia*, Ediciones AKAL. 560 páginas, (2001).
- [2].- **Sanz Martin, Belén. De la Sota Velasco, Sergio.**, *Operario de instalaciones eléctricas de baja tensión*, Editorial Paraninfo, 116 páginas, (2000).
- [3].- **Martí Parera, Albert.**, *Electrónica básica en automoción*, Editorial Marcombo, 96 páginas, (1991).
- [4].- **Senner, Adolf.**, *Principios de electrotecnia*, 448 páginas, (1994).

SUPERFICIES CUADRÁTICAS EN MATLAB

Sergio Aquino Moreno, Pedro Delgado Lucero, Ramón Encarnación Herrera, Luis Manuel García, Cesar Rosario Obeso González, Jesús Salinas Coronado*

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO
CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS.
Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333

E-mail: jesus.salinas.coronado@uabc.edu.mx

Abstract. La presente investigación se enfocó en ciertos problemas del cálculo multivariable sobre cómo se pueden graficar superficies cuadráticas, de una manera fácil y rápida con la ayuda de un software programador, en esta ocasión se utilizó “Matlab”. En el aula de clases se hacen ejercicios de ecuaciones cuadráticas y estas a su vez son graficadas manualmente en el pizarrón en dos planos x , y . Gracias a este programa se logró optimizar tiempo a la hora de trabajar y a su vez ofrecer una mejor visión de las superficies cuadráticas graficadas. Además el usuario puede modificar la figura de superficie cuadrática de la forma que desee, desde el grosor de entrelíneas, su color, encabezado hasta sus límites. Matlab también cuenta con una aplicación que permite rotar la superficie cuadrática en todas sus direcciones brindándole al usuario una vista de dicha superficie en todos sus ángulos.

Palabras claves: gráfica, ecuaciones, superficies cuadráticas, código, Matlab

6. Introducción

Actualmente en la Universidad Autónoma de Baja California dentro del plan de estudios del tercer semestre de la carrera de Ingeniería Industrial se imparte la materia de matemáticas III, la cual ofrece a los alumnos cómo se desarrollan ecuaciones y como se grafican dichas ecuaciones, y así comprender mejor las matemáticas, para que el estudiante pueda desarrollar al máximo sus capacidades.

Uno de los temas que se vieron en la Unidad I de esta asignatura, se refiere a las superficies cuadráticas; estas se definen como los puntos que sus coordenadas satisfacen una ecuación cuya forma sea;

$$F(x,y,z)=0(1)$$

Estas superficies se clasifican en:

- Hiperboloide elíptico
- Cono
- Paraboloide elíptico

Tomando en cuenta las tres figuras anteriores junto con sus fórmulas, se desarrollan manualmente con el método que más fácil les resulte y dependiendo de la figura que arroje dicha fórmula, se podrá conocer qué código le corresponde, existen diversos software que nos ayudan a graficar ecuaciones.

Matlab es un excelente sistema diseñado para cómputo técnico, en el cual se pueden realizar códigos para desarrollar funciones matemáticas, de una manera sencilla [1].

Algunos de los usos más comunes de Matlab es la obtención de gráficas. Con la ayuda de este programador será mucho más fácil elaborarlas, ya que con anterioridad se determinó un código especializado para dibujar las figuras del cono, paraboloide elíptico y del hiperboloide elíptico.

Introducción, teoría:

El presente trabajo tuvo como objetivos enseñar y mostrar a los alumnos de diferentes secciones estudiantiles como

graficar los diferentes tipos de superficies cuadráticas en un programador como lo es Matlab, haciendo el uso de diversas funciones que nos permita el programa.

Se tiene como interés experimentar y graficar las superficies cuadráticas en un programador (Matlab) ya sea para un uso profesional, científico, tecnológico o educativo.

Tradicionalmente estos trabajos se grafican manualmente en el pizarrón y en algunos casos los alumnos no interpretan las tres dimensiones. Ahora con este nuevo programa se puede graficar sin necesidad de hacer cálculos y con más exactitud en el resultado de una forma más precisa, rápida y sencilla.

Las superficies cuadráticas son el lugar geométrico de los puntos del espacio (x,y,z) que verifican una ecuación de segundo grado. La fórmula de estas superficies cuadráticas es:

$$Ax^2 + By^2 + Cz^2 + Dxy + Eyz + F = 0(2)$$

Donde A, B, C, son constantes pero la ecuación se puede simplificar por traslación y rotación [2].

Estas superficies cuadráticas se clasifican en diferentes tipos:

Hiperboloide de una hoja (Figura 1) es la gráfica de una ecuación de la fórmula:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1(3)$$

En este caso $z=z$ paralelo al eje xy corta las superficies transversales elípticas (o circulares si $a=b$).

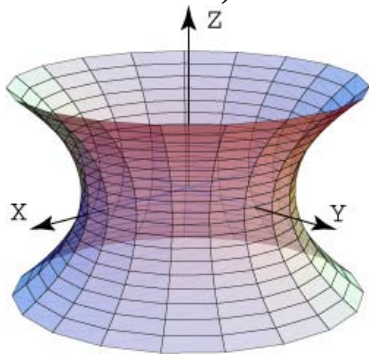


Figura1. Hiperboloide de una hoja.

Se puede observar que existe otro hiperboloide que es el de dos hojas, el cual consta de la siguiente fórmula: para $a,b,c>0$.

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1(4)$$

El hiperboloide de dos hojas (Figura 2) Tiene su gráfica separada del punto $(0,0)$ ya sean x, y, z . Cuando su trazos son sobre planos horizontales se forman superficies elípticas, y cuando son sobre planos verticales forma superficies hiperbólicas.

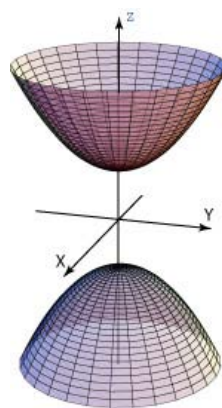


Figura 2. Hiperboloide de dos hojas

Cono elíptico: esta superficie cuadrática consta de la siguiente formula.

El cono elíptico. Figura 3. (O circular si el cono $a = b$), las trazas de esta superficie cuadrática corresponden a hipérbolas o pares de rectas.

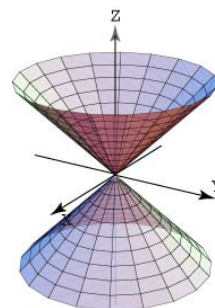


Figura 3. Cono eliptico.

Paraboloide:**La gráfica de la ecuación**

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = \frac{z}{c} \quad (5)$$

El paraboloide (Figura 4) se obtiene cuando en la función cuenta con dos variables cuadráticas y una lineal [2].

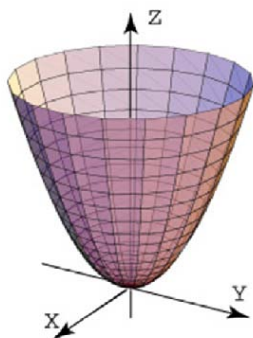


Figura 4. Paraboloide

El propósito de este proyecto es también el de informar a los estudiantes de las secundarias y preparatorias a que las matemáticas no son difíciles.

2. Materiales y Métodos

Diseño: Consistió en utilizar unas figuras solidas para representar la gráfica y visualmente los diferentes tipos de superficies cuadráticas, dichas figuras son sostenidas por un eje que representa el eje z.

2.1 Estas representaciones con figuras se realizaron en el TMH (taller de Maquinas y Herramientas) y fueron presentadas en las XX Jornadas de Ingeniería 2013.

2.2 Se utilizo el software Matlab con el cual a través de sus códigos se alimentaron los datos para obtener las gráficas de las funciones escogidas.

2.3 En Matlab se puede escribir directamente la ecuación y posteriormente realiza la gráfica automáticamente, utilizando los códigos adecuados como por ejemplo: cylinder, rotate, 3D, técnicas, tratamientos, mediciones y unidades, pruebas, aparatos y tecnología.

Con un aditamento con filo se le dio forma a una de las tres figuras (hiperboloide, cono, paraboloide), después se unió con pegamento a un eje el cual representa al eje z para posteriormente pegarlo a la superficie. Este procedimiento se realizó con cada esfera de poliestireno hasta tener los tres tipos de figuras mencionadas anteriormente. También cabe mencionar que durante esta investigación se obtuvo información sobre otros software que también se pueden aplicar para este trabajo, tal fue el caso de “mathematica 5”.

Al momento de ser expuesta esta investigación se proporcionó al auditorio una pequeña explicación de las superficies cuadráticas, la importancia que tiene en la vida diaria y el uso de estas.

3. Parte experimental

Para realizar las demostraciones de las figuras de las funciones, se procedió a conseguir los siguientes materiales como esferas de poliestireno, ejes, adhesivo y una superficie para colocarlos.

Posteriormente se investigó cuales comandos eran los más convenientes para graficar las funciones cuadráticas y estos fueron: cylinder, colormap, rotate y 3D. Enseguida la función cuadrática que se quería resolver se presentó en el código de Matlab y el resultado fue el siguiente el cual se muestra en la figura 5.

```

1  figure
2  x=(-10:0.3:10);
3  y=((1/2)+(x.^2)+3);
4  cylinder(y)
5  title('Hiperboloide de una Hoja')
6  rotate3d
7  %PARABOLOIDE HELIPTICO
8  %...EJEMPLO DEcolormap (spring);
9
10 figure
11 x=(-5:0.5:10);
12 y=((4/3).*(x));
13 cylinder(y)
14 colormap (colorcube);
15 title('Paraboloide Eliptico')
16 rotate3d
17 %HIPERBOLOIDE DE DOS HOJAS
18 figure
19 x=(-10:0.1:10);
20 y=(5.0*(x));
21 cylinder(y)
22 colormap (cool);d
23 title('Hiperboloide de dos hojas')
24 rotate3d

```

Figura 5. Código de Matlab

4. Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos al momento de graficar se presentan en las siguientes

figuras, así mismo se presentan los códigos utilizados en Matlab.

Como se observa en la Figura 6, para poder graficar el paraboloide heliptico de una hoja, se alimentó en Matlab una serie de códigos lo que facilitó obtener la ecuación y elaborar la gráfica, también se aprendió el significado de cada una de las funciones del código.

```
%HIPERBOLOIDE DE UNA HOJA
figure
x=(-10:0.3:10);
y=((1/2)+(x.^2)+3);
cylinder(y)
title('Hiperboloide de una
Hoja')
rotate3d
```

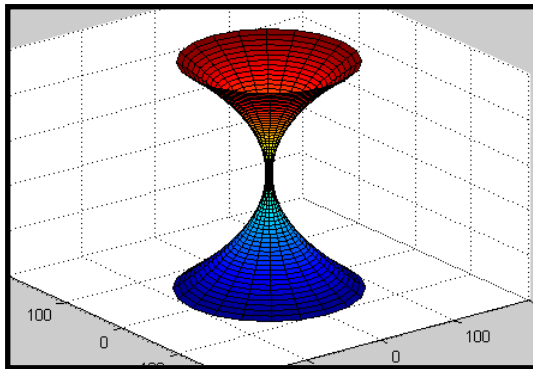


Figura 6. Hiperboloide de una hoja

En la Figura 7 y 8 se puede observar otras gráficas obtenidas en Matlab, en las cuales se pueden girar, dar diferente color, variar los espacios de la cuadrícula y sobre todo dar la interpretación de la forma volumétrica, que en el caso de realizarse en el pizarrón, a algunos alumnos se les complica, ya que las tres dimensiones se presentan solamente en un plano bidimensional.

```
%PARABOLOIDE HELIPTICO
figure
x=(-5:0.5:10);
y=((4/3).*(x));
cylinder(y)
colormap(colorcube);
title('Paraboloide Elíptico')
rotate3d
```

Este programa es ampliamente conocido y utilizado en universidades e institutos para el aprendizaje en cursos

básicos y avanzados de matemáticas, ciencias y especialmente en ingeniería[4].

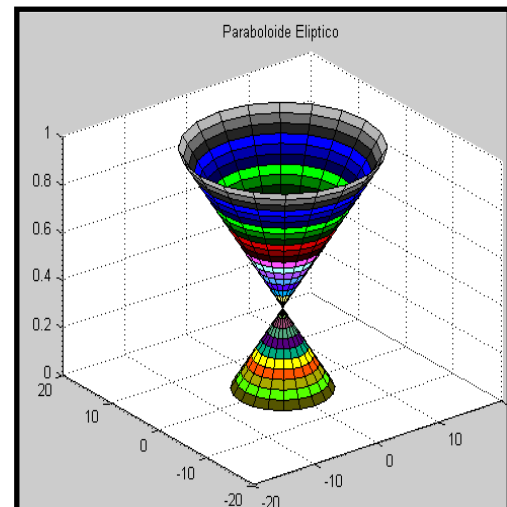


Figura 7. Paraboloide Elíptico con diferentes medidas

5. Conclusiones

Se concluye que este trabajo fue una experiencia positiva. Se aprendió a utilizar una herramienta para solucionar problemas de matemáticas en una forma divertida y se enseñó y compartió con futuros estudiantes de la UABC. En las XX Jornadas de Ingeniería, se obtuvo buena aceptación por parte del auditorio ya que les llamo la atención a muchos jóvenes y quedaron satisfechos y motivados a conocer más acerca de los diferentes temas de las matemáticas.

6. Referencias

- [1].- Báez, L. D., Cervantes, V. O., *Matlab con aplicaciones a la ingeniería, física y finanzas*, Alfaomega, 403, 2, (2012).
- [2].- Zill D. G., Wright, W.S., *Matemáticas 3 cálculo de variables*, Mc Graw Hill, 266, 43, (2011).
- [3].- Thomas G. B., Finney, R. L. *Cálculo varias variables 9na edición*, Pearson, 342, 1, (1999).
- [4].- Cordero, B.A., Hueso, P. J., Martínez, M. E., Torregrosa, S. J., *Métodos numéricos con Matlab*, UPV, 493, 70, (2005).

SIMULANDO LOGO CON LEGO: EXPERIENCIAS DURANTE LA SEMANA DE CIENCIAS

Erik E. Macip Cano, Miguel A. Salgado Zapién, Jorge Galarza Falfán, José A. González Fraga^{1*}, Adrián Enciso Almanza^{2*}, Evelio Martínez Martínez^{3*},
& Alejandro González Sarabia*.

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS.

Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1744560, Fax 646-1744560.

*E-mail: ¹angel_fraga@uabc.edu.mx, ²aenciso@uabc.edu.mx, ³evelio@uabc.edu.mx

Resumen. En este trabajo se presentan las experiencias de alumnos de la Facultad de Ciencias y de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, al trabajar con el Robot Lego Mindstorm. Se muestra un primer ensayo para que los más pequeños aprendan algunos conceptos de lo que es la programación a través de la estructura del lenguaje Logo y acompañado del robot Lego Mindstorms.

Palabras claves: Lego Mindstorm NXT, Lenguaje LOGO, Lenguaje NXC.

1. Introducción

En 1967 apareció la primer versión del lenguaje de programación *Logo*. *Logo* fue diseñado como una herramienta con fines didácticos por el equipo de trabajo de Wallace Feurzeig y Seymour Papert [1].

En 1980, Papert publicó el libro *Mindstorms: Computers, Childrens and Powerful Ideas*¹, en donde expone el potencial intelectual y creativo del Lenguaje Logo. Gracias a este libro, Logo se convirtió en un lenguaje muy popular en todo el mundo. Asimismo, el título del libro se adaptó al nombre del juego de robótica educativa Lego Mindstorms [2].

Tanto Logo, como los Mindstorms y otros productos que desarrolló el equipo de trabajo de Papert, fueron inspirados por la filosofía educativa conocida como Construccinismo², que el mismo Papert ideó.

Los ambientes de programación de Logo más populares involucran a una tortuga virtual, similar a un cursor gráfico. Esta tortuga o cursor se maneja mediante palabras que representan instrucciones.

Al irse ejecutando las instrucciones, la tortuga dibuja la trayectoria que dichas instrucciones le han encomendado. Por ejemplo, la instrucción *avanzar 100* permite a la tortuga caminar hacia adelante 100 pasos, y en la pantalla se despliega la simulación del recorrido de la tortuga mientras va dibujando una recta con una longitud de 100 unidades.

El propósito de este proyecto es el presentar un objeto físico, como lo es el robot Mindstorm, para que simule el comportamiento de la tortuga virtual. Por lo que se programaron una serie de funciones, con la misma sintaxis de Logo, en el lenguaje de programación NXC.

¹ Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc..

² La teoría del Construccinismo comparte las mismas connotaciones que la teoría Constructivista de Piaget: construir estructuras de conocimiento, independientemente de las circunstancias del aprendizaje. Papert agrega a su teoría, que el aprendizaje tiene que ocurrir felizmente en un contexto en donde el alumno participa conscientemente en la construcción de una

entidad física, sin importar que trate de un castillo de arena o de una teoría del universo.



Figura 1. Elementos incluidos en el juego de robótica *LEGO Mindstorm NXT*.

2. Materiales y Métodos

El juego de robótica *Mindstorm NXT V2.0*, desarrollado por la compañía *LEGO Group*, está compuesto por, un ladrillo programable, sensores, motores y piezas comunes *LEGO*, tal como se aprecia en la Fig. 1.

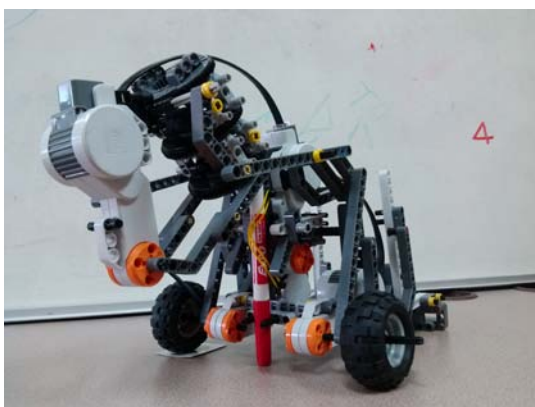


Figura 2. Vista del prototipo de la Tortuga Logo mostrando el motor que manipula la pluma.

El modelo *NXT* es de montaje versátil, ya que se pueden construir vehículos, animales, humanoides y máquinas. El modelo del robot que representa a la Tortuga Logo en este proyecto, se muestra en la Fig. 2. Esta

tortuga, es un vehículo que es impulsado por dos motores, tiene un tercer motor que es capaz de levantar y bajar una pluma para escribir.

Con respecto a la programación del robot, existe una gran variedad de lenguajes, algunos de libre distribución y otros privativos, de bajo y alto nivel, y por

3. Parte Experimental

Los comandos en Logo son muy similares al inglés, por ejemplo, para indicar que la tortuga avance hacia adelante una determinada cantidad de pasos se usa la instrucción *forward* seguida del número de pasos que debe dar la tortuga, si se desea que vaya hacia atrás se emplea *back*. En la Fig. 3, se muestran algunas de las instrucciones básicas de Logo, las cuales resultan en un gráfico con dos rectas perpendiculares [6].

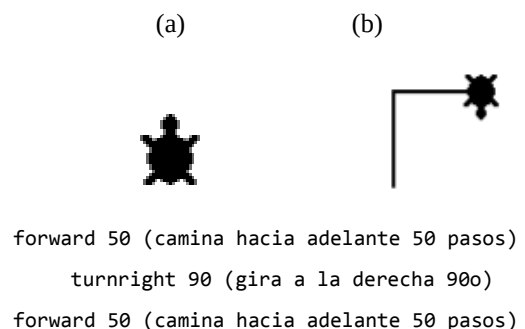


Figura 3. Efecto de la descripción de la trayectoria de la tortuga, en lenguaje Logo. (a) Posición inicial. (b) Resultado de aplicar consecutivamente las instrucciones *forward 50*,

Una vez comprendidas las herramientas, empezamos a idear la mejor estructura para el robot, a base de diseño, creación, prueba y error nos fuimos dando cuenta de todas las especificaciones necesarias para un robot funcional. Se requiere tener su centro de masa en el eje de rotación, el eje de rotación debe encontrarse entre las dos llantas conectadas a los motores (lo cual nos impide hacer diseños parecidos a un carro), el carrito debe tener buen peso (las hojas sobre las que dibuja ofrecen muy poca fricción); el plumón debe encontrarse justo en el eje de

rotación y bajar verticalmente (mientras más inclinado, había mayor dificultad para dibujar).

Como la pluma para dibujar debería encontrarse verticalmente, se tuvieron severos problemas ya que estorbaba la longitud del plumón. También se descubrió que las llantas pequeñas ofrecen mayor precisión, y se requiere de una base sólida para disminuir que patinen las llantas.

En cuanto a la programación, se requiere que los motores se activen por grados y no por tiempo, una potencia media, y calibrar los grados de giro en las llantas para que nos de la dirección deseada en el dibujo. Fue un proceso arduo por mucha prueba y error, el programa fue hecho a base de puras subrutinas con variables.



Figura 5. Exposición del proyecto a alumnos visitantes, durante la edición de la XXX Semana de Ciencias

4. Discusión

El primer paso fue como cualquier otro proyecto, aprender a utilizar el material con el que se cuenta, en este paso tardamos varias semanas comprendiendo el lenguaje de programación NXC para poder programar el robot, también estudiamos el lenguaje Logo para poder implementar la lógica de sus instrucciones y que el robot pudiera dibujar. El familiarizarse con las piezas lego y adaptarlas a una estructura móvil también nos resultó una tarea ardua. El resultado fue un robot fácil de modificar y llamativo para los niños, con una programación a la cual se le pueden escribir instrucciones en un lenguaje sencillo y con todos los valores modificables, de tal manera que el usuario vaya aprendiendo las bases de programación. En caso de que alguien quiera dibujar figuras más complejas, tendrá que mejorar su nivel de programación, dándole una mayor comprensión del tema.

Por otro lado, la aceptación de las personas que nos visitaron durante la exposición del proyecto nos deja un buen sabor de boca, porque tanto niños como adultos se interesaron en nuestro proyecto. La Fig. 4 muestra el poster que acompañó nuestra exposición, así como la Fig. 5 muestra la participación de los visitantes. Finalmente, en la Fig. 6 se muestra el robot en acción, dibujando una serie de espirales.



Figura 4. Poster presentado durante las exposiciones del proyecto, durante la XXX Semana de Ciencias

5. Conclusiones

La tecnología está aumentando en una manera exponencial, y al mismo tiempo la necesidad del ser humano por adquirir conocimiento. Así como el conocimiento es diferente, diferente debería de ser la manera en que nos enseñan, y mientras más divertido pero centrado en el tema sea la enseñanza más fácil será obtener los conocimientos que mejoraran la tecnología. Este proyecto en manos de primarias podría generar grandes cambios en unos años.

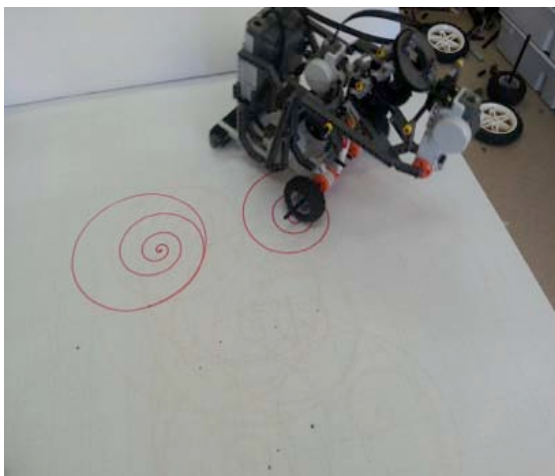


Figura 6. El prototipo de la Tortuga Logo dibujando una serie de espirales.

5. Bibliografía.

- [1].- **Logo Foundation**, *What is Logo?* Recuperado de <http://el.media.mit.edu/logo-foundation/logo/index.html>
- [2].- **The LEGO group**, *Lego Mindstorms*. Recuperado de <http://mindstorms.lego.com>
- [3].- **NXC Version 1.2.1 r5**, *NXC Programmer's Guide*. Recuperado de <http://bricxcc.sourceforge.net/nbc/nxcdoc/nxcapi/intro.html>
- [4].- **Miguel Agullo, Doug Carlson, Kevin Clague, Mario Ferrari, Giulio Ferrari, Luke Ma, Hideaki Yabuki, and Ralph Hempel** “*Lego Mindstorms Masterpieces: Building and programming Advanced Robots*” Editorial Syngress, 547 págs (2003).
- [5].- **BricxCC Command Center**, *BricxCC Command Center 3.3*. Recuperado de <http://bricxcc.sourceforge.net/>
- [6].- **Vázquez Mantecón, T., Martínez Falcón, P., Riego Gaona, M.A.** *Puntos, rectas, curvas... con Logo*. (Editorial Trillas). 144 pág. (1989).

Sobre los autores

Este trabajo fue desarrollado por los estudiantes Erik Macip, Miguel Salgado y Jorge Galarza (del Tronco común en la Facultad de Ciencias, fueron asesorados por los docentes: José A. González Fraga, Adrián Enciso Almanza y Evelio Martínez Martínez, así como también se contó con la participación del maestro Alejandro González Sarabia del bachillerato UNDL.

ESTACIÓN DE JUEGOS: EXPERIENCIAS DURANTE LA SEMANA DE CIENCIAS

Miguel Ángel González Cota, Jesús Andrés Morales Ramos, Antonio de Jesús García Chávez, Alberto de la Rocha Ruíz, César González Rocha, José A. González Fraga^{1*}, Omar Álvarez Xochihua^{2*}, Evelio Martínez Martínez^{3*}

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS.

Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1744560, Fax 646-1744560.

*E-mail: angel_fraga@uabc.edu.mx, aomar@uabc.edu.mx, evelio@uabc.edu.mx

Resumen. En este trabajo se presentan las experiencias de alumnos del quinto semestre de la Licenciatura en Ciencias Computacionales, al trabajar en un ejercicio investigativo para identificar las herramientas con que se pueden desarrollar nuevos videojuegos.

Palabras claves: Motor de juegos, herramientas de diseño, lenguajes de programación.

1. Introducción

En la actualidad, se puede encontrar una gran variedad de lenguajes de programación orientados al desarrollo de videojuegos; entre los más utilizados se encuentran C, C++, C#, Java, Delphi. Existen también, lenguajes para escribir guiones o scripts, como Python y LUA, que son muy útiles debido a su facilidad de codificación.

Independientemente del lenguaje de programación que se utilice para el desarrollo de juegos, es necesario contar con librerías específicas para manipular la “renderización”, detectar colisiones entre objetos, animación, manejo de memoria y de escenarios. A estas librerías se les conoce como motores de juegos.

Los profesores de la Facultad de Ciencias, motivados por proporcionar cursos iniciales de programación con contenidos de aplicaciones prácticas para los alumnos de Tronco Común, dirigieron este proyecto para localizar herramientas de fácil uso para la programación de videojuegos.

Alumnos del sexto semestre de la licenciatura en Ciencias Computacionales, se enrolaron en este ejercicio investigativo para explorar el uso y aplicación de herramientas como Game Maker, Stencyl, Game Maker, Construct 2, etc. El resultado fue la creación de varios prototipos de videojuegos que se presentaron durante las exposiciones de la XXX Semana de

Ciencias. Cada alumno participante, desarrolló el guión, es decir la historia del juego, así como también empleó herramientas como Blender, PhotoShop, Gimp, para diseñar los caracteres y escenarios del juego.

El objetivo principal de este proyecto es mostrar el uso de algunos motores y lenguajes de programación para el desarrollo de juegos, así como también la demostración de varios prototipos de videojuegos, como lo son: Plant Defender, Zombiefied, Bun-ny, Frutas vs. verduras, Camelot Defender, Encuentra el tesoro, Dame lata y recicla.

2. Materiales y Métodos

Dependiendo de la arquitectura del motor de juegos, esta puede permitir la portabilidad entre varias plataformas, como Windows, Linux, Mac, e incluso consolas de videojuegos y dispositivos móviles. Pensando en que la programación no sea tediosa y que la gente que lo desee pueda iniciarse en el diseño y programación de videojuegos, se evaluaron las siguientes herramientas que incluyen un potente motor de juegos.

Game Maker

Es una herramienta de desarrollo rápido de aplicaciones multiplataforma, basado en un lenguaje de programación interpretado y

un kit de desarrollo de software (*SDK*) para desarrollar videojuegos, creado por el profesor Mark Overmars en el lenguaje de programación *Delphi*, y orientado a usuarios novatos o con pocas nociones de programación. El programa es gratuito, aunque existe una versión comercial ampliada con características adicionales. Actualmente se encuentra en su versión 8.1. Overmars liberó la primera versión pública el 15 de noviembre de 1999.

Tuvo su origen en los años 1990, cuando Mark Overmars empezó a crear una herramienta de animación para ayudar a sus estudiantes. Con el tiempo su proyecto se convirtió en una herramienta de desarrollo de videojuegos [1].

Stencyl

Stencyl es una intuitiva herramienta de programación para todas las edades, incluyendo a niños, que de forma gráfica permite programar juegos. La herramienta

gráfica es similar a los bloques de *Scratch*, sin embargo, es posible programar y agregar nuevas características al motor, así como comportamientos complejos. Basándose en su concepto “Diseña una vez, juega en cualquier lugar”, se proporciona soporte para *Flash*, *iOS*, *Android*, *Windows*, *Mac* y *HTML5*. Una característica es que facilita la publicación en la *App Store* de *iOS* [2].

Cabe señalar que existe una gran variedad de foros para obtener ayuda, así como *Stencyl* *pedia*, en donde se pueden localizar manuales y tutoriales, y el *Stencyl* *TV*, que contiene una buena lista de videos creados por los miembros de la comunidad *Stencyl*.

GameSalad Creator

Game Salad no está pensado para niños, pero su facilidad de uso para crear juegos multiplataforma (*Windows*, *Mac*, *iOS*, *Android*, etc.) lo hacen una opción a tener en



(a)

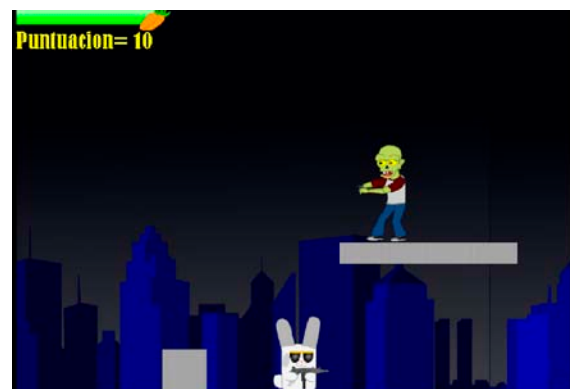


(b)

Figura 1. *Camelot defenders*, videojuego creado en la plataforma Construct 2, y también en Python, por Miguel A. González Cota. (a) Menú inicial, (b) escena de la acción.



(a)



(b)

Figura 2. *Bun-ny*, videojuego creado en la plataforma *Game Maker*, por Andrés Morales. (a) Menú inicial, (b) escena de la acción. Ejemplo de su buen hacer es la gran

cantidad de juegos creados con esta herramienta, incluyendo algunos de cierto éxito. Como en el caso anterior, *GameSalad* es muy gráfico y prácticamente permite hacer todo el trabajo con el ratón. Otro detalle es su canal de *YouTube*, con bastantes vídeos que explican los conceptos básicos [3].

Construct 2

Construct 2 es una herramienta para diseñar juegos 2D, basada en *Javascript/Html5* creada por la compañía *Scirra*.

La simplicidad para crear eventos dentro del juego y la forma en que *Scirra* incluyó elementos de géneros populares, hacen de *Construct 2* una herramienta ideal para cualquier desarrollador de juegos novato [4-5].

3. Experiencias personales

Camelot defenders, es un videojuego del tipo *Tower defense*. Se desarrolló primeramente una versión en *Python*, empleando la librería *PyGame*. Posteriormente, al ver la facilidad de implementación en otras plataformas, se empleó *Construct 2*. El objetivo de este juego es defender un fuerte de la época medieval de hordas invasoras. Ver Fig. 1.

La programación con *Python* fue un poco más complicada, debido a que se tuvo que programar funciones y métodos para las acciones de los personajes. Sin embargo, se mayor libertad para realizar las modificaciones necesarias, cosa que en *Construct 2* es más complicado debido a que los componentes ya están predefinidos. Otra cosa interesante, es que fácilmente se puede migrar a otras plataformas, incluso a dispositivos móviles.

Tanto *Zombiefied* como *Bun-ny* son



(a)



(b)

Figura 3. *Zombiefied*, videojuego creado en la plataforma *Game Maker*, con la colaboración de Andrés Morales y Alberto de la Rocha. (a) Menú inicial, (b) escena de la acción.



(a)



(b)

Figura 4. *Frutas vs. Verduras*, videojuego creado en la plataforma *Construct 2*, en colaboración de Antonio García y César González. (a) Menú inicial, (b) Exposición del proyecto durante la XXX Semana de Ciencias.

juegos de acción en donde la temática es eliminar a un grupo de zombies antes de que te coman el cerebro. *Zombiefied* es un juego del tipo top-view survival y *Bun-ny* es un juego de plataforma. Ver Figuras 2 y 3. La experiencia que se obtuvo al desarrollar estos proyectos, es que nos permitieron conocer acerca de lenguajes como C++ y Lua para realizar modificaciones en los comportamientos de los objetos. También se aprendió a organizar los distintos tipos de objetos, como interfaces y personajes.

El motor ya implementado en las herramientas, nos dio las facilidades en cuanto a la manipulación de los diversos componentes en los videojuegos, como el manejo de los sprites, el manejo de las colisiones, sonidos y el control lógico y gráfico de los componentes.

Involucrarse en el desarrollo de este proyecto, me ayudó y facilitó el aprendizaje de la programación con motores de videojuegos, ya que se tienen las modalidades de modificarlo con lenguaje C o bien, para los principiantes, solamente acomodar componentes como si fuera un rompecabezas.

En *frutas vs .verduras* el personaje principal debe sobrevivir a las hordas de verduras invasoras que vienen del espacio. En este proyecto aprendí teoría básica y la lógica de cómo se manejan videojuegos, lo difícil que es el diseño y tiempo que requiere el desarrollo.

4. Conclusiones

Por primera vez experimentamos en la una semana de ciencias la retroalimentación de los usuarios que usaron los juegos. Se aplicó una encuesta a los jóvenes que se dieron el tiempo para jugar los diferentes videojuegos, en donde se les preguntó cuál videojuego les pareció más interesante, y en qué aspectos les gusto, imágenes, intuición

del juego, etc. Así también, se recibió retroalimentación por parte los jóvenes en algunos juegos. Cabe señalar que de los proyectos presentados, *Bun-ny* fue el mejor aceptado.

Los videojuegos son siempre una fuente de atracción para los jóvenes. Hay que aprovechar este hecho, para que los estudiantes se interesen, no sólo en jugar, si no adentrarse en como programarlos. Como se demostró, existen herramientas donde los jóvenes pueden empezar a hacer sus primeros videojuegos de una manera sencilla, pero también existen otras herramientas y motores donde pueden hacer videojuegos más complejos y vistosos. Todo está en el entendimiento de la herramienta, la imaginación y las habilidades en el diseño y la programación de juegos.

5. Bibliografía.

- [1].- **Yoyo Games**, *GameMaker: Studio* Recuperado de <http://www.yoyogames.com/studio>
- [2].- **STENCYL**, *What is stencil?*. Recuperado de <http://www.stencyl.com/stencyl/overview/>
- [3].- **GameSalad Inc.**, *Game Salad Creator*. Recuperado de <http://gamesalad.com/creator>
- [4].- **SCIRRA**, *Construct 2*. Recuperado de <https://www.scirra.com/construct2>
- [5].- **Pilar Lacasa**, “*Los videojuegos: aprender en mundos reales y virtuales*”. ISBN 9788471126351, Editorial MORATA, 328 págs (2011).

Sobre los autores

Este trabajo fue desarrollado por los estudiantes Miguel Ángel González Cota, Jesús Andrés Morales Ramos, Antonio de Jesús García Chávez, Alberto de la Rocha Ruíz, César González Rocha del quinto semestre de la Licenciatura en Ciencias Computacionales de la Facultad de Ciencias UABC. Fueron asesorados por los docentes: José A. González Fraga, Omar Álvarez Xochihua y Evelio Martínez Martínez.

ELECTROLIZADOR DE AGUA INTEGRAL A PARTIR DE ENERGÍAS; FOTOVOLTAICA, EÓLICA Y UNDIMOTRIZ

*Ulises J. Tamayo-Pérez, Janeth G. Contreras-Márquez & Alejandro Martínez-Ruiz**

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS.

Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1744560, Fax 646-1744560.

*E-mail: alejandromartinez@uabc.edu.mx uli1234567@gmail.com

Resumen. Presentamos algunos aspectos del trabajo que hemos venido desarrollando referente a estaciones almacenadoras de energía en forma química, particularmente; hidrógeno. Para tal efecto y de acuerdo a nuestra ubicación geográfica en las costas de Baja California, decidimos iniciar con el desarrollo de un sistema electrolizador de agua de mar a partir de la captación de energías: fotovoltaica, eólica y undimotriz. A continuación describimos de manera general algunos avances en esta investigación tecnológica y los cuales fueron mostrados en la Semana de Ciencias e Ingeniería desarrollada en el campus Ensenada de la Universidad Autónoma de Baja California en noviembre de 2013.

Palabras claves: electrolizador, hidrógeno, fotovoltaicos, eólicos, undimotriz.

1. Introducción

a) Fuentes alternas de energía en el proyecto

La energía solar es una energía garantizada para los próximos 4.000 millones de años. Sería irracional no intentar aprovecharla por todos los medios científica y técnicamente posibles. Esta energía puede liberarnos definitivamente de la dependencia del petróleo o de otras alternativas poco seguras, contaminantes o, simplemente, agotables. En promedio cada año el Sol arroja sobre la Tierra cuatro mil veces más energía que la que vamos a consumir. La radiación solar incidente en la Tierra puede aprovecharse por su capacidad para calentar o directamente a través del aprovechamiento de la radiación en dispositivos ópticos, o de otro tipo. Es un tipo de energía renovable y limpia, lo que se conoce como energía verde. La potencia de la radiación varía según el momento del día, las condiciones atmosféricas que la amortiguan y la latitud. Se puede asumir que en buenas condiciones de irradiación el valor es superior a los 1000 W/m^2 en la superficie terrestre. A esta potencia se la conoce como irradiancia [1].

La radiación es aprovechable en sus componentes directa y difusa, o en la suma de ambas. La radiación directa es la que llega directamente del foco solar, sin reflexiones o refracciones intermedias. La difusa es la emitida por la bóveda celeste diurna gracias a los múltiples fenómenos de reflexión y refracción solar en la atmósfera, en las nubes, y el resto de elementos atmosféricos y terrestres. La radiación directa puede reflejarse y concentrarse para su utilización, mientras que no es posible concentrar la luz difusa que proviene de todas direcciones.

La energía fotovoltaica Se denomina energía solar fotovoltaica a una forma de obtención de energía eléctrica a través de celdas o paneles fotovoltaicos [2-4].

Los paneles, módulos o colectores fotovoltaicos están formados por dispositivos semiconductores tipo diodo que, al recibir radiación solar, se excitan y provocan saltos electrónicos, generando una pequeña diferencia de potencial en sus extremos. El acoplamiento en serie de varios de estos fotodiodos permite la obtención de voltajes mayores en configuraciones muy sencillas y aptas para alimentar dispositivos electrónicos.

Mediante la aplicación de métodos, ahora propios de la **nanotecnología**, es posible sintetizar muy diversos materiales, casi hechos a la medida de las necesidades [5]. En el caso del aprovechamiento de la luz solar, se están sintetizando y analizando diversos materiales, que incluso en forma micro y macro-estructurada han demostrado capacidad fotoactiva. Es el caso de materiales como: *Se*, *Si*, *GaAs*, *GaP*, *InP*, *CdTe* y algunos otros [5-7].

La energía eólica procede de la energía del sol (energía solar), ya que son los cambios de presiones y de temperaturas en la atmósfera los que hacen que el aire se ponga en movimiento, provocando el viento, que los aerogeneradores aprovechan para producir energía eléctrica a través del movimiento de sus palas (energía cinética). Un aerogenerador es un generador eléctrico movido por una turbina accionada por el viento (turbina eólica). Sus precedentes directos son los molinos de viento que se empleaban para la molienda y obtención de harina. En este caso, la energía eólica, en realidad la energía cinética del aire en movimiento, proporciona energía mecánica a un rotor hélice que, a través de un sistema de transmisión mecánico, hace girar el rotor de un generador, normalmente un alternador trifásico, que convierte la energía mecánica rotacional en energía eléctrica. Los aerogeneradores pueden trabajar de manera aislada o agrupados en parques eólicos o plantas de generación eólica, distanciados unos de otros, en función del impacto ambiental y de las turbulencias generadas por el movimiento de las palas. La instalación eólica depende de la potencia que queramos y de la situación que tiene el modulo electrolizador Para conseguir una instalación de energía renovable más eficiente es importante realizar el estudio técnico para analizar las opciones más interesantes [3-8].

En la actualidad se estima que un alto porcentaje de la electricidad mundial puede provenir de los océanos y sólo un porcentaje muy reducido es aprovechado, existen un gran número de dispositivos para

aprovechar la energía del mar como mareas, oscilaciones del nivel del mar, gradientes de temperaturas y gradientes salinos, corrientes marinas. La energía mareomotriz aprovecha la diferencia de alturas del nivel del mar, con el ascenso y descenso de las mareas similar a una hidroeléctrica pero en ambos sentidos [9-11]. En el mundo se ubican 40 regiones clave para el desarrollo de estas tecnologías mareomotrices y en México se tiene localizadas 2 regiones, una en la parte alta del Golfo de California, cuyo potencial energético ha sido evaluado en 26 GW y con una potencial producción de 23,000 GWh/año, y la otra en Yucatán [5-10]. Con ambas se podría suplir toda la electricidad del país, y a su vez, se aprovechan las corrientes de agua que se logran en ambas direcciones en los ciclos de las mareas con distintos tipos de dispositivos como turbinas que funcionan como los generadores eólicos pero que están debajo del mar aprovechando estas corrientes marinas con la ventaja de que son silenciosos, no se ven desde la superficie, y no requieren grandes hélices ya que la densidad del agua es mucho mayor que la del aire [1-3]. Otra energía importante que se podría aprovechar en el estado del lado del Pacífico es la proveniente del oleaje en México, la energía concentrada promedio es de 20 a 30 kW/mt, por lo que la viabilidad de una central undimotriz es evidente, basta observar la fuerza de la naturaleza en la Bufadora para poderse dar cuenta del potencial de esta energía, recordemos que la CFE tiene un proyecto de este tipo de generación de energía en Rosarito B.C.

b) Electrolizador

La electrólisis del agua. Es el proceso electroquímico que se lleva a cabo en una celda llamada electrolizador, por la cual se separa el oxígeno del hidrógeno del agua al hacerle pasar una corriente directa a través del electrólito (figura 1). La producción de hidrógeno industrial se lleva a cabo a sobre potencial por lo que requiere grandes corrientes eléctricas provenientes por lo regular de la quema de hidrocarburos en las centrales eléctricas, lo que hace a la

electrolisis un proceso muy caro y aunado a esto, su valor energético como combustible del futuro obliga a producirlo masivamente [1-12].

Reacción de electrólisis



Por todo lo anterior, la molécula de hidrógeno es un gran candidato para almacenar las energías alternas, para ello, es imperante mejorar los equipos electrolizadores y los dispositivos y equipos fotovoltaicos, eólicos y undimotrices [9].

El gran inconveniente de este tipo de energías es la intermitencia, lo que nos permite pensar en un sistema híbrido para almacenar esta energía intermitente en hidrógeno gaseoso, por lo que el hidrógeno simplemente se almacena y es usado cuando se requiera.

Actualmente trabajamos en el desarrollo de **electrodos catalíticos nanoestructurados** para bajar el sobrepotencial del electrolizador y aunque este es un problema complejo, se han logrado avances en el ánodo que dentro de la sinergia del electrolizador desacelera la reacción del cátodo donde evoluciona el hidrógeno y se ha aumentado la durabilidad del electrodo así como mejorado las propiedades mecánicas en la superficie del ánodo.

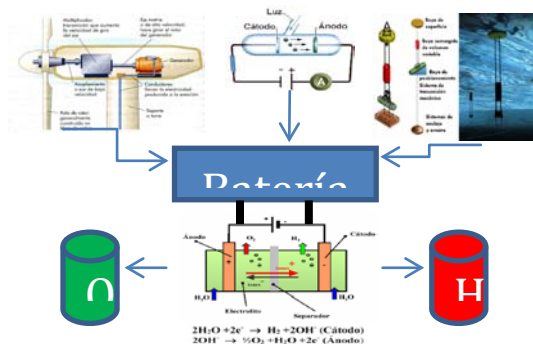


Figura 1. Sistema Electrolizador Integral para la producción de H₂ mediante fuentes alternas de energía.

2. Parte Experimental

Preparación de electrodo

El sustrato está formado por una hoja de titanio (99.7%) modificado mecánicamente por sanblasteo para incrementar el área superficial. La hoja de titanio de 2.5 cm² fue desengrasada en una solución alcalina, y ligeramente desgastada en ácido oxálico al 10% en peso. Posteriormente, la hoja se enjuagó con acetona y con agua destilada. Después de secada, la hoja de titanio se recubrió con una película muy delgada de IrO₂ mojando la hoja con una solución de butanol/ácido clorhídrico 0.1 M, y secada a 100° C por 10 minutos y a continuación horneada a 450 ° C por 10 min. Este procedimiento fue repetido cinco veces, después de ello se horneó a 450° C por 1 hr. quedando formada la películas de IrO₂ [13].

Al sustrato Ti/ se le dio un recubrimiento electroquímico de Manganese- hierro-vanadio (Mn-Fe-V); con los siguientes reactivos y concentraciones 0.2 M MnSO₄ H₂O + 0.01 M FeNH₄ (SO₄)₂, 12 H₂O+0.01 M NaVO₃ 2H₂O. El valor de pH del electrolito fue ajustado a 0.5 usando ácido sulfúrico concentrado. El sustrato fue anodizado a 1000 A m² en 0.5 M H₂SO₄ por 10 minutos (Figura 2). Entonces el sustrato fu lavado con agua, La electrodeposición sobre el sustrato para formar el ánodo se realizó a una densidad de corriente de 600 A m⁻² por 60 minutos en una celda con compartimentos separados y llevados a 90°C, con un contra-electrodo de titanio.



Figura 2. Electrodeposición anódica del (Mn-Fe-V).

El ánodo **Ti/IrO₂/γ-MnO₂** preferencialmente produce oxígeno antes que cloro en electrolito de cloruro de sodio [12].

Una vez terminado el electrodo se armó el electrolizador (Figura 3) en forma de emparedado un separador poroso entre el ánodo y el cátodo de acero inoxidable. Nuestro proyecto en general combina paneles fotovoltaicos, sistemas eólicos y undimotrices [9-13].



Figura 3. A la izquierda el Electrolizador con su reservorio.

Todos los generadores van conectados a acumuladores y reguladores que abastecerán al electrolizador para la conversión de agua en hidrógeno y otros productos (Figuras 4-6).



Figura 4. A la izquierda el Electrolizador con su reservorio alimentado de un panel solar.



Figura 5. Prototipos educativos de la tecnología del hidrógeno y la celda de combustible tipo PEM.



Figura 6. Avances mostrados en la Semana de Ciencias e Ingeniería 2013.

En la figura 6 se muestran los avances de la investigación tecnológica desarrollados en el

campus Ensenada de la Universidad Autónoma de Baja California en noviembre de 2013.

Conclusiones y Trabajo Futuro

Los electrodos de óxido de manganeso γ (γ - MnO_2) demostraron la eficiencia de la evolución de oxígeno en la densidad de corriente de 1000 A m^{-2} en 3.5 % wt NaCl y pH 0.5. Sin embargo, dicha eficiencia no es todavía lo suficientemente alta para evitar la evolución del cloro en la electrolisis de agua de mar. De estos hechos, se hizo un intento para mejorar la eficiencia de la evolución de oxígeno de óxidos de manganeso añadiendo varios elementos (Mn-Fe-V) mostrando resultados atractivos y científicamente alentadores.

5. Bibliografía.

- [1].- Blok K. *Enhanced policies for the improvement of electricity efficiencies*. Energy Policy; 33 (13): 1635–41 (2005).
- [2].- Lund H. *Implementation of energy-conservation policies: the case of electric heating conversion in Denmark*. Appl Energy; 64(1-4): 117–27 (1999).
- [3].- Lior N. *Advanced energy conversion to power*. Energy Convers Manage; 38 (10-13): 941–55 (1997).
- [4].- Lior N. *Thoughts about future power generation systems and the role of exergy analysis in their development*. Energy Convers Manage; 43 (9–12): 1187–98 (2002).
- [5].- Afgan NH, Carvalho MG. *Multi-criteria assessment of new and renewable energy power plants*. Energy; 27 (8): 739–55 (2002).
- [6].- Afgan NH, Carvalho MG. *Sustainability assessment of hydrogen energy systems*. Int J Hydrogen Energy; 29 (13): 1327–42 (2004).
- [7].- Li X. *Diversification and localization of energy systems for sustainable development and energy security*. Energy Policy; 33 (17): 2237–43 (2005).
- [8].- Colell, H., N. Alonso Vante, C. Fischer, P. Bogdanoff, S. Fiechter. H. Tributsch, *Electrochim. Acta* 39, 1607 (1994).
- [9].- Dresselhaus, M. S., I. L. Thomas, *Alternative energy technologies*, Nature 414, 332 (2001).
- [10].- Dumonteil, C., M. Lacroix, C. Geantet, H. Jobic, M. Breyse, *Hydrogen Activation and Reactivity of Ruthenium Sulfide Catalysts: Influence of the Dispersion* J. Catal. 187, 464, (1999).
- [11].- Duron, S., R. Rivera Noriega, G. Poillerat, O. Solorza Feria, J. New Mat. Electrochem. Systems 4, 17 (2001).
- [12].- Faubert, G., R. Cote, D. Guay, J. P. Dodelet, G. Denes, C. Poleunis, P. Bertrand, *Activation and characterization of Fe-based catalysts for the reduction of oxygen in polymer electrolyte fuel cells*. Electrochimica Acta 43 (14-15), 1969-1984 (1998).
- [13].- Nan Jiang, Hui-min Meng, *The durability of different elements doped manganese dioxide-coated anodes for oxygen evolution in seawater electrolysis*, Surface & Coatings Technology 206, 4362–4367 (2012).

FÍSICA DE LOS JUGUETES EQUILIBRISTAS

Juan C. Tapia Mercado^{1*}, Jesús Ramón Lerma Aragón¹, Claudio Valencia Yaves¹,
& Jana Juracy Soares-López²

¹FACULTAD DE CIENCIAS

Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1744560

CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS.

²FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO

CARRETERA TRANSPENINSULAR ENSENADA-TIJUANA NUMERO 3917, COLONIA PLAYITAS.

Ensenada, B.C., C.P. 22860. Teléfono 646-1750744, Fax 646-1744333.

*E-mail: juan@uabc.edu.mx

Abstract. En este trabajo se describen las actividades realizadas por el cuerpo académico de enseñanza de la ciencia e ingeniería para el aprendizaje del concepto de centro de gravedad, dirigido a estudiantes de nivel primaria, dentro del marco de la XXX Semana de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California. Mediante la realización de talleres educativos y utilizando materiales caseros el estudiante lleva a cabo un experimento con el cual refuerza el conocimiento adquirido.

Palabras claves: Ciencia en la escuela, Demostraciones experimentales y aparatos, Física de juguetes

1. Introducción

Durante los últimos 30 años la Carrera de Física de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) realiza y participa en importantes eventos de difusión y divulgación de la ciencia con la finalidad de impulsar su programa educativo. La *Semana de Ciencias* es un evento que la Facultad de Ciencias organiza anualmente en la ciudad de Ensenada con el fin de contribuir a la formación de una cultura científica en todos los sectores de la sociedad.

La *Semana de Ciencias* no sólo despierta la curiosidad de los jóvenes sobre temas científicos y tecnológicos, sino que permite difundir a la Física como una opción de formación profesional. En este sentido, la Facultad de Ciencias cubre una necesidad y una demanda educativa muy importante, pues al ser la única institución en la región que ofrece la Licenciatura en Física, contribuye en gran medida a fortalecer el sistema de formación de recursos humanos de alto nivel en Física en la ciudad de Ensenada y en todo el estado de Baja California.

Desde hace algunos años, los juguetes han sido utilizados por parte de los

expertos en pedagogía como herramientas didácticas, es decir, son objetos utilizados pedagógicamente con el fin de facilitar el entendimiento de un concepto, la realización de una tarea, ya sea mecánica o de otra índole y que en algún momento requiere de una explicación correcta del fenómeno a demostrar con el objetivo de ilustrar conceptos científicos [1].

Un juguete es básicamente un objeto para jugar y entretener a los infantes, generalmente destinado a niños, pero también los hay para jóvenes y adultos. Tiene múltiples características, pueden ser utilizados individualmente o en combinación con otros. Los juguetes pueden ser exclusivamente para niños y también para niñas, o para ambos y cada uno puede tener una diferente temática, ya sea de carácter manual y/o intelectual [2].

Los juguetes pueden clasificarse de muchas formas, de acuerdo con la edad y el grupo sociocultural, no explicaremos toda la clasificación ya que solamente mencionaremos los que nos conciernen en este tema que desarrollamos.

De acuerdo a esto tenemos; Juguetes de mesa, Juguetes electrónicos, Juguetes para exterior (Columpios, cometas, pelotas), Juguetes educativos, Juguetes deportivos, Juegos de mesa: ajedrez, backgammon, damas, dominó, lotería, memorama, etc.

Todos ellos desarrollan en el individuo ciertas capacidades las cuales podemos mencionar: la Afectividad, Inteligencia, motricidad fina, Motricidad global, Sociabilidad etc.

“En general, un juguete tiene por objetivo la recreación, sin exceptuar otras funciones como la formación, el aprendizaje, el desarrollo o estimulación de los aspectos intelectual, psicológico, sensorio-motriz y de convivencia social, entre otros. Es en los niños en que el juguete es un concepto imprescindible y en el que toma su máximo valor en el contexto del desarrollo humano. La función del juguete en los niños es la de apoyar el desarrollo de múltiples aspectos de éste, tanto el físico como el psicológico. Es a través del juguete que los niños exploran, descubren, aprenden e interactúan con múltiples objetos y problemas que forman una parte importante de su adecuado desarrollo como individuos” [2-10].

En este trabajo se presentan las experiencias del taller científico intitulado “El hombre equilibrista”. Uno de los objetivos del taller es crear un ambiente tanto dinámico como didáctico para que de forma amena y participativa los niños estudien a través del uso de juguetes el concepto de *centro de gravedad*. Se construye un juguete sencillo utilizando materiales escolares de bajo costo, con lo cual el estudiante refuerza el concepto de *centro de gravedad*, y cómo se aplica este concepto al equilibrio y la estabilidad de algunos objetos cotidianos.

2. Materiales y Métodos

Las actividades del taller se basan en una metodología que propicia el aprendizaje activo de la física. Esencialmente, los estudiantes participan en actividades guiadas, y son estimulados a construir su propio conocimiento mediante observaciones directas del mundo físico. Recordemos que una noción física

fundamental es la de observar. En todas las teorías físicas se presupone la existencia de algún tipo de realidad objetiva y un número potencialmente infinito de observadores diferentes capaces de observar y medir dicha realidad [4].

El taller está orientado a niños de primaria. La duración del taller es de máximo 30 minutos. 25 niños distribuidos en cinco mesas de trabajo (capacidad máxima de 30 niños).

El taller consiste de tres etapas:

Etapas:
Etapas I: Presentación de las demostraciones simples.

Etapas II: Dinámica con los niños.

Etapas III: Las manualidades.

En la *Etapas I* de las demostraciones simples se realizan experimentos sencillos tales como encontrar el centro de gravedad de una regla de madera de un metro [2,3], enfatizando que el centro de gravedad cambia de posición si redistribuimos el material. El centro de gravedad es el punto en donde parece que se sostiene todo el peso del cuerpo, y es en ese punto donde podemos equilibrar la regla. En general, se experimenta con juguetes cuyo funcionamiento se basa en un equilibrio estable, el cual se logra colocando su centro de gravedad debajo de su punto de apoyo.

En la *Etapas II* se utiliza un modelo de *hombre equilibrista* que consiste en una figura metálica de aproximadamente 1.0 m de envergadura. El modelo resulta de gran interés pues aparentemente resulta ser un juguete muy inestable, cuando en realidad está diseñado para ser muy estable. Es esta aparente contradicción lo que despierta la curiosidad y admiración de los niños y jóvenes al experimentar con él. El modelo del hombre equilibrista nos plantea una situación física en donde se tiene la idea de que el centro de gravedad (*El centro de gravedad es el punto de aplicación de la resultante de todas las fuerzas de gravedad*

que actúan sobre las distintas porciones materiales de un cuerpo, de tal forma que el momento respecto a cualquier punto de esta resultante aplicada en el centro de gravedad es el mismo que el producido por los pesos de todas las masas materiales que constituyen dicho cuerpo [11-13].) se encuentra por encima del punto de apoyo (lo que conduce a equilibrio inestable), cuando en realidad dicho punto se encuentra por debajo de éste gracias a la distribución del peso en los brazos.

3. Resultados y Discusión.

El objetivo del taller es la obtención de un aprendizaje significativo de manera lúdica. Realizando la demostración experimental y mediante el aprendizaje activo observamos que el estudiante es capaz de formar por sí mismo el concepto del centro de gravedad, eliminando conceptos erróneos comunes que se suelen entender sobre este fenómeno. Finalmente, utilizando materiales caseros el estudiante lleva a cabo un experimento con el cual refuerza el conocimiento adquirido.

La figura 1 muestra las actividades de la *Etapa I*, en donde se realizan demostraciones simples con experimentos sencillos tales como encontrar el centro de gravedad de una regla.



Figura 1. Experimento para encontrar el centro de gravedad de una regla.

Las figuras 2 y 3 muestran las actividades realizadas en la etapa *Etapa III*: las manualidades. Se puede observar los diferentes juguetes equilibristas, que originalmente fueron diseñados por los alumnos y posteriormente con papel y manualidades fueron fabricados.



Figura 2. Experimento para encontrar el centro de gravedad de una mariposa de papel.



Figura 2. Experimento para equilibrar un tucán de papel.

4. Conclusiones

Los talleres científicos han demostrado ser una de las principales actividades para motivar a los niños, y atraerlos hacia la

experimentación. El uso de juguetes equilibristas ayuda a generar un entorno ideal para captar la atención de los estudiantes y propicia el aprendizaje con actividades divertidas. Dichas actividades potencializan las habilidades del estudiante y optimizan sus procesos de aprendizaje.

5. Bibliografía.

- [1].- **Turner, R.**, *100 years of physics and toys: balancing toys*, The Physics Teacher **30**, 542-543 (1992).
- [2].- **Francisco Selva López**, *Juegos y Juguetes Tradicionales*. ISBN 9788496912328, N° de páginas: 156 págs. Editorial ARGUVAL, (2008).
- [3].- <http://es.wikipedia.org/wiki/Juguete>
- [4].- **Thomas S. Kuhn**, *The structure of scientific revolutions*, Chicago: University of Chicago Press, 3° éd. (1996).
- [5].- **Charo Piñango; Sol Francés**, *Construcción de juguetes con material de desecho*, Editorial Popular, ISBN 9788478841301, 238 págs. (1999).
- [6].- **VV.AA.**, *Reciclo, construyo, juego y me divierto: una propuesta interdisciplinar para la educación del ocio, el consumo, el medio ambiente y la educación física*. ISBN 9788483162064, editorial: CCS, 276 págs. (1999).
- [7].- **Mikel Del Reguero Oxinalde; Luis Maria Alvarez Guerediaga**, *El reciclaje de las basuras: materiales didácticos*, ISBN 9788481961249, editorial: Amaru Ediciones 78 págs. (2000).
- [8].- **Miguel Angel Gómez Crespo; J. L. Pozo**, *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano científico*. ISBN 9788471124401, Editorial Morata, 332 págs. (2006)
- [9].- **VV.AA.**, *Didáctica de las operaciones mentales: experimentar: aplicación del método científico a la construcción del conocimiento 5*. ISBN 9788427718302, Editorial Narcea, 112 págs. (2012).
- [10].- **VV.AA.**, *Hacemos ciencia en la escuela: experiencias y descubrimientos*, ISBN 9788478276790, editorial grao, 126 págs. (2009).
- [11].- **Riveros, H., Colado, J. y Mieres, J.**, *Experimentos Impactantes 1: Mecánica y Flúidos* Editorial Trillas, S. A. de C. V., página 48 (2000).
- [12].- **Walker, J.**, *The Flying Circus of Physics With Answers* (John Wiley & Sons, 1977) página 28.
- [13].- **Resnick, R., Halliday, D. y Krane K.**, *Física Volumen 1, 5ª Edición*, (CECSA, 2002), página 187.

INDICE DE AUTORES

Adian Morales	157
Abundiz Pérez Fausto	97, 101, 105, 109
Aguilar Castro José	5
Aguilar Cruz Eduardo Ramón	125
Alfaro García Claudia	57
Almazán González Ollinahui	77
Álvarez Verdugo Gerardo B.	117
Álvarez Xochihua Omar	170
Amaya Parra Guillermo	9, 145
Aquino Moreno Sergio	165
Araiza Liera José Juan	81
Armenta Monzon Fabiola	93, 149
Arroyo Ortega José Edgar	57
Ayala R. Carlos F.	153
Ballesteros Álvarez Daniel	17
Blancket M. Héctor	153
Bojórquez Guzmán Melissa	5
Cabrera Ortega J. Efrén	137
Calderón Aguilera Claudia	61
Calderón Velderrain Alan	41
Camacho Aguilar Sarah	37
Camargo Wilson Claudia	9
Campos Búrquez Esteban	129
Capistran Romero Eduardo	17
Carvajal Álvarez Francisco X.	129
Castañeda Rodarte Diego	13
Castillo Aranda Josué E.	21,25,29
Castro Campas Ángel	133
Cervantes Roberto	157
Cisneros Hernández Sergio	17
Cobos Vigueras Omar	69
Colin Zavala Luis Fernando	1
Colunga Flores Oscar	37
Corella Rochin Cesar E.	57
Cornejo Lesso Walter G	133
Covarrubias Cerda Cristian	1
Covarrubias Ruiz Iván E.	69
Crespo Díaz Sabtha P.	117
Cruz Gómez Josué	41
Cruz Hernández César	97, 101, 105, 109
Cruz Ramírez Diana Gpe.	77

Cruz Ríos Darío Jaczael	45, 145
Contreras Márquez Janeth	173
De la Rocha Ruíz Alberto	169
Del Moral Phelps Josué	65
Del Real Gómez Irving Kevin	65
Delgado Vázquez Brianda J.	81
Díaz Moreno Francisco	1
Díaz Rubio José L.	133
Domínguez Martínez Montserrat	37
Duarte Martínez Martha Cecilia	5
Dueñas Villalobos José Luis	21
Enciso Almanza Adrián	165
Flores Gutiérrez Dora Luz	1, 37, 65, 121
Flores Urrutia Arian	157
Fonseca Luciano Guadalupe del C.	117
Gastón Martínez R.	153
Galarza Falfán Jorge	165
Gálvez Villa Jesús Abraham	69
García Chávez Antonio de Jesús	169
García Guerrero Enrique Efrén	33, 37, 41, 121, 125, 137
Girón Nava Tania Monserrat	85
Godínez Enríquez René A.	117
Gómez Aguilar José Osualdo	9, 161
Gómez Gutiérrez Claudia M.	37, 153
Gómez Reyes Fernando	12
Gomez Roa Antonio	157
Gómez Sanabria Karla Joseline	5
Gómez Vázquez Marylena	25
Gómez Velázquez Fernando	133
González Cota Dina María	53, 57
González Cota Miguel Ángel	165, 169
González Fraga José A.	165, 170
González Iturburo Daniel S.	136
González Martínez Josué	57
González Rocha César	169
González Sarabia Alejandro	165
Grijalva Guerrero Gonzalo	121
Guerra Rivas Graciela	153

Guevara Meza Montserrat	89
Gutiérrez García Jesús F.	125
Gutiérrez Martínez	
Fitzgerald Yael	89
Gutiérrez Montoya Ana	
Victoria	81
Guzmán Ramírez Jeniffer	117
Hale Ambriz Miguel A.	117
Hernández Beltrán Luis	
Enrique	77
Hernández Estrada Wilverht	13
Huerta Plaza Brandon Adolfo	81
Huerta Rodríguez Ernesto	13
Ibarra Rodríguez Rodolfo	9, 129, 161
Ibarra Serrano Hugo André	89
Inzunza González Everardo	33, 37, 41, 121, 125, 137
Juárez González Vania	
Esthela	129
Juárez Luna Víctor Manuel	161
Juárez Villarreal Miguel	
Mario	85
Jurado González Jorge	73
Lara Núñez Andrés	77
León Martínez Carlos	133
Lerma Aragón Jesús Ramón	177
Lim Chang Lucas M.	117
López Bonilla Oscar Roberto	33, 37, 41, 121, 125, 137
López Gutiérrez Rosa	
Martha	97, 101, 105, 109
López Hernández Luis	
Aurelio	121
López Madueño José Ramón	53
López Rodríguez Haydeé	81
López Santini Brianda	137
López Silvas Leticia Angélica	89
Lozano Valenzuela Alma	
Yasmin	25
Macip Cano Erik E.	165
Magdaleno M. Dante	153
Martínez Castro Olivia	9, 161
Martínez Martínez Evelio	165, 169
Martínez Mireles Saira	37

Martínez R. Gastón	153
Martínez Ruiz Alejandro	173
Martínez Villalobos Yuliana A.	133
Mata Ramírez Jorge Octavio	1, 13, 17, 65, 69, 73, 89, 93, 149
Medina Cárdenas Samantha	133
Molina Moreno María Daniela	129
Molina Villamil Heberto	33
Morales Ramos Jesús Andrés	170
Muñoz Santana Daniel	73
Murillo Escobar Miguel Ángel	97, 101, 105, 109
Nanni Zepeda Federico Aronni	21
Narváez Reyes Ángel E.	21
Navarro Herrera Alan	73, 137
Nieto Hipólito Juan Iván	113, 141
Núñez Delgado Max	17
Obeso González Cesar Rosario	129
Ochoa Palominos Angélica	121
Ojeda Rivera Alma Leticia	121
Ontiveros Castro Ricardo	57
Ortiz Ana	13
Ortiz Rodríguez Itzel Annette	25
Ortiz Sandoval Francisco Alfonso	25
Oseguera Flores Dairy Karleth	69
Olivares Bañuelos Tatiana	49
Nenetzen	
Padilla Villavicencio Diego	33
Páez Beltrán Alessandra	37
Parra Fuentes Edén	41
Parra Meza Alberto	85
Partida Martínez Jesús Miguel	53
Peralta María Guadalupe	61
Pérez Arriola Yarithza	53
Pont de la Torre Ulises Augusto	53
Portugal Vivel	61
Quezada Luna Melissa	49

Quintanilla Carrillo Eliel	129
Ramos Muñiz Manuel	85
Ramos R. David H.	153
Rascón Pérez Héctor Bernardo	29
Retan Aguilera Sergio Iván	77
Reyes Granados Jesica Isel	9, 161
Ricario Vázquez Saida Anai	121
Riesgo Tirado Hortensia	5
Rios-Osuna Luis	149
Rodríguez Bastarrachea Misael	65
Rodríguez Vázquez David	137
Rojas Leon Yoshiki Leonell	29
Rojas Méndez Jesús David	69
Rubio P. Nadia G.	153
Ruiz López Alexia	13
Ruiz y Ruiz Héctor Efraín	129
Salgado Zapién Miguel A.	165
Salinas Coronado Jesús	77, 117, 129, 133, 165
Salinas Lucero Gloria	49
Sánchez Gutiérrez Rosa Cristina	29
Sánchez López Juan de Dios	113, 141
Santiago Juárez Jonathan Juvenal	69
Santillán González Joanna	85
Sarabia Razo Priscilla	9, 161
Shimomoto Sánchez David	45, 145
Solís Sumuano Joel Alejandro	125
Solorio Hernández E.	137
Sotelo Corrado Armando	81
Soto Herrera Gerardo	145
Suarez Salman Stephanie	17
Susarrey Murillo Maiquel	57
Soares Juracy	177
Talancón Mesta Cecilia	41
Tamayo Pérez Ulises J.	173
Tapia Mercado Juan C.	177
Tejeda Rodríguez José Antonio	159, 45, 145
Torres López Axel Guadalupe	89

Torres Rodríguez Jorge	73
Trejo Luevano Jose Fransisco	157
Ubiña Audelo Martín Severo	49
Vaca Morán Esmeralda	89
Vara Herrera York Alfredo	53
Vargas Viveros Eunice	1, 65, 149
Vázquez Arce Jorge	73
Vázquez Briseño Mabel	113, 141
Vázquez Ortiz Elihu	37
Vázquez Suarez Jesús	77
Vega Pérez Kathya	57
Verdugo Siqueiros Roberto	
Daniel	53
Villegas Lozano Erick	9, 161
Antonio	
Valencia Yaves Claudio	177
Zavala Claudia	61

PALABRAS CLAVE

Absorbancia	Demostraciones experimentales y aparatos
Acceso seguro	Destilación
Aceleración	Dinámica
Acetato de sodio	Diodo
Acidez	Diseño de trabajo
ADUC7061	Disipador de calor
Aeración	Divulgación científica
Agente bactericida	Dominios ferroeléctricos
Agua de mar	Dualidad onda-partícula
Aguas grises	
Alta potencia	
Arduino	Ecuaciones
Arnés	Ecuaciones diferenciales
Automatización	Efecto Peltier
	Efecto Seebeck
Baculovirus	Electricidad
Bioingeniería	Electrocardiógrafo
Biorremediación	Electrodo
Bluetooth	Electrolizador
	Electromiografía
Caja fuerte	Electrones
Calorímetro	Encriptado caótico
Cambio de ingeniería	Energía de un cuánta
Capacitores	Energía libre de Gibbs
Carrito	Ensenada Baja California
Centro de gravedad	Entalpía
Centro Histórico	Entropía
Centroide	Eólicos
Ciencia en la escuela	Ergonomía
Cinemática	Escherichia coli
Circuito eléctrico	Espermatozoide
Circuitos	Estática
Código	Estequiometría
Colágeno tipo I	Euler
Compuestos orgánicos	Evaporación
Comunicaciones ópticas inalámbricas	
Contaminantes ambientales	Fibra óptica
Control de temperatura	Filtro nanoestructurado
Control de temperatura	Física de juguetes
Cristalización	Fitodegradación

Fitorremediación	Metales pesados
Fotorresistencias	Microcontrolador
Fotovoltaicos	Microcontrolador (μC)
FPGA	Mioprótesis
Frecuencia cardíaca	Módulo de Young
Frecuencia de corte	Motor de juegos
Fusión	Motores
	Movimientos
Gráfica	
Grúa electromecánica	Nanopartículas de plata
Hemoglobina	Onda electromagnética
Herramientas de diseño	Optimización de recursos
Hidrógeno	Óvulo
Huella digital	Oxidación
	Oxímetro
Implementación digital	
Industria	Pacientes discapacitados
Industria automotriz	Parastichopus parvimensis
Ingeniería de métodos	Patrimonio urbano-arquitectónico
Instrumentación biomédica	pH
ISO/TS 16949	Posturas
	Práctica científica
Kaizen	Presupuesto de potencia
	Procesamiento digital de bioseñales
Labview	Proceso endotérmico
Lámpara de plasma	Proceso exotérmico
Láser	Producción
Lego Mindstorm NXT	Productos
Lenguaje LOGO	Proteínas fluorescentes
Lenguaje NXC.	Proyecto de investigación
Lenguajes de programación	
Leyes de Newton	Reacciones electroquímicas
LiTaO_3	Reactivos
Lluvia ácida, Contaminación ambiental	Reactivos
Luces LED	Redacción científica
Luciérnagas Electrónicas	Rediseño
Luz	Reducción
	Reducción de costos
Manufactura esbelta	Rendijas
Material semiconductor	Reutilización de agua
MATLAB	Robot
Medio acuoso	
Mejora continua	Salinidad

SAO ₂ (Saturación de oxígeno en la sangre)	Tiempos
Saturación de oxígeno	Transistores
Seguridad, economía	Transmitancia
Sensor de Luz	Turbulencia atmosférica
Sensor de Temperatura	
Sincronización	Undimotriz
Sistema	
Sistema caótico de Lorenz	Vapor Transport Equilibration
Sistema de calidad	Velocidad
Sistema mecánico	Voltaje
Sistemas de expresión	
Sobresaturación	Watts
Software Arduino IDE	
Solución	
Solución electrolítica	
Solución saturada	
Spodoptera frugiperda	
Superficies cuadráticas	
Superhéroes	

ISBN 978-0-615-93971-1 \$25.00
52500>



9 780615 939711