

ISSN 2523-6776

Volumen 3, Número 12 — Octubre — Diciembre - 2019

Revista de Ingeniería Tecnológica



ECORFAN-Taiwán

Editor en Jefe

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

Directora Ejecutiva

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Diseñador Web

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

Diagramador Web

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Asistente Editorial

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Traductor

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

Revista de Ingeniería Tecnológica, Volumen 3, Número 12, de Octubre a Diciembre 2019, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN-Taiwán. Taiwan, Taipei. YongHe district, ZhongXin, Street 69. Postcode: 23445. WEB: www.ecorfan.org/taiwan, revista@ecorfan.org. Editora en Jefe: SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC. ISSN: 2523-6776. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLA-BOUCHÁN Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 31 de Diciembre 2019.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Instituto Nacional de defensa de la competencia y protección de la propiedad intelectual.

Revista de Ingeniería Tecnológica

Definición del Research Journal

Objetivos Científicos

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología en Innovación en el Área de Ingeniería y Tecnología, en las Subdisciplinas de innovación en la ingeniería eléctrica, amplificación de señales , diseño de motores eléctricos, ciencias materiales en las plantas eléctricas, gestión y distribución de energías eléctricas.

ECORFAN-México S.C es una Empresa Científica y Tecnológica en aporte a la formación del Recurso Humano enfocado a la continuidad en el análisis crítico de Investigación Internacional y está adscrita al RENIECYT de CONACYT con número 1702902, su compromiso es difundir las investigaciones y aportaciones de la Comunidad Científica Internacional, de instituciones académicas, organismos y entidades de los sectores público y privado y contribuir a la vinculación de los investigadores que realizan actividades científicas, desarrollos tecnológicos y de formación de recursos humanos especializados con los gobiernos, empresas y organizaciones sociales.

Alentar la interlocución de la Comunidad Científica Internacional con otros centros de estudio de México y del exterior y promover una amplia incorporación de académicos, especialistas e investigadores a la publicación Seriada en Nichos de Ciencia de Universidades Autónomas - Universidades Públicas Estatales - IES Federales - Universidades Politécnicas - Universidades Tecnológicas - Institutos Tecnológicos Federales - Escuelas Normales - Institutos Tecnológicos Descentralizados - Universidades Interculturales - Consejos de CyT - Centros de Investigación CONACYT.

Alcances, Cobertura y Audiencia

Revista de Ingeniería Tecnológica es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Taiwan, es una publicación científica arbitrada e indizada con periodicidad trimestral. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos por el método de Doble-Ciego, en torno a temas relacionados con la teoría y práctica de innovación en la ingeniería eléctrica, amplificación de señales , diseño de motores eléctricos, ciencias materiales en las plantas eléctricas, gestión y distribución de energías eléctricas enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Ciencias de Ingeniería y Tecnología. El horizonte editorial de ECORFAN-México® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

Consejo Editorial

HERNANDEZ - ESCOBEDO, Quetzalcoatl Cruz. PhD
Universidad Central del Ecuador

FERNANDEZ - ZAYAS, José Luis. PhD
University of Bristol

NAZARIO - BAUTISTA, Elivar. PhD
Centro de Investigacion en óptica y nanofisica

MAYORGA - ORTIZ, Pedro. PhD
Institut National Polytechnique de Grenoble

CASTILLO - LÓPEZ, Oscar. PhD
Academia de Ciencias de Polonia

HERRERA - DIAZ, Israel Enrique. PhD
Center of Research in Mathematics

AYALA - GARCÍA, Ivo Neftalí. PhD
University of Southampton

CARBAJAL - DE LA TORRE, Georgina. PhD
Université des Sciences et Technologies de Lille

CERCADO - QUEZADA, Bibiana. PhD
Intitut National Polytechnique Toulouse

DECTOR - ESPINOZA, Andrés. PhD
Centro de Microelectrónica de Barcelona

Comité Arbitral

BARRON, Juan. PhD
Universidad Tecnológica de Jalisco

CASTAÑÓN - PUGA, Manuel. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

ARROYO - FIGUEROA, Gabriela. PhD
Universidad de Guadalajara

GONZÁLEZ - LÓPEZ, Samuel. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

ARREDONDO - SOTO, Karina Cecilia. PhD
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

BAEZA - SERRATO, Roberto. PhD
Universidad de Guanajuato

BAUTISTA - SANTOS, Horacio. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

CASTILLO - TOPETE, Víctor Hugo. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

GONZÁLEZ - REYNA, Sheila Esmeralda. PhD
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

CRUZ - BARRAGÁN, Aidee. PhD
Universidad de la Sierra Sur

CORTEZ - GONZÁLEZ, Joaquín. PhD
Centro de Investigación y Estudios Avanzados

Cesión de Derechos

El envío de un Artículo a Revista de Ingeniería Tecnológica emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo.

Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Taiwan considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra

Declaración de Autoría

Indicar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en la participación del Artículo y señalar en extenso la Afiliación Institucional indicando la Dependencia.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo con el Número de CVU Becario-PNPC o SNI-CONACYT- Indicando el Nivel de Investigador y su Perfil de Google Scholar para verificar su nivel de Citación e índice H.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional ORCID - Researcher ID Thomson - arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID respectivamente

Indicar el contacto para correspondencia al Autor (Correo y Teléfono) e indicar al Investigador que contribuye como primer Autor del Artículo.

Detección de Plagio

Todos los Artículos serán testeados por el software de plagio PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se mandara a arbitraje y se rescindirá de la recepción del Artículo notificando a los Autores responsables, reivindicando que el plagio académico está tipificado como delito en el Código Penal.

Proceso de Arbitraje

Todos los Artículos se evaluarán por pares académicos por el método de Doble Ciego, el arbitraje Aprobatorio es un requisito para que el Consejo Editorial tome una decisión final que será inapelable en todos los casos. MARVID® es una Marca de derivada de ECORFAN® especializada en proveer a los expertos evaluadores todos ellos con grado de Doctorado y distinción de Investigadores Internacionales en los respectivos Consejos de Ciencia y Tecnología el homólogo de CONACYT para los capítulos de America-Europa-Asia-Africa y Oceanía. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de Arbitraje sea anónimo y cubra las siguientes etapas: Identificación del Research Journal con su tasa de ocupamiento autoral - Identificación del Autores y Coautores- Detección de Plagio PLAGSCAN - Revisión de Formatos de Autorización y Originalidad-Asignación al Consejo Editorial- Asignación del par de Árbitros Expertos-Notificación de Dictamen-Declaratoria de Observaciones al Autor-Cotejo de Artículo Modificado para Edición-Publicación.

Instrucciones para Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

Área del Conocimiento

Los trabajos deberán ser inéditos y referirse a temas de innovación en la ingeniería eléctrica, amplificación de señales, diseño de motores eléctricos, ciencias materiales en las plantas eléctricas, gestión y distribución de energías eléctricas y a otros temas vinculados a las Ciencias de Ingeniería y Tecnología

Presentación del Contenido

En el primer artículo se presenta *Diseño de polinizador mediante vibración forzada en invernaderos tipo túnel* por LÓPEZ-MARTÍNEZ, Víctor Manuel con adscripción Universidad Politécnica de Atlacomulco como siguiente artículo está *Estudio de superficies de magnesio modificadas con fosfatos y películas poliméricas para aplicaciones médicas* por GARCIA-NAVARRO, Norma, GALICIA-AGUILAR, Gonzalo, LUGO-ISLAS, Gabriela y GALLARDO-CASTÁN, Ernesto con adscripción Universidad Veracruzana, Campus Poza Rica Tuxpan como siguiente artículo está *Detección y representación de eventos ambientales basada en agentes* por PADILLA-CUEVAS, Josué, REYES-ORTIZ, José A., BRAVO, Maricela y GARCÍA-ROBLEDO, Gabriela A. con adscripción Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco como siguiente artículo está *Análisis de reducción de ruido eléctrico en MOSFETS tipo SI y SiC mediante disparadores ópticos* por MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, Moisés Agustín, CAMPOS-CRUZ, Luis David, SALINAS-RICO, Andrés y CARDENAS-PEREZ, David con adscripción en la Universidad Autónoma de Querétaro.

Contenido

Artículo	Página
Diseño de polinizador mediante vibración forzada en invernaderos tipo túnel LÓPEZ-MARTÍNEZ, Víctor Manuel <i>Universidad Politécnica de Atlacomulco</i>	1-7
Estudio de superficies de magnesio modificadas con fosfatos y películas poliméricas para aplicaciones médicas GARCIA-NAVARRO, Norma, GALICIA-AGUILAR, Gonzalo, LUGO-ISLAS, Gabriela y GALLARDO-CASTÁN, Ernesto <i>Universidad Veracruzana, Campus Poza Rica Tuxpan</i>	8-15
Detección y representación de eventos ambientales basada en agentes PADILLA-CUEVAS, Josué, REYES-ORTIZ, José A., BRAVO, Maricela y GARCÍA-ROBLEDO, Gabriela A. <i>Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco</i>	17-25
Análisis de reducción de ruido eléctrico en MOSFETS tipo SI y SiC mediante disparadores ópticos MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, Moisés Agustín, CAMPOS-CRUZ, Luis David, SALINAS-RICO, Andrés y CARDENAS-PEREZ, David <i>Universidad Autónoma de Querétaro</i>	26-32

Diseño de polinizador mediante vibración forzada en invernaderos tipo túnel**Pollinator design through forced vibration in tunnel type green houses**

LÓPEZ-MARTÍNEZ, Víctor Manuel†*

*Universidad Politécnica de Atlacomulco*ID 1^{er} Autor: *Victor Manuel, López-Martínez* / **ORCID:** 0000-0001-5172-3514, **CVU CONACYT ID:** 456578**DOI:** 10.35429/JTEN.2019.12.3.1.7

Recibido 04 de Octubre, 2019, Aceptado, 03 de Diciembre, 2019

Resumen

Ante la problemática de la decreciente población de las abejas a nivel global, se requiere implementar medidas que contribuyan tanto a la protección de estos insectos polinizadores y el desarrollo de sistemas de polinización asistida (Roubik, 1989). Una alternativa a los cultivos de ciertas especies es mediante el uso de invernaderos que permiten un mejor ambiente para la especie en cuestión. Pero en la actualidad los invernaderos para plantas de enredadera en el cual se centra el presente trabajo de investigación, no tienen una polinización que permita una alta eficiencia en su proceso. Para lo cual se propone el uso de métodos artificiales para lograr una polinización asistida con base en el uso de la vibración forzada y por convección que permita optimizar la producción. El diseño consiste en elementos que produzcan oscilaciones vibratorias, de manera que el polen sea dispersado entre las plantas, logrando así una producción más óptima. Se presentan los fundamentos de alcance de frecuencias a desarrollar por el dispositivo de vibración y el modelo del sistema. Así como los parámetros y variables físicas que intervienen en el proceso, pretendiendo así aportar una alternativa que permita lograr una polinización efectiva ante la inminente baja de la población de las especies polinizadoras.

Polinización, Invernadero, Vibración**Abstract**

Given the problem of the declining population of bees globally, it is necessary to implement measures that contribute both to the protection of these pollinating insects and the development of assisted pollination systems (Roubik, 1989). An alternative to the cultivation of certain species is through the use of greenhouses that allow a better environment for the species in question. But at present the greenhouses for creeper plants in which the present research work is focused, do not have a pollination that allows a high efficiency in their process. For which the use of artificial methods is proposed to achieve assisted pollination based on the use of forced vibration and convection that allows production to be optimized. The design consists of elements that produce vibratory oscillations, so that the pollen is dispersed among the plants, thus achieving a more optimal production. The fundamentals of frequency range to be developed by the vibration device and the system model are presented. As well as the parameters and physical variables involved in the process, thus seeking to provide an alternative that allows for effective pollination in the face of the imminent decline in the population of pollinator species.

Pollination, Greenhouse, Vibration

Citación: LÓPEZ-MARTÍNEZ, Víctor Manuel. Diseño de polinizador mediante vibración forzada en invernaderos tipo túnel. *Revista de Ingeniería Tecnológica*. 2019 3-12: 1-7

* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: victor_lopez@cccti.com.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Una forma de polinización es el proceso en el cual los insectos revolotean de flor en flor llevando involuntariamente polen desde los alambres de una flor hasta alcanzar el estigma de esa misma u otra flor, en principio de la misma especie (Thomas 2012). Este transporte de polen se lleva a cabo desde los estambres (órganos florales masculinos) de una flor hacia los estigmas (órganos florales femeninos) de otra flor, donde luego se produce la germinación y fecundación, haciendo posible para producción de semillas y frutos (Sygenta) como se ilustra en la figura 1.



Figura 1 Partes de la flor para ser polinizada

Fuente: <https://generacionverde.com/blog/ambiental/ques-la-polinizacion>

Los agentes polinizantes naturales: Insectos, viento y agua

Insectos polinizadores

Los animales, sobre todo los insectos en nuestras latitudes juegan un papel vital en la reproducción de las plantas al facilitar la polinización de muchas especies vegetales. Estos polinizadores, en especial los insectos abarcan un gran número de especies ya que estos animales tienen una manera muy sencilla y rápida de reproducirse a lo contrario de un murciélago, pero aun así también existen algunos reptiles como, aves, e incluso mamíferos (como los lémures) que también pueden desempeñar esta importante labor sin importar las ventajas o desventajas que tienen (Generación verde 2016).

A continuación se presentan 7 polinizadores más comunes:

- Las abejas
- Las avispas
- Las hormigas

- Las moscas
- Las mariposas
- Los colibríes
- Los murciélagos

Polinización por viento

Muchas especies vegetales están adaptadas a la polinización por el viento (plantas anemófilas), por ejemplo las ortigas, alisos, robles, abedules, hayas, la mayoría de las coníferas o las gramíneas. Los granos de polen de estas plantas se producen en grandes cantidades y suelen ser pequeños y/o secos, fáciles de transportar por el viento.

Polinización por agua

Aunque menos frecuente, está bien desarrollada en plantas de agua dulce, como las lentejas de agua, así como en las especies del género *Zostera* (de aguas salobres), cuyos granos de polen son liberados en masa y transportados (Sygenta).

Los granos de polen de las coníferas poseen un par de sacos de aire, que se asocian con la aerodinámica y la hidrodinámica, porque le permiten al polen ser transportado con éxito por el aire o por el agua (Generación verde 2016).

Polinización por vibración (zumbido)

La polinización por zumbido o polinización vibratoria es una técnica usada por ciertas abejas y abejorros para extraer polen de aquellas flores que requieren de este proceso (Fidalgo 2009). Las anteras de las plantas que son polinizadas por medio de vibraciones suelen ser tubulares con una abertura en el extremo. A diferencia de la dehiscencia de la mayoría de las anteras, el polen permanece dentro de ella y sale solo por el poro. En el caso de algunas plantas autogámicas (que se autopolinizan) como el tomate el viento puede bastar para mover los granos de polen y realizar polinización. Pero la actividad vibratoria de las abejas asegura un grado más elevado de polinización. Para aflojar el polen, la abeja se aferra a la flor y mueve rápidamente sus músculos alares, sin mover las alas. Esto produce un zumbido con un sonido característico; esta vibración afloja los granos de polen y hace que emerjan de la antera en la figura 2 se ilustra este proceso.

La abeja doméstica no es capaz de efectuar esta operación y no puede polinizar ciertas plantas (Thomas 2012).

Más de 70 familias y alrededor de 20,000 especies de plantas, es decir aproximadamente el 9% de las flores, son polinizadas primariamente por medio de polinización vibratoria (Buchmann 1985).



Figura 2 Polinización vibratoria de abeja
Fuente: Karl Foord, Universidad de Minnessota.

En la figura 3 se muestra el espectro de frecuencias de una vibración floral generada por una abeja *Bombus audax*, el pico más alto representa la más alta amplitud relativa de $1\mu\text{m}$ a una frecuencia dominante que oscila entre los 300-400 Hz que vendría siendo la frecuencia fundamental de vibración con la cual el polen es liberado desde las anteras que es donde se produce el polen (Arroyo-Correa 2018).

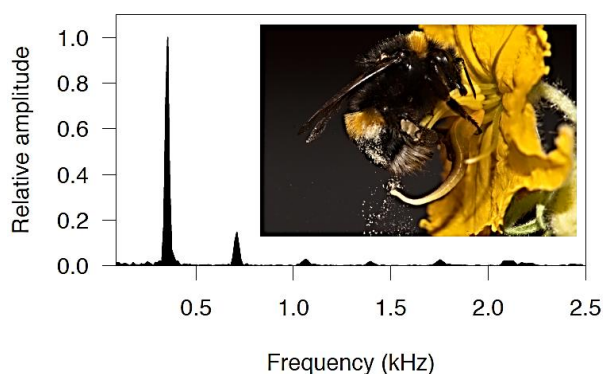


Figura 3 Frecuencia y amplitud (μm) de vibración generada por la abeja polinizadora
Fuente: Arroyo-Correa (2018)

El problema de producir en invernadero

Los animales polinizadores viven al aire libre, no en invernaderos. Entonces, o se poliniza a mano o mediante un método de polinización artificial como los tratados previamente o se introduce el insecto polinizador en este caso la abeja, y eso genera problemas, como ya ocurre con el jitomate.

Esta hortaliza en invernadero rinde y produce ganancias, pero su polinizador, el tipo de abeja, generalmente proviene la Unión Europea y se vende en contenedores. Se introduce al invernadero, pero es muy fácil que se escape al abrir la puerta o por ranuras o agujeros del plástico; entonces empieza a desplazar a las especies nativas. México lo importa de Holanda, porque es más fácil comprarlo que atraparlo, lo cual desplaza a las especies nativas y estos agentes polinizadores además de que requieren un medio abierto, pueden traer consigo enfermedades y bacterias que pueden ser transmitidas a los cultivos dentro del invernadero (Del Coro 2009).

Polinización artificial

La polinización artificial consiste en la utilización de métodos donde se requiere la intervención del hombre, estos van desde el uso de elementos mecánicos como ventiladores, sistemas de riego, con los cuales se logra desprender el polen de la flor, hasta métodos más rudimentarios como el sacudimiento de las plantas con varas o manualmente. También existen los llamados “electric bees” que son motores eléctricos a altas frecuencias que hacen vibrar la flor y así poder extraer el polen de la misma (Generación verde 2016). Si bien estos métodos han sido provechosos hasta cierto punto, no son los más eficientes que se puedan emplear, dado que es común afectar a la planta en su estructura anatómica, dado que inevitablemente se realizan movimientos bruscos a la misma ya sea por contacto directo o por medio de corrientes ya sean de agua o de viento a altas velocidades y aun así no se garantiza una polinización adecuada.

Dadas estas deficiencias de polinización artificial aunadas al problema que se avecina de la disminución de las poblaciones de los agentes polinizadores naturales, surge la necesidad de desarrollar nuevas técnicas de polinización que sean lo menos invasivas hacia la planta y que permitan una polinización eficiente. Para lo cual se propone un método artificial que abarca las formas de polinización antes descritas pero cuidando al máximo la afectación a la planta.

La desaparición de los polinizadores significa un riesgo para la producción de alimentos.

Las abejas, mariposas, colibrís y murciélagos, principales animales de ese tipo en el país, son necesarios para 90 % de las plantas del planeta. La agricultura intensiva, la insistencia en el uso de plaguicidas y las especies exóticas invasoras han comenzado a poner en riesgo la vida de los polinizadores, animales encargados de unir el gameto masculino con el femenino y facilitar la fertilización de las plantas (Del Coro 2009). Aunque en México, debido a su extraordinaria biodiversidad, aún no se han presentado señales claras de que las poblaciones de esos ejemplares estén desapareciendo, en países como Estados Unidos ya existen graves problemas. Ante esa situación se considera que nuestro país debe emprender acciones al respecto, porque la extinción de los polinizadores no sólo significaría el fin de unos servidores ambientales indispensables, sino pondría en riesgo la producción de alimentos, y con ella, la supervivencia de la humanidad. Dentro de los principales polinizadores en México se encuentran las abejas, luego las mariposas, los colibrís y los murciélagos (Del Coro 2009).

Metodología

El método consiste en asimilar las frecuencias vibratorias que genera una abeja al posarse sobre la flor, tales frecuencias tienen que oscilar alrededor de los 400 Hz y generar una amplitud de onda de alrededor de 1 μm . Para el tema del transporte del polen, como se lleva a cabo en la mayoría de las plantas de manera natural, es mediante corrientes de aire que sirven como medio de transporte generando corrientes convectivas del mismo generando velocidades de masa de aire a un máximo de 30 km/hr que llevándolas de manera intermitente dentro de un invernadero, estas no afectan ni la estructura de la planta ni a la misma flor. Dichas pruebas se llevaron a cabo mediante la simulación previa en un software CAD.

En la figura 4 se proponen dimensiones próximas a un invernadero real y se muestran las corrientes de aire bajo la configuración propuesta de las entradas de aire laterales a una velocidad mínima de 0.5 m/s hasta una máxima de 8 m/s y los orificios de salida superior del invernadero, generando así corrientes convectivas que propician el transporte del polen procurando sean en todas las direcciones del mismo.

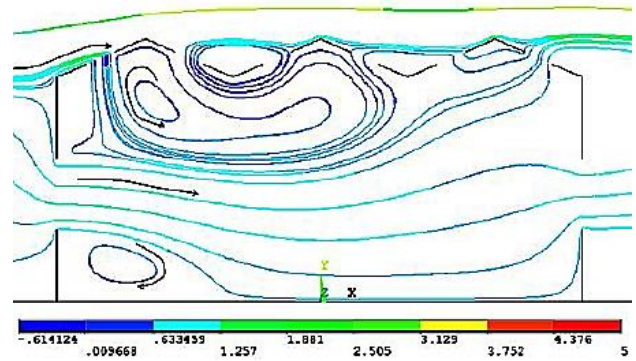


Figura 4 Invernadero con corrientes convectivas de aire corte frontal

Respecto al sistema de vibración se propone un oscilador de alta frecuencia como las alcanzadas por la mayoría de las abejas que es de aproximadamente 400Hz, se pretende colocar el sistema de oscilación en partes estratégicas de los alambres tensores de los invernaderos como se ilustra en la figura 5, dado que la propuesta está centrada para ser operada en sistemas cerrados. Los sistemas de oscilación permanecerán instalados de manera estática con sistemas de transmisión de movimientos oscilatorios a través de las cuerdas de sujeción de las enredaderas de la plantas, llevando así las oscilaciones a la frecuencia necesaria requerida para el desprendimiento del polen y en conjunto con el sistema convectivo de corrientes de aire, transportar el polen hacia todos los espacios dentro del invernadero para que se pueda llevar a cabo la polinización de una manera más eficiente.



Figura 5 Configuración propuesta de los sistemas de oscilación

El modelado del sistema corresponde a un sistema de vibración forzada amortiguada donde la fuerza de excitación y el coeficiente amortiguación son constantes, se muestra la ecuación general de un sistema con estas características:

$$m\ddot{z} + \gamma\dot{z} + kz = -mg \quad (1)$$

La solución para el caso estacionario es:

$$m \cdot 0 + \gamma \cdot 0 + kz_s = -mg \Rightarrow z_s = -\frac{mg}{k} \quad (2)$$

En este caso se tiene una fuerza excitadora sinusoidal entonces se tiene:

$$F(t) = F_0 \cos(\omega t) \quad (3)$$

Mediante el uso de fasores se tiene el valor de la amplitud el sistema:

$$A = |\hat{x}| = \frac{F_0/m}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\beta^2\omega^2}} \quad (4)$$

Para el sistema propuesto se sustituyen los valores y de esta manera se procede a validar si la amplitud resultante es la requerida:

$$F_0 = 200N$$

$$\omega_0 = 4.48 \text{ rad/s}$$

$$\omega = 2513 \text{ rad/s}$$

Sustituyendo los valores en la ecuación la amplitud A se obtiene:

$$A = 1.5 \times 10^{-6} \text{ m}$$

Si consideramos que se requiere una amplitud de $1\mu\text{m}$ para alcanzar a liberar el polen de la antera de la flor, se tiene que con los valores iniciales propuestos en la ecuación de amplitud, son suficientes para lograr llevar a la planta la frecuencia de vibración requerida para lograr tal efecto.

Resultados

Se desarrolló el modelo del prototipo en CAD para ilustrar el sistema previo a una posible implementación, se representa el alambrado del invernadero y como es que influye en el desarrollo de la planta, ya que es de donde ésta se sostiene para poder continuar con su crecimiento. Inicialmente se tiene un arreglo de alambres transversal a lo largo del invernadero y posteriormente se desprende una red secundaria que es donde descenden los alambres de la enredadera como se ilustra en la figura 6.

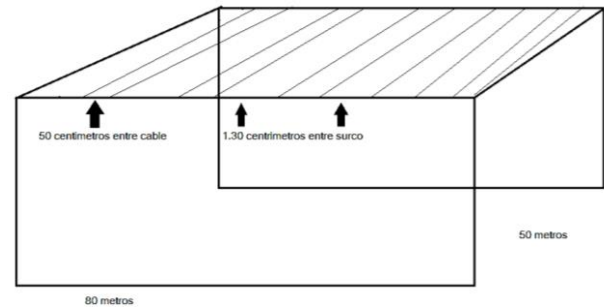


Figura 6 Configuración típica de un invernadero de jitomate

En la figura 7 se muestra el esquema del sistema polinizador propuesto el cual consta de bandas rotatorias mediante un motor que genera la frecuencia necesaria para el desprendimiento del polen en la planta.

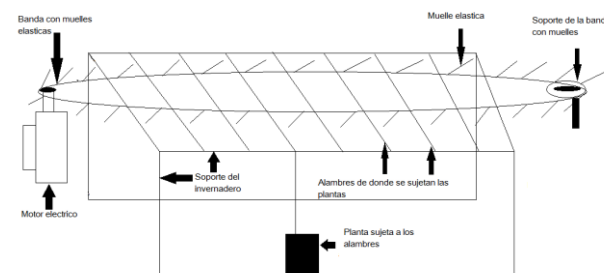


Figura 7 Sistema vibratorio propuesto

El diseño se basa en la adición de “uñas” a la malla de alambre para que rasguen estos como si fuera una guitarra, y de esta forma generar oscilaciones que se transfieran en toda la red hasta llegar a la planta, como se muestra en el corte longitudinal en la figura 8.

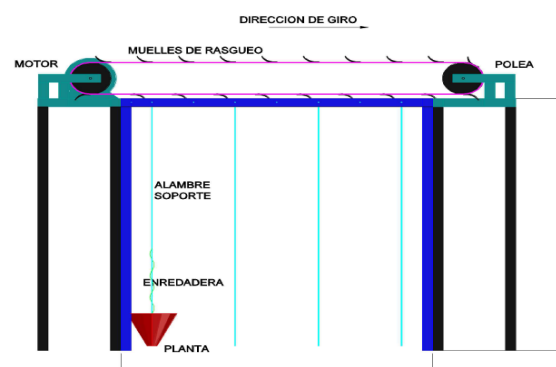


Figura 8 Corte longitudinal del sistema

El modelo virtual propuesto en la figura 9 y 10 es lo que se pretende implementar en un invernadero de jitomate real para realizar pruebas in situ del sistema propuesto y validar la efectividad del mismo, por lo que el alcance hasta este punto es únicamente de diseño y fundamentación del sistema.

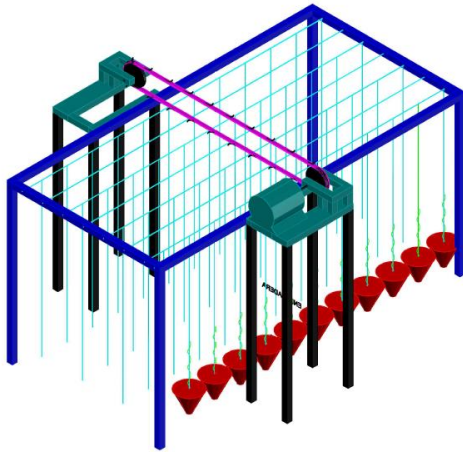


Figura 9 Vista en perspectiva del modelo propuesto.
Fuente: el autor

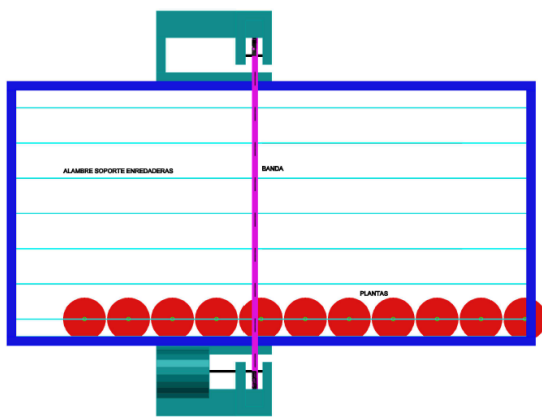


Figura 10 Vista en perspectiva del modelo propuesto

Conclusiones

El trabajo con sistemas sustentables ha sido un tema de gran importancia dada la situación actual en lo que a la disminución de agentes polinizadores se refiere, diversos estudios sugieren que el uso de diversas radiofrecuencias provocan desorientación de las abejas y otras especies, contribuyendo al desbalance del tema de la polinización, en este trabajo se trató un tema de carácter de ingeniería mecánica y de control con lo cual se pretendió dar un aporte como alternativa a los sistemas de polinización el cual retoma en mayor o menor medida como se puede implementar cada uno de ellos mediante convección y vibración forzada.

Las propuestas de diseño desde el inicio del presente tema de investigación han ido cambiando y no se descartan posibles modificaciones futuras, lo que da pauta a que el tema da para mejoras subsecuentes.

Las generación de las corrientes convectivas de aire es un parámetro crucial a considerar sobre todo al considerar las entradas y salidas de aire al invernadero ya que el objetivo fue lograr la máxima dispersión de aire con polen para lograr una polinización cruzada efectiva, la simulación virtual permitió modelar tales entradas y salidas de aire con un flujo aceptable aunque con corrientes de aire de bajas velocidades lo cual no fue muy apropiado debido a que bajas velocidades no garantizan un transporte de polen efectivo debido al peso del mismo.

El modelado de las vibraciones mecánicas es un tema que requiere más análisis dado que no se toman en cuenta las armónicas y los coeficientes de amortiguación de los materiales empleados por lo que el profundizar en el análisis de las pérdidas por histéresis podría arrojar más datos para la mejora del sistema y así llegar a los parámetros esperados mediante los fundamentos teóricos.

Aun así el sistema propuesto es un inicio para futuras mejoras y adecuaciones que permitan lograr su cometido de lograr una polinización más eficiente, ya que como se explicó previamente, los métodos utilizados actualmente para polinizar de manera artificial son rudimentarios pero con la certeza de que a pesar de sus limitantes funcionan.

El proyecto se sigue trabajando y mejorando, se pretende realizar pruebas físicas en una siguiente etapa ya que existe acercamiento con productores de jitomate de la zona interesados en la propuesta por lo que el proyecto mantiene una continuidad tanto a nivel investigación y próximamente en campo con adquisición de información in situ.

Referencias

Syngenta. Polinizadores. Recuperado el 12 de agosto de 2019 de: <https://polinizadores.com/polinizacion/que-es-la-polinizacion/>

Generación verde (2016). ¿Qué es la polinización? Recuperado el 10 de agosto del 2019 de: <https://generacionverde.com/blog/ambiental/qu-e-es-la-polinizacion>

Fidalgo, Adriana De O.; Kleinert, Astrid De M. P. (2009). Reproductive biology of six Brazilian Myrtaceae: is there a syndrome associated with buzz-pollination?. Recuperado el 11 de agosto del 2019 de: <https://dx.doi.org/10.1080/0028825x.2009.967271>

Thomas S. Woodcock (2012), Pollination in the Agricultural Landscape: Best Management Practices for Crop Pollination. Recuperado el 10 de Agosto del 2019 de: http://www.pollinator.ca/bestpractices/images/Pollination%20in%20Agricultural%20Landscape_Woodcock_Final.pdf, Canadian Pollination Initiative (NSERC-CANPOLIN)

Buchmann, Stephen L. (1985). Bees Use Vibration to Aid Pollen Collection from Non-Poricidal Flowers. *Journal of the Kansas Entomological Society* 58 (3): 517-525. JSTOR 25084671. Recuperado el 7 de agosto del 2019 de: <https://www.jstor.org/stable/25084671>.

Blanca Arroyo-Correa, Ceit Beattie¹, Mario Vallejo-Marín (2018). Bee and floral traits affect the characteristics of the vibrations experienced by flowers during buzz-pollination. *Journal of Experimental Biology* doi: 10.1242/jeb.198176. Recuperado el 30 de julio del 2019 de: <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/494690v1>

Del Coro (2009). La desaparición de los polinizadores, riesgo para la producción de alimentos. Periódico la Jornada. Recuperado el 22 de Julio del 2019 de: <https://www.jornada.com.mx/2009/01/13/index.php?section=ciencias&article=a02n1cie>

Estudio de superficies de magnesio modificadas con fosfatos y películas poliméricas para aplicaciones médicas

Study of magnesium surfaces modified with phosphates and polymeric films for medical applications

GARCIA-NAVARRO, Norma^{†*}, GALICIA-AGUILAR, Gonzalo, LUGO-ISLAS, Gabriela y GALLARDO-CASTÁN, Ernesto

Universidad Veracruzana, Campus Poza Rica Tuxpan

ID 1^{er} Autor: *Norma, Garcia-Navarro* / ORC ID: 0000-0002-0381-6617, Researcher ID Thomson: G-9585-2018, CVU CONACYT ID: 49611

ID 1^{er} Coautor: *Gonzalo, Galicia-Aguilar* / ORC ID: 0000-0002-0633-3442, Researcher ID Thomson: G-9497-2018, CVU CONACYT ID: 38494

ID 2^{do} Coautor: *Gabriela, Lugo-Islas* / ORC ID: 0000-0003-2572-3697, Researcher ID Thomson: G-9483-2018, CVU CONACYT ID: CVU -445987

ID 3^{er} Coautor: *Ernesto, Gallardo-Castán* / ORC ID: 0000-0002-4117-2891, Researcher ID Thomson: G-9590-2018, CVU CONACYT ID: 818820

DOI: 10.35429/JTEN.2019.12.3.8.15

Recibido 14 de Octubre, 2019, Aceptado, 07 de Diciembre, 2019

Resumen

El magnesio y sus aleaciones han sido de interés científico en la regeneración ósea debido a sus características reabsorbibles, biocompatibles y mecánicas. Sin embargo, su actividad electroquímica es un reto, se buscan tratamientos de modificación superficial mediante biopolímeros o tratamientos de conversión para disminuir la velocidad de corrosión. El objetivo de esta investigación ha sido evaluar con técnicas electroquímicas el comportamiento corrosivo de magnesio en solución fisiológica simulada a través de una interfase de fosfatado y de una película de quitosano-grenetina. Se realizó el tratamiento de fosfatado por conversión química pH 10, 11 y 12 y se elaboró una película por solución polimérica y secado convectivo. Las superficies fueron caracterizadas por DRX, RAMAN, SEM-EDS. Se obtuvieron fases combinadas de fosfatos con morfología rugosa y porosa con propiedades no conductoras para relacionarse con la respuesta electroquímica de la interfase fosfatada con diferentes áreas de magnesio puro, estimándose el área fosfatada real. La película biopolimérica induce al proceso de corrosión a una velocidad de aproximadamente una cuarta parte de magnesio fosfatado durante 4 semanas de exposición en el medio fisiológico. Mejorar las propiedades de adhesión de la película biopolimérica y la porosidad podrían coadyuvar en la regeneración ósea durante este proceso corrosivo.

Magnesio, Corrosión, Polímeros

Abstract

Magnesium and its alloys have been of scientific interest in bone regeneration due to its resorbable, biocompatible and mechanical characteristics. However, its electrochemical activity is a challenge; surface modification treatments are sought through biopolymers or conversion treatments to reduce its corrosion rate. The objective of this research was to evaluate the corrosive behavior of magnesium in simulated physiological solution through electrochemical techniques through a phosphating interface and a chitosan-grenetine film. The phosphating treatment was carried out by chemical conversion pH 10, 11 and 12 and a film was prepared by polymer solution and convective drying. The surfaces were characterized by DRX, RAMAN, SEM-EDS. Combined phases of phosphates with rugose and porous morphology with non-conductive properties were obtained to relate to the electrochemical response of the phosphate interface with different areas of pure magnesium, estimating the actual phosphated area. The biopolymeric film induces the corrosion process at a rate of approximately a quarter of magnesium phosphate during 4 weeks of exposure in the physiological medium. Improving the adhesion properties of the biopolymer film and the porosity could contribute to bone regeneration during this corrosive process.

Magnesium, Corrosion, Polymers

Citación: GARCIA-NAVARRO, Norma, GALICIA-AGUILAR, Gonzalo, LUGO-ISLAS, Gabriela y GALLARDO-CASTÁN, Ernesto. Estudio de superficies de magnesio modificadas con fosfatos y películas poliméricas para aplicaciones médicas. Revista de Ingeniería Tecnológica. 2019 3-12: 8-15

* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: gnorma@gmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El uso de materiales metálicos como implantes médicos ha contribuido en tratamientos y reemplazo de estructuras óseas, principalmente por sus propiedades mecánicas. Sin embargo, se requiere que cumplan con una función específica temporal o permanente sin causar reacciones adversas en el organismo. Además, los implantes metálicos pueden fallar debido a la transferencia o cambios de carga, crecimiento de la estructura ósea o por corrosión generada por procesos metalúrgicos, geometría de diseño, entre otros.

Existen aleaciones como los aceros inoxidable al molibdeno que son utilizados en implantes con fines médicos, su desventaja se encuentra en que se debe recurrir a una segunda cirugía para lograr remover el implante una vez que ha cumplido su función en el cuerpo humano, además de las especies químicas tóxicas que puede liberar al contacto con los fluidos corporales propio del mecanismo de oxidación. Por tal motivo, la ciencia ha puesto su empeño en el estudio del Magnesio y sus aleaciones debido a la cinética de disolución rápida (corrosión) y su fácil degradación en el cuerpo humano. Es decir, si se logra controlar la velocidad de corrosión del magnesio, se podría utilizar en la medicina, desintegrándose totalmente una vez que haya cumplido su función y evitando así una segunda cirugía. El presente artículo contribuye en la búsqueda de métodos que permitan controlar la velocidad de corrosión del Magnesio.

Ante este panorama, la investigación multidisciplinaria se ha enfocado en utilizar diversos métodos de protección como son los tratamientos químicos con o sin plasma, electroquímicos, sputtering, entre otros, aislándolos del medio fisiológico para evitar la corrosión. Por otra parte, actualmente los biomateriales reabsorbibles por el organismo como son los biopolímeros, entre ellos quitosano (QS) y grenetina (GR) han sido de interés científico por sus características degradables y cumplimiento de los requerimientos de aplicación médica.

El magnesio (Mg) ha sido una alternativa de aplicación, sin embargo, se ve limitada por su alta actividad electroquímica y evolución de H_2 convirtiéndose en una problemática y reto si se pretendiera evitar el fenómeno corrosivo.

Desde una perspectiva más amplia, podría convertirse en una ventaja, debido a que el magnesio es necesario para las reacciones metabólicas del organismo y la formación de los huesos siempre que sea en cantidades asimilables por el organismo.

En este trabajo se integra la modificación superficial de Mg a través del tratamiento químico de fosfatado para el control de la corrosión y la elaboración de la película biopolimérica, se estudia el proceso de formación y comportamiento de la interfase con el medio fisiológico Kokubo.

Metodología

Se empleó como reactivos quitosano (99.9%) desacetilado de peso medio, grenetina comercial, ácido cítrico $C_6H_8O_7$ (99.8%), ácido fosfórico H_3PO_4 (86 %), hidróxido de sodio NaOH (99%), 2-Propanol C_3H_8O , y solución fisiológica Kokubo. En cuanto a los materiales se usó magnesio (99.7%), aire comprimido, una celda electroquímica cilíndrica de polimetilmetacrilato (PMMA) de dos compartimentos de 200 mL y otra de 400 mL. Los electrodos fueron de grafito (15 cm largo, 0.6 cm diámetro) y de Ag/AgCl saturado, Cole-Palmer. Para la comprensión de la interfase de la Película QS-GR / Mg con Tratamiento Químico de Fosfatado (TQ) se realizó la evaluación electroquímica mediante técnicas de corriente alterna y corriente directa (con potenciostatos Gill AC ACM Instruments y Bio-Logic Science Instruments SP-150). Para ello fue necesario partir del análisis de magnesio puro o sin tratamiento. La caracterización se realizó por microscopía electrónica de barrido-análisis elemental FESEM, JEOL JSM-7600F, difracción de Rayos X (XRD), Bruker D8 Advance, espectroscopía RAMAN Scientific DRX-RAMAN y actividad de agua, AQUA-LAB.

La preparación superficial de las muestras de Mg se realizó con base a la metodología [1], realizando 1) un enjuague con agua destilada, baño ultrasónico con 2-propanol (15 min), secado con aire comprimido, 2) un enjuague con agua destilada y secado manual a temperatura ambiente, 3) enjuague y baño ultrasónico con agua destilada, secado con acetona y aire comprimido, 4) enjuague con agua destilada, secado con aire comprimido y exposición al ambiente (1 h).

El arreglo del sistema electroquímico consistió en una celda rectangular cerrada de tres electrodos: Ag/AgCl saturado como electrodo de referencia (ER), grafito como contra electrodo (CE) y magnesio puro como electrodo de trabajo (ET) con áreas de exposición 0.78 y 1.32 cm². Se utilizó como electrolito solución fisiológica Kokubo SBF. Los volúmenes del electrolito fueron de 125 ml para área 0.78 cm² y 200 ml para 1.32 cm².

Las pruebas electroquímicas realizadas fueron: 1) Resistencia a la Polarización Lineal (LRP): Se realizó en función del tiempo (3 h 30 min) de ± 15 mV/E_{corr} y 0.16 mV/s de acuerdo a la NOM ASTM G59-97, considerándose intervalos de 10 minutos de estabilización E vs t entre cada prueba asegurando se mantenga el potencial estable, 2) Espectroscopía de Impedancia Electroquímica (EIS): Se consideraron distintas áreas para determinar la tendencia de la respuesta de EIS y estimar áreas sin fosfatar.

Se aplicó un intervalo de frecuencias de 10-30 kHz a 10 mHz con una amplitud de 10 mV/rms y 6 puntos por década, 3) Extrapolación de Tafel: Se realizó al finalizar la prueba de Espectroscopía de Impedancia Electroquímica y posterior a 10 minutos de estabilización E vs t. Se aplicó un potencial de -120 a 300 mV ya que a este a potencial se determinó el comportamiento de la pendiente anódica de interés para comparación con el sustrato con tratamiento químico y película polimérica. La velocidad de barrido V_b fue de 10 mV/min a E_{corr} de acuerdo con la NOM G5-94.

Con los datos obtenidos de las evaluaciones de DC y AC se realizaron gráficas utilizando el programa OriginPro8. El análisis de datos a través de circuitos equivalentes se realizó en el software Boukamp.

La solución fosfatante se realizó por inmersión en una solución de NaOH 1M-H₃PO₄ a diferentes pH's (10, 11 y 12). El tratamiento químico se realizó por inmersión de 24 horas, 5 días y 1 mes, durante este tiempo se mantuvo cubierto el vaso de precipitado a temperatura 25 °C \pm 5 °C.

Las soluciones de biopolímeros se elaboraron con base a la metodología mencionada por Cárcamo, (2005).

Se consideraron concentraciones 1 y 2 % p/v (biopolímero/Ac.Cítrico) preparando por separado las soluciones de gretina: quitosano en agua destilada a diferentes proporciones (1:1, 0.5:1, 0.6:0.4) por agitación magnética a 4 rpm y 60 °C hasta solubilizar, posteriormente se mezclaron ambas soluciones. La solución de Ác. Cítrico 1% se adicionó por goteo a la solución biopolimérica manteniendo la agitación. La solución final se vertió en cajas de petri de plástico a volúmenes 10, 18, 25, 36, 50 mL, para seleccionar la de mejor desprendimiento y manipulación. El tiempo de secado se varió entre 8 y 36 horas debido a los volúmenes mencionados.

Se ajustó el pH de las películas seleccionadas 6 por inmersión en solución de NaOH 0.1M durante 10 minutos, enjuagando 3 veces con agua destilada. Las muestras se secaron durante 20 minutos a 60°C.

Se utilizó el arreglo del sistema electroquímico de Mg desnudo con área de exposición 1.76 cm², se seleccionó una muestra de la película QS-GR de 2 cm², sobreponiéndola a la muestra de Mg-TQ pH 10, 11 y 12, Figura 1. El volumen de electrolito, solución fisiológica Kokubo fue 350 mL.

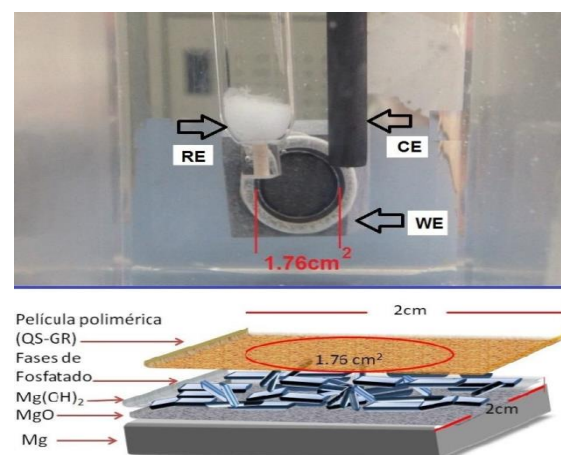


Figura 1 Arreglo electroquímico de Película QS-GR / Mg-TQ. Se asume la formación de MgO previa al tratamiento químico y la formación de Mg(OH)₂ posterior a la inmersión en solución Kokubo.

Resultados

En la Figura 2 se presenta el proceso de estabilización durante 24 horas. De acuerdo con la teoría electroquímica, la V_{corr} tiende a disminuir progresivamente durante el proceso de estabilización, dependiendo de la naturaleza de los productos formados.

Considerando el desplazamiento del E_{corr} hacia valores menos electronegativos se asume la formación de óxidos poco protectores en la superficie de Mg, señalados en la literatura como MgO y $Mg(OH)_2$ [2-6].

Las oscilaciones en la corriente mostradas en la Tabla 1, con alrededor de 30 a 120 minutos de exposición, se atribuyen a la interacción del ión Cl^{-1} con la capa de $Mg(OH)_2$ para formar $MgCl_2$, de carácter muy soluble [3]. Por otra parte, se observa que en función del tiempo de exposición hay un desplazamiento del E_{corr} hacia valores menos electronegativos manteniéndose pequeñas oscilaciones de la velocidad de corrosión a mayor tiempo de estabilización [4].

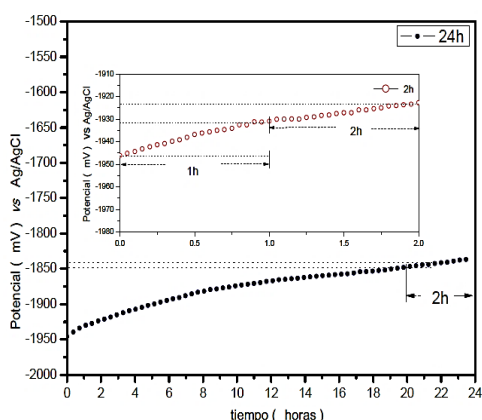


Figura 2 Diagrama de estabilización del E vs t de Mg puro inmerso en 200 mL de solución Kokubo durante 24 horas

Tiempo (min)	E_{corr} (mV) vs Ag/AgCl sat.	R_p ($\Omega \cdot cm^2$)	Velocidad Corrosión (mm/año)
0	-1837	369	1.22
30	-1791	600	0.75
60	-1790	589	0.76
90	-1789	619	0.73
120	-1787	563	0.80
150	-1775	545	0.82
180	-1774	606	0.74
Promedio	-1792	556	0.83

Tabla 1 Velocidades y potenciales de corrosión de Mg puro en solución Kokubo con estabilización de 24 horas. Área de exposición 1.32 cm^2

La Figura 3 muestra la degradación de la interfase de puro en solución fisiológica Kokubo posterior al tiempo de estabilización y evaluación electroquímica. Es evidente que a menor tiempo de estabilización (1 hora) la muestra (b) presenta menor degradación comparada con la muestra (c) y (d), de 24 horas de estabilización.

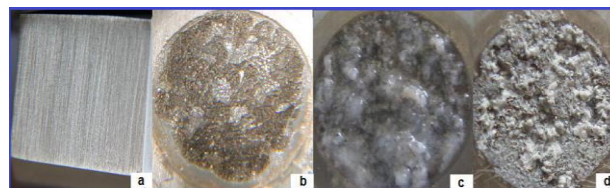


Figura 3 Superficies de Mg puro evaluadas electroquímicamente: (a) previa a la inmersión, (b) 1 hora de estabilización, (c) y (d) muestra con 24 horas de estabilización en solución Kokubo, antes y después de enjuagar con agua destilada respectivamente.

La evidencia de que el tipo de corrosión filiforme puede ser ocasionado por la extensión de grietas formadas a partir de la interacción de los iones Cl^- con la capa de $Mg(OH)_2$ se observa en la micrografía SEM y análisis EDS de la Figura 4. Este tipo de corrosión es sugerido debido al incremento del pH local por hidrólisis de Mg^{+2} , como un factor restrictivo para la corrosión localizada [5] el cual se contrapone a la corrosión por picadura mencionada en la literatura [6-9]. La presencia de Ca puede ser atribuida al agua destilada utilizada en el enjuague de la muestra.

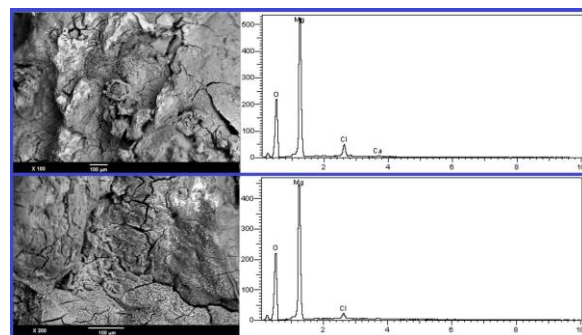


Figura 4 Micrografías SEM Mg desnudo expuesto en solución fisiológica-Análisis EDS Elemental

El análisis de la evolución de la interfase con estabilización de 1 y 24 horas se realizó mediante EIS a E_{corr} .

Para la interfase de 24 horas, las gráficas de Nyquist, Figura 5, se caracterizan por presentar un semicírculo capacitivo en el intervalo de altas frecuencias y en el intervalo de medianas a bajas frecuencias (1.36 Hz a ≈ 10 mHz) se observa un segundo semicírculo que de acuerdo con la literatura corresponden a la transferencia de carga y al transporte de materia respectivamente [10, 12].

Un tercer semicírculo de tipo inductor se presenta a muy bajas frecuencias ($f < 10 \text{ mHz}$), atribuido a la adsorción de Mg_{ads}^+ .

Se observa el mismo efecto encontrado en LPR debido a la presencia de los iones Cl^- , los cuales son responsables de que el sistema salga del equilibrio en la parte de bajas frecuencias, cuando $f \rightarrow 0$, $CA \cong CD$, afectando la formación definida del segundo semicírculo. En función del tiempo la resistencia tanto del transporte de carga como de materia disminuyen, reflejándose en el decremento de los semicírculos capacitivos, atribuido al deterioro de los productos de corrosión (formados durante el tiempo de estabilización) por interacción con los iones Cl^- , que también pueden verse afectados por la perturbación a bajas frecuencias (10 mHz), como se señaló anteriormente.

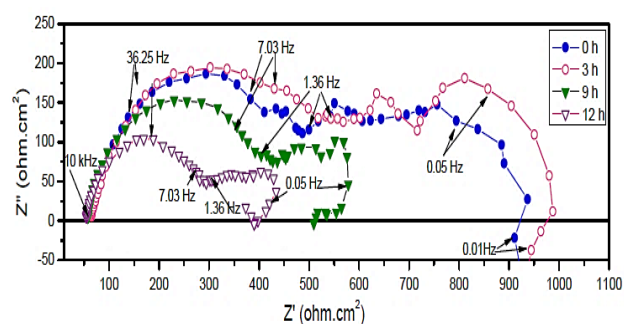


Figura 5 Diagrama de Nyquist de Mg puro posterior a 24 h de estabilización en solución Kokubo

Las micrografías SEM de las muestras a pH 10 y 11, Figura 6 describen una combinación de fases, señaladas en la literatura como estructuras cristalinas ortorrómbicas, trigonales, triclinicas y en forma de flor con una distribución no uniforme para ambas [13-16].

Se observa para pH 10 áreas sin formación de fases, sin embargo, para pH 11 la morfología se manifiesta más compacta. En las muestras de pH12 (inciso c) se observa una morfología que puede indicar la formación de una sola fase, descrita en la literatura como ortorrómbica, con una distribución no uniforme similar a pH10.

En las tres muestras se observa en el análisis EDS la presencia de fósforo (P), magnesio (Mg) y oxígeno (O) correspondientes al fosfatado, la presencia de O puede incluso atribuirse a la formación de óxidos. Por otra parte, la presencia de sodio (Na) se atribuye a la formación de precipitados ya que se utilizó NaOH durante el ajuste de pH, el Ca es atribuido al agua destilada utilizada.

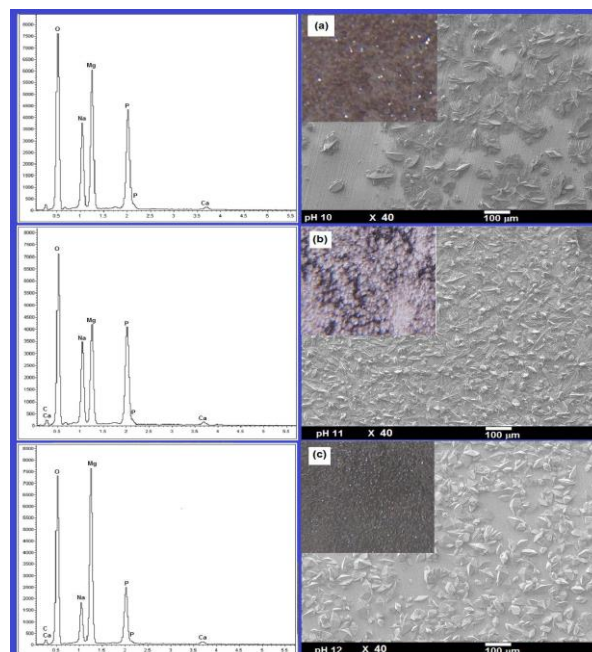


Figura 6 Muestras de Mg-TQ: (a) pH10, (b) pH11 y (c) pH12 e imágenes SEM-EDS a X40

En la caracterización por XRD, Figura 7, se identificaron para pH 10 y 11 a 1° y 1 segundo (s) de exposición fases de fosfatos hidratadas, correspondientes a $Mg(HPO_4)_2$, $Mg(H_2PO_4)_2$, $Mg_3(PO_4)_2$, $Mg_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ y MgO . Para pH12, fue necesario disminuir el ángulo de incidencia a 0.5° y aumentar el tiempo de exposición a 10 s, (Figura 8). Se observa la formación de fases de $Mg_3(PO_4)_2$, $Mg_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ y MgO , y se corroboró la tendencia a formar una sola fase cuyo espesor se sugiere es inferior al pH 10 y 11, además de observarse una mayor dispersión de la cristalinidad.

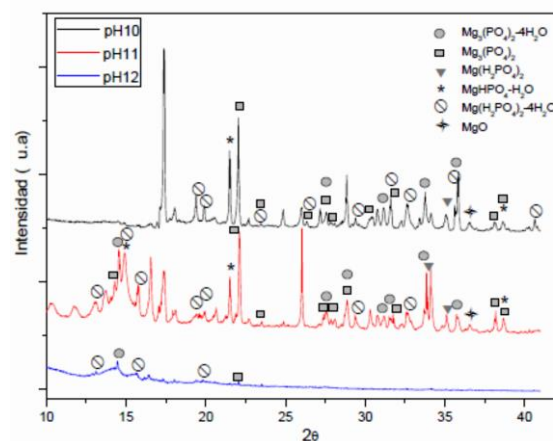


Figura 7 Difractograma de muestras de Mg fosfatado a pH 10, 11 y 12. Condiciones medición 1° - 1s

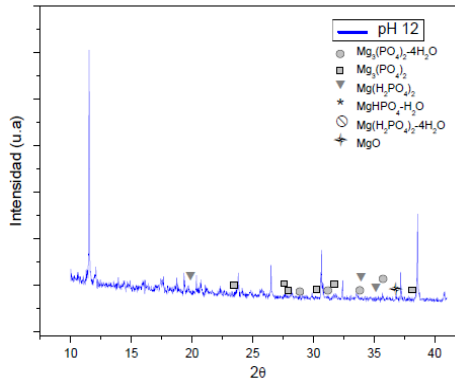


Figura 8 Difractograma de muestras de Mg Fosfatado pH12. Condiciones de medición 0.5° - 10 s

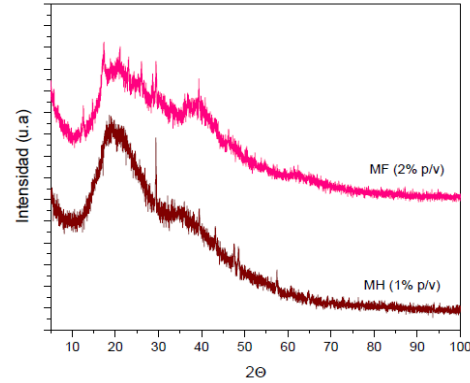


Figura 10 Difractograma de películas de Quitosano-Grenetina a concentración 1 % y 2% p/v

Películas de Quitosano-Grenetina QS-GR

La formación de las películas se infiere por intercalación de quitosano-grenetina con ácido cítrico. De acuerdo con la literatura, el entrecruzamiento de estos polímeros es por interacción iónica de los grupos amino del quitosano y carboxílicos de la grenetina, el ácido cítrico ha sido empleado como agente entrecruzante y disolvente del quitosano [6-17]. El análisis XRD, Figura 9, presenta la estructura semicristalina correspondiente a cada polímero con picos característicos próximos a 10°, 20° [17, 19]. Comparados con los difractogramas de las películas MF (2% p/v) y MH (1% p/v), Figura 10, se observa mayor deformación para MF y únicamente para MH a 20° del ángulo 2θ se mantiene un pico con mayor amplitud que el presentado en los polímeros puros; ambos resultados podrían corroborar la posible formación de la estructura amorfa por entrecruzamiento, como se ha mencionado es mayormente visible con el incremento de la concentración.

A mayor concentración biopolimérica se incrementan la intensidad de los grupos funcionales.

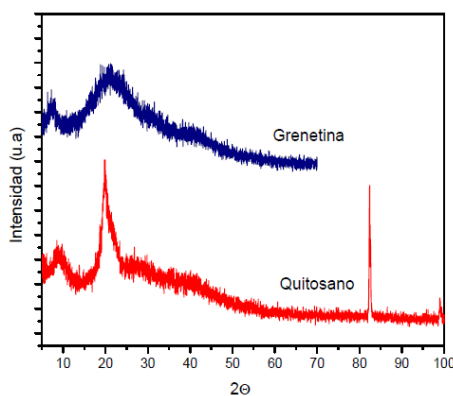


Figura 9 Difractograma de Quitosano peso molecular medio y grenetina comercial

Las micrografías de la Figura 11 describen una morfología fibrosa (a) de quitosano, que podrían dar lugar a porosidades y una morfología laminar (b) atribuida a la plasticidad de la grenetina, ambas asociadas a la deshidratación y deterioro de las redes poliméricas. Se visualiza que posterior a la rehidratación con 30 μL de agua, 47.3% (a1) y 60% (b1), la recuperación de la película es próxima a las condiciones iniciales.

Por otra parte, durante el mes de inmersión en solución Kokubo, las películas presentan capacidad de absorción. Sin embargo, no recuperan el espesor de las condiciones iniciales, lo que indica que requiere de un porcentaje mínimo de humedad para mantener su estructura y al sobresaturarse describe un proceso de degradación.

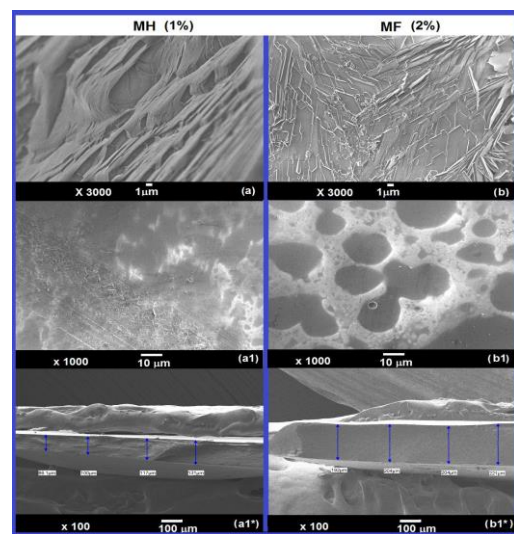


Figura 11 Micrografías SEM de películas de QS-GR (1 y 2% p/v): (a) y (b) películas deshidratadas, (a1) y (b1) rehidratadas con H₂O destilada, (a1*) y (b1*) espesor de las películas rehidratadas

Asimismo, la muestra MH inmersa un mes en solución fisiológica, Figura 12, presenta un espesor inferior al inicial, sin embargo, el proceso de degradación anteriormente expuesto se hace evidente a X3000, con el desprendimiento de una capa ligera atribuible a la grenetina sobre la superficie gruesa de quitosano, por lo tanto, a X10 000 se visualiza la formación de porosidades. El análisis de superficies SEM, permitió conocer que la característica laminar de la grenetina confiere propiedades plásticas y obstruye la porosidad de la matriz de quitosano, por lo que representa una desventaja para el transporte de materia a través de ella inicialmente. A mayor tiempo de exposición la película se sobresatura y se propicia el proceso de degradación, evidenciándose con el análisis SEM la formación de porosidades.

El comportamiento hidrofílico de una de las caras de la película proporcionado por la grenetina mejora la porosidad e hinchamiento de ésta.

El comportamiento hidrofóbico proporcionado por quitosano se vio beneficiado al elevar el pH de la película.

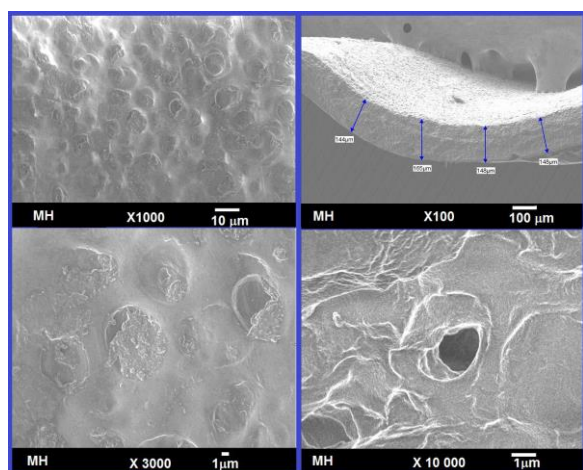


Figura 12 Micrografías SEM de películas de QS-GR MH (1%) inmersa un mes en solución Kokubo.

Conclusiones

La presente investigación contribuye con mejoras para el desarrollo del tratamiento químico de fosfatado y aplicaciones biopoliméricas como un método de control de la velocidad de corrosión. Para ello, es relevante comprender el comportamiento individual de los materiales en el medio fisiológico Kokubo.

El tratamiento de fosfatado requiere del control del desbaste, secado y formación de óxidos de forma natural. La evolución de la interfase se limita la formación de fosfatos, debido a que el pH controla la formación de fosfatado, a pH10 y 11 se obtuvieron capas no uniformes de fases de fosfato combinadas, mayormente compactas para pH11. A pH12 se sugiere la obtención de una fase totalmente dispersa. Las características principales del fosfatado son no conductoras, de morfología rugosa y porosa.

La película polimérica de Quitosano-Grenetina (QS-GR) presentó características plásticas, de absorción y antimicrobiana. El carácter plástico obstruye la presencia de poros y limita la transferencia de materia a través de ésta. El carácter hidrofílico de una de las caras de la película promueve el hinchamiento de la matriz polimérica evitando el contacto con el sustrato metálico. La capacidad de absorción de la película indujo al comportamiento de un electrolito desde las primeras horas de exposición al medio fisiológico, esta misma capacidad promueve la degradación de quitosano y grenetina.

El fosfatado y su morfología, así como la película biopolimérica contribuyen en la respuesta electroquímica en los primeros instantes de exposición. El proceso corrosivo de la interfase película QS-GR/Mg-TQ pH10 fue iniciado por contacto de la película en la circunferencia de la superficie metálica expuesta. Por lo tanto, la velocidad de corrosión de la interfase es aproximadamente una cuarta parte de la presentada por Mg-TQ pH10 en los primeros instantes de exposición y se mantiene en el mismo orden de magnitud durante 4 semanas de exposición en el medio fisiológico, con tendencia a un control cinético anódico.

La contribución principal de la aplicación del tratamiento fosfatado de magnesio es que permitió correlacionar el área real fosfatada y la estimación de la velocidad de corrosión, por ende, se dedujo que es posible controlar el proceso corrosivo en un medio fisiológico simulado.

La desventaja presentada es que al no tener un control en la formación y distribución del fosfatado el desprendimiento del mismo es inmediato.

La aplicación de la película biopolimérica no permite contribuir en el control del proceso corrosivo. Sin embargo, siempre que se conozca la porosidad y se asegure la adherencia de la misma o de los polímeros sobre el sustrato metálico, puede considerarse una alternativa de aplicación.

Referencias

- [1] Ramírez, J. (2013). Tesis de maestría: Estudio del mecanismo de corrosión en un biomaterial base magnesio. México.
- [2] Song, G., & Atrens, A. (2017). Recent Insights into the Mechanism of Magnesium Corrosion and Research Suggestions. *Advance Engineering Materials*, 9(3), 177-183.
- [3] Kirkland, N. T., Birbilis, N., & Staiger, M. P. (2012). Assessing the corrosion of biodegradable magnesium implants: A critical review of current methodologies and their limitations. *Acta Biomaterialia*, 8, 925-936.
- [4] Atrens, A., Song, G. L., Cao, F., Shi, Z., & Bowen, P. K. (2013). Advances in Mg corrosion and research suggestions. *Journal of Magnesium and Alloys*, 1, 177-200.
- [5] Ma, W. H., Liu, Y. J., Wang, W., & Zhang, Z. (2015). Improved biological performance of magnesium by micro-arc oxidation. *Braz.J.Med.Biol.Res*, 48(3), 214-225.
- [6] Xue, D., Yun, Y., Tan, Z., Dong, Z., & Schulz, M. (2012). In vivo and In Vitro Degradation Behavior of Magnesium Alloys as Biomaterials. *J.Mater.Sci.Technol*, 28(3), 261-267.
- [7] Li, N., Guo, Y., Wu, H., Zheng, Y. F., & Ruan, L. Q. (2012). Comparative study on corrosion behaviour of pure Mg and WE43 alloy in static, stirring and flowing Hank's solution. *Corrosion Engineering, Science and Technology*, 47(5), 346-351.
- [8] Galicia, G., Pébère, N., Tribollet, B., & Vivier, V. (2016). Corrosion study of an AZ91 magnesium alloy by EIS and LEIS. *ECS Transactions*, 1(4), 157-168.
- [9] Cao, F., Shi, Z., Hofstetter, J., Uggowitzer, P. J., Song, G., Liu, M., & Atrens, A. (2013). Corrosion of ultra-high-purity Mg in 3.5% NaCl solution saturated with Mg(OH)₂. *Corrosion Science*, 75, 78-99.
- [10] Wu, C., Wen, Z., Dai, C., Lu, Y., & Yang, F. (2010). Fabrication of calcium/chitosan coating on AZ91D magnesium alloy with a novel method. *Surface & Coating Technology*, 294, 3336-3347.
- [11] Tamimi, F., Nihouannen, D. L., Bassett, D. C., Ibasco, S., Gbureck, U., Knowles, J., . . . Barralet, J. E. (2011). Biocompatibility of magnesium phosphate minerals and their stability under physiological conditions. *Acta Biomaterialia*, 7, 2678-2685.
- [12] Zhang, E. (2015). Phosphate treatment of magnesium alloy implants for biomedical applications. In *Surface Modification of Magnesium and its Alloys for Biomedical Applications* (pp. 23-57).
- [13] Narayan, S., Song, I., & Lee, M. (2015). *Surface Modification of Magnesium and its Alloys for Biomedical Applications. Modification and Coating Techniques*, 2.
- [14] Chávez, A. (2013). Obtención de películas de quitosano a partir de la quitina proveniente de desechos de la industria cangrejera. Universidad de Zulia- Maracaibo-Venezuela.
- [15] Rangel, S., García, J., & Orrego, C. (2011). Inmovilización de Lipasa de *Candida antarctica* sobre soportes de Quitosano-Gelatina. *Rev.Colomn.Quím*, 40(2), 149-164.
- [16] Adar, F. (2012). Interpreting Raman Spectroscopy of Functionalized Polymers. Applying the Tricks of the Trade. *Spectroscopy*, 27(6), 14-18.
- [17] Sahoo, R., Sahoo, S., & Lochan, P. (2013). Synthesis and characterization of gelatin-chitosan nanocomposite to explore the possible use as drug delivery vehicle. *European Scientific Journal*, 9(18)

Detección y representación de eventos ambientales basada en agentes

Detection and representation of environment events based in intelligent agents

PADILLA-CUEVAS, Josué †*, REYES-ORTIZ, José A., BRAVO, Maricela y GARCÍA-ROBLEDO, Gabriela A.

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, Departamento de Sistemas

ID 1^{er} Autor: *Josué, Padilla-Cuevas* ORC ID: 0000-0002-3156-3231, CVU CONACYT ID: 809289

ID 1^{er} Coautor: *José A., Reyes-Ortiz* / ORC ID: 0000-0003-2111-4982, CVU CONACYT ID: 207359, Researcher ID Thomson: 57188692429, CVU CONACYT ID: 63521

ID 2^{do} Coautor: *Maricela, Bravo* / ORC ID: 0000-0003-3493-9131, CVU CONACYT ID: 97758, Researcher ID Thomson: 14037071900

ID 3^{er} Coautor: *Gabriela A., García-Robledo* / ORC ID: 0000-0002-4559-651X, CVU CONACYT ID: 881294

DOI: 10.35429/JTEN.2019.12.3.16.25

Recibido 20 de Octubre, 2019, Aceptado, 19 de Diciembre, 2019

Resumen

Un Ambiente inteligente puede responder a las necesidades de los usuarios según el contexto, esto para que los individuos tengan las condiciones climáticas ideales para poder llevar a cabo sus actividades, estas condiciones están reguladas por una serie de normas especiales. Los eventos que se describen en este artículo están relacionados con sucesos del medio ambiente (temperatura, humedad, luminosidad y presencia), además envuelven diferentes variables como tiempo, espacio o persona, porque son importantes para modelar lo que está ocurriendo en un determinado lugar. En este trabajo, se propone un diseño ontológico personalizado para el dominio académico. El modelo ontológico es utilizado para la identificación de eventos ambientales a partir de los datos adquiridos del entorno mediante la simulación de agentes inteligentes. Además, el modelo ontológico se usa para razonar con la información obtenida de los eventos identificados. El modelo de ontologías basado en eventos considera cuatro cuestiones contextuales como una perspectiva modular: persona, temporalidad (tiempo), espacialidad (ubicación), red (recursos para adquirir datos del ambiente) y evento (eventos académicos). Y el detector se fundamenta en reglas obtenidas de los estándares de las condiciones climáticas óptimas de un espacio físico.

Ontología, Agentes y Eventos

Abstract

An Intelligent environment can respond to the necessities of the users according to the context, this is so that the individuals can have the ideal climatic conditions in order to go about their activities, these conditions are related through a series of special norms. The events that we describe in this paper are in relation to the events of the environment (temperature, humidity, brightness, and presence), also involved are different variables like time, space, or person, such are important in order to be able to model what is occurring in a determined place. In this project, we propose a personalized ontological design for the academic dominion. The ontological model is utilized for the identification of environmental events according to the data acquired from the environment through the simulation of intellectual agents. Also, our ontological model is used to rationalize with the information obtained from the identified events. The model of ontologies based on events considers four contextual questions like a perspective modular: person, seasonality (weather), spatiality (location), network (resources in order to acquire environmental data) and event (academic events). And the detector is based on rules obtained from the standards of optimum climatic conditions of a physical space.

Ontology, Agents, Events

Citación: PADILLA-CUEVAS, Josué, REYES-ORTIZ, José A., BRAVO, Maricela y GARCÍA-ROBLEDO, Gabriela A. Detección y representación de eventos ambientales basada en agentes. Revista de Ingeniería Tecnológica. 2019 3-12: 16-25

* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: jpc@azc.uam.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

En un ambiente académico se realizan diariamente con alta frecuencia actividades de docencia, tales como: impartir asesorías, impartir clases, dirigir prácticas de laboratorio. También existen actividades de investigación: redactar artículos, lectura de artículos, dirigir experimentos científicos. Finalmente, diversas actividades de difusión suceden en un espacio académico, como: seminarios, conferencias, reuniones de proyectos de investigación.

Para poder realizar estas actividades es necesario que los participantes de un ambiente académico cuenten con las condiciones climáticas ideales. Y un ambiente sensible al contexto puede proporcionar esas condiciones de manera automática para los usuarios. Por ejemplo, al tener la luminosidad adecuada dentro de un salón de clases, se maximiza la utilidad de los recursos eléctricos mediante regular las lámparas y encender los proyectores automáticamente solo cuando sea necesario.

Es por ello que la detección de eventos ambientales se vuelve un proceso fundamental dentro de un ambiente académico inteligente. La detección de eventos consiste en que el sistema sea capaz de reaccionar a los eventos y a las condiciones del lugar despreciando su naturaleza, por ejemplo, entradas y salidas de personas, variaciones de temperatura, humedad e iluminación, eventos que son detectados y almacenados para su uso posterior.

Por su parte, la representación de eventos consiste en almacenar información sobre lo que sucede o los hechos acaecidos en el ambiente académico inteligente, mientras que las ontologías son herramientas que sirven para estructurar conceptualmente determinados ámbitos del conocimiento por medio de vocabularios controlados, proporcionando la información para la construcción del sistema todo con el fin de aportar consistencia, fiabilidad. Además, en este artículo se decidió utilizar ontologías para agregar semántica al esquema.

El objetivo principal de este trabajo es diseñar, implementar y evaluar un sistema para la detección y representación semántica de eventos ambientales en un ambiente académico usando ontologías, con la finalidad de ofrecer servicios a los usuarios de manera inteligente.

Conjuntamente, las ontologías generan un beneficio porque van a permitir representar los conceptos para detectar e inferir sobre eventos simples relacionados con el medio ambiente.

Este documento está dividido en 6 secciones. En la sección 2 expone los trabajos donde se muestran los avances más importantes que se han logrado con respecto al conocimiento en el área de investigación de este trabajo. En la sección 3, se presenta el sistema ontológico adaptado al dominio académico con el fin de respaldar y representar los eventos ambientales detectados, dicho modelo se basa en el uso de ontologías modulares. La sección 4 muestra el proceso de detección de eventos, los módulos creados y la simulación de datos obtenida por agentes inteligentes. La sección 5 discute la evaluación del modelo ontológico obtenido por medio de casos de uso. Además, se utilizan las métricas conocidas de precisión y exhaustividad para la evaluación del sistema de detección de eventos. Por último, se exponen las conclusiones generales de este trabajo y se presentan las propuestas para trabajos a futuro.

Trabajos relacionados

En esta sección se presenta una revisión del estado del arte en el tema de la detección de eventos en distintos ámbitos o dominios, así como las herramientas utilizadas para su representación. Existen diversos trabajos que se fundamentan en ontologías para la detección de eventos en distintos ámbitos, por ejemplo, el automotriz o el de la salud, pero pocos han aplicado éstas herramientas para la detección de eventos ambientales en un contexto académico.

Pavle Skocir, Petar Krivic y Gordan Jezic [1] reportan en un artículo del 2016, un análisis de datos en un ambiente inteligente, que se centra solamente en la detección de entradas y salidas desde una habitación. Georgios Meditskos Ioannis Kompatsiaris [2] crean iKnow.

Es un modelo basado en una ontología para la comprensión del contexto en ambientes con múltiples sensores que son utilizados para el reconocimiento de la actividad humana. iKnow utiliza el uso del conocimiento ontológico OWL para capturar relaciones de dominio entre observaciones y actividades.

La propuesta de Liming Chen, Chris Nugent [3] describe un modelo basado en ontologías para el reconocimiento de actividades. El enfoque propuesto adopta ontologías para el modelado de sensores, objetos y actividades, además explota el razonamiento lógico para los propósitos de la actividad de reconocimiento en una casa inteligente, utilizan algoritmos de reconocimiento de actividad, incluyendo los métodos de aprendizaje supervisados y no supervisados, con un razonamiento probabilístico y estadístico.

Otro trabajo relacionado a la especificación de detección de eventos y representación mediante ontologías es el de Jean-Paul Calbimonte, Jean-Eudes Ranviera, Fabien Dubosson, Karl Aberer [4] que presentan un framework para inferir eventos semánticamente de glucosa obtenidos de pacientes, mediante datos de sensores móviles desplegados en un cinturón deportivo. Este trabajo es parte del proyecto D1namo para monitoreo de la diabetes, se centra en la representación y el procesamiento de consultas de datos producidos por los sensores portátiles, utilizando tecnologías semánticas. Además, utiliza un motor de procesamiento de flujo RDF.

Finalmente, Markus Stocker, Mauno Rönkkö, and Mikko Kolehmainen [5]. Presentan en junio de 2014 un modelo de software que representa una máquina de aprendizaje para el monitoreo de un ambiente, utilizando sensores y representando el conocimiento de los eventos adquiridos, o extraídos, en módulos de aprendizaje.

Su funcionalidad es la evaluación de la situación, es decir. Para ganar conciencia de la situación. Se basa en la representación del conocimiento y el razonamiento, utilizando ontologías, es utilizado para el aprendizaje del movimiento de los vehículos que pasan sobre una carretera y utiliza Weka para el aprendizaje automático.

Modelo de representación de eventos ambientales

Según Barranco [6], los eventos son definidos como la ocurrencia dentro de un sistema o dominio particular. De acuerdo con Miller [7] un evento se define como un suceso que involucra un cambio de estado, donde se involucran aspectos locativos, temporales y causales.

Allen [8], expone que el mundo contiene eventos que son el camino por el cual los agentes clasifican ciertos patrones de cambio y finalmente Sowa [9], afirma que un evento es una entidad que puede involucrarse en la causalidad y que puede ser identificado por su ubicación en una región del espacio-tiempo.

En esta sección se presenta el desarrollo del modelo ontológico que almacena los eventos ambientales que ocurren dentro de un espacio académico, el modelo consta de cinco ontologías modulares, que son: tiempo, espacio, persona, red de sensores y evento.

Tienen el propósito de representar donde ocurrió un evento, el instante cuando ocurrió y finalmente las personas involucradas.

Estas ontologías modulares se unifican en un solo modelo semántico llamado "*Ambiente Inteligente*".

Según Gruber [10] y Guarino [11], "una ontología es una descripción formal de los conceptos y las relaciones entre ellos". Por lo tanto, las ontologías proporcionan el mecanismo para representar conceptos formalmente, además son comprensibles por los humanos y procesables para las computadoras.

Ontología de espacio físico

La ontología de espacio físico representa el lugar donde diariamente ocurren actividades académicas, son lugares donde existen estructuras e instalaciones necesarios para el funcionamiento de una organización en este caso académica, con este modelo se puede saber en dónde están ocurriendo los eventos ambientales dentro de un espacio académico.

La ontología Figura 1 está dividida en espacios cerrados que se encuentran delimitados por divisiones físicas en estos se encuentran los cubículos, laboratorios, aulas, auditorios, oficinas administrativas, auditorios, edificios, salones de clase, comedores y baños.

Los espacios abiertos son aquellos que carecen de una estructura física y que son afectados por el medio ambiente. Están divididos en: corredores o pasillos, áreas verdes, estacionamientos y plazas.

La ontología de espacio físico tiene un total de 13 propiedades de datos: *hasAirConditioner*, *hasArea*, *hasCar-Capacity*, *hasDoorState*, *hasFan*, *hasLampsNumber*, *hasLevel*, *hasNamePhysicalSpace*, *hasPeopleCapacity*, *hasProjectionScreen*, *hasProjector*, *hasService* y *hasWindow*.

Se utilizan para modelar a detalle los servicios que se encuentran dentro de un espacio determinado y al lograr manipularlos obtener un ambiente sensible al contexto.

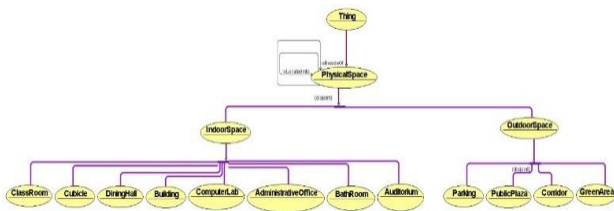


Figura 1 Ontología de espacio físico

Ontología de tiempo

El modelado del tiempo en una ontología es de propósito general, es decir, es una ontología de nivel alto que describe un concepto muy frecuentemente requerido, en este caso el tiempo, permite definir eventos y correlacionarlos con el instante cuando han ocurrido los eventos en el ambiente académico.

La ontología de tiempo Figura 2 está compuesta por dos clases que son, intervalo que a su vez se componen de instantes, uno para indicar cuando inicia el evento, este se representa con la propiedad de objeto *hasBeginning* y el segundo intervalo se utiliza para determinar cuándo termina el evento: *hasEnd*.

Las propiedades de datos sirven para representar las unidades básicas de tiempo como son: horas, minutos, segundos, año, mes y día.

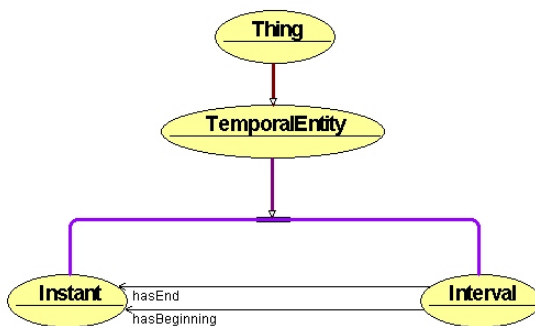


Figura 2 Ontología de tiempo

Ontología de persona y red de sensores

Un elemento fundamental del modelado de eventos es la representación o identificación del actor que participa o al que le sucede un evento. Sin la representación de los actores en el evento no se tendría el conocimiento de quien está involucrado dentro de un acontecimiento. Implementar un modelo completo para la representación de personas puede llegar a ser demasiado extenso, es por eso que en este trabajo se ha acotado a un modelo (Figura 3) donde solamente se representan los actores que participan dentro del dominio académico, como son: estudiantes, empleados tanto administrativos como profesores y visitantes que también tienen un rol importante dentro de este ambiente académico [12].

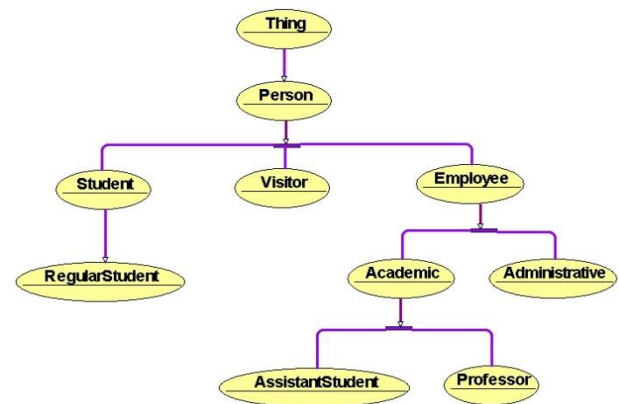


Figura 3 Ontología de persona

Entre la información más relevante dentro de un ambiente inteligente se encuentran los datos ambientales relacionados con el clima. Para obtener esta información es necesario contar con datos provenientes de sensores de temperatura, humedad y luminosidad. Otro tipo de información relevante se refiere a la presencia de personas en el ambiente, para obtener la información de la entrada y salida de las personas se utilizan sensores de presencia. Ambos tipos de información son contemplados en el modelo ontológico que representa la red de sensores Figura 4.

Según Gascón [13], un componente importante dentro de un ambiente inteligente son las redes de sensores. La ontología red de sensores tiene dos objetivos principales:

- a) Representar los conceptos y propiedades de datos que permitan identificar y registrar la presencia de personas (estudiantes, empleados o visitantes) automáticamente, si están entrando o saliendo en un espacio físico específico.

b) Representar los conceptos que permitan detectar e inferir sobre eventos simples relacionados con el medio ambiente.

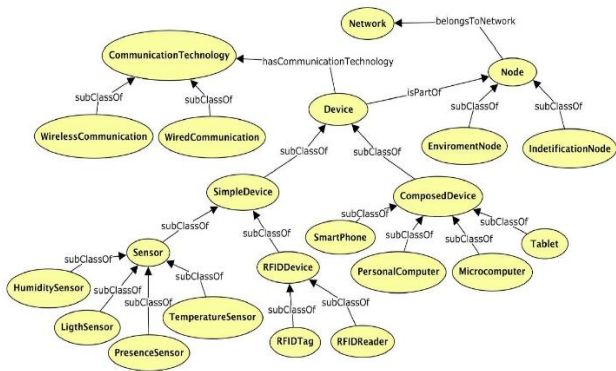


Figura 4 Ontología de red de sensores

Ontología de eventos ambientales

El modelo de eventos ambientales Figura 5, es fundamental dentro del sistema de representación, la ontología está compuesta de cuatro clases, cada una corresponde a una de las variables ambientales que se analizan en este trabajo (temperatura, humedad, luminosidad y presencia).

La primera clase contiene los incrementos o decrementos de la temperatura, la segunda corresponde a los aumentos y decrementos de la humedad, la tercera clase corresponde a las variaciones de la luminosidad y la última es la encargada de representar a los eventos de presencia.

Se compone de las clases que definen la entrada de una persona a un lugar y la salida de esta misma. Las propiedades de dato que constituyen a la ontología de eventos son *hasVariation* que como su nombre lo indica sirve para almacenar los valores numéricos de los cambios detectados en los eventos ambientales.

Las propiedades *hasEventName* y *hasDescription* sirven para complementar la información de los acontecimientos.

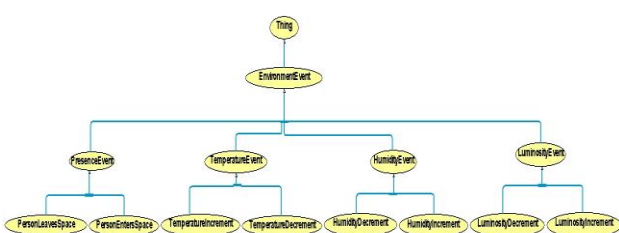


Figura 5 Ontología de eventos ambientales

Sistema de Ontologías

El resultado de la integración de las ontologías modulares presentadas es el sistema “*IntelligentEnvironment*” y tiene como objetivo el modelar un ambiente genérico del ámbito académico, donde participen personas con distintos roles, además de representar los espacios físicos y que cuente con una red de sensores con el fin de obtener mediciones para detectar variaciones ambientales y el momento exacto en el que ocurren.

Detección de eventos ambientales usando agentes

En este trabajo se realiza una simulación de las lecturas de datos climáticos que se generan dentro de un ambiente académico, es decir, se hace una réplica de las mediciones de temperatura, humedad, luminosidad y presencia.

Para la generación de los datos se implementaron agentes inteligentes desarrollados con el Framework Java Agent DEvelopment, o *JADE*, que es una plataforma de software para el desarrollo de agentes, implementada en Java.

Según Vargas-Quesada [14] un agente inteligente se define como un software desarrollado que utiliza ciertas técnicas o herramientas de inteligencia artificial, tiene como propósito percibir el entorno y actuar de una manera autónoma es decir con un grado de racionalidad e independencia.

Generación de datos utilizando agentes inteligentes

Para la generación de los datos fue necesario crear dos tipos de agentes especializados y siguen un conjunto de reglas con el fin de generar paquetes que contengan la información precisa de una lectura del medio ambiente. Para el primer conjunto “agentes ambientales”, deben generar un paquete que contenga las mediciones del censado la temperatura, humedad y luminosidad.

En el caso de la temperatura los agentes generan mediciones aleatorias dentro de un rango de entre 13 y 26 °C, porque es la temperatura promedio que se suscita en el mes de junio en la CDMX, fecha en la que se realizó la simulación.

En el caso de la humedad se generaron datos aleatoriamente que van desde el 46% hasta el 71%. Finalmente, para la luminosidad se crearon variaciones con un rango de entre 200 y 600 luxes. Para el segundo tipo de dato “los agentes generadores de presencia” se crearon lecturas que simulan el *RFIDTag* que se encuentra en las tarjetas de identificación de 200 usuarios pertenecientes al modelo del contexto académico. Con estos datos los agentes realizan la simulación del comportamiento de entrada y salida en un espacio físico Figura 6.

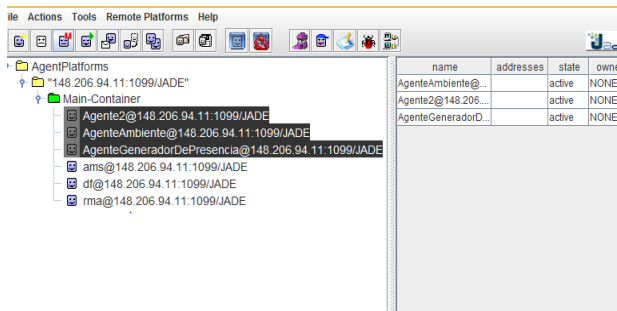


Figura 6 Simulación de datos con agentes

Detección de eventos ambientales

La secretaria del trabajo y previsión social en la NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, “Condiciones de iluminación en los centros de trabajo”, establece los requerimientos mínimos de iluminación en las áreas de labor y centros de estudio, las cuales se pueden observar en la Tabla 1. Además, también se establece en la norma “condiciones térmicas elevadas” la temperatura poder desarrollar actividades en condiciones favorables, dentro de un ambiente académico debe oscilar entre 15° y 30°C y la humedad relativa debería de estar entre el 50% ± 10%.

Tarea Visual	Tipo de Recinto	Niveles de Iluminación
Atención administrativa.	Oficinas Administrativas.	300
Actividades relacionadas con la docencia.	Salas de clases, educación superior.	300
Distinción clara de detalles: captura y procesamiento de información.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Actividades relacionadas con la investigación.	Salas de Profesores, cubículos.	400
Lectura e investigación.	Bibliotecas.	400

Tabla 1 Niveles mínimos de iluminación en un espacio académico

Con base en las normas y con la finalidad de brindar al usuario las condiciones idóneas para llevar a cabo sus actividades, se implementó un módulo de detección de eventos ambientales, que manifiesta cambios significativos en las variables de temperatura, humedad y luminosidad. Además de la identificación de personas.

El módulo de detección ambiental fue desarrollado en el lenguaje de programación *Java* para garantizar la perfecta comunicación con las ontologías, las cuales son codificadas utilizando el Lenguaje Web Ontológico (OWL 2.0) [15].

Para caracterizar esta parte del proyecto se definió a un evento ambiental como la diferencia entre dos lecturas de las variables ambientales antes mencionadas, y cuyo valor numérico exceda los siguientes umbrales: para la temperatura se tomó como referencia una variación a partir de ±2°C. Para la humedad el umbral tomado en cuenta es de ±10% y finalmente para luminosidad un evento se detecta a partir de un cambio de 50 luxes. Todos estos acontecimientos detectados por el módulo de detección son registrados en el modelo ontológico acompañados de la información complementaria: tiempo, lugar y el valor numérico de la variación.

El módulo también tiene como objetivo estar realizando periódicamente la comparación de las lecturas climáticas actuales contra los valores ideales descritos por las normas mexicanas. Si el valor actual está fuera del rango se le envía a un componente de la red de sensores “*nodo actuador*” una alerta para que se encargue de realizar las acciones correspondientes para regular el ambiente de manera automática, haciendo uso de sistemas de enfriamiento o calentamiento y mecanismos de iluminación.

Para el caso de la detección de presencia. Funciona con el número de identificación de una tarjeta con tecnología *RFID* y que se encuentra asociada con un individuo registrado dentro del modelo académico.

Con esto el sistema es capaz de identificar a la persona, además de conocer el lugar en donde se encuentra, la hora y si está entrando o saliendo de dicho espacio físico.

Instanciación de eventos ambientales en el modelo

El poblado del modelo ontológico se lleva a cabo a través de un mecanismo de comunicación entre procesos utilizando un protocolo orientado a conexión, entre los agentes inteligentes y un servidor, que contiene al detector de eventos ambientales y el identificador de personas. Cabe mencionar que este procedimiento se realiza en un sistema concurrente donde varios procesos cooperan para poblar la ontología en el menor tiempo de cómputo posible.

En resumen, los agentes inteligentes trabajan en paralelo Figura 7, dividen el trabajo en dos tipos; los primeros se encargan de generar datos de tipo climáticos, para después nuevamente generar una división y crear sub-tareas para que cada uno resuelva por separado la detección de individuos de tipo: evento de temperatura, humedad, luminosidad y su clasificación (si es un evento de incremento o decremento). El segundo tipo de agentes se encargan de generar datos de presencia para crear las sub-tareas de identificación (entrada y salida de personas) que se resuelve por medio de varios ejecutores. Al final de esta etapa se obtiene una representación de conocimiento del dominio académico para ser procesable por otras aplicaciones, por ejemplo, alguna del tipo pregunta-respuesta.

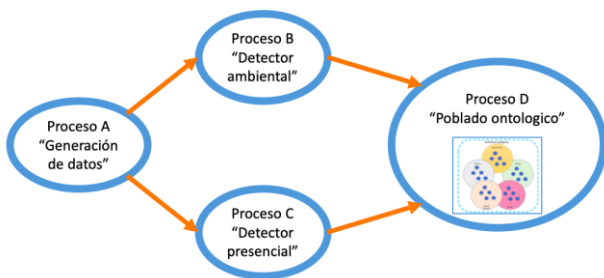


Figura 7 Procesos organizados en paralelo

Resultados

En esta sección se presenta el proceso de experimentación y los resultados al que fue sometido el detector de eventos académicos y el modelo ontológico “IntelligentEnvironment”.

Para el primero se utiliza una evaluación basada en precisión, exhaustividad y valor-f. Para el segundo se utilizan escenarios de casos de uso

Evaluación con las métricas: precisión y exhaustividad

A continuación, se presentan los resultados de las métricas empleadas en la medida del rendimiento del módulo de detección de eventos ambientales. La evaluación consistió en dejar al detector evaluando los datos provenientes de los agentes inteligentes durante cinco días, para obtener un total de 9269 eventos ambientales, catalogados en: entrada y salida de personas, decremento e incremento de iluminación, humedad y temperatura.

De estos se evaluaron manualmente 750 para conocer su correctitud con la finalidad de obtener un patrón de referencia de todos los eventos detectados.

Para evaluar la precisión *P* se utilizó la siguiente ecuación 1.

$$P = \frac{|{eventosRelevantes} \cap {EventosRecuperados}|}{|EventosRecuperados|} \quad (1)$$

Para la evaluación de la precisión se dividen los resultados en tres datos fundamentales involucrados: tiempo, persona y espacio físico. La Tabla 2 muestra los resultados obtenidos de la precisión en el proceso automático para la detección de eventos ambientales en un entorno académico.

Evento	Tiempo	Persona	Espacio Físico	Precisión
Eventos ambientales	0.984	0.986	0.983	0.984

Tabla 2 Resultados de la precisión del detector de eventos

Como se puede observar en la evaluación de la precisión para el detector ha arrojado resultados bastante favorables obteniendo un 98% de efectividad a la hora de detectar cambios significativos en el ambiente dentro del entorno académico.

Para obtener el valor de la exhaustividad *E* se utiliza la ecuación 2 y, además, se calculó un conjunto de datos de referencia obtenidos del producto entre la cantidad de eventos evaluados y el grado de error de cada uno de los sensores (temperatura, humedad y luminosidad), esto es conocido como el conjunto gold Standard. El grado de error fue extraído de las hojas de datos que proporcionan los fabricantes. El resultado de la exhaustividad se puede observar en la Tabla 3.

$$E = \frac{|\{eventosRelevantes\} \cap \{eventosDetectados\}|}{|\{eventosGoldStandard\}|} \quad (2)$$

Evento	Tiempo	Persona	Espacio Físico	Exhaustividad Total
Eventos ambientales	0.9035	0.9051	0.902021	0.90

Tabla 3 Resultados de la exhaustividad del detector de eventos

Escenarios de detección de eventos ambientales

De acuerdo con Gómez [16], la evaluación de la ontología se refiere a la construcción correcta del contenido de la misma. Para la evaluación del modelo “*ambiente académico inteligente*” se muestran dos escenarios de casos para eventos ambientales, que sirven para valorar la representación del modelo ontológico

Escenario 1. En el salón de clases E313 se ha registrado un incremento de temperatura súbito de 2.0 °C debido a las altas temperaturas de la zona o a la llegada masiva de individuos al lugar. El día 18 de enero de 2019 a las 19: 11:20.

En la Figura 8 se muestra un modelo con la representación de un ambiente académico, las instancias y sus respectivas relaciones descritas del texto anterior.

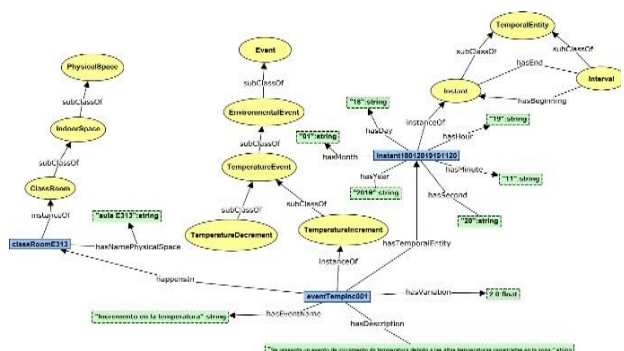


Figura 8 Escenario de casos de uso

Escenario 2. La profesora Maricela Claudia Bravo Contreras ha ingresado al cubículo H289 el día 15 de enero del 2019 a las 10:30:15 a.m.

Este escenario se representa en el modelo ontológico de ambiente inteligente como un evento de entrada, el resultado de dicha representación se muestra en el modelo ontológico, sus individuos y relaciones en la Figura 9 mostrando solamente las clases involucradas.

Agradecimiento

Este artículo fue desarrollado gracias al apoyo parcial de la SEP-PRODEP con el proyecto DSA/103.5/16/9852. Los autores también quieren agradecer a la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco.

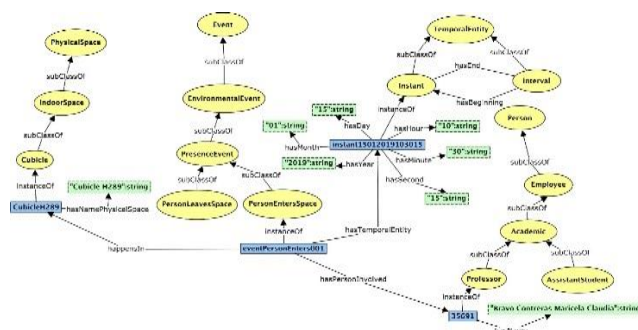


Figura 9 Escenario de casos de uso 2

Conclusiones

En este artículo se ha presentado un módulo de detección de eventos ambientales con ayuda de agentes inteligentes. Además, se describe un enfoque de solución basado en ontologías para la representación de los eventos detectados en el ambiente académico.

Con respecto a la ejecución de las pruebas y la evaluación de la funcionalidad, el rendimiento y la precisión del detector de eventos ambientales, se obtuvieron resultados bastante prometedores. La arquitectura propuesta del detector de eventos y el modelo ontológico para la representación conlleva las siguientes ventajas:

- i) Posibilita conocer el estado actual de las variables ambientales: temperatura, luminosidad y humedad. De esta manera se puede ofrecer información oportuna al usuario en un ambiente sensible al contexto o para prevenir un desastre, por ejemplo, una ocurrencia de fuego no controlada.
- ii) Provee la información necesaria para la identificación de individuos en un ambiente académico, con la finalidad de poder representar los eventos ambientales que suceden dentro en un espacio académico. La identificación de usuarios presentes hace que el espacio sea consciente y sensible al contexto.

iii) Propicia la interoperabilidad entre herramientas de soporte para la especificación de un dominio académico, como pueden ser herramientas de predicción o aplicaciones de consulta. Apoyándose en el modelo ontológico desarrollado.

Los resultados preliminares obtenidos en el modelo ontológico con ejemplos de escenarios, inferencia y ha permitido concluir que la propuesta de representación de conocimiento es válida y de potencial aplicación en la investigación aplicada en las ciencias computacionales, puntualmente en el área de la inteligencia artificial.

Como trabajo a futuro, se pretende continuar extendiendo el modelo ontológico adaptándolo a las necesidades de los requerimientos de otros dominios como por ejemplo eventos relacionados con la salud.

Por otro lado, sería deseable contar con un sistema de clasificación automática de eventos utilizando las características detectadas en este trabajo.

Referencias

- [1] Skocir, P. Krivic, M. Tomelj, M. Kusek, M. & Jezic, G. (2016). Activity detection in smart home environment. *Procedia Computer Science*, (96), 672-681. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050916320609>
- [2] Meditskos, G., Kompatsiaris, I. (2017). iKnow: Ontology-driven situational awareness for the recognition of activities of daily living. *Pervasive and Mobile Computing*, 40, 1-16.
- [3] Chen, L., y Nugent, C. (2009). Ontology-based activity recognition in intelligent pervasive environments. *International Journal of Web Information Systems*, 5(4), 410-430.
- [4] Calbimonte, J. P., Ranvier, J. E., Dubosson, F., y Aberer, K. (2017). Semantic representation and processing of hypoglycemic events derived from wearable sensor data. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 9(1), 97-109.
- [5] Stocker, M., Rönkkö, M. & Kolehmainen, M. (junio, 2014). Abstractions from Sensor Data with Complex Event Processing and Machine Learning. Trabajo presentado en Conference: *7th International Congress on Environmental Modelling and Software*, San Diego, California.
- [6] Barranco, R. (2011). IBM ISII Complex Event Processing: De la detección de eventos a la acción inmediata. Recuperado de <https://www.ibm.com/developerworks/ssa/local/im/ssa/identity-insight-complex-event-processing/index.html>
- [7] Miller, G. A., Johnson-Laird, P. N. (1976). *Language and perception*. Belknap Press.
- [8] Allen, J. F., & Ferguson, G. (1994). Actions and events in interval temporal logic. *Journal of logic and computation*, 4(5), 531-579. Recuperado de <https://academic.oup.com/logcom/article-abstract/4/5/531/1042845?redirectedFrom=fulltext>
- [9] Sowa, J. F. (2000). *Knowledge representation: logical, philosophical, and computational foundations*. Pacific Grove: Brooks/Cole.
- [10] Gruber, T. R. (1995). Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing? *International journal of human-computer studies*, 43(5-6), 907-928.
- [11] Guarino, N. (1998). Formal ontology and information systems En Guarino, N. (Ed.), *Formal ontology in Information Systems* (3-15).
- [12] Cruz, I. (2019). *Extracción y enriquecimiento de perfiles de investigación usando ontologías* (Tesis de maestría). Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco, Ciudad de México.
- [13] Gascón, D. (2010). Redes de sensores inalámbricos, la tecnología invisible. *Bit*, (180-181), 53-55. Recuperado de <http://www.libelium.com/libelium-downloads/libelium-bit-coit.pdf>
- [14] Hípola, P. & Vargas-Quesada, B. (1999). Agentes inteligentes: definición y tipología. Los agentes de información. *El profesional de la información*, 8(4), 13-21. Recuperado de <http://eprints.rclis.org/18300/>

[15] OWL Working Group. (2009). OWL Web Ontology Language Overview. [documentación]. Recuperado de <https://www.w3.org/TR/owl-features/>

[16] Gómez-Pérez, A. (1996). Towards a framework to verify knowledge sharing technology. *Expert Systems with Applications*, 11(4), 519-529. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/11995349.pdf>

Análisis de reducción de ruido eléctrico en MOSFETS tipo SI y SiC mediante disparadores ópticos

Electric noise reduction analysis in MOSFET Si and SiC by optic drivers

MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, Moisés Agustín†*, CAMPOS-CRUZ, Luis David, SALINAS-RICO, Andrés y CARDENAS-PEREZ, David

Universidad Autónoma de Querétaro

ID 1^{er} Autor: *Martínez-Hernández, Moisés Agustín* / ORC ID: 0000-0001-5495-5185, CVU CONACYT ID: 370689

ID 1^{er} Coautor: *Luis David, Campos-Cruz* / ORC ID: 0000-0003-2419-3823, CVU CONACYT ID: 1000651

ID 2^{do} Coautor: *Andrés, Salinas-Rico* / ORC ID: 0000-0002-3816-7864, CVU CONACYT ID: 1000650

ID 3^{er} Coautor: *David, Cardenas-Perez* / ORC ID: 0000-0002-2271-5571, CVU CONACYT ID: 1000510

DOI: 10.35429/JTEN.2019.12.3.26.32

Recibido 04 de Octubre, 2019, Aceptado, 03 de Diciembre, 2019

Resumen

Las actuales demandas en el desarrollo de electrónica de potencia, enfocadas a redes eléctricas inteligentes y sistemas de cargas para autos eléctricos, genera demanda y requisitos para la fabricación de dispositivos y para el material semiconductor utilizado. La ya conocida tecnología de silicio no es capaz de soportar este tipo de condiciones, debido a que estos no son capaces de funcionar a altas temperaturas. Es por eso que los materiales similares, como el carburo de silicio (SiC), generan un gran interés por las propiedades eléctricas que presenta en relación con otros semiconductores. Sin embargo, las pérdidas por su rápida conmutación hacen que los dispositivos SiC no puedan llevarse a conmutaciones de altas frecuencias, que son requisito para implementaciones en convertidores de alta potencia. En el presente trabajo se analizan las diferencias en el funcionamiento de los MOSFET de SiC y Si, así como ver la eficiencia que se obtiene al proponer una conmutación por drivers ópticos.

MOSFET, Análisis, Opto-drivers

Abstract

The current demands in the development of applications in power electronics, centered on intelligent electrical networks, power converters and charging systems for electric cars, to mention some of them, generate demands and requirements for the manufacture of devices and for the semiconductor material used. The already known silicon technology is not able to withstand this type of conditions, since they can not operate at high temperatures. That is why similar materials, such as silicon carbide (SiC), generate a great interest for the electrical properties that it presents in relation to other semiconductors. However, the losses due to their rapid switching mean that SiC devices can not operate at high frequency, which is a requirement for implementations in high power converters. In the present work, the differences in the operation of the SiC and Si MOSFETs are analyzed, as well as the efficiency obtained when proposing a switching through optical controllers.

MOSFET, Analysis, Opto-drivers

Citación: MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, Moisés Agustín, CAMPOS-CRUZ, Luis David, SALINAS-RICO, Andrés y CARDENAS-PEREZ, David. Análisis de reducción de ruido eléctrico en MOSFETS tipo SI y SiC mediante disparadores ópticos. Revista de Ingeniería Tecnológica. 2019 3-12: 26-32

* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: moisesmartinez050288@gmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Desde su introducción a mediados del siglo XX, el silicio se convirtió en el material semiconductor con mayor presencia en la fabricación de dispositivos electrónicos. Su abundancia en el planeta, la disponibilidad de métodos efectivos para su extracción, purificación y cristalización, así como su característica de alta resistencia dieléctrica para dispositivos de potencia, son algunas de las propiedades que hacen que el silicio prevalezca como semiconductor sobre otros materiales (Casady & Johnson. 1996).

Durante los últimos años, la investigación en el campo de los semiconductores ha permitido la implementación de soluciones basadas en Carburo de Silicio (SiC), capaces de proporcionar una mayor eficiencia en el manejo de altas frecuencias de conmutación, así como la capacidad de trabajar con una densidad de potencia mucho mayor al que operan los dispositivos de silicio tradicionales (Vacca, 2017). La figura 1 describe la eficiencia en la administración de energía del SiC antes del Si. Gracias a su capacidad para minimizar las pérdidas de energía, mejorar la eficiencia hasta un 10% y disminuir hasta 5 veces el espacio muerto en los dispositivos, el SiC representa un paso evolutivo considerable en el campo de los semiconductores (Friedrichs & Buschkühle. 2016).

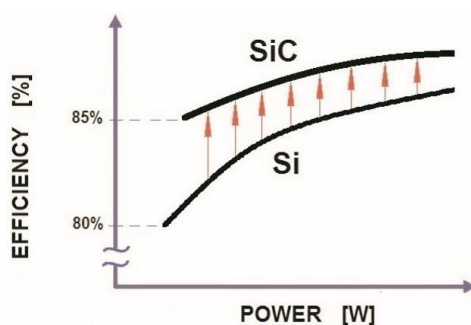


Figura 1 Eficiencia energética de semiconductores SiC y Si (Vacca, 2017)

Asimismo, la superioridad de la tecnología SiC como semiconductor se debe a propiedades tales como el nivel de conductividad térmica que posee, superior al de Si. Así mismo, la corriente de fuga, un factor que determina en gran medida el ancho de banda de un semiconductor, es considerablemente más bajo que el de Si (Biela, *et al.* 2011).

Además, los dispositivos que implementan SiC superan las soluciones tradicionales de Si cuando funcionan a temperaturas superiores a 250 ° C, lo que le permite operar en condiciones con altas temperaturas de funcionamiento, alta potencia, alta frecuencia y alta radiación (Vaculik, 2013). La Tabla 1 muestra una comparación de las propiedades más importantes de la tecnología SiC 4H junto con Si.

Propiedad	Semiconductor	
	Si	SiC (4H)
Ancho de banda energético [eV]	1.1	3.2
Mobilidad electrónica [cm ² /V s]	1400	900
Campo de ruptura eléctrico [kV/cm]	300	2400
Conductividad térmica [W/cmK]	1.5	4

Tabla 1 Propiedades de semiconductores SiC y Si

Si bien la implementación de dispositivos con tecnología SiC garantiza los avances mencionados, su evolución está en constante desarrollo debido a varios factores. El más importante de ellos es el empaquetado tradicional de los dispositivos, que limita el uso de los beneficios ofrecidos por el SiC. En este sentido, es interesante desarrollar estructuras de empaque mejoradas que permitan el uso de esta tecnología en cada una de sus aplicaciones.

Por otro lado, las temperaturas de operación son considerablemente más altas en comparación con los dispositivos tradicionales. Estos están en un rango de 350° C a 500° C, y es un factor deseado para aplicaciones tales como instrumentación de energía nuclear, satélites, exploración espacial o motores de turbina (Chen, *et al.*, 2017).

Actualmente, los dispositivos que operan con Si, continúan liderando la fabricación de sistemas de energía, esto debido al nivel de desarrollo de esta tecnología, así como a su costo de implementación. Además de esto, el costo de la aplicación de dispositivos con tecnología SiC es elevado en comparación con los primeros, lo que reduce su disponibilidad y uso. Comúnmente, las aplicaciones que funcionan por debajo de 30 KHz y las tensiones de bloqueo superiores a 650 V son implementadas con IGBT's, mientras que las que superan los 20 KHz y tienen una tensión de bloqueo por debajo de 650 V implementan los MOSFET para su funcionamiento (Alcalá, *et al.*, 2015).

Este artículo tiene como objetivo realizar una comparación de las tecnologías de Si y SiC, con el propósito de analizar los niveles de eficiencia y las pérdidas de energía presentes en cada uno de los dispositivos, así como analizar las diferencias al implementar los disparos por dispositivos ópticos para reducir el ruido eléctrico por conmutación.

Pruebas de disparo entre semiconductores SiC y Si

Para el desarrollo del presente trabajo se realizaron pruebas simples para la comprobación de las teorías y poder conocer las respuestas de cada semiconductor, aunque en las hojas de datos especifican los comportamientos de cada dispositivo, es necesario caracterizar y comprender el comportamiento de estos en un ambiente de pruebas diferente y con cargas. Para las pruebas se empleo us sistema de disparo controlado por un un microcontrolador (PIC18f4550) con una señal PWM de salida con una frecuencia de 8 KHz, esto para implementar el disparo semiconductor de potencia (MOSFET y SIC-MOSFET), el circuito de disparo se desarrollo con un semiconductor BC548 en la configuración del interruptor lógico, las mediciones se capturaron con puntas flotadas (Tektronix p5200A) y una punta de corriente CA / CC (Tektronix A622). La figura 2 muestra el circuito utilizado para la activación de los dispositivos de potencia.

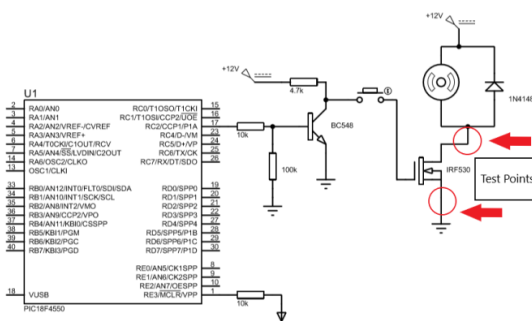


Figura 2 Circuito de prueba para captura de flancos

En las tablas 2 y 3 se muestran las principales características de los semiconductores empleados.

El circuito de activación que se utilizó para el SI-MOSFET (IRF530) es el mismo que el utilizado para el SIC-MOSFET (C2M0080120D), esto se debe a que ambos semiconductores de potencia son de tipo N y su configuración es similar.

Drain-Source voltage	100 V
Threshold voltage in gate	2V (max) 4V (min)
Continuous current in drain	14 A

Tabla 2 Carcateristicas de IRF530 (si-mosfet) (Fairchild Semiconductor, 2001)

Drain-Source voltage	1200 V
Threshold voltage in gate	2V (max) 4V (min)
Continuous current in drain	36-24 A

Tabla 3 Caracteristicas de C2M0080120D (SiC-mosfet) (CREE, 2015)

Para observar las conmutaciones en voltaje y corriente, asi como los sobrepasos que se formaron en respuesta a la conmutación, se emplearon puntas flotadas de voltaje, esto para no dañar el equipo de medición, para observar la corriente consumida se colocó la punta de corriente CA / CD (Tektronix A622).

Comparación de eficiencia

Para verificar la funcionalidad de los MOSFETS de Si y SiC, se llevó a cabo un análisis descriptivo del proceso de conmutación de ambas configuraciones, con el fin de validar conclusiones a través de la experimentación, para lo cual se utilizó un circuito digital que se activó con 5V.

En el caso del Si MOSFET, esto permite activar un circuito de hasta 120V; se colocó una carga de 12V, con lo cual se obtuvo un excedente de 51.2V, lo que genera un error de 326.6%. La figura 3a y 3b muestra el encendido de Si-MOSFET (IRF530). En comparación con el MOSFET de SiC (figura 3c y 3d), alcanza un voltaje máximo de 46.4 V, al igual que el MOSFET de Si hay un error significativo, sin embargo, esto es menor.

En términos de consumo de corriente, ambos tienen un comportamiento similar, se observa que el MOSFET de Si consume una corriente de 568mA, en comparación con el MOSFET de SiC, consume una corriente de 512mA. El MOSFET de SiC tiene un comportamiento similar al MOSFET de Si, aunque la demanda de corriente es similar, el voltaje máximo obtenido es mayor con el MOSFET de Si

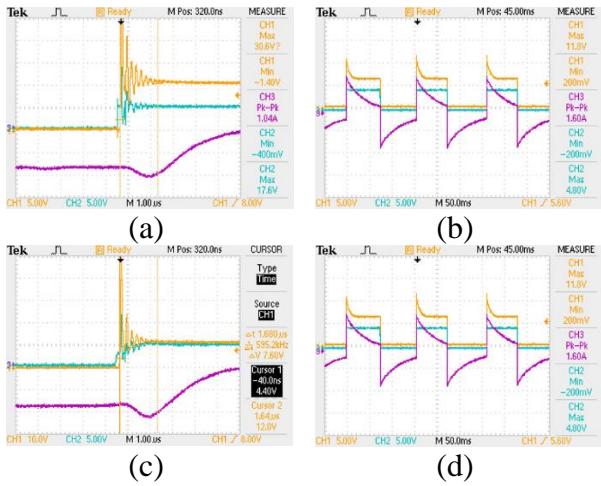


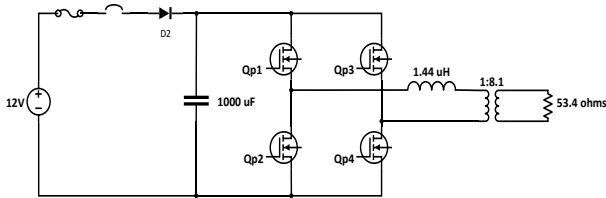
Figura 3 Pruebas de activación y desactivación

a), b) Si-MOSFET
c), d) SiC-MOSFET

Pruebas de SiC con carga inductiva en aplicación de potencia

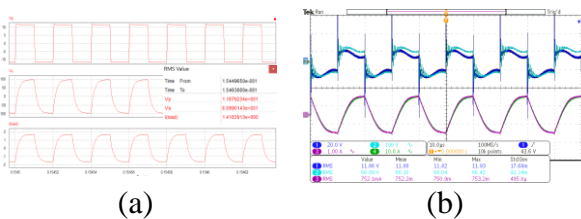
Para obtener una mejor comprobación en los tiempos de respuesta, se procedio a realizar pruebas en los dispositivos SiC, ante la programacion de un pulso y su complementario a 50 Khz (generadas con un DSP TMS320F377D), para la activación de un puente H con un inductor y un trasformador elevador (1:8.1). Esto con el fin de observar el rendimiento de los SiC ante cargas inductivas y aplicaciones de potencia.

En la figura 4 se observa el diagrama del sistema de prueba, la tensión del bus de CD fue de 12 V. La carga que se aplico fue la que se calculó para obtener la potencia máxima de 3KW.



(a)

Figura 4 Diagrama de conexiones de prueba



(a)

(b)

Figura 5 Señales de respuesta en pruebas del transformador e inductor

(a) Simulación con parámetros implementados
(b) Señales de Osciloscopio

La figura 5a muestra las señales obtenidas al simular el sistema, donde entrega los parámetros de que se muestran en la tabla 4, se observan 3 señales que representan la tensión en el primario del transformador (V_p), la tensión en el secundario (V_s) y la corriente en la carga (load). La figura 5b muestran las mismas señales de la simulación, donde la tensión del primario se muestra con la señal azul, la tensión del secundario es la señal cian y la corriente en la carga es la señal morada.

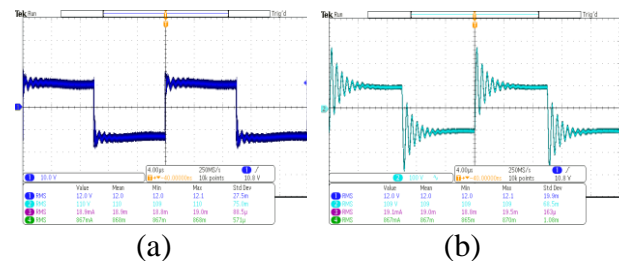
Simulación	
Tensión en primario (Vrms)	11.67 V
Tensión en secundario (Vrms)	80.99 V
Corriente en carga (Irms)	1.41 A
Implementación	
Tensión en primario (Vrms)	11.86 V
Tensión en secundario (Vrms)	66.09 V
Corriente en carga (Irms)	0.752 A

Tabla 4 Parámetros de simulación e implementación

Se puede ver en la tabla una variación entre las corrientes en la carga y las tensiones del secundario, de igual manera en la figura 5b se observa que la señal de tensión en el secundario presenta oscilaciones drásticas en los transitorios, esta oscilación se puede traducir como perdidas en el transformador.

Para realizar un análisis de la fuente del ruido fue necesario poner el sistema en marcha para monitorear las señales en diferentes puntos.

Como se muestra en la figura 6a, la señal del primario presenta una oscilación mínima, esta oscilación se incrementa en el secundario (figura 6b) por la relación de transformación.



(a)

(b)

Figura 6 Señales del transformador sin carga con 12V de CD

(a) Tensión del primario. (b) Tensión del secundario

Al observar el comportamiento de las señales del bus de CD, se observa que la tensión (figura 6a, señal azul) presenta ligeras oscilaciones que al medirlas se presentan cada 10 us, es decir, una frecuencia de 100 KHz.

Empleando una sonda especializada para medición de ruido, se obtiene la imagen que se muestra en la figura 7b, la cual fue analizada en un MOSFET del puente, donde se observan la frecuencia de conmutación de 50 KHz, además de ruido por frecuencias de 100 KHz, en la figura se observan 2 cursores posicionados, donde la diferencia entre ellos es de 0.1 MHz.

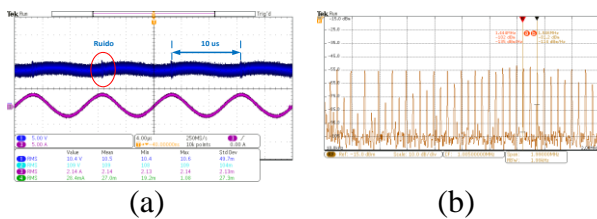


Figura 7 Señales del sistema sin carga con 12V de CD

(a) Tensión del primario. (b) Tensión del secundario

Con esas señales se puede entender que el problema del ruido presente en el sistema es debido a la conmutación de los semiconductores. A pesar de las ventajas del SiC, esta característica afectaba al conmutar a un tiempo reducido y pasar niveles de tensión altos.

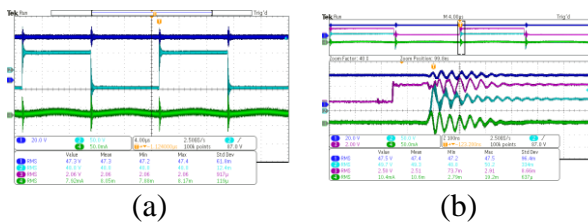


Figura 8 Oscilaciones en señales del sistema sin carga

(a) Conmutación de los MOSFET. (b) Aumento de imagen en transitorios

En la figura anterior se observa que las señales aumentan en la amplitud de las oscilaciones. La figura 8a muestra las señales de conmutación de un mosfet (cian), la tensión del bus de CD (azul) y la corriente en el bus de CD (verde), al operar a 48 V las oscilaciones causadas por la conmutación de los semiconductores incrementa.

La forma de mejorar estas respuestas y evitar las pérdidas del sistema, se procedio a realizar el disparo del sistema con disparadores ópticos, para reducir el ruido por conmutación.

Pruebas de SiC con disparadores ópticos

Para estas pruebas se realizaron utilizando el sistema como se muestra en la figura 9.

Los resultados que se obtuvieron, permitieron la implementación de las pruebas con el transformador e inductor.

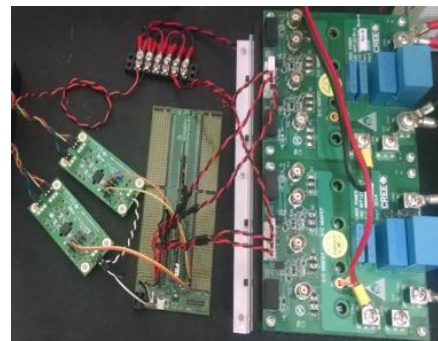


Figura 9 Pruebas en el puente SiC. Conexiones puente-drivers-DSP

En la figura 10a se observan las señales de conmutación generadas por el DSP (morada y verde), estas señales son de un PWM con su complementario. Las señales del DSP van al driver que amplifica la tensión además de ofrecer aislamiento entre la etapa de potencia y el DSP, posteriormente se miden las señales PWM en los semiconductores (azul y cian), como se muestra en las medidas del osciloscopio (figura 10a), las tensiones en los mosfets son mayores a las del DSP.

La principal ventaja de estas señales, es la ausencia de las oscilaciones que se presentaban anteriormente, esto gracias al uso de los disparadores ópticos.

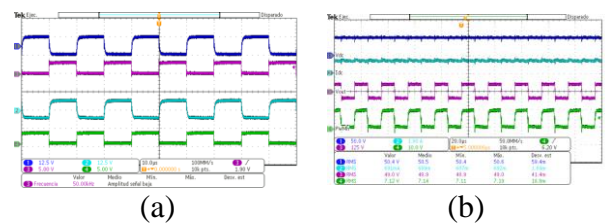


Figura 10 Señales de operación de conmutación

(a) Señales de conmutación. (b) Señales de entrada y salida

En la figura 10b se observan la tensión en el bus de CD (azul), así como la corriente (cian), se aprecian ligeras perturbaciones, estas de igual manera, son por las conmutaciones, sin embargo, se disminuyeron considerablemente mostrando la mejora del sistema.

En la figura 11 se muestran las señales al conectar el puente H con el inductor y el transformador, para esa prueba no se puso carga en el secundario. Se puede observar en las medidas del osciloscopio que la tensión rms del primario (azul) es de 50.2 V, mientras en el secundario (morada) es de 435 V. La forma de onda de la corriente (cian) es similar a una triangular, donde la pendiente positiva corresponde al ciclo positivo del primario, esto representa la carga en corriente del inductor, mientras en la pendiente negativa de la señal representa la descarga, que representa la transferencia de energía hacia el secundario.

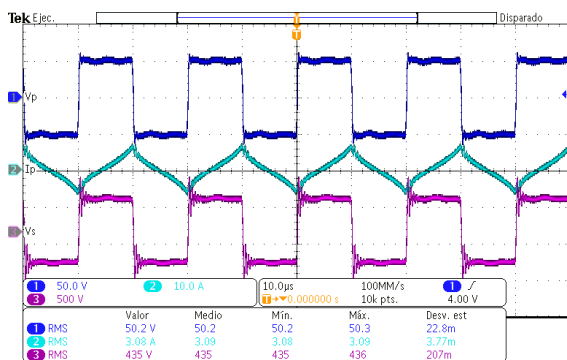


Figura 11 Señales del transformador sin carga

Las tensiones de primario y secundario, validan el funcionamiento del puente en conjunto con el inductor y el transformador construidos, así como la mejoría en la reducción del sistema con disparadores ópticos.

Conclusiones

El análisis de eficiencia se llevó a cabo en las mismas condiciones para ambos dispositivos. El resultado de estas pruebas muestra que el tiempo de respuesta para el SiC-MOSFET es menor que el de su contraparte que opera a partir de Si. Del mismo modo, el aumento de voltaje adopta un valor pico más bajo en el proceso de conmutación. De esta manera, es posible concluir que la sustitución de dispositivos con tecnología SiC en aplicaciones de energía es totalmente viable, sin embargo, las diferencias con respecto a los dispositivos de Si son mínimas en su funcionamiento.

Al validar la eficiencia de los dispositivos SiC ante aplicaciones de potencia, se presentaron los problemas de oscilación en las tensiones del convertidor, lo cual fue resuelto con el uso de elementos que mejoraran su funcionalidad y así mismo dieran protección a la etapa de control, como los disparadores ópticos. Satisfactoriamente se presenta un desarrollo tecnológico que puede dar inicio a investigaciones en sistemas especializados, como un sistema de gestión distribuida con aportes novedosos que favorezcan para la incursión de tecnologías en el sector energético.

Bibliografía

C. Chen, F. Luo & Y. Kang. (2017) A review of SiC power module packaging: Layout, material system and integration. CPSS Transactions on Power Electronics and Applications. vol. 2. no. 3. pp. 170-186. Sept.

CREE, C2M0080120D Silicon Carbide Power MOSFET, Rev. C, October 2015.

C. W. T. McLyman. (2004). Transformer and Inductor Design Handbook. Fourth Edition. vol. 1. CRC Press. p. 667.

D. W. Hart. (2001), Electronica de Potencia, Segunda ed., vol. 1, Pearson Educación. p. 472.

Fairchild Semiconductor. 22A, 100V, 0.064 Ohm, N-Channel Power MOSFET, 4843.1, Rev. A, February 2001.

F. Peng. (2004) A new ZVS bidirectional DC-DC converter for fuel cell and battery application. IEEE Transactions on Power Electronics. vol. 19. n 1. pp. 54-65. Jun.

G. Vacca. (2017). Benefits and advantages of silicon carbide power devices over their silicon counterparts. volume 12. issue 3. April/May.

J. Alcalá. A. Aganza. D. Fraustro. V. Cárdenas M. Pacas. & S. Charre. (2015). Characterization of the SiC MOSFET operation in hard switching compared to the trench-gate Si IGBT and Si CoolMOS™ MOSFET. in National Congress of Automatic Control, October.

J.B. Casady & R.W. Johnson. (1996). Status of silicon carbide (SiC) as a wide-bandgap semiconductor for high-temperature applications: a review. Solid-State Electronics. volume 39. issue 10 pages 1409-1422. ISSN 0038-1101.

J. Biela, M. Schweizer, S. Waffler & J. W. Kolar. (2011). SiC versus Si—evaluation of potentials for performance improvement of inverter and DC–DC converter systems by SiC power semiconductors. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*. vol. 58. no. 7. pp. 2872-2882. July.

P. Vaculik. (2013). The properties of SiC in comparison with Si semiconductor devices. 2013 International Conference on Applied Electronics. Pilsen. pp. 1-4.

P. Friedrichs & M. Buschkühle. (2016). The future of power semiconductors: rugged and high performing silicon carbide transistors. *Energetica India*. May/June.

Instrucciones para la Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

[Título en Times New Roman y Negritas No. 14 en Español e Inglés]

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Autor†*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2^{do} Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3^{er} Coautor

Institución de Afiliación del Autor incluyendo dependencia (en Times New Roman No.10 y Cursiva)

International Identification of Science - Technology and Innovation

ID 1^{er} Autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 1^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 2^{do} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 2^{do} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 3^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

Resumen (En Español, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Español)

Resumen (En Inglés, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Inglés)

Citación: Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Autor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2do Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3er Coautor. Título del Artículo. Revista de Ingeniería Tecnológica. Año 1-1: 1-11 (Times New Roman No. 10)

* Correspondencia del Autor (ejemplo@ejemplo.org)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del Artículo

Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Artículos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

En el *contenido del Artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte inferior con Times New Roman No. 10 y Negrita]

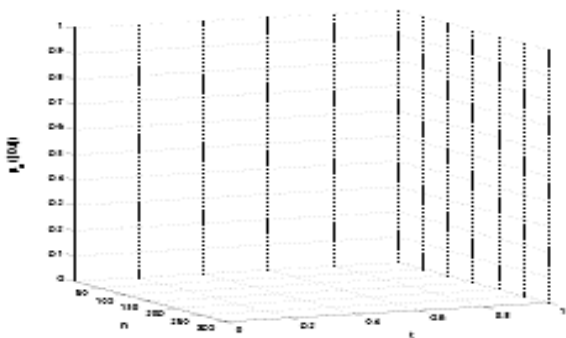


Gráfico 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

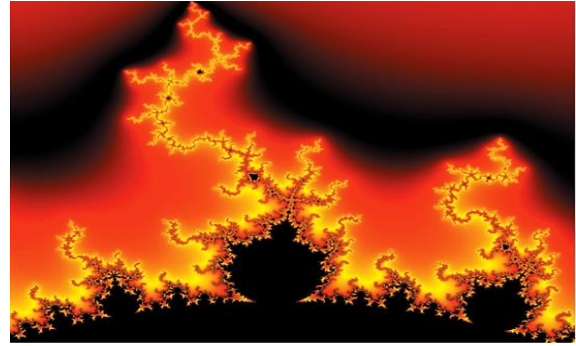


Figura 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Tabla 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Cada Artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Título secuencial.

Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij} \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

Resultados

Los resultados deberán ser por sección del Artículo.

Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

Agradecimiento

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

Conclusiones

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Autor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2do Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3er Coautor. Título del Artículo. Revista de Ingeniería Tecnológica. Año (Times New Roman No.8)

Instrucciones para la Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

Referencias

Utilizar sistema APA. No deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del Artículo.

Utilizar Alfabeto Romano, todas las referencias que ha utilizado deben estar en el Alfabeto romano, incluso si usted ha citado un Artículo, libro en cualquiera de los idiomas oficiales de la Organización de las Naciones Unidas (Inglés, Francés, Alemán, Chino, Ruso, Portugués, Italiano, Español, Árabe), debe escribir la referencia en escritura romana y no en cualquiera de los idiomas oficiales.

Ficha Técnica

Cada Artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Originalidad del Autor y Coautores

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Aceptación del Autor y Coautores

Reserva a la Política Editorial

Revista de Ingeniería Tecnológica se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar los Artículos a la Política Editorial del Research Journal. Una vez aceptado el Artículo en su versión final, el Research Journal enviará al autor las pruebas para su revisión. ECORFAN® únicamente aceptará la corrección de erratas y errores u omisiones provenientes del proceso de edición de la revista reservándose en su totalidad los derechos de autor y difusión de contenido. No se aceptarán supresiones, sustituciones o añadidos que alteren la formación del Artículo.

Código de Ética – Buenas Prácticas y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Declaración de Originalidad y carácter inédito del Artículo, de Autoría, sobre la obtención de datos e interpretación de resultados, Agradecimientos, Conflicto de intereses, Cesión de derechos y distribución

La Dirección de ECORFAN-México, S.C reivindica a los Autores de Artículos que su contenido debe ser original, inédito y de contenido Científico, Tecnológico y de Innovación para someterlo a evaluación.

Los Autores firmantes del Artículo deben ser los mismos que han contribuido a su concepción, realización y desarrollo, así como a la obtención de los datos, la interpretación de los resultados, su redacción y revisión. El Autor de correspondencia del Artículo propuesto requisitara el formulario que sigue a continuación.

Título del Artículo:

- El envío de un Artículo a Revista de Ingeniería Tecnológica emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo, salvo que sea rechazado por el Comité de Arbitraje, podrá ser retirado.
- Ninguno de los datos presentados en este Artículo ha sido plagiado ó inventado. Los datos originales se distinguen claramente de los ya publicados. Y se tiene conocimiento del testeo en PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se procederá a arbitrar.
- Se citan las referencias en las que se basa la información contenida en el Artículo, así como las teorías y los datos procedentes de otros Artículos previamente publicados.
- Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Taiwan considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.
- Se ha obtenido el consentimiento de quienes han aportado datos no publicados obtenidos mediante comunicación verbal o escrita, y se identifican adecuadamente dicha comunicación y autoría.
- El Autor y Co-Autores que firman este trabajo han participado en su planificación, diseño y ejecución, así como en la interpretación de los resultados. Asimismo, revisaron críticamente el trabajo, aprobaron su versión final y están de acuerdo con su publicación.
- No se ha omitido ninguna firma responsable del trabajo y se satisfacen los criterios de Autoría Científica.
- Los resultados de este Artículo se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en el Artículo.

Copyright y Acceso

La publicación de este Artículo supone la cesión del copyright a ECORFAN-México, S.C en su Holding Taiwan para su Revista de Ingeniería Tecnológica, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada del Artículo y la puesta a disposición del Artículo en este formato supone para sus Autores el cumplimiento de lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la obligatoriedad de permitir el acceso a los resultados de Investigaciones Científicas.

Título del Artículo:

Nombre y apellidos del Autor de contacto y de los Coautores	Firma
1.	
2.	
3.	
4.	

Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Responsabilidades del Editor

El Editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los Árbitros la identidad de los Autores, tampoco podrá revelar la identidad de los Árbitros en ningún momento.

El Editor asume la responsabilidad de informar debidamente al Autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del arbitraje a Doble Ciego.

El Editor debe evaluar los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los Autores.

El Editor y su equipo de edición de los Holdings de ECORFAN® no divulgarán ninguna información sobre Artículos enviado a cualquier persona que no sea el Autor correspondiente.

El Editor debe tomar decisiones justas e imparciales y garantizar un proceso de arbitraje por pares justa.

Responsabilidades del Consejo Editorial

La descripción de los procesos de revisión por pares es dado a conocer por el Consejo Editorial con el fin de que los Autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación y estará siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación. En caso de Detección de Plagio al Artículo el Comité notifica a los Autores por Violación al Derecho de Autoría Científica, Tecnológica y de Innovación.

Responsabilidades del Comité Arbitral

Los Árbitros se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los Autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de los Artículos. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con los Artículos que evalúan.

Cualquier manuscrito recibido para su arbitraje debe ser tratado como documento confidencial, no se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del Editor.

Los Árbitros se deben conducir de manera objetiva, toda crítica personal al Autor es inapropiada.

Los Árbitros deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos que contribuyan al que hacer Científico, Tecnológica y de Innovación del Autor.

Los Árbitros no deben evaluar los manuscritos en los que tienen conflictos de intereses y que se hayan notificado al Editor antes de someter el Artículo a evaluación.

Responsabilidades de los Autores

Los Autores deben garantizar que sus Artículos son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética.

Los Autores deben garantizar no han sido previamente publicados o que no estén siendo considerados en otra publicación seriada.

Los Autores deben seguir estrictamente las normas para la publicación de Artículos definidas por el Consejo Editorial.

Los Autores deben considerar que el plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable, en consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.

Los Autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza del Artículo presentado a arbitraje.

Servicios de Información

Indización - Bases y Repositorios

RESEARCH GATE (Alemania)

GOOGLE SCHOLAR (Índices de citas-Google)

MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)

REDIB (Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico- CSIC)

HISPANA (Información y Orientación Bibliográfica-España)

Servicios Editoriales

Identificación de Citación e Índice H

Administración del Formato de Originalidad y Autorización

Testeo de Artículo con PLAGSCAN

Evaluación de Artículo

Emisión de Certificado de Arbitraje

Edición de Artículo

Maquetación Web

Indización y Repositorio

Traducción

Publicación de Obra

Certificado de Obra

Facturación por Servicio de Edición

Política Editorial y Administración

69 Calle Distrito YongHe, Zhongxin. Taipei-Taiwán. Tel: +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 1260 0355, +52 1 55 6034 9181; Correo electrónico: contact@ecorfan.org www.ecorfan.org

ECORFAN®

Editor en Jefe

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

Directora Ejecutiva

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Diseñador Web

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

Diagramador Web

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Asistente Editorial

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Traductor

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

Publicidad y Patrocinio

(ECORFAN® Taiwan), sponsorships@ecorfan.org

Licencias del Sitio

03-2010-032610094200-01-Para material impreso, 03-2010-031613323600-01-Para material electrónico, 03-2010-032610105200-01-Para material fotográfico, 03-2010-032610115700-14-Para Compilación de Datos, 04 -2010-031613323600-01-Para su página Web, 19502-Para la Indización Iberoamericana y del Caribe, 20-281 HB9-Para la Indización en América Latina en Ciencias Sociales y Humanidades, 671-Para la Indización en Revistas Científicas Electrónicas España y América Latina, 7045008-Para su divulgación y edición en el Ministerio de Educación y Cultura-España, 25409-Para su repositorio en la Biblioteca Universitaria-Madrid, 16258-Para su indexación en Dialnet, 20589-Para Indización en el Directorio en los países de Iberoamérica y el Caribe, 15048-Para el registro internacional de Congresos y Coloquios. financingprograms@ecorfan.org

Oficinas de Gestión

69 Calle Distrito YongHe, Zhongxin. Taipei-Taiwán.

Revista de Ingeniería Tecnológica

“Diseño de polinizador mediante vibración forzada en invernaderos tipo túnel”

LÓPEZ-MARTÍNEZ, Víctor Manuel
Universidad Politécnica de Atlacomulco

Estudio de superficies de magnesio modificadas con fosfatos y películas poliméricas para aplicaciones médicas

GARCIA-NAVARRO, Norma, GALICIA-AGUILAR, Gonzalo, LUGO-ISLAS, Gabriela y GALLARDO-CASTÁN, Ernesto
Universidad Veracruzana, Campus Poza Rica Tuxpan

“Detección y representación de eventos ambientales basada en agentes”

PADILLA-CUEVAS, Josué, REYES-ORTIZ, José A., BRAVO, Maricela y GARCÍA-ROBLEDO, Gabriela A.

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco

“Análisis de reducción de ruido eléctrico en MOSFETS tipo SI y SiC mediante disparadores ópticos”

MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, Moisés Agustín, CAMPOS-CRUZ, Luis David, SALINAS-RICO, Andrés y CARDENAS-PEREZ, David

Universidad Autónoma de Querétaro

