

ISSN 2531-2960

Volumen 3, Número 12 — Octubre — Diciembre - 2019

Revista del Desarrollo Tecnológico



ECORFAN-Spain

Editor en Jefe

BANERJEE, Bidisha. PhD

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 del Desarrollo Tecnológico, Volumen 3, Número 12, de Octubre a Diciembre - 2019, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN-Spain. Calle Matacerquillas 38, CP: 28411. Morazarzal -Madrid. WEB: www.ecorfan.org/spain, revista@ecorfan.org. Editor en Jefe: BANERJEE, Bidisha. PhD. ISSN: 2531-2960. 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 del Desarrollo Tecnológico

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 desarrollo tecnológico, tecnología digital, impacto tecnológico, enseñanza con ayuda de ordenador, fiabilidad de los ordenadores, heurística, informática, instrucciones aritméticas de máquina, inteligencia artificial, lenguajes algorítmicos, lenguajes de programación

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 del Desarrollo Tecnológico es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Spain, 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 desarrollo tecnológico, tecnología digital, impacto tecnológico, enseñanza con ayuda de ordenador, fiabilidad de los ordenadores, heurística, informática, instrucciones aritméticas de máquina, inteligencia artificial, lenguajes algorítmicos, lenguajes de programación con 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 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

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

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

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

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

CERCADO - QUEZADA, Bibiana. PhD
Intitut National Polytechnique Toulouse

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

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

FERNANDEZ - ZAYAS, José Luis. PhD
University of Bristol

Comité Arbitral

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

PALMA, Oscar. PhD
Instituto Tecnológico de Conkal

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

BAEZA - SERRATO, Roberto. PhD
Universidad de Guanajuato

ARROYO - FIGUEROA, Gabriela. PhD
Universidad de Guadalajara

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

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

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

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

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

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

Cesión de Derechos

El envío de un Artículo a Revista del Desarrollo Tecnológico 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 Spain 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 ORC ID - 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 homologo 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 desarrollo tecnológico, tecnología digital, impacto tecnológico, enseñanza con ayuda de ordenador, fiabilidad de los ordenadores, heurística, informática, instrucciones aritméticas de máquina, inteligencia artificial, lenguajes algorítmicos, lenguajes de programación y a otros temas vinculados a las Ciencias de Ingeniería y Tecnología

Presentación del Contenido

En el primer artículo se presenta *Diseño y desarrollo de un prototipo Checking – Fixture para componentes de la industria automotriz con un enfoque hacia la industria 4.0* por PAZ-CABRERA, Mauro, MANDUJANO-NAVA, Arturo, LANDA-CALDERON, Rosa María y MENDOZA-DERRAMADERO, José De La Cruz con adscripción Universidad Politécnica de Guanajuato, como siguiente artículo está *Una nueva topología de bajo costo para microinversores* por SORIANO-AVENDAÑO, Luis Arturo, RODRÍGUEZ-CRUZ, José Luis, HIGUERA-GONZÁLEZ, Rogelio M. y RIVERA-OLVERA, Jesús Noé con adscripción Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca, como siguiente artículo está *Aplicación de sistemas de refrigeración solar en zonas marginadas, organizaciones de bajos recursos y poblaciones desprotegidas* por AMADOR-GARCÍA, José Enrique, CRUZ-GÓMEZ, Marco Antonio, JUÁREZ-ZERÓN, Tomás Aáron y MEJÍA-PEREZ José Alfredo con adscripción Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, como siguiente artículo está *Evaluación técnica para un sistema de calentamiento de agua a través de tubos evacuados en la producción de sal de grano en el Municipio de Petatlán, Gro.* por SOLORIO-QUINTANA, Carlos & APARICIO-JAIMES, Gabriel con adscripción en la Universidad Tecnológica de la Costa Grande de Guerrero.

Contenido

Artículo	Página
Diseño y desarrollo de un prototipo Checking – Fixture para componentes de la industria automotriz con un enfoque hacia la industria 4.0 PAZ-CABRERA, Mauro, MANDUJANO-NAVA, Arturo, LANDA-CALDERON, Rosa María y MENDOZA-DERRAMADERO, José De La Cruz <i>Universidad Politécnica de Guanajuato</i>	1-6
Una nueva topología de bajo costo para microinversores SORIANO-AVENDAÑO, Luis Arturo, RODRÍGUEZ-CRUZ, José Luis, HIGUERA-GONZÁLEZ, Rogelio M. y RIVERA-OLVERA, Jesús Noé <i>Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca</i>	7-15
Aplicación de sistemas de refrigeración solar en zonas marginadas, organizaciones de bajos recursos y poblaciones desprotegidas AMADOR-GARCÍA, José Enrique, CRUZ-GÓMEZ, Marco Antonio, JUÁREZ-ZERÓN, Tomás Aáron y MEJÍA-PEREZ José Alfredo <i>Benemérita Universidad Autónoma de Puebla</i>	16-21
Evaluación técnica para un sistema de calentamiento de agua a través de tubos evacuados en la producción de sal de grano en el Municipio de Petatlán, Gro. SOLORIO-QUINTANA, Carlos & APARICIO-JAIMES, Gabriel <i>Universidad Tecnológica de la Costa Grande de Guerrero</i>	22-28

Diseño y desarrollo de un prototipo Checking – Fixture para componentes de la industria automotriz con un enfoque hacia la industria 4.0

Design and development of a prototype Checking - Fixture for components of the automotive industry with a focus on Industry 4.0

PAZ-CABRERA, Mauro †*, MANDUJANO-NAVA, Arturo, LANDA-CALDERON, Rosa María y MENDOZA-DERRAMADERO, José De La Cruz

Universidad Politécnica de Guanajuato, Departamento de Ingeniería Automotriz

ID 1^{er} Autor: Mauro, Paz Cabrera / ORC ID: 0000-0003-0728-7377, CVU CONACYT ID: 305750

ID 1^{er} Coautor: Arturo, Mandujano Nava / ORC ID: 0000-0003-2022-4397, CVU CONACYT ID: 270254

ID 2^{do} Coautor: Rosa María, Landa Calderón / ORC ID: 0000-0002-1492-9609, CVU CONACYT ID: 737914

ID 3^{er} Coautor: José De La Cruz, Mendoza Derramadero / ORC ID: 0000-0001-6128-2660, CVU CONACYT ID: 424690

DOI: 10.35429/JTD.2019.12.3.1.6

Recibido: 20 de Octubre, 2018; Aceptado 10 de Diciembre, 2018

Resumen

El presente trabajo muestra el diseño y la integración de varios complementos en un dispositivo a nivel prototipo, que lleva a cabo el seguimiento de las características físicas y dimensionales para componentes de la industria automotriz con base a las nuevas tendencias tecnológicas, como lo es la industria 4.0. Para ello se hace uso de software de diseño CAD Solidworks 2017, el empleo de sistemas CAM con el software EdgeCam 2019 como elemento de manufactura, se emplea sistema de visión utilizando como interface el software de Matlab y la herramienta estadística de Minitab 2017, todo ello integrado en un dispositivo que ayude a conocer el comportamiento de los parámetros que se definan como críticos en la producción de componentes automotrices y poder llevar a cabo los ajustes necesarios en los parámetros de producción para reducir la variabilidad en el proceso. Buscando tener en tiempo real la información y poder tomar decisiones oportunas. Generando las cartas de control estadístico correspondientes, persiguiendo con ello evitar posibles retrabajos o en su caso la generación de scrap.

Checking – Fixture, Industria 4.0, Industria Automotriz

Abstract

The present work shows the design and the integration of several complements in a device at prototype level that carries out the tracking of the physical and dimensional characteristics for components of the automotive industry based on the new technological trends, as it is the industry 4.0. For this purpose, CAD design software such as Solidworks 2017 is used, the use of CAM systems with EdgeCam 2019 software as a manufacturing element, the vision system is used using the Matlab software and the Minitab 2017 statistical tool as an interface a device that helps to know the behavior of the parameters that are defined as critical in the production of automotive components and be able to carry out the necessary adjustments in the production parameters to reduce the variability in the process. Looking to have information in real time and make timely decisions. Generating the corresponding statistical control charts, with the aim of avoiding possible reworking or in the case of scrap generation

Checking – Fixture, Industry 4.0, Automotive Industry

Citación: PAZ-CABRERA, Mauro, MANDUJANO-NAVA, Arturo, LANDA-CALDERON, Rosa María y MENDOZA-DERRAMADERO, José De La Cruz. Diseño y desarrollo de un prototipo Checking – Fixture para componentes de la industria automotriz con un enfoque hacia la industria 4.0. Revista del Desarrollo Tecnológico. 2019 3-12: 1-6

* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: mpaz@upgto.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La carrocería de un automóvil está compuesta por diferentes partes, como lo son: un chasis, un conjunto de panel frontal, un conjunto de panel trasero, conjuntos de paneles laterales izquierdo y derecho, un techo y un conjunto de piso y cada conjunto también se divide en subconjuntos o piezas hasta niveles de pieza. Actualmente, los reemplazos de los nuevos modelos se producen cada vez más rápido, en los que la forma de la carrocería del automóvil suele ser uno de los cambios más importantes. Si se establece un sistema de fabricación correspondiente cuando se desarrolla un nuevo modelo automotriz, el costo es muy alto. Por lo tanto, muchas compañías automotrices intentan adoptar sistemas de accesorios flexibles para disminuir el costo de desarrollo de una nueva carrocería automotriz (Kuigang Yu, Shiya Wang, Yanan Wang and Zhihong Yang, 2018).

Uno de los principales problemas objetivos de la Industria 4.0, es que se reduzcan los tiempos de preparación y cambio de producción de manera que podamos obtener una fabricación continua. Con esto, nos referimos a sistemas flexibles, integrados en la cadena de valor y sobre todo eficientes. Se busca conseguir sistemas de fabricación que permitan producir una gran variedad de productos diferentes en tiempos reservados antes a la producción en cadena (Barros Losada, 2017).

El diseño asistido por computadora por ejemplo, se ha vuelto indispensable en el mundo de la ingeniería, el poder probar la resistencia de piezas antes de su fabricación ha podido ahorrar tiempo y dinero, el saber que una pieza va a resistir o tiene que ser rediseñada antes de ser fabricada. El desarrollo de un prototipo o herramental hace uso de las herramientas de diseño y la manufactura asistida por computadora. Utilizando las diferentes combinaciones CAD, CAM, CAD/CAM ha tenido un gran efecto en la manera en que se realiza la fabricación y ha permitido mejorar la precisión y confiabilidad del proceso así como de la productividad de los trabajadores (Jensen, D. Helsel, & R. Short, 2003). Un prototipo o dispositivo debe satisfacer los requisitos de diseño, especificaciones de calidad y normas, además de ser un modelo original del diseño para evaluar la forma, la función y el ajuste o ensamble antes de iniciar la producción (Evans).

La Metrología Dimensional se encarga de analizar y desarrollar las técnicas de medición que determinan correctamente las magnitudes lineales y angulares, así como de la evaluación del acabado superficial de las piezas manufacturadas (Gonzalez Gonzalez & Zeleny Vazquez, 1995).

Una de las principales herramientas de la Metrología Dimensional son los dispositivos Checking Fixture, el cual es utilizado para la localización, posición y ubicación específica de un punto o de una medida requerida, estos son una necesidad para la industria, permitiendo optimizar su productividad y conformidad de tal forma de asegurar su calidad, así como, la capacidad de intercambio agilizando el trabajo de la máquina y el trabajador.

El control de calidad es un conjunto de actividades orientadas al cumplimiento de los requisitos de calidad que se apoya de técnicas estadísticas para dar origen al Control Estadístico de la Calidad.

Una de las tareas clave del Control Estadístico de un proceso será conocer su variabilidad ocasionada por los materiales, máquinas, mano de obra, mediciones, medio ambiente y el método.

El pensamiento Estadístico se considera una filosofía de aprendizaje y acción que establece la necesidad de un análisis adecuado de los datos de un proceso, como una acción indispensable para mejorar su calidad y reducir su variabilidad (Gutierrez Pulido, 2013).

El propósito de cualquier análisis de un sistema de medición deberá ser: entender mejor las fuentes de variación que pueden influenciar los resultados producidos por el sistema.

El propósito de realizar un análisis del sistema de medición es asegurar que la información recolectada sea una representación real de lo que está ocurriendo en el proceso.

Planteamiento del Problema

Debido al desarrollo industrial a nivel global y en específico en la industria automotriz, es importante que en nuestro país se lleve a cabo una propuesta adecuada a dicho crecimiento.

En el estado de Guanajuato y estados vecinos se ha desarrollado un cluster automotriz que busca la competitividad y el crecimiento sustentable de la región; hoy en día en el campo de la metrología la mayoría de los sistemas de medición conocidos como Gages son en su gran mayoría analógicos, por lo que la propuesta que se presenta va enfocada a que dichos elementos de medición migren hacia sistemas automáticos, empleando para ello la visión en tiempo real y transformar dichas imágenes en datos cuantitativos para la obtención de datos estadísticos, con el objetivo de mantener un proceso mejor controlado.

Metodología

Con base a lo anterior, se propone la metodología que se muestra en la figura 1 para el diseño de Checking Fixtures para la industria automotriz, la cual busca establecer un procedimiento confiable para el desarrollo de proyectos de medición donde los análisis estadísticos de R&R brinden un comportamiento uniforme entre lecturas de las características a evaluar y con ello poder cumplir con los parámetros que se definan como especificaciones del cliente y sus tolerancias, tanto geométricas como dimensionales.

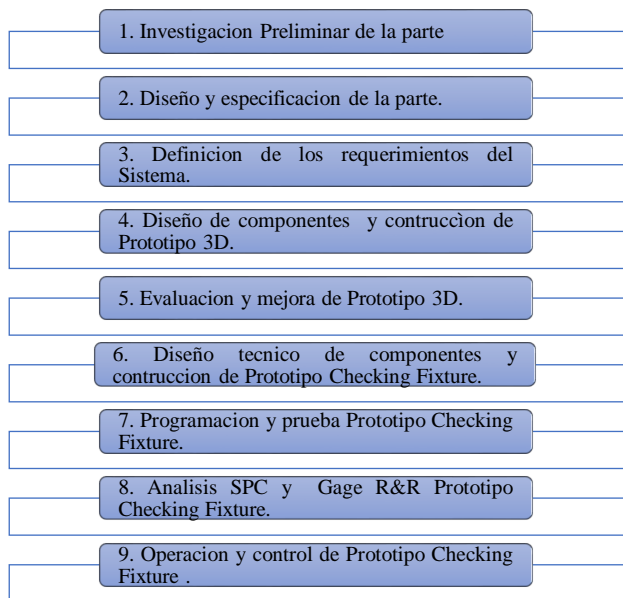


Figura 1 Metodología para Diseño y desarrollo de Checking Fixture
Fuente: Elaboración Propia

Desarrollo

Para dar comienzo con el proceso de diseño y construcción es importante conocer la pieza a evaluar y los requerimientos que se deben de cumplir para que la pieza sea funcional en el vehículo y con ello poder establecer los elementos datum que servirán como referencia para la construcción de los gages con los cuales se van a evaluar las piezas. Ver pieza muestra en la Figura 2.



Figura 2 Dibujo de pieza de referencia para análisis
Fuente: Elaboración Propia

Una vez que se pudo llevar a cabo la identificación de la pieza y su funcionalidad, es importante caracterizar la pieza por lo que para ello, se lleva a cabo un dibujo técnico donde se especifiquen sus dimensiones, datums y sus tolerancias tanto geométricas como dimensionales, ver figura 3.

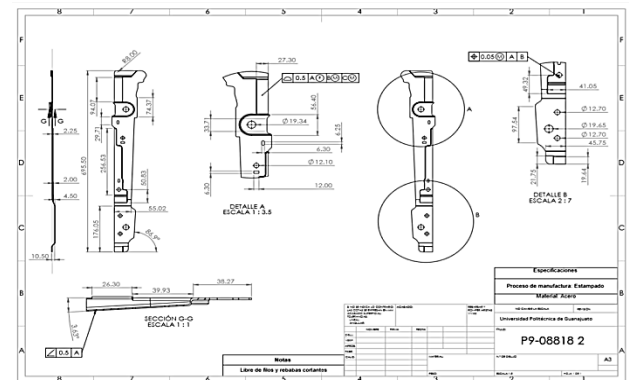


Figura 3 Diseño mediante ingeniería inversa
Fuente: Elaboración Propia

Una vez parametrizada la pieza se lleva a cabo la generación de la propuesta y/o propuestas del gages que cumpla con los elementos de evaluación adecuados para la pieza, con lo cual se lleva a cabo el diseño del prototipo virtual en software de CAD Solidworks 2017, teniendo en cuenta de que el dispositivo debe tener la capacidad de identificar y evaluar las características importantes de la pieza y su relación en cuanto a su posición espacial y funcional en el vehículo, ver figuras 4 y 5.

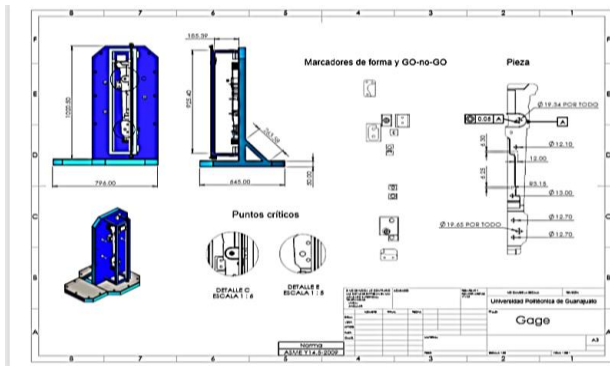


Figura 4 Diseño de Gage empleando herramientas de CAD

Fuente: Elaboración Propia

En las pruebas físicas se utilizó el software de Matlab para realizar un escaneo mediante barrido vertical para la obtención de imágenes y que mediante una etapa de procesamiento de dichas imágenes, se convierten en parámetros de interés que puedan ser evaluados.

En la figuras 7 y 8 se muestra una fotografía de la primera región de la pieza tomada en el proceso de escaneo y su relación gráfica de las variables que se definen en el dibujo de referencia para identificar variables de diseño en la pieza.

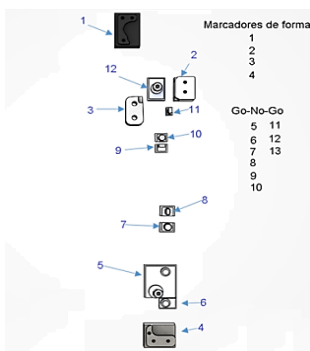


Figura 5 Elementos que ayudan a evaluar en el Gage las características importantes

Fuente: Elaboración Propia



Figura 7 Toma de imagen de la primera región de escaneo

Fuente: Elaboración Propia

Una vez validado el diseño de CAD, se procedió a realizar la fabricación y ensamble del gage con ayuda de las herramientas de CAM y un centro de maquinado CNC. La construcción física del gage es importante, ya que permite realizar las pruebas correspondientes directamente sobre la pieza a evaluar. En la figura 6 se muestra una vista frontal del prototipo del gage que se fabricó, el cual contiene un mecanismo con un sistema de visión que desliza sobre dos guías lineales las cuales permiten hacer el barrido y el procesamiento de imágenes en tiempo real. Ver Figura 6.

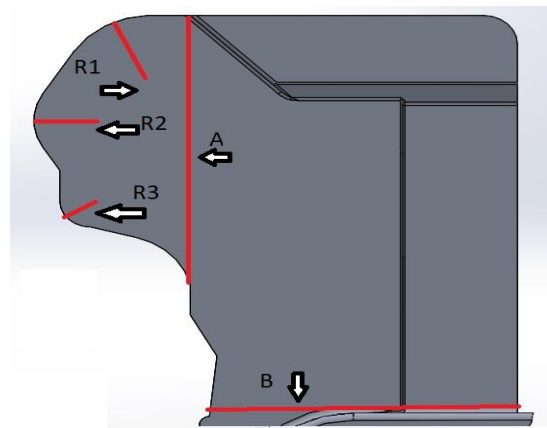


Figura 8 Identificación de los parámetros que se analizan empleando como interfaz el Software de Matlab

Fuente: Elaboración Propia

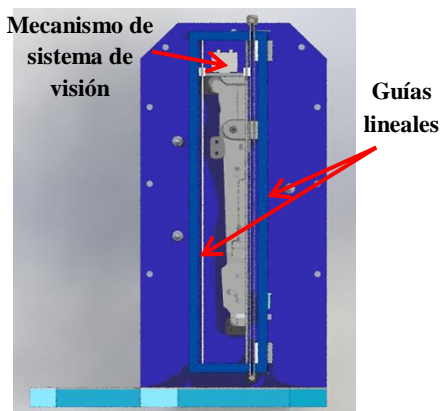


Figura 6 Gage, Checking Fixture con sistema de visión

Fuente: Elaboración Propia

Una vez que se tienen los datos correspondientes es importante seleccionar los gráficos de control adecuados que nos brinden la información confiable de cómo se está comportando la variable al evaluarla en las diferentes tomas de muestras, generando con ello el sistema de control del proceso (SPC). Ver Figura 9.

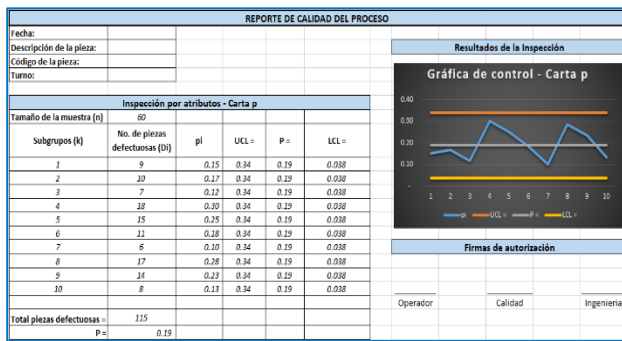


Figura 9 Datos y gráficos de control para evaluar a la variable sujeto de estudio

Fuente: Elaboración Propia

Para validar el dispositivo se lleva a cabo mediante la aplicación del análisis del sistema de medición (MSA) y determinar mediante estudios de R&R si es confiable el dispositivo.

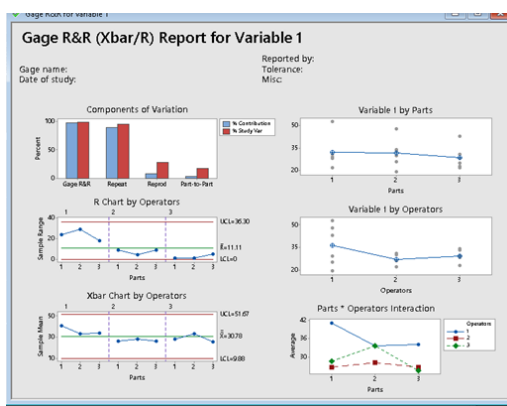


Figura 10 Análisis R&R para validar el Gage empleando Minitab

Fuente: Elaboración Propia

Por último una vez validado el equipo de medición (gage) este se libera y se puede colocar en la línea de trabajo para llevar a cabo las revisiones in situ y obtener los parámetros correspondientes de una manera automatizada.

Resultados

Hasta el momento se sigue con la etapa de la construcción del dispositivo de medición, se busca con ello implementar el sistema de visión adecuado y controlar el medio y sus parámetros de operación para evitar interferencias o ruidos que puedan desviar los valores esperados.

Hasta este punto la metodología propuesta, tiene congruencia con el desarrollo del prototipo del Checking Fixture buscando con ello optimizar los tiempos de lecturas de las variables y evitar errores humanos en la medición.

En lo que respecta a la parte de visión se sigue llevando a cabo la programación correspondiente para que se adecue a la pieza a estudiar y establecer una lógica que sirva de plataforma para proyectos futuros.

Conclusión

El empleo de herramientas de simulación tanto en el diseño como en la manufactura (CAD/CAM) del dispositivo Checking Fixture, han sido de gran utilidad porque ayudan a identificar áreas de oportunidad y establecer estrategias para la fabricación de estos dispositivos de medición.

Se espera que las herramientas que nos hacen falta por aplicar contribuyan de igual manera a robustecer la metodología propuesta en este tema de estudio y que sirva a su vez para que quien desarrolle este tipo de herramientas tenga una orientación respecto a que debe tomar en cuenta para el logro de un dispositivo de medición confiable cumpliendo dos elementos fundamentales que sea preciso y que sea exacto.

Referencias

Kuigang Yu, Shiya Wang, Yanan Wang and Zhihong Yang (2018). A flexible fixture design method research for similar automotive body parts of different automobiles. *Advances in Mechanical Engineering* Vol. 10(2) 1–8. SAGE Journals.

Barros Losada, T. (2017). *La Industria 4.0: Aplicaciones e Implicaciones*. Universidad de Sevilla, Sevilla, España. 2017.

Evans, M. A. (s.f.). *The integration of rapid prototyping within Industrial Design practice*. Loughborough University, Reino Unido. 2002.

Gonzalez Gonzalez, C., & Zeleny Vazquez, J. R. (1995). *Metrología*. EDMEX, Mexico: McGraw-Hill Interamericana de Mexico S.A de C.V.

Gutierrez Pulido, H. d. (2013). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma*. DF, Mexico: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A de C.V.

Jensen, C., D. Helsel, J., & R. Short, D. (2003). *Dibujo y diseño en Ingeniería*. McGraw-Hill, Interamericana de Mexico S.A de C.V.

Groover M., Fundamentos de Manufactura Moderna, 3ra edición, Mc Graw Hill, 2007.

Grupo de Acciones de la Industria Automotriz (AIAG), Análisis de Sistemas de Medición: Manual MSA, 4ta edición, 2010.

H. Roberto Galicia Sánchez, Noé García Lira, Antonio Herrera Martínez, Jorge Mayén González, Mauro Méndez Aranda, Salvador Sánchez González, Metrología Geométrica Dimensional, AGT EDITOR, S.A., 2003.

Paul D. Q. Campbell, “Basic Fixture Design”, Industrial Press Inc., 1994.

The American Society of Mechanical Engineers, “Dimensioning and Tolerancing” ASME Y 14.5M USA, 1994.

Una nueva topología de bajo costo para microinversores

A new low-cost topology for microinverters

SORIANO-AVENDAÑO, Luis Arturo†*, RODRÍGUEZ-CRUZ, José Luis, HIGUERA-GONZÁLEZ, Rogelio M. y RIVERA-OLVERA, Jesús Noé

Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca, División Ingeniería en Electrónica, Km. 7 de la carretera Ixtapaluca-Coatepec s/n San Juan, Distrito de Coatepec, Ixtapaluca, Estado de México C.P.56580, Tel. (055) 13148150 ext. 129

ID 1^{er} Autor: *Luis Arturo, Soriano-Avenidaño* / ORC ID: 0000-0003-3299-9851, CVU CONACYT ID: 335718

ID 1^{er} Coautor: *José Luis, Rodríguez-Cruz* / ORC ID: 0000-0003-3215-2036, CVU CONACYT ID: 1016604

ID 2^{do} Coautor: *Rogelio Manuel, Higuera-González* / ORC ID: 0000-0003-3947-242X, CVU CONACYT ID: 547074

ID 3^{er} Coautor: *Jesús Noé, Rivera-Olvera* / ORC ID: 0000-0001-5425-7125, CVU CONACYT ID: 267825

DOI: 10.35429/JTD.2019.12.3.7.15

Recibido: 24 de Octubre, 2018; Aceptado 11 de Diciembre, 2018

Resumen

Recientemente, la implementación de instalaciones de energía solar ha crecido, ya que es considerada una forma amigable con el medio ambiente para producir energía eléctrica. La energía solar puede ser aprovechada bajo diferentes configuraciones o esquemas de conexión. Los esquemas de conexión con mayor aprovechamiento son la conexión en cadena, los optimizadores de potencia y los microinversores. Los microinversores poseen una amplia ventaja en comparación a los otros esquemas debido a la capacidad que tienen para aprovechar la energía solar bajo diferentes condiciones ambientales, tales como el sombreado parcial, la temperatura y la irradiación. La implementación de microinversores se ha visto frenada principalmente a causa de su alto costo y bajo tiempo de vida. De forma general, el diseño de microinversores comúnmente incluyen elementos como lo son transistores, capacitores electrolíticos, sensores y un microcontrolador. Los capacitores electrolíticos son muy utilizados como etapas de desacoplamiento, aunque presentan un tiempo de vida bajo debido a las altas frecuencias de operación, rizados de corriente. En este trabajo se presenta una nueva topología de microinversor, la cual utiliza un arreglo de capacitores multicapa en paralelo con el objetivo de reducir el costo e incrementar el tiempo de vida del microinversor.

Microinversor, energía solar, capacitores

Abstract

In recent years, the implementation of solar energy facilities has grown, as it is considered an environmentally friendly way to produce electricity. Solar energy can be exploited under different configurations or connection schemes. The most useful connection schemes are the string connection, the power optimizers and the microinverters. Microinverters have a wide advantage compared to the other schemes due to their ability to take advantage of solar energy under different environmental conditions, such as partial shading, temperature and irradiation. The implementation of microinverters has been slowed down because of its high cost and reduced lifetime. In general, the design of microinverters commonly includes elements such as transistors, electrolytic capacitors, sensors and a microcontroller. Electrolytic capacitors are commonly used as decoupling stages, even though they present a lower lifetime due to high frequencies of operation and current rises. In this paper, a new microinverter topology is presented, it uses a low-cost array of multilayer capacitors to filter high frequencies and get a low-cost topology.

Microinverters, solar energy, capacitors

Citación: SORIANO-AVENDAÑO, Luis Arturo, RODRÍGUEZ-CRUZ, José Luis, HIGUERA-GONZÁLEZ, Rogelio M. y RIVERA-OLVERA, Jesús Noé. Una nueva topología de bajo costo para microinversores. Revista del Desarrollo Tecnológico. 2019 3-12: 7-15

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

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

En la actualidad, la energía eléctrica es uno de los elementos esenciales para el desarrollo económico y social, ya que permite mejorar y prolongar el desempeño de las actividades del hombre más allá de las horas de luz natural. La producción de energía eléctrica de forma convencional es decir mediante el uso de recursos fósiles habilita la necesidad de buscar otras formas de aprovechamiento, ya que los efectos causados por dicha producción son uno de los principales factores de la generación del cambio climático.

La preocupación de gobiernos, industrias, y personas en general por el cambio climático y el aumento de las emisiones de dióxido de carbono al medio ambiente ha incrementado el interés por el uso y explotación de las fuentes de energía sostenibles. Las limitadas reservas de combustibles fósiles y su afectación al medio ambiente durante producción de energía eléctrica han derivado en un acelerado desarrollo e implementación de tecnologías para el aprovechamiento de energía renovable (Quinzo Lucas, Luis Fernando, 2019).

Es por esto que la posibilidad de generar energía eléctrica a partir de recursos renovables que se encuentren en una gran disponibilidad ha ganado un gran interés. Debido a esto, la producción de energía a partir de fuentes renovables ha crecido de forma exponencial a lo largo de todo el mundo (Salazar & Garzón, 2018).

Así, la fácil instalación y formas de aprovechamiento de la energía solar son características que le han permitido presentar un mayor aprovechamiento en diferentes lugares del mundo (Torres Puentes & Zamudio Bohórquez, Yennyfer Lizeth, 2017). Derivado de esto las aplicaciones, implementaciones e instalaciones de los sistemas fotovoltaicos se hacen cada vez más populares a lo largo de todo el mundo.

Los sistemas fotovoltaicos están integrados por paneles fotovoltaicos los cuales generan corriente continua, la cual es acondicionada mediante convertidores DC-DC o inversores DC-AC dependiendo del uso final (Rajesh & Carolin Mabel, 2015; Hasan, Mekhilef, Seyedmahmoudian, & Horan, 2017).

El aprovechamiento de la energía solar frecuentemente se ve afectado por las condiciones ambientales tales como: la irradiación solar, la temperatura y el sombreado parcial.

La producción de energía eléctrica a partir de energía solar, en niveles industriales y residenciales se realiza bajo diferentes esquemas de conexión de paneles fotovoltaicos (Muttaqi, Islam, & Sutanto, 2019).

Las configuraciones de conexión de paneles fotovoltaicos más frecuentes son el arreglo tipo cadena, los optimizadores de potencia y los microinversores (Cossoli, Pedro, Firman, Andres, Cáceres, Manuel, & Busso, Arturo, 2016; Çelik, Teke, & Tan, 2018).

Los arreglos tipo cadenas se caracterizan por el tipo de conexión en serie y/o paralelo de los paneles fotovoltaicos, los cuales a su vez son conectados a un inversor central. Este tipo de configuración presenta una baja eficiencia ya que ocurren pérdidas durante el transporte de la energía generada al módulo del inversor, además presenta dificultades para realizar el seguimiento del máximo punto de potencia y si ocurre alguna falla en los paneles se generan pérdidas por desadaptación eléctrica.

La conexión de optimizadores de potencia instala un convertidor DC-DC en cada uno de las conexiones en cadena de los paneles fotovoltaicos o en cada panel fotovoltaico, con el objetivo de minimizar los problemas de seguimiento de máximo punto de potencia, además se genera un bus de corriente continua al cual se conectan los convertidores DC-DC, el bus conduce la tensión generada a un inversor central.

La conexión basada en microinversores integra las ventajas de las configuraciones anteriores además de incrementar la eficiencia en la producción de la energía eléctrica (Sher & Addoweesh, 2012; Ozturk & Cadirci, 2018). En esta configuración cada panel fotovoltaico incluye su propio convertidor DC-DC e inversor DC-AC en un diseño denominado microinversor, el cual incluye un algoritmo de seguimiento de máxima potencia o MPPT por sus siglas en inglés Maximum Power Point Tracking (Lyden & Haque, 2015).

La conexión de cada uno de los microinversores genera un bus de AC, lo cual deriva en una mejora en la eficiencia y se evitan las pérdidas por desadaptación eléctrica. Algunas de las ventajas que presenta esta configuración es el bajo costo de instalación, el cual es menor en comparación con otras configuraciones, además de que se prescinde de circuitos de protección y de personal especializado para su instalación. Sin embargo, el mercado de los esquemas de conexión basados en microinversores se ha visto limitado debido al alto costo y bajo tiempo de vida que presenta cada uno de los módulos (Petreuş et al., 2013).

El alto costo está orientado al número de elementos que incluye el diseño del microinversor. Por otra parte, la reducción del tiempo de vida del microinversor está relacionado con el uso de capacitores electrolíticos en su topología, los cuales se utilizan para realizar aislamiento o desacoplamiento de etapas de potencia (Zhang, Xiong, Wang, Wang, & Kong, 2017). Las topologías de los microinversores se pueden clasificar en microinversores con vínculo de corriente continua, con pseudo vínculo de corriente continua y sin vínculo de corriente continua.

Estos vínculos frecuentemente utilizan capacitores electrolíticos conectados en paralelo a las líneas de alimentación para controlar variaciones de voltaje debido a la carga y descarga, en otros casos separa los circuitos que pueden generar un mal funcionamiento o ruido en la operación del sistema (Zengin, Deveci, & Boztepe, 2013; Lakshmi & Hemamalini, 2018).

A este tipo de desacoplamientos también se conoce como arreglos de capacitores en derivación, los cuales frecuentemente son de aluminio y tantalio. Así, este tipo de capacitores son los que predominan en el diseño de microinversores debido a su gran capacitancia. Sin embargo, su miniaturización y diseño es difícil, además de que presentan problemas de sobrecalentamiento debido a las altas frecuencias de operación y los picos de corriente.

Actualmente, las topologías basadas en pseudo vínculo de corriente continua presentan ciertas ventajas tales como baja cantidad de elementos, simplicidad en el circuito y aislamiento galvánico.

En el presente trabajo se propone una nueva topología de microinversor de tipo pseudo vínculo de corriente continua, el cual está basado en un arreglo de capacitores cerámicos multicapa en paralelo, esto con el objetivo de minimizar el costo e incrementar el tiempo de vida del microinversor. En la primera sección se presenta de forma general a los elementos que integran un sistema fotovoltaico tales como el modelo matemático del panel fotovoltaico, el seguimiento del máximo punto de potencia, los microinversores y los capacitores multicapa. En la segunda sección se presentan a detalle los parámetros considerados para la simulación del panel fotovoltaico, el algoritmo de máximo punto de potencia y el microinversor. En la tercera sección se presentan los resultados de la simulación de la topología propuesta. Por último, se presentan las conclusiones del presente trabajo.

Sistemas fotovoltaicos

Los sistemas fotovoltaicos se pueden clasificar como aislados o conectados a la red. Para el aprovechamiento de la energía solar dichos sistemas se pueden configurar en diferentes esquemas de conexión, tales como conexiones en cadena, optimizadores de potencia y microinversores. Siendo los esquemas de conexión basados en microinversores los que presentan un mayor, este tipo de sistemas en general están integrados por paneles fotovoltaicos, un algoritmo de MPPT y un microinversor como se muestra en la figura 1.

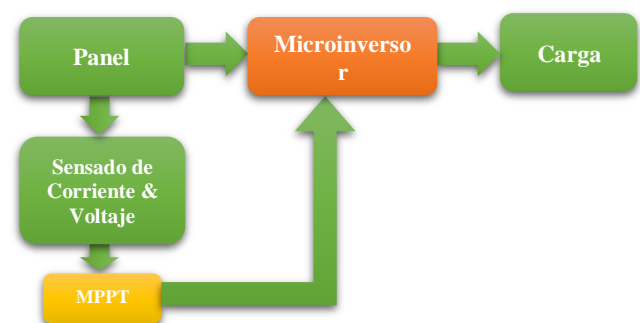


Figura 1 Sistema fotovoltaico basado en microinversor
Fuente: Elaboración Propia

A. Modelo matemático del panel solar

La transformación de energía solar en energía eléctrica se realiza mediante paneles solares, el cual ésta integrado por celdas fotovoltaicas conectadas en serie y paralelo que absorben los fotones mediante las uniones de material p-n y liberan electrones.

Este comportamiento se puede describir a través de modelos matemáticos, actualmente existen un gran número de modelos para paneles fotovoltaicos (Koochi-Kamali, Rahim, Mokhlis, & Tyagi, 2016). El presente trabajo está basado en el modelo de un diodo presentado en (Bellia, Youcef, & Fatima, 2014), el cual es una muy buena aproximación, este modelo es presentado en la figura 2.

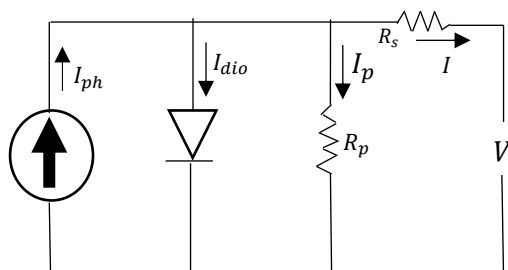


Figura 2 Modelo de una celda fotovoltaica

Fuente: Elaboración Propia

A partir de la ley de corrientes de Kirchoff la relación del circuito mostrado en la figura 2 resulta como se muestra en la siguiente ecuación

$$I = I_{ph} - I_{dio} - I_P \quad (1)$$

En donde I_{ph} es la fotocorriente generada por la celda cuando es expuesta a los rayos del sol, I_{dio} es la corriente del diodo en paralelo y I_P es la corriente del resistor R_P en derivación. Substituyendo I_{dio} y I_P en (1) se obtiene

$$I = I_{ph} - I_0 \left[\exp\left(\frac{V+IR_s}{AV_T}\right) - 1 \right] - \frac{V+IR_s}{R_p} \quad (2)$$

En donde $V_T = \frac{kT}{q}$, $q = 1.602 \times 10^{-19}C$ es la carga electrónica, $k = 1.38 \times 10^{-23} J/K$ es la constante de Boltzmann, A es el factor de idealidad del diodo y T es la temperatura de la celda. El modelo matemático de una celda fotovoltaica se puede extender al modelo de un panel fotovoltaico, el cual comúnmente considera conexiones de cierto número de celdas en serie N_s y paralelo N_p . Por lo que el comportamiento de un panel fotovoltaico se puede obtener mediante el modelo que se describe en (3) como.

$$I = I_{ph} - I_0 \left[\exp\left(\frac{V+IR_s \frac{N_s}{N_p}}{AV_T N_s}\right) - 1 \right] - \frac{V+IR_s \frac{N_s}{N_p}}{\frac{N_s R_p}{N_p}} \quad (3)$$

B. Seguimiento del máximo punto de potencia

La producción de energía eléctrica mediante paneles fotovoltaicos frecuentemente se ve afectada por las condiciones ambientales tales como la temperatura, la irradiación solar y el sombreado parcial. Es por esto que los sistemas para el aprovechamiento de la energía solar incluyen un algoritmo de máximo punto de potencia. Este algoritmo tiene por objetivo buscar el punto en donde ocurre la máxima potencia. Se han desarrollado un gran número de algoritmos de seguimiento de máximo punto de potencia, estos se pueden clasificar en técnicas convencionales y no convencionales. Las técnicas heurísticas, metaheurísticas y de inteligencia artificial son consideradas técnicas no convencionales (Eltawil & Zhao, 2013; Karami, Moubayed, & Outbib, 2017).

El seguimiento del máximo punto de potencia está basado en la curva del gráfico 1, la cual muestra la gráfica de voltaje contra potencia, la cual depende de las condiciones ambientales antes mencionadas.

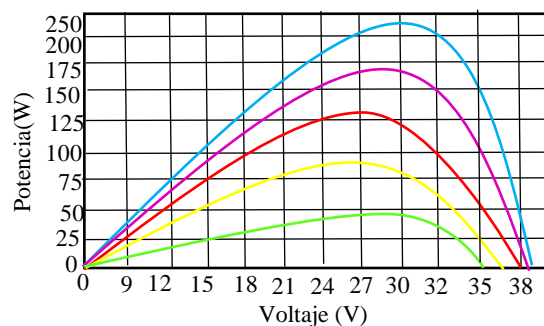


Gráfico 1 Curva voltaje-potencia

Fuente: Elaboración Propia

Esto quiere decir que la curva a lo largo del tiempo cambia de forma por lo que es difícil saber cuáles son las condiciones en las cuales se puede extraer la mayor cantidad de energía. En el gráfico 1 se muestra diferentes cambios de irradiación, estos cambios afectan el voltaje de referencia el cual le indica al microinversor a través del ciclo de trabajo la potencia a extraer.

C. Microinversores

Un microinversor es un dispositivo que transforma la energía de corriente continua generada por los paneles fotovoltaicos a corriente alterna. El microinversor está basado en las topologías de los convertidores DC-DC y en los inversores DC-AC.

Esto se traduce en una etapa de elevación de voltaje de corriente continua y una etapa de inversión de voltaje de corriente continua a alterna. Estas etapas en el microinversor son separadas o desacopladas mediante capacitores electrolíticos o aislamientos galvánicos, esto con el fin de minimizar las pérdidas, daños o ruido en cada una de las etapas.

Para la inversión de voltaje frecuentemente se utilizan técnicas de conmutación convencionales y avanzadas. Los microinversores son dispositivos que son utilizados para el aprovechamiento de los sistemas fotovoltaicos conectados a la red, ya que presentan una mayor eficiencia con respecto a las conexiones de tipo cadena y optimizadores de potencia. Un microinversor se conecta a cada panel fotovoltaico y su rango de diseño está orientado para potencias de hasta 300 W.

Las topologías actuales de microinversores se pueden clasificar de acuerdo a la disposición del vínculo de corriente continua o DC-link. En la figura 3 se muestra la clasificación basada en DC-link, en donde (a) es la topología basada en vínculo de corriente continua, (b) está basada en pseudo vínculo de corriente continua y (c) no considera el vínculo de corriente continua.

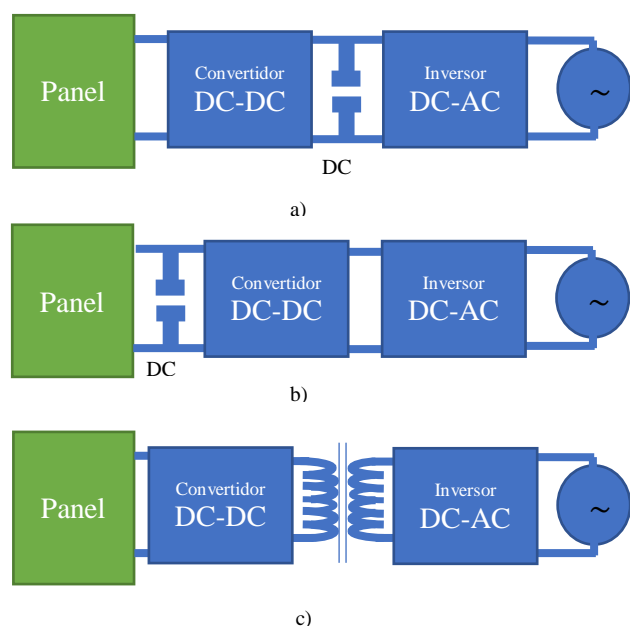


Figura 3 Topologías de microinversore
Fuente: Elaboración Propia

Las topologías basadas en vínculos de corriente continua requieren de técnicas de conmutación especiales para minimizar las pérdidas a altas frecuencias, las cuales aumentan la cantidad de elementos, el tamaño y costo.

Por otra parte, las topologías sin vínculos de corriente continua requieren de un gran número de elementos en comparación a las otras, utilizan técnicas de conmutación más sofisticadas que en ocasiones son difíciles de implementar. Este tipo de topologías no requieren de capacitores de grandes valores. Finalmente, las topologías basadas en pseudo vínculos de corriente continua son las que utilizan el menor número de componentes y prescinden de capacitores gran tamaño, pero presentan problemas con la generación de armónicos, lo que se puede solucionar con técnicas de conmutación avanzada.

D. Capacitores cerámicos multicapa

La miniaturización y los grandes avances tecnológicos han permitido diseñar capacitores cerámicos multicapa (MLCC por sus siglas en inglés Multilayer Ceramic Chip Capacitor) de gran capacitancia como se puede ver en la figura 4. Estos se pueden clasificar en dos categorías de acuerdo al tipo de material cerámico dieléctrico utilizado, la clase 1 y 2 están diseñados a bajas y altas capacitancias respectivamente. La clase 1 también se conocen como compensadores de temperatura y la clase 2 como capacitores de constante dieléctrica alta.

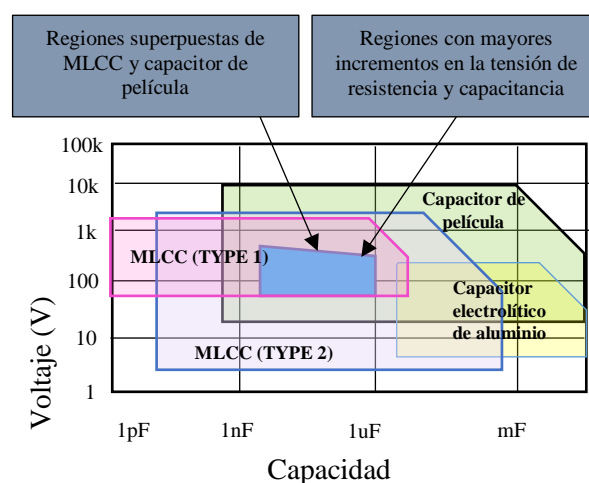


Figura 4 Regiones de voltaje-capacitancia de diferentes capacitores (TDK Corporation, 2019)

De acuerdo a (Murata Manufacturing Co., Ltd., n.d.) el desarrollo de capacitores multicapa se incrementara en valores de capacitancia así como el rango de voltajes en donde se puedan aplicar. Esto se debe principalmente a las ventajas que presenta con respecto a los otros tipos de capacitores. En la tabla 1 se presentan las ventajas y desventajas de los capacitores de película, electrolíticos de aluminio y multicapa de clase 2.

Características	Cerámica multicapa	Película	Electrolítico
Capacitancia	×	⊙	⊙
Frecuencia	⊙	Δ	×
Temperatura	⊙	⊙	×
Voltaje	Δ	⊙	Δ
Generación de calor	⊙	⊙	×
Tamaño	⊙	×	Δ
Tiempo de vida	⊙	⊙	×
Costo	⊙	×	⊙

⊙ Sobresaliente, Δ Buena, × Justo

Tabla 1 Comparación y características de los principales capacitores (Murata Manufacturing Co., Ltd., n.d.; TDK Corporation, 2019)

Metodología

El diseño propuesto incluye la simulación de un panel fotovoltaico, la implementación de un algoritmo MPPT convencional y el diseño de un microinversor en Matlab™.

A. Simulación del panel fotovoltaico

Las características del panel fotovoltaico considerado en este trabajo es el Diamond Premium MLE 275W de Mitsubishi Electric US, Inc. La tabla 2 muestra sus características.

Nombre del modelo	PV- MLE275HD2
Tipo de celda	Monocrystalline
Número de celdas	120 Cell
Potencia máxima nominal (Pmax)	275 W
Corriente de cortocircuito (Isc)	9.28 A
Tensión de potencia máxima (Vmp)	32.1 V
Corriente máxima de potencia (Imp)	8.58 A
Temperatura normal de funcionamiento (NOCT) de la celda	46.5°C
Dimensiones	(1625 x 1019 x 46 mm)

Tabla 2 Especificaciones del panel PV-MLE275HD2
Fuente: Elaboración Propia

B. Algoritmo MPPT

El algoritmo de seguimiento de máximo punto de potencia tiene por objetivo asegurar que ante los cambios en las condiciones medio ambientales como lo es la temperatura e irradiación la máxima potencia disponible en el panel sea extraída.

El algoritmo frecuentemente comanda el ciclo de trabajo de la etapa de conversión de corriente continua del microinversor para encontrar el punto de operación que converja con el punto de máxima potencia de la curva voltaje-potencia.

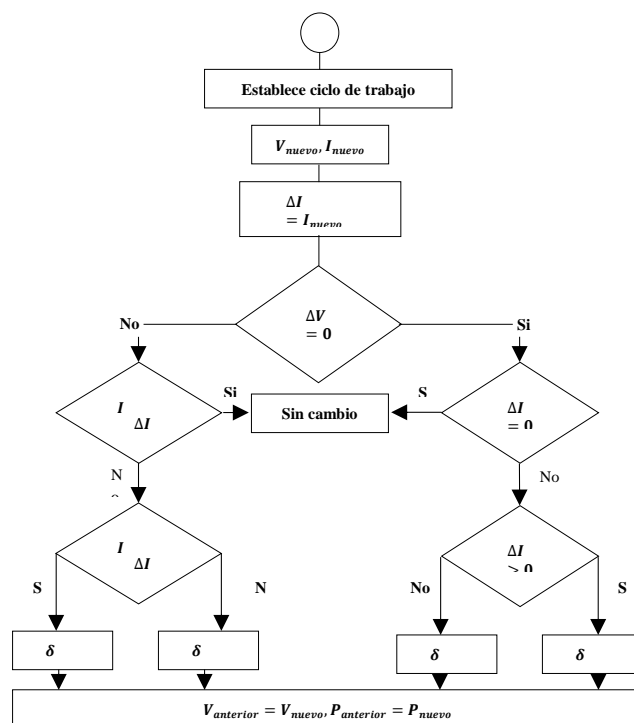


Figura 5 Algoritmo de conducta incremental para MPPT
Fuente: Elaboración Propia

Los algoritmos MPPT se caracterizan por obtener el máximo punto de operación, una rápida velocidad de seguimiento, no oscilar alrededor del máximo punto de potencia y su fácil implementación, esto con el objetivo de incrementar la eficiencia del sistema.

El algoritmo de conducta incremental (IC por sus siglas en inglés Incremental Conductance) es uno de los algoritmos convencionales, que busca el máximo punto de potencia a través de la derivada de la potencia con respecto del voltaje, en donde el resultado es 0.

De acuerdo a la figura 5 el máximo punto de potencia puede ser alcanzado comparando la relación entre el voltaje y la corriente de la conducta instantánea contra su derivada o conducta incremental. Si se encuentra que la derivada es nula entonces el ciclo de trabajo se encuentra en el máximo punto de potencia.

Por otra parte, si es mayor a cero se encuentra a la derecha del MPP y si es menor a cero a la izquierda del MPP.

C. Diseño del microinversor

El diseño de microinversor propuesto es del tipo pseudo vínculo de corriente continua y está basado en (Kasa, Iida, & Chen, 2005), debido al bajo número de elementos que se involucran. El diseño propuesto agrega un arreglo de capacitores multicapa en paralelo a la entrada tal como se muestra en la figura 6.

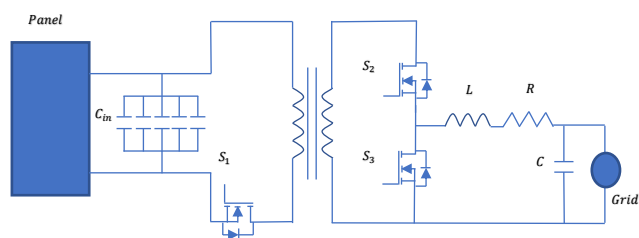


Figura 6 Diseño de microinversor propuesta
Fuente: *Elaboración Propia*

Como se mencionó anteriormente la diferencia primordial del diseño propuesto de pseudo vínculo de corriente continua está formado por un arreglo de capacitores en paralelo de tipo MLCC, con el objetivo de reducir el costo e incrementar el tiempo de vida del microinversor.

Debido a la limitación en los valores de capacitancia del MLCC los cuales van desde el orden de los pF hasta los $100 \mu F$ de forma comercial se propone un arreglo en paralelo para obtener una capacitancia del orden de los $1000 \mu F$ en el pseudo vínculo mostrado en la figura 6.

La etapa de conversión de corriente continua está basada en un convertidor del tipo flyback, el cual tiene una configuración similar a la del convertidor elevador-reductor.

El convertidor flyback cuenta con un aislamiento galvánico que acopla dos bobinas con valores de 300 mH. Las terminales del panel son conectadas al primario y a un interruptor de tipo transistor de efecto de campo metal-óxido o MOSFET (por sus siglas en inglés Metal-oxide-semiconductor field-effect transistor).

El interruptor es modulado por ancho de pulso en donde el ciclo de trabajo es definido por el algoritmo de MPPT. Para la transformación de la energía de corriente continua se utiliza un inversor de medio puente, el cual está integrado por dos MOSFET y es conmutado por la técnica de modulación senoidal de ancho de pulso.

Por lo que el diseño del inversor de medio puente considera los siguientes parámetros una frecuencia deseada de 60 Hz, una frecuencia de conmutación de 10 KHz, un filtro de segundo orden pasa bajas con $R = 1 \Omega$, $L = 300 \text{ mH}$ y $C = 50 \mu F$.

Resultados

El modelo matemático del panel fue diseñado en Matlab Simulink y la topología del inversor en Matlab Simscape. Los parámetros definidos para la simulación se muestran en la tabla 3

Parámetro	Valor
Tipo de simulación	Discreta
Tiempo de muestreo	1e-6
Solucionador	Ode 15s(Stiff/NDF)

Tabla 3 Parámetros de simulación

Fuente: *Elaboración Propia*

Para la simulación de las condiciones del medio ambiente, es decir la irradiación y la temperatura se consideró el perfil mostrado en el gráfico 2.

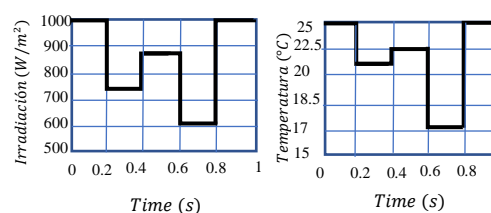


Gráfico 2 Perfil de irradiación y temperatura

Fuente: *Elaboración Propia*

La conmutación del interruptor S_1 está definida como $20 \mu s$. La conmutación de S_2 y S_3 está definida en $100 \mu s$.

La salida del inversor de medio puente basada en la modulación senoidal de ancho de pulso se muestra en el gráfico 3. Como se puede ver en el gráfico 3, con el diseño propuesto se obtuvieron la salida en voltaje y corriente del microinversor es a 60Hz.

El diseño propuesto es de bajo costo ya que la tecnología de capacitores multicapa presenta precios similares o más bajos a la tecnología de capacitores electrolíticos tal como se muestra en la tabla 4. Por último, al no utilizar capacitores electrolíticos los cuales son unas de las principales causas del bajo tiempo de vida de los microinversores, el microinversor propuesto presenta un incremento en el tiempo de vida.

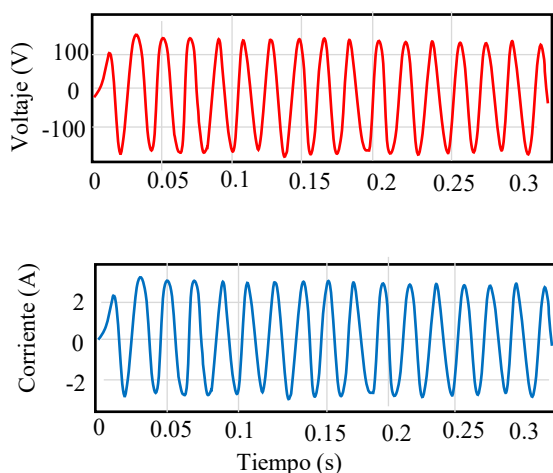


Gráfico 3 Voltaje y corriente de salida del microinversor propuesto

Fuente: *Elaboración Propia*

Tipo de capacitor	Modelo y Marca	Costo	Capacidad
Capacitor de película	B32524R0107K000 (EPCOS-TYDK)	\$13.25 USD	100uF-63V
Electrolítico	661EKY500D101M HB5D (UNITED CHEMI-CON)	\$0.702 USD	100uF-50V
Capacitor cerámico multicapa	ST205C107MAL10 (AVX)	\$55.47 USD	100uF-50V
Capacitor cerámico multicapa	CL31A106MBHNN NE (Samsung)	\$0.30 USD	10μF-50V

Tabla 4 Costos de capacitores

Fuente: *Elaboración Propia*

Trabajo futuro

El aprovechamiento de la energía solar mediante esquemas de conexión basados en microinversores es muy prometedora, debido principalmente a sus ventajas contra otros esquemas de conexión en sistemas fotovoltaicos. Como trabajo futuro se espera desarrollar nuevas topologías con un menor número de elementos de electrónica de potencia y además diseñar nuevas técnicas de control que permitan minimizar las pérdidas por condiciones ambientales al mismo tiempo que se diseñan a bajas frecuencias de conmutación, ya que el uso de altas frecuencias altas en el control de microinversores pueden ser perjudiciales en el tiempo de vida de los semiconductores.

El diseño de controladores con un menor número de elementos son uno de los principales objetivos en el diseño de microinversores.

Conclusiones

El presente trabajo presenta una nueva topología de microinversor, la cual se simuló y analizó un panel fotovoltaico comercial, un algoritmo de seguimiento de máxima potencia y un microinversor. La nueva topología está basada en un puente de capacitores multicapa en paralelo. Esto con el objetivo de incrementar el tiempo de vida de los microinversores, la cual frecuentemente se ve reducida por el bajo tiempo de vida de los capacitores electrolíticos. Los resultados muestran que se obtienen una salida de la misma calidad utilizando un arreglo de capacitores multicapa que un capacitor electrolítico, así esto a su vez deriva en un incremento en el tiempo de vida de los micro inversores.

Referencias

- Bellia, H., Youcef, R., & Fatima, M. (2014). A detailed modeling of photovoltaic module using MATLAB. *NRIAG Journal of Astronomy and Geophysics*, 3(1), 53–61. <https://doi.org/10.1016/j.nrjag.2014.04.001>
- Çelik, Ö., Teke, A., & Tan, A. (2018). Overview of micro-inverters as a challenging technology in photovoltaic applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 3191–3206. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.10.024>
- Cossoli, Pedro, Firman, Andres, Cáceres, Manuel, & Busso, Arturo. (2016). Micro-inversores: Principales topologías. *Extensionismo, Innovación y Transferencia Tecnológica*, 2, 14–21.
- Eltawil, M. A., & Zhao, Z. (2013). MPPT techniques for photovoltaic applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, 793–813. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.05.022>
- Hasan, R., Mekhilef, S., Seyedmahmoudian, M., & Horan, B. (2017). Grid-connected isolated PV microinverters: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 67, 1065–1080. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.082>
- Karami, N., Moubayed, N., & Outbib, R. (2017). General review and classification of different MPPT Techniques. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.132>

Kasa, N., Iida, T., & Chen, L. (2005). Flyback Inverter Controlled by Sensorless Current MPPT for Photovoltaic Power System. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 52(4), 1145–1152.

<https://doi.org/10.1109/TIE.2005.851602>

Koohi-Kamali, S., Rahim, N. A., Mokhlis, H., & Tyagi, V. V. (2016). Photovoltaic electricity generator dynamic modeling methods for smart grid applications: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, 131–172. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.137>

Lakshmi, M., & Hemamalini, S. (2018). Decoupled control of grid connected photovoltaic system using fractional order controller. *Ain Shams Engineering Journal*, 9(4), 927–937.

<https://doi.org/10.1016/j.asej.2016.06.002>

Lyden, S., & Haque, M. E. (2015). Maximum Power Point Tracking techniques for photovoltaic systems: A comprehensive review and comparative analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 1504–1518. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.172>

Murata Manufacturing Co., Ltd. (n.d.). Technical Report: Evolving Capacitors—Multilayer Ceramic Capacitors Part 2: Technology (part 1 of 2). Retrieved July 11, 2019, from <https://www.murata.com/en-eu/products/emiconfun/capacitor/2014/06/24/en-20140624-p1>

Muttaqi, K. M., Islam, M. R., & Sutanto, D. (2019). Future Power Distribution Grids: Integration of Renewable Energy, Energy Storage, Electric Vehicles, Superconductor, and Magnetic Bus. *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, 29(2), 1–5. <https://doi.org/10.1109/TASC.2019.2895528>

Ozturk, S., & Cadirci, I. (2018). A Generalized and Flexible Control Scheme for Photovoltaic Grid-Tie Microinverters. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 54(1), 505–516. <https://doi.org/10.1109/TIA.2017.2753175>

Petreuş, D., Daraban, S., Ciocan, I., Patarau, T., Morel, C., & Machmoum, M. (2013). Low cost single stage micro-inverter with MPPT for grid connected applications. *Solar Energy*, 92, 241–255.

<https://doi.org/10.1016/j.solener.2013.03.016>

Quinzo Lucas, Luis Fernando. (2019). Proyecto para el diseño de un sistema híbrido eólico-fotovoltaico para el complejo deportivo “Cancha Sho” en la Ciudadela Bellavista de la ciudad de Guayaquil. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil – Ecuador.

Rajesh, R., & Carolin Mabel, M. (2015). A comprehensive review of photovoltaic systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 51, 231–248.

<https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.06.006>

Salazar, W. A. B., & Garzón, F. A. C. (2018). Propuesta de un sistema fotovoltaico para consumo eléctrico en el municipio de Quebradanegra, Cundinamarca. 92.

Sher, H. A., & Addoweesh, K. E. (2012). Micro-inverters—Promising solutions in solar photovoltaics. *Energy for Sustainable Development*, 16(4), 389–400. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2012.10.002>

TDK Corporation. (2019). MLCC (Multilayer Ceramic Chip Capacitor) COG Guide for Resonance Circuit Vol.1. Retrieved July 11, 2019, from <https://product.tdk.com/info/en/products/capacitor/ceramic/mlcc/technote/solution/mlcc04/index.html>

Torres Puentes, C. C. T., & Zamudio Bohórquez, Yennyfer Lizeth. (2017). Análisis de conveniencia para la implementación de la energía solar fotovoltaica en el ITD Juan del Corral en la Ciudad de Bogotá D.C. 98.

Zengin, S., Deveci, F., & Boztepe, M. (2013). Decoupling Capacitor Selection in DCM Flyback PV Microinverters Considering Harmonic Distortion. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 28(2), 816–825. <https://doi.org/10.1109/TPEL.2012.2203150>

Zhang, Y., Xiong, J., Wang, Z., Wang, S., & Kong, L. (2017). Review of power decoupling methods for microinverters without using electrolytic capacitors. *IECON 2017 - 43rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, 1493–1498. <https://doi.org/10.1109/IECON.2017.8216254>

Aplicación de sistemas de refrigeración solar en zonas marginadas, organizaciones de bajos recursos y poblaciones desprotegidas

Solar refrigeration application systems in marginalized zones, low-income organizations and unprotected populations

AMADOR-GARCÍA, José Enrique†, CRUZ-GÓMEZ, Marco Antonio*, JUÁREZ-ZERÓN, Tomás Aáron y MEJÍA-PEREZ José Alfredo

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

ID 1^{er} Autor: AMADOR-GARCÍA, José Enrique / ORC ID: 0000-0002-0011-226X, Researcher ID Thomson: G-2674-2019, CVU CONACYT ID: 972787

ID 1^{er} Coautor: CRUZ-GÓMEZ, Marco Antonio / ORC ID: 0000-0003-1091-8133, Researcher ID Thomson: S-3098-2018, CVU CONACYT ID: 349626

ID 2^{do} Coautor: JUÁREZ-ZERÓN, Tomás Aáron / ORC ID: 0000-0002-9769-0540, Researcher ID Thomson: S-3099-2018, CVU CONACYT ID: 295058

ID 3^{er} Coautor: MEJÍA-PEREZ José Alfredo / ORC ID: 0000-0002-4090-8828, Researcher ID Thomson: G-3354-2019.

DOI: 10.35429/JTD.2019.12.3.16.21

Recibido: 17 de Octubre, 2018; Aceptado 02 de Diciembre, 2018

Resumen

Los sistemas de refrigeración son de gran importancia en la vida diaria del ser humano, debido a que se requiere tener sistemas de conservación del frío para diferentes procesos y preservación de productos perecederos. La generación de energía eléctrica como fuente alternativa, se ha utilizado para sistemas de refrigeración involucrados en programas de desarrollo sustentable. Esta investigación tuvo como objetivo caracterizar un sistema de refrigeración alimentado por paneles solares que pretenden mejorar la calidad de vida. Las máquinas refrigerantes que utilizan fuentes alternativas de energía contribuyen con el desarrollo sustentable, sin embargo, las que no lo utilizan presentan mayor impacto ambiental. El prototipo del refrigerador solar tiene un enfoque cuantitativo-cualitativo en procesos deductivos basados en la interpretación y recolección de datos. Este fue llevado a cabo usando materiales propios para la construcción de refrigeradores que permiten obtener una configuración compacta, presentando curvas de operación presión-volumen y autonomía del sistema con mantenimientos semejantes a los sistemas de refrigeración convencionales. El sistema de refrigeración se pretende utilizar en zonas marginadas, organizaciones de bajos recursos y en apoyo a poblaciones desprotegidas.

Refrigeración solar, Desarrollo sustentable, Sistemas de refrigeración

Abstract

The refrigeration systems are of great importance in the daily life of the human being, due to the fact that it is necessary to have cold storage systems for different processes and perishable products preservation. The generated electric power as an alternative source has been used for refrigeration systems involved in sustainable development programs. The aims of this research were to characterize a cooling system powered by solar panels and that pretend to improve the quality of life. Refrigerating machines that use alternative sources of energy contribute to sustainable development, however, those that do not use it have a greater environmental impact. The solar refrigerator prototype has a quantitative-qualitative approach in deductive processes based on interpretation and data collection. This was carried out using own materials for the refrigerators construction that allow obtaining a compact configuration, presenting, pressure-volume operation curves and autonomy of the system with maintenance similar to conventional refrigeration systems. The refrigeration system is intended to be used in marginalized areas, low-income organizations and in support unprotected populations.

Solar refrigeration, Sustainable development, Refrigeration system

Citación: AMADOR-GARCÍA, José Enrique, CRUZ-GÓMEZ, Marco Antonio, JUÁREZ-ZERÓN, Tomás Aáron y MEJÍA-PEREZ José Alfredo. Aplicación de sistemas de refrigeración solar en zonas marginadas, organizaciones de bajos recursos y poblaciones desprotegidas. Revista del Desarrollo Tecnológico. 2019 3-12: 16-21

* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: josen_inm@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Energía renovable

El término energía renovable se refiere a la energía producida a partir de fuentes naturales, teniendo como característica principal su inagotabilidad. Las fuentes de energías renovables incluyen viento, solar, geotérmica y las hidroenergías, entre otras.

Las energías renovables presentan una alta eficiencia potencial, incluyendo estímulos económicos y la reducción de contaminantes. *Sarbu, I., & Sebarchievici, C. (2013).*

Energía solar

La energía solar se ha vuelto uno de los sistemas de energía más usados en varios países del mundo, siendo limpia y renovable como se muestra en la gráfica 1. Los científicos han puesto mayor atención a este tipo de fuente de energía, para las cuales tenemos varios tipos de aplicaciones como calentadores de líquidos, aire para confort de edificios, hogares y refrigeración para conservación de alimentos. *Chen, Q., Du, S., Yuan, Z., Sun, T., & Li, Y. (2018).*

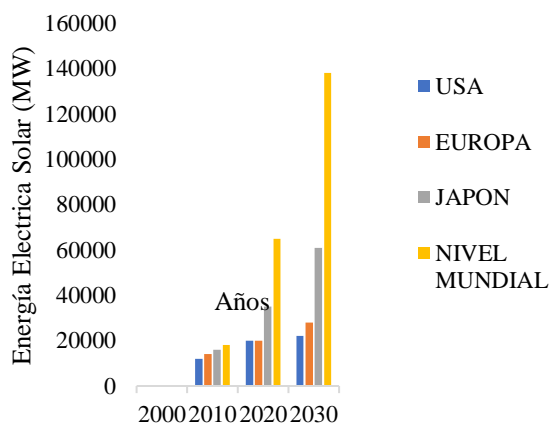


Gráfico 1 Proyección de países líderes en producción de energía solar. *Sarbu, I., & Sebarchievici, C. (2013)*

Tecnología de refrigeración solar

Esta ofrece varios métodos de enfriamiento para la conservación de alimentos y enfriamiento de aire confort.

Este consta de un colector solar y sus correspondientes ciclos fotovoltaicos basados en sistemas de enfriamiento tradicionales. Los colectores solares transforman la radiación solar en calor, este es transportado al fluido del colector.

El fluido es guardado en un tanque térmico, para subsecuentemente usarse en varias aplicaciones. *Arias, E., Castro, E., & Sevilla, J. (1981).*

Marco Teórico

Objetivo general

Caracterizar un sistema de refrigeración alimentado por paneles solares que pretenden mejorar la calidad de vida.

Objetivo particular

Diseñar un sistema de refrigeración solar accesible a la gente de bajos recursos, capaz de mantener alimentos y bebidas a una temperatura con el cual no se vuelvan perecederos a corto plazo.

Refrigeración por evaporación

Este es el más antiguo de los sistemas de refrigeración. Consiste en un recipiente en el cual los alimentos y bebidas son colocados en el recipiente, el cual está rodeado por una tela, ambos cuerpos se encuentran sumergidos en agua (H₂O), ésta es absorbida por el tejido, después, el agua se evapora y la temperatura del recipiente disminuye a una menor a la del medio ambiente. Los requerimientos para este tipo de refrigeración son ambientes con aire seco, se debe instalar en áreas sombreadas y con corrientes de aire constantes. *Kim, D., & Infante Ferreira, C. (2008).*

Refrigeración por absorción

Consiste en un condensador, la válvula de expansión, el absorbedor capaz de comprimir el refrigerante evaporado. El ciclo de refrigeración se lleva a cabo a través de diferentes procesos, en el primero, el evaporador extrae el refrigerante en estado gaseoso por el absorbedor, seguido de la separación de vapores por la liberación de energía térmica de la solución refrigerante, y por último, el condensador extrae el calor del refrigerante para ser expandido por el evaporador. Este tipo de refrigeración utiliza energía solar como fuente calorífica y refrigerante de NH₃/H₂O y H₂O/LiBr. El coeficiente de operación (COP) es de 0.7, 1.2 y 1.7. *Fernandes, M., Brites, G., Costa, J., Gaspar, A., & Costa, V. (2014b).*

Refrigeración por adsorción

Está compuesto por dos cámaras de sorción, un evaporador y el condensador. El agua es evaporada a baja presión y a baja temperatura en el evaporador, el vapor de agua entra a la cámara de adsorción donde se encuentra el fluido de trabajo, suele ser gel de sílica, agua, zeolita o carbón activado, en la otra cámara, el vapor de agua es liberado por el calor aplicado al fluido de trabajo a la sustancia de trabajo, ver tabla 1. El vapor de agua es condensado por la transferencia de calor de agua fría desde la torre de refrigeración. El COP en este tipo de refrigeración se encuentra en el rango de (0.3, 0.7), y temperaturas de (60, 90) °C. *kim, d., & infante Ferreira, C. (2008).*

Fluido en función	Tg (°C)	Tc (°C)	Pg (KPa)	Pe (KPa)	COP	η_{el}	COP _r	QSC(W)	AS C (m ²)
H ₂ O	85	37	392.2	0.88	0.913	0.18	0.168	69,130	173
		130	30	392.2	0.88	1.471	4	0.319	36,396
	30	37	475.5	0.88	2.076	0.21	0.469	24,717	62
		30	475.5	0.88	2.887	7	0.645	17,175	45
		37				0.22			
		37				0.22			
NH ₃	85	37	2157	520	sin solución posible	-	-	-	-
	130	37	2157	520	0.348	0.016	0.005	2,130,150	5338

Tabla 1 Rendimiento de los refrigerantes
Fuente: Sarbu, I., & Sebarchievici, C. (2013).

La realización del refrigerador solar está basado en el método de refrigeración por absorción. El prototipo consiste en una celda solar conectada a un refrigerador para fines acordes a nuestro objetivo general alimentado por corriente alterna (CA), con un compresor de 115VCA , 60Hz, ver figura 1, y por un panel solar de 15.99 VCC(corriente continua) y 150watts (W), según datos obtenidos con un multímetro modelo 28A824 .

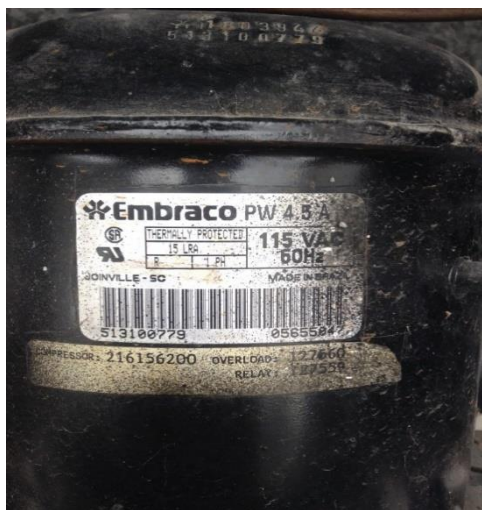


Figura 1 Condensador



Figura 2 Panel solar

El compresor trabaja según sus características de operación a una temperatura ambiente con rango de 20 a 30 °C para el estado de Puebla.

Metodología

El panel solar fue conectado a una batería de 12V como fuente de almacenamiento para poder alimentar el sistema de refrigeración, cuando la potencia generada por el panel ha disminuido considerablemente por las condiciones de operación, la batería empieza a alimentar el sistema, hasta que el panel vuelva a operar con normalidad, posteriormente, es conectado al inversor de corriente (12VCC-120VCA), representado en la figura 3, el cual está unido al regulador que además de dar una tensión continua, evita la descarga de la batería, para así poder conectar al refrigerador y permitir su funcionamiento, representado en la figura 4.

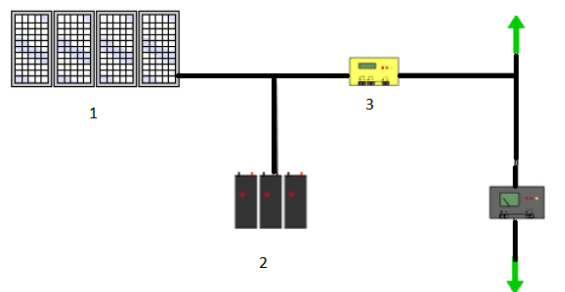


Figura 3 Diagrama eléctrico del sistema de refrigeración 1) Panel solar, 2) Batería, 3) Regulador fotovoltaico, 4) Inversor de corriente CC/CA



Figura 4 Refrigerador y panel solar conectados

El panel solar fue instalado en un poste metálico, como se aprecia en la figura 5 expuesto directamente a la luz solar, posicionada en 32° respecto a la latitud del estado de Puebla para aumentar su eficiencia. *Neville, R. (1977).*

Se usó refrigerante de amoníaco-agua (NH₃-H₂O), con una eficiencia promedia de 0.1, véase tabla 1, el refrigerador fue puesto en funcionamiento logrando disminuir la temperatura hasta 12°C.

En la cavidad de enfriamiento del refrigerador se busca disminuir la temperatura a 4°C para una conservación de los alimentos a largo plazo.

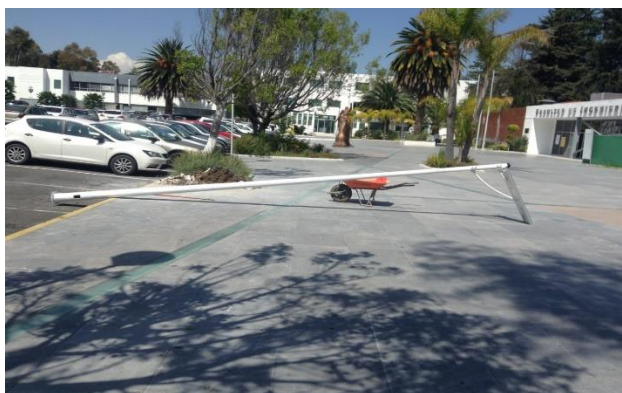


Figura 5 Panel solar ensamblado al poste con su respectiva inclinación

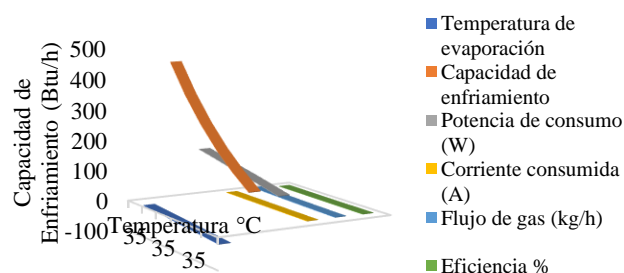
Para las pruebas, el panel fue instalado en una base fabricada según las medidas exteriores de la celda solar, una vez puesto en funcionamiento, la temperatura disminuyó hasta los 12 °C, dato obtenido con un termómetro bimetálico modelo 6065n, en un ambiente de 24°C en exterior, se basó el trabajo del compresor buscando simular sus características de trabajo de 33°C, como se muestra en la gráfica 2 y gráfica 3, sin embargo no se pudieron igualar por la temperatura ambiental.



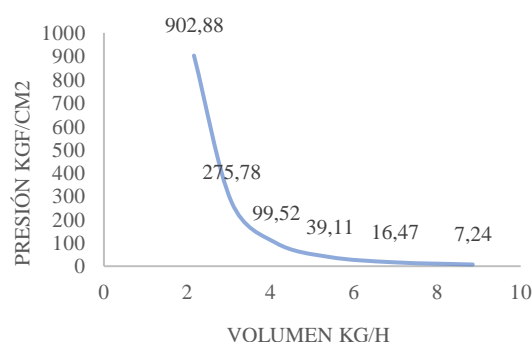
Figura 6 Interior del refrigerador utilizado

El objetivo es disminuir la temperatura hasta los 4°C, es bien sabido que a esa temperatura los alimentos son más duraderos ya que el crecimiento de bacterias que causan su descomposición es reducido, permitiendo una conservación a largo plazo, se buscaron desperfectos en el laminado interior, véase figura 6, para corregirse y mejorar el enfriamiento interno del refrigerador, una vez corregidas las fallas en los laminados, la temperatura disminuyó, alcanzando los 9°C sin variar las condiciones ambientales, tras un periodo de funcionamiento constante, se cubrió el panel solar provocando una disminución en su potencia para así iniciar la alimentación por la batería, después de un corto periodo de tiempo, las baterías comenzaron a suministrar voltaje al refrigerador, el cual continuó trabajando por 40 minutos hasta descargarse la batería.

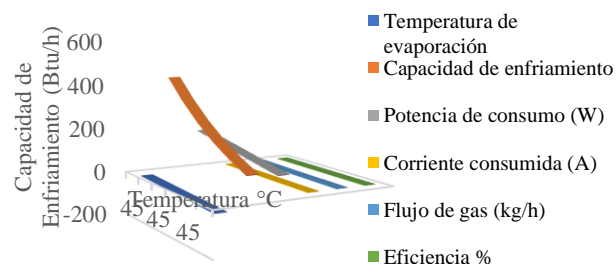
El refrigerador mantuvo la temperatura de 10°C durante 3 horas sin descubrir el interior del refrigerador.



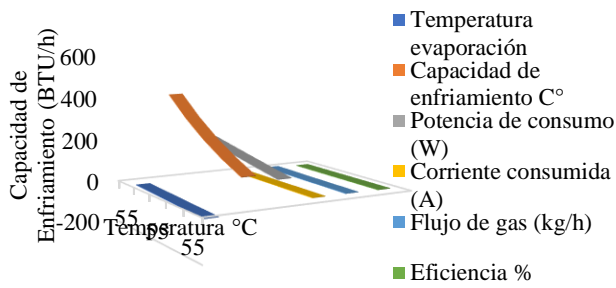
Gráfica 2 Gráfica de Operación del Compresor a 35°C



Gráfica 3 Gráfica Presión-Volumen



Gráfica 4 Gráfica de Operación del Compresor a 45°C



Gráfica 5 Gráfica de Operación del Compresor a 55°C

Aplicación en Zonas Marginadas y Poblaciones Desprotegidas

La marginación y pobreza es un fenómeno social provocado por los modelos económicos, la cual afecta directamente a diversos grupos sociales en su desarrollo económico y poblacional, provocando carencia de oportunidades y desarrollo económico. *CONAPO (2019)*

Para la selección de las áreas marginadas en las que este sistema de refrigeración puede ser aplicado y demostrar su eficiencia, se deben revisar las comunidades que muestren:

- Grado de marginación
- Condiciones ambientales favorables
- Nivel de carencia de satisfactores básicos
- Accesibilidad
- Disponibilidad de información sobre recursos del sitio
- Actividades productivas y potencial de desarrollo
- Apoyo de las autoridades estatales, municipales y locales

Mena Brito, C., Boelsterly, X., Jimenez, T., Tzec, I., Aranda, A., & Pérez, M. (2013).

Las zonas marginadas con mayor relevancia, son las que están en la ruta de los migrantes centroamericanos y mexicanos que se dirigen a Estados Unidos de América, siendo las rutas del Pacífico y de Altar. Ambas tienen en común el Estado de Chiapas como entrada a la República Mexicana, centro de México donde se encuentra Puebla, CDMX, Tlaxcala y Estado de México y para salir del país, el estado de Baja California. *Nájar, A. (2015).*

Para aumentar la eficiencia del panel solar, se deberá implementar en una zona en la cual la temperatura sea considerablemente alta desde las primeras horas hasta las últimas horas del día (Figura 7, figura 8).

Debe ser en una zona donde sea aprovechado su uso, y cumpliendo el propósito de ser utilizado en zonas marginadas, organizaciones de bajos recursos y en apoyo a poblaciones desprotegidas.

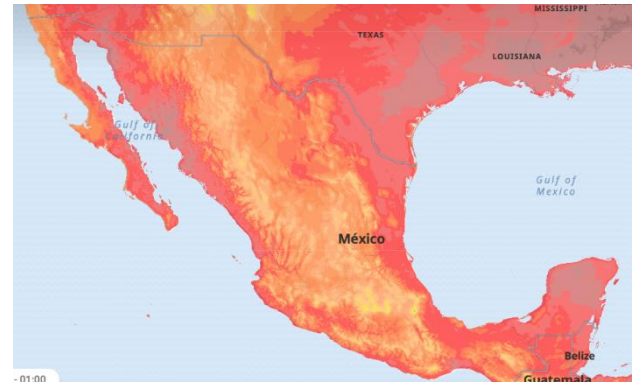


Figura 7 Temperatura 7:00 hrs México. Verde: 10°C, Amarillo: 15°C, Naranja: 24°C, Rojo: 30°C, Marrón: 38°C.

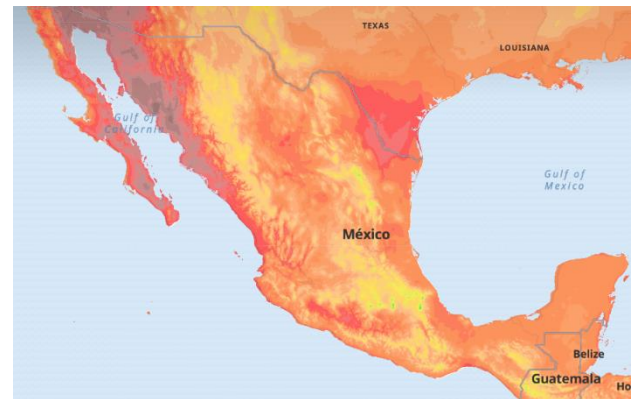


Figura 8 Temperatura 16:00hrs México. Mapa de temperatura del Oeste de México. (Julio 7, 2019)

Conclusiones

La refrigeración de alimentos y productos perecederos ha cobrado una gran importancia en la vida diaria de las personas, esto originó la necesidad de tener un sistema de refrigeración, sin embargo, diversos grupos sociales de bajos recursos no tienen acceso debido a sus elevados costos. Por ello, se desarrolló la hipótesis de máquinas refrigerantes que utilizan fuentes alternativas de energía para contribuir al desarrollo sustentable y disminuir el impacto ambiental.

La Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) desarrolló un prototipo de refrigeración solar en el Departamento de Investigación en Zeolitas, capaz de trabajar 24 horas y alcanzar una temperatura mínima de 9°C con un ciclo termodinámico de adsorción.

El prototipo realizado en la Facultad de Ingeniería BUAP campus CU, logró alcanzar una temperatura mínima de 9°C usando ciclo termodinámico por absorción y refrigerante NH₃-H₂O, capaz de trabajar sin interrupciones mientras el panel solar esté en funcionamiento y aproximadamente 1 hora suministrado por la batería.

El prototipo de refrigerador fue llevado a cabo con materiales convencionales y propone una alimentación a través de energías alternativas para alcanzar un funcionamiento óptimo que permita mantener alimentos perecederos para el consumo humano en zonas marginadas con bajos costos de adquisición y de operación, logrando los objetivos planteados en esta investigación.

Objetivos futuros

Se tiene como objetivo disminuir la temperatura hasta los 4°C, por ello, es necesario mejorar el ciclo de refrigeración, el uso de un refrigerante de menor impacto ambiental, el método de energización cuando el panel está fuera de servicio y la mejora o en su defecto el reemplazo de componentes. Se deben hacer pruebas de campo en lugares que demuestren la eficiencia y funcionamiento del prototipo, para finalmente ser utilizados en zonas de marginación y cumplir el propósito de mejorar la calidad de vida de las personas.

Referencias

- D) Sarbu, I., & Sebarchievici, C. (2013). Review of solar refrigeration and cooling systems. *Energy and Buildings*, 67, 286–297. doi: 10.1016/j.enbuild.2013.08.022
- II) Chen, Q., Du, S., Yuan, Z., Sun, T., & Li, Y. (2018). Experimental study on performance change with time of solar adsorption refrigeration system. *Applied Thermal Engineering*, 138, 386–393. doi: 10.1016/j.applthermaleng.2018.04.061
- III) Arias, E., Castro, E., & Sevilla, J. (1981). Perspectivas De Las Aplicaciones De La Energia Solar En La Industria De Los Alimentos. *Solar Cooling and Dehumidifying*, 239–246. doi: 10.1016/b978-0-08-027571-0.50041-0
- IV) Kim, D., & Ferreira, C. I. (2008). Solar refrigeration options – a state-of-the-art review. *International Journal of Refrigeration*, 31(1), 3–15. doi: 10.1016/j.ijrefrig.2007.07.011
- V) Fernandes, M., Brites, G., Costa, J., Gaspar, A., & Costa, V. (2014). Review and future trends of solar adsorption refrigeration systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39, 102–123. doi: 10.1016/j.rser.2014.07.081
- VI) Mena Brito, C., Boelsterly, X., Jimenez, T., Tzec, I., Aranda, A., & Pérez, M. (2019). Comunidades Marginadas -2013 | Centro Mario Molina. Retrieved from <http://centromariomolina.org/energia/comunidades-marginadas/>
- VII) Nájjar, A. (2015). México: las rutas de los migrantes que no pueden viajar en La Bestia - BBC News Mundo. Retrieved from https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/01/150116_migracion_mexico_centroamerica_nuevas_rutas_an.
- VIII) Mapa de temperatura del Oeste de México. (2019). Retrieved July 7, 2019, from <https://www.meteored.mx/mapas-meteorologicos/temp2m-mexw.html>
- IX) CONEPA. Capítulo 1. Concepto y dimensiones de la marginación. (2019). <http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Resource/1755/1/images/01Capitulo.pdf>

Evaluación técnica para un sistema de calentamiento de agua a través de tubos evacuados en la producción de sal de grano en el Municipio de Petatlán, Gro.

Technical evaluation for a water heating system through evacuated tubes in the production of grain salt in the Municipality of Petatlán, Gro

SOLORIO-QUINTANA, Carlos^{†*}, APARICIO-JAIMES, Gabriel

Universidad Tecnológica de la Costa Grande de Guerrero, Cuerpo Académico de Energías Renovables y Ahorro de energía

ID 1^{er} Autor: *Carlos, Solorio-Quintana* / ORC ID: 0000-0002-5036-9186, Researcher ID Thomson: G-2794-2019, CVU CONACYT ID: 263672

ID 1^{er} Coautor: *Gabriel, Aparicio-Jaimes* / ORC ID: 0000-0003-4129-1556, Researcher ID Thomson: G-2829-2019, CVU CONACYT ID: 594300

DOI: 10.35429/JTD.2019.12.3.22.28

Recibido: 18 de Octubre, 2018; Aceptado 05 de Diciembre, 2018

Resumen

El presente trabajo se enfoca en la evaluación técnica de un sistema de calentamiento de agua para la producción de grano de sal en la región costera del municipio de Petatlán, Guerrero, con la finalidad de incrementar la eficiencia en el proceso de producción de dicho producto mismo que se obtiene por evaporación del agua, aprovechando el abundante recurso solar disponible. Para lo cual se diseña un sistema de captación solar que a través de tubos de vidrio al vacío se hace circular el fluido a una velocidad baja logrando incrementar su temperatura y acelerar el proceso de producción. El sistema se construye empleando materiales de bajo costo y con criterios sostenibles el cual se usa en la investigación exploratoria y de campo donde se han recopilado datos estadísticos de radiación solar, flujo volumétrico del agua salada disponible, temperatura del ambiente, entre otros para posteriormente estos ser analizados y en conjunto determinar la eficiencia del proceso de producción de sal de grano que beneficiará al sector productivo de la Costa Grande de Guerrero.

Energía solar, evaluación, Sal de grano

Abstract

The present work focuses on the technical evaluation of a water heating system for the production of salt grain in the coastal region of the municipality of Petatlán, Guerrero, with the purpose of increasing efficiency in the production process of said same product that is obtained by evaporating the water, taking advantage of the abundant available solar resource. For which a solar collector system is designed that through vacuum glass tubes the fluid is circulated at a low speed, increasing its temperature and accelerating the production process. The system is built using low cost materials and with sustainable criteria which is used in exploratory and field research where statistical data on solar radiation, volumetric flow of available salt water, temperature of the environment, among others have been compiled for later be analyzed and together determine the efficiency of the grain salt production process that will benefit the productive sector of the Costa Grande de Guerrero.

Solar energy, evaluation, grain salt

Citación: SOLORIO-QUINTANA, Carlos, APARICIO-JAIMES, Gabriel. Evaluación técnica para un sistema de calentamiento de agua a través de tubos evacuados en la producción de sal de grano en el Municipio de Petatlán, Gro. Revista del Desarrollo Tecnológico. 2019 3-12: 22-28

[†] Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La producción de sal a pequeña escala en la región costera del Municipio de Petatlán, se realiza en un proceso artesanal, lo cual limita su capacidad productora debido a un proceso sustentado por la radiación solar del lugar y la concentración de sal en el agua que proviene del mar y que por acción del sol eleva su salinidad, debido a esto puede variar la producción de una temporada a otra, a este tipo de sal se le llama sal marina por provenir del agua de mar. (Asociación Mexicana de la Industria Salinera A.C., 2019).

Al ser un proceso de evaporación, los factores naturales como la radiación del sol, la humedad del ambiente y la concentración de sal en la salmuera, ofrecen un marcado efecto en la producción de sal. (LENNTECH, 2019).

El proceso de producción de sal consiste en tomar el agua salada de la laguna o salmuera y llevarla a una estanque llamado charca, que puede variar en sus dimensiones pero que tiene una profundidad en un rango de 30 a 40 cm, aquí el agua se expone a la radiación solar durante aproximadamente 8 días, concentrando el contenido de sal por evaporación hasta niveles de 18 a 25 %, posteriormente se utiliza esta agua para llenar cuadros de un área alrededor de 4 m², cuya profundidad puede variar entre 8 y 10 cm, aquí el agua completa su evaporación hasta llegar al punto de saturación e iniciar la cristalización en periodos que están en función de la profundidad del cuadro, del contenido de agua y que puede variar en un rango de 4 a 8 días.

La sal producida tiene un mercado regional principalmente para consumo humano, otros usos son como alimento de ganado y en la industria del hielo, con un precio de venta que oscila entre 1 y 1.5 \$/kg, y los costos de producción según datos de la Sociedad Cooperativa de productores de sal (Luviano, 2019), están por el orden 1 \$/kg en función del contenido de sal en el agua de la laguna y del inicio de la temporada de lluvias, ya que la producción se realiza solamente durante el periodo seco de febrero a mayo de cada año, si las condiciones meteorológicas lo permiten, la temporada se alarga generando así la oportunidad de obtener mayor producción de sal y por consecuente incrementa su ganancia, con la inversión inicial realizada al instalarse.

Ya que a la apertura de la temporada preparan su sistema de producción colocando plástico negro en las charcas y en los cristalizadores o eras.

Una estrategia para poder competir en la comercialización de la sal, es acelerar el proceso de producción y en menor tiempo obtener la misma o mayor cantidad de sal. Para lograr lo anterior una alternativa de solución es la utilización de sistemas de calentamiento solar pasivo ya que no requieren de sistemas mecánicos para mover los fluidos (Walker, 2013) ya que estos permiten transformar la energía del sol en energía térmica aprovechando las propiedades de los materiales tal como las superficies cubiertas de negro (García Valladares & Pilatoswky Figueroa, 2017).

Los colectores de tubos evacuados están contruidos por una serie de tubos de vidrio montados en fila y conectados a un depósito, estos dispositivos capturan la energía solar en forma de calor, esencialmente en superficies receptivas a la luz del sol, ya sea de forma directa o difusa. (Agency, 2011). Para lograr una mejor eficiencia en cuando a la aplicación de los sistemas colectores al momento de instalarse, deben tomar muy en cuenta los factores externos como internos, es decir en primer lugar la radiación solar, latitud local, época del año, trayectoria relativa del sol, régimen de vientos, lluvias, contaminación ambiental, sombras específicas del lugar (montañas, arboles, edificios, etc.) y humedad. (Luis Bérriez Pérez, 2008). Al igual en la selección se tiene que analizar el tipo de colector y material con el cual está hecho, ya que para lograr una eficiencia óptima influye que cuente con alta resistencia a la corrosión que trae la brisa del mar y sol. (Molero, 2011).

Así, el planteamiento del presente trabajo, se realiza tomando en cuenta que el sistema de producción de sal, basa su principio en la evaporación por calentamiento del agua debido a la radiación del sol, se propone acelerar este proceso con dispositivos más eficientes en la absorción de la radiación como son los dispositivos de calentamiento solar, específicamente los tubos evacuados (Duffie & Beckman, Reedicion 2013), esperando con esto, una mayor concentración de sal en la salmuera en el menor tiempo posible, que para los productores esto se traduce como un incremento en la producción durante la temporada.

El objetivo del presente estudio, es realizar la evaluación de un sistema de calentamiento solar de tubos evacuados de manera comparativa, para determinar la viabilidad de su aplicación con el fin de acelerar la producción de los productores de sal del Municipio de Petatlán. Para lo cual, se plantea la construcción de un sistema experimental que permita mediante mediciones evaluar la evolución que tiene la concentración de sal en el agua en función del tiempo, una reducción del tiempo permitirá mayor producción de sal durante la temporada para los productores.

Descripción del sistema de prueba

El sistema solar pasivo consiste de dos estanques cuadrados de 4 metros por lado y 18 cm de profundidad, utilizando una película impermeable plástica negra que se coloque al fondo del estanque, que al mismo tiempo sirve absorber la radiación solar y contener el agua salada. (Graff, 2012) Se definirá el estanque A como el estanque de prueba y el B como el estanque de referencia.

Al estanque A que llamaremos estanque de prueba, se le colocan cinco tubos evacuados ubicados y con orientación al lado sur, comunicados a través de tubería de PVC para una entrada y una salida al estanque, los tubos evacuados están en un arreglo simulando un colector solar con una área equivalente de 0.55 m², para lograr el máximo aprovechamiento de la radiación del sol, esto con la finalidad de proveer mayor calentamiento al agua depositada en el estanque, la figura (1) muestra el arreglo del sistema.

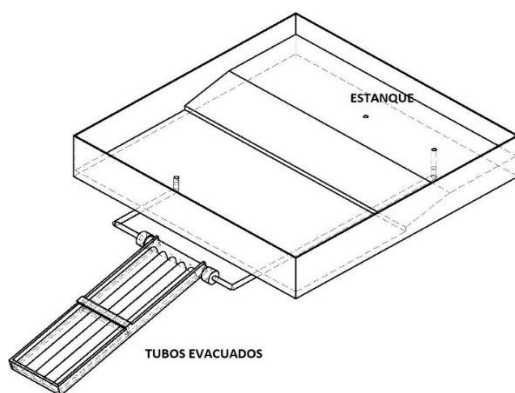


Figura 1 Estanque de pruebas con los tubos evacuados

El estanque B no tiene el sistema de calentamiento con tubos evacuados, representa las condiciones que actualmente se utilizan en la producción de sal.

Los estanques se construyen de forma similar y con los materiales utilizados por los productores, con la finalidad de representar las condiciones reales de la producción de sal.

Los tubos evacuados están acoplados a un tubo de PVC de 4 pulgadas de diámetro que conecta al estanque por medio de tubos de PVC de 1 pulgada de diámetro, soportados por una estructura de madera. La función de este arreglo, es la de un calentador solar de tubos evacuados para incrementar la temperatura del agua del estanque, aprovechando eficientemente la radiación del sol, ya que los tubos evacuados presentan altas eficiencias de calentamiento al combinar una superficie selectiva con la supresión de pérdidas por convección (Kalogirou, 2009). El principio de funcionamiento está basado en la convección natural de un fluido, también llamado efecto termosifón, donde el fluido caliente sube y su espacio lo ocupa el fluido frío. El calentamiento provoca la evaporación del agua y como consecuencia la concentración del contenido de sal acercándolo al punto de saturación de 36% (WIKIPEDIA, 2019).

Los tubos evacuados están colocados al sur y con un ángulo de inclinación de 17° (Carta González, Calero Perez, Colmenar Santos, Castro Gil, & Collado Fernandez, 2013), para lograr la máxima eficiencia de absorción de la radiación del sol, los tubos que conectan el estanque con los tubos evacuados están colocados uno al fondo del estanque y el otro en la parte media de este, para facilitar la convección de la salmuera y que tengan la función de entrada y salida al sistema de tubos evacuados, esperando niveles de temperatura en el interior de los tubos de alrededor de 70°C (Lemus-Hernandez, Monter-Arreguin, & Castañeda-Olivares, 2016) y con esto lograr un incremento considerable de la temperatura en la salmuera del estanque, ya que este tipo de tecnología tiene un rango de operación entre 60 y 120°C (1st Sunflower Renewable Energy, 2019).

Metodología

La función del estanque es evaporar agua y elevar la concentración de sal en la salmuera, para que esta pueda cristalizar en menor tiempo en los cristalizadores por acción de la energía solar, de acuerdo al proceso de producción utilizado por los productores y que se representa en la figura (2).

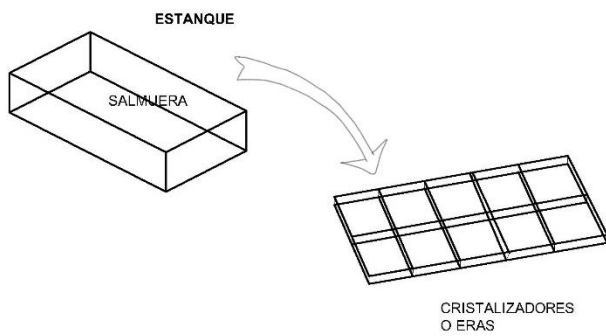


Figura 2 Representación del sistema de producción de sal compuesto por el estanque y los cristalizadores

Fuente: *Elaboración Propia*

Para realizar la evaluación del sistema propuesto, se realizan mediciones comparativas entre un sistema A, que tiene acoplado el arreglo de tubos evacuados como se muestra en la figura (3) y el sistema B sin los tubos evacuados siendo este el que se toma como referencia de comparación.

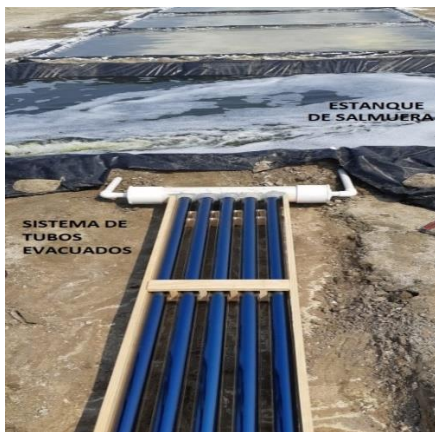


Figura 3 Sistema A, arreglo de sistema de tubos evacuados

Las mediciones de las variables de temperatura de la salmuera en ambos sistemas y la salida del colector en el sistema de prueba, se realizaron en intervalos de una hora durante el día con termómetros de mercurios colocados en los puntos de medición, al igual se midió la radiación solar con un sensor Davis Instrument y se tomaron muestras de salmuera al finalizar cada día de prueba en ambos sistemas, con la finalidad de determinar la densidad y el contenido de sal de las mismas, por medio de procedimientos de análisis químicos basados en la NOM-040-SSA1-1993, ya que dichos parámetros están muy relacionados con los cambios en el contenido de sal de la salmuera y con los cuales podemos determinar la evaporación lograda por efecto del calentamiento del agua, la cantidad evaporada se determina por medio de un balance de materia en los estanques.

Considerando que m_0 es la cantidad de salmuera inicial, m la cantidad de salmuera en cualquier momento de la prueba y la cantidad evaporada está indicada por m_v , el balance de materia global en régimen estacionario será:

$$m_0 - m = m_v \quad (1)$$

Definiendo a x como la concentración de sal en la salmuera, el balance de soluto estará dado por:

$$x_0 m_0 - x m = 0 \quad (2)$$

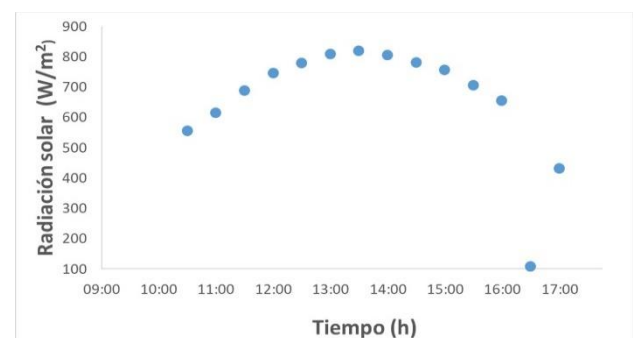
Otro parámetro usado en los cálculos es la densidad

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (3)$$

Resolviendo estas ecuaciones se puede obtener el contenido de agua evaporada en cada día de prueba en ambos sistemas.

Resultados

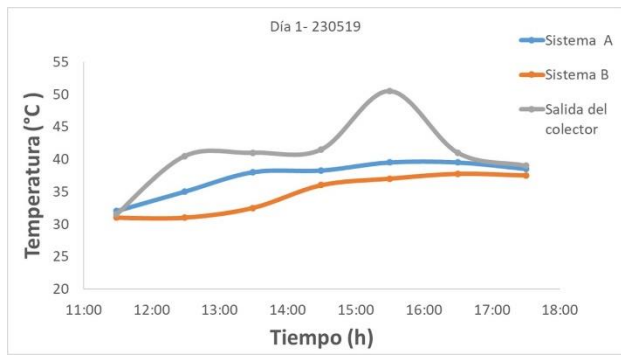
Los resultados que se presentan corresponden a tres días de pruebas, durante los cuales se tuvo radiación solar variable con ligera nubosidad, en la gráfica (1) se muestran los niveles obtenidos en el primer día de pruebas, donde se aprecia muy buena radiación con niveles máximos de 800 W/m^2 .



Gráfica 1 Datos de radiación solar durante el primer día de prueba

Fuente: *Elaboración Propia*

Al realizar mediciones de temperatura en ambos sistemas, se obtiene un incremento de la temperatura en el sistema con los tubos evacuados que se identifica en la gráfica (2) como sistema A, en un rango de aproximadamente 3°C a 5°C en el transcurso del día, con respecto al sistema de B, que corresponde al estanque sin el arreglo, la temperatura del colector a su salida se indica como "salida".

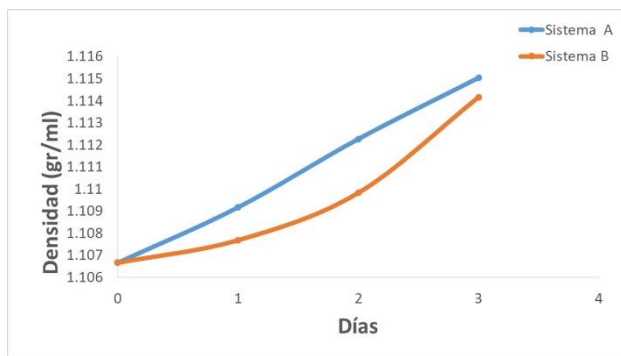


Gráfica 2 Resultados de las mediciones de temperatura durante el primer día de prueba

Fuente: Elaboración Propia

Existe ganancia en la temperatura para el sistema A, por la absorción de la radiación de forma eficiente en el área de los tubos, logrando incrementos hasta de 5°C durante las horas de mayor radiación.

En el análisis de la densidad que se muestra en la gráfica (3) para cada uno de los estanques, se puede observar la diferencia que existe entre los dos sistemas, evidenciando una mayor concentración de sal en el sistema A, ya que la densidad está en función directa con el contenido de sal. Este se comprueba al realizar los análisis de laboratorio sobre el contenido de sal en cada una de las muestras.

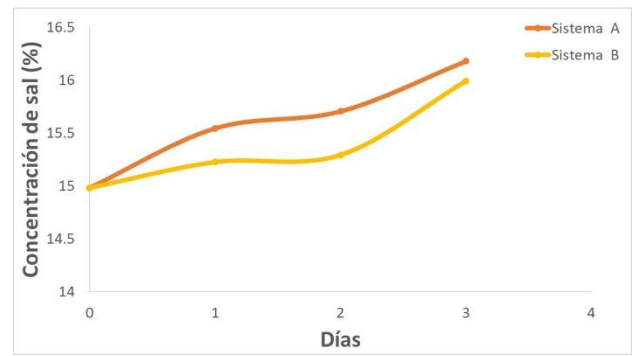


Gráfica 3 Comportamiento de la densidad en ambos estanque durante los tres días de pruebas

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de la concentración de sal se muestran en la gráfica (4), en la cual se puede ver el comportamiento que sigue el estanque de prueba A y el estanque de referencia B en cada día de evaluación.

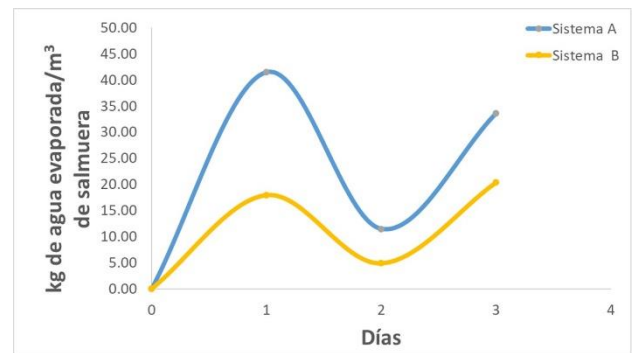
La concentración inicial de sal en la salmuera se encuentra en valores del orden de 15% de sal y al completar los tres días de prueba se incrementa hasta valores del 16% de sal, obteniendo diferencias de hasta 0.5% entre el estanque de prueba y el estanque de referencia.



Gráfica 4 Resultados de la concentración de sal de ambos estanques en los diferentes días de prueba

Fuente: Elaboración Propia

Al resolver las ecuaciones de balance de materia del sistema, ecuaciones (1), (2) y (3) se determina el parámetro de masa de agua evaporada por metro cubico de salmuera en el estanque. Los resultados se presentan en la gráfica (5), notándose una gran diferencia de este parámetro entre el estanque A y el B para el primer día de prueba, reduciéndose en los siguientes por disminución en la radiación solar, esto nos indica que el sistema con tubos evacuados incrementa el calentamiento y por lo tanto la evaporación del agua de la salmuera, logrando niveles de 40 kg/m³ de evaporación de agua por día comparándolo con el obtenido en el estanque B que alcanza 18 kg/m³ de evaporación,



Gráfica 5 Relación de evaporación de agua con respecto a la cantidad de salmuera

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados del agua evaporada son diferentes en los tres días de prueba ya que al depender directamente de la radiación solar, la nubosidad durante el día afecta los resultados.

Agradecimiento

Se agradece a la Sociedad Cooperativa de sal “Loma Bonita” y especialmente al Sr. Daniel Luviano por su gran apoyo en la realización de las pruebas.

Conclusiones

Se ha evaluado el sistema A de tubos evacuados acoplados a un estanque (charca) para elevar la concentración de sal en la salmuera de forma comparativa con el sistema B que es utilizado actualmente por los productores de sal, el acoplamiento de los tubos evacuados nos permite un incremento de 6°C en la temperatura de la salmuera en un día con niveles de radiación solar máxima de 800 W/m².

La concentración de sal y la densidad son parámetros que tiene una dependencia muy estrecha y la utilización de los tubos evacuados incrementa a la par la densidad y la concentración de sal. Se alcanzan incrementos en la concentración de sal de la salmuera, en el sistema con tubos evacuados en valores del 2% con respecto al sistema de referencia que es el usado normalmente por los productores de sal.

Para el estanque de prueba A que presenta el sistema de tubos evacuados, la relación de agua evaporada alcanza niveles de 40 kg/m³ de salmuera cuando se tienen niveles de radiación máxima durante el día de 800 W/m² contra 18 kg/m³ para el sistema B usado de referencia que corresponde al usado por los productores. Resultados que permitirían reducir el tiempo a la mitad, siempre que se escale la cantidad de tubos evacuados al volumen de agua utilizada.

Con lo anterior se establecen parámetros que estandarizan los tiempos de producción en función del contenido de sal del agua usada en el proceso y con base en estos se recomienda la realización de un nuevo estudio que incluya los efectos convectivos del viento, con la finalidad de proponer un proceso diseñado para ser más eficiente, de bajo costo y que incremente la producción de sal.

Referencias

1st Sunflower Renewable Energy. (3 de julio de 2019). 1st Sunflower Renewable Energy. Obtenido de 1st Sunflower Renewable Energy: http://www.sunflower-solar.com/index_es.php?act=content&scheduler_id=1190

Agency, I. E. (2011). Solar Energy Perspectives. IEA.

Alba, E. L., Méndez, H. D., González, E. V., Mora, I. E., Aldaco, A. T., & Leyte, R. L. (2019). Análisis energético del sistema experimental tq plint te94 que funciona como enfriador de aire y como calefactor. *Revista Colombiana de Tecnologías Avanzada (RCTA)*.

Asociación Mexicana de la Industria Salinera A.C. (17 de mayo de 2019). AMISAC. Obtenido de Asociación Mexicana de la Industria Salinera A.C.: <http://www.amisac.org.mx/produccion/>

Canteros, M. C., Vera, L., & Natalini, B. (2019). Evaluación de Metodologías en el etiquetado de eficiencia energética en edificios. *Extensionismo. Innovación y Transferencia Tecnológica*, 5,144-158.

Carta González, J. A., Calero Perez, R., Colmenar Santos, A., Castro Gil, M. A., & Collado Fernandez, E. (2013). *Centrales de Energías Renovables*. Madrid: Pearson.

CASTILLO-TÉLLES , B., CASTILLO-TÉLLES, M., PILATOWSKY-FIGUEROA, I., & RIVERA-GOMEZ, F. W. (2018). Estudio experimental de desalación de agua de mar usando energía termosolar. *Revista de Energías Renovables*, (2) 13-18.

Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (Reedición 2013). *Solar Engineering of thermal process*. Hoboken N.J.: Wiley and sons.

Falcón, M., Izquierdo, Y., Vicente, I., & Suárez, E. (2019). EVALUACIÓN DEL SISTEMA ENERGÉTICO EN EL CENTRAL AZUCARERO QUINTÍN BANDERA.

García Valladares, O., & Pilatoswky Figueroa, I. (2017). *Aplicaciones térmicas de la energía solar en los sectores, residencial, servicios e industrial*. Ciudad de México: Instituto de Energías Renovables-UNAM.

Graff, M. G. (2012). *Time to Shine: Applications of Solar Energy Technology*. United States: Wiley.

Kalogirou, S. (2009). *Solar energy engineering: processes and systems*. Elsevier Inc. Lemus-Hernandez, J., Monter-Arreguin, S., & Castañeda-Olivares, F. (2016). Caracterización de un colector de tubos evacuados y de flujo continuo para aplicaciones industriales. *Revista de Sistemas Experimentales*, 88-97.

LENNTECH. (1 de julio de 2019).
LENNTECH. Obtenido de
[https://www.lenntech.es/processes/brine-
evaporation-ponds.htm](https://www.lenntech.es/processes/brine-evaporation-ponds.htm):
[https://www.lenntech.es/processes/brine-
evaporation-ponds.htm](https://www.lenntech.es/processes/brine-evaporation-ponds.htm)

Luis Bértiz Pérez, M. Á. (2008). Manual para el cálculo y diseño de calentadores solares. Cubasolar.

Luviano, D. (4 de abril de 2019). Productor de sal de la Sociedad Cooperativa de sal Loma Bonita. (G. Aparicio Jaimes, Entrevistador)

Molero, J. M. (2011). Manual Técnico Energía Solar Térmica. Barcelona: Salvador Escoda S.A.

Rojas , S., Castro, C., Paucar, J., & Tasambay, M. (2019). Implementación de un sistema prototipo de Calentamiento Eficiente de Agua Potable por Inducción Electromagnética . Revista Perspectivas, 1(1), 42-48.

Silva, P., Tatiana, L., & Romero Rodríguez, F. (2019). Propuesta de un sistema de energía solar térmica como forma de mitigar emisiones de CO2. Estudio de Caso Sonesta Hotel Bogotá. Bogotá.

Walker, A. (2013). Solar Energy: Technologies and Project Delivery for Buildings. RSMeans.
WIKIPEDIA. (25 de junio de 2019).
WIKIPEDIA. La enciclopedia libre. Obtenido de WIKIPEDIA. La enciclopedia libre:
https://es.wikipedia.org/wiki/Cloruro_de_sodio

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 del Desarrollo Tecnológico. 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]

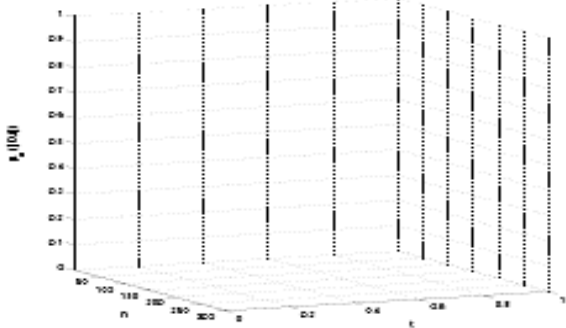


Gráfico 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

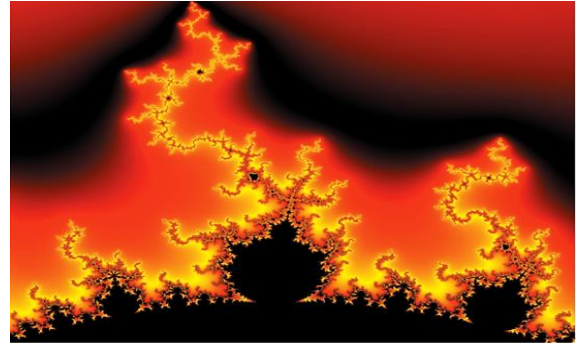


Figura 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

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 Titulo 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

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 del Desarrollo Tecnológico 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 del Desarrollo Tecnológico 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 Spain 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 Spain para su Revista del Desarrollo Tecnológico, 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

38 Matacerquillas, CP-28411. Morazarzal –Madrid-España. 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

BANERJEE, Bidisha. PhD

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® Spain), 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

38 Matacerquillas, CP-28411. Moralarzal –Madrid-España.

Revista del Desarrollo Tecnológico

“Nuevo modelo de inyección multipuerto en una chumacera corta. Campos de presión”

VALDEZ-SIERRA, Jonnatan, RAMÍREZ-VARGAS, Ignacio, PALACIOS-PINEDA, Luis Manuel y VERA-CARDENAS, Edgar Ernesto

Instituto Tecnológico de Pachuca

“Estudio del desgaste por contacto bola-plano en la aleación de aluminio 6061”

TORRES-SUAREZ, Francisco Emmanuel, MENDOZA-MENDOZA, Jesús Cornelio, VALDEZ-SIERRA, Jonnatan y VERA-CÁRDENAS, Edgar Ernesto

Instituto Tecnológico de Pachuca

“Metodología de diseño de una línea de producción para un sistema riego y captación de agua”

ARELLANO-BRIONES, Olimpia, FERNÁNDEZ-GARCÍA, Luis, RODRÍGUEZ-LARKINS, Edilberto y PUGA-ROMERO, Janeth

Instituto Tecnológico de Altamira y Universidad Tecnológica de Altamira

“Dispositivo electrónico y la app inventor como ayuda a la discapacidad visual”

VIVALDO-VICUÑA, Araceli, SANCHEZ-TIZAPANTZI, Pedro y CALDERON-GARCIA, Gustavo

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan

